

T.C
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME BİLİM DALI

KAMU PROJELERİNDE PROJE DEĞERLENDİRME
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: REEL OPSİYON
YÖNTEMİ ALTERNATİF OLABİLİR Mİ?

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Kaan GÜRBÜZ

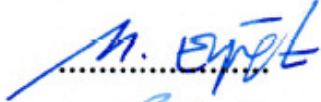
Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mehmet ERYİĞİT

BOLU 2019

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Kaan GÜRBÜZ'e ait "Kamu Projelerinde Proje Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Reel Opsiyon Yöntemi Alternatif Olabilir mi?" adlı İşletme Anabilim Dalında jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir.

03/ 09 /2019

	Unvan, Adı, Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı) :	Prof. Dr. Mehmet ERYİĞİT	
Üye :	Prof. Dr. Sadık ÇUKUR	
Üye :	Doç. Dr. Sibel FETTAHOĞLU	

Sosyal Bilimler Enstitüsü Onayı


Doç. Dr. Yaşar AYYILDIZ

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

ETİK UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum, “**Kamu Projelerinde Proje Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Reel Opsiyon Yöntemi Alternatif Olabilir mi?**” başlıklı çalışmanın yazılmasında, bilimsel ve etik kurallara uyulduğunu, başvurulan kaynaklardan yapılan alıntılarının adlarının bilimsel kurallara uygun olarak metin içinde, dipnotlarda ve kaynaklarda gösterildiğini, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin tamamının ya da bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitede bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



Kaan GÜRBÜZ

03.09.2019

ÖN SÖZ

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, kamu sektörü tarafından kamu yararına uygun olarak yaşamın temel kaynağı olan suyun ve su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanılması amacıyla ortaya koyulan projelerin değerlendirilmesinde reel opsiyonlar yönteminden yararlanılması hususu üzerinde durulmuştur. Çalışma, ülkemiz için son derece önemli olan su kaynaklarımızın geliştirilmesi ile ilgili projelerin değerlendirilmesine ve uygulanabilirliğine farklı bir bakış açısı ile bakabilme imkânını sunmuştur.

Bu çalışmanın hazırlanması esnasında manevi desteklerinden dolayı aileme ve Yüksek İnşaat Mühendisi Aslıhan Doğruyol ÖZKUL'a teşekkür ederim. Bu çalışmanın her adımını takip eden, her türlü akademik bilgi, görgü ve tecrübesi ile beni sürekli destekleyen, anlayışı ve katkılarıyla yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Mehmet ERYİĞİT'e sonsuz saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Kaan GÜRBÜZ

03.09.2019

ÖZET

KAMU PROJELERİNDE PROJE DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: REEL OPSİYON YÖNTEMİ ALTERNATİF OLABİLİR Mİ?

Kaan GÜRBÜZ

Yüksek Lisans Tezi

İşletme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet ERYİĞİT

Eylül 2019, 123+xiii Sayfa

Ülkede refahın artırılması, makroekonomik istikrarın korunması, vatandaşların ihtiyaçlarının karşılanması gibi nedenlerle kamu sektörü tarafından yatırım projeleri ortaya koyulmaktadır. Kamu yatırım projelerinin getirilerinin neler olacağı, yapılacak yatırım projesinin ne kadar karlı olacağını ortaya koymak amacıyla çeşitli proje değerlendirme teknikleri kullanılmaktadır. Uzun yıllardan beri kullanılmakta olan geleneksel proje değerlendirme tekniklerinin yanında ayrıca modern yatırım proje değerlendirme tekniklerinden de az da olsa yararlanılmaktadır. Bu tekniklerden biri olan reel opsiyon yöntemi, karlı olmayan bir yatırımın zaman içinde karlı hale gelebileceğini göstermeye çalışmaktadır.

Yarı iklim kuşağında yer alan Türkiye'nin yıllık toplam 112 milyar m³ kullanılabilir su (yer üstü ve yer altı) potansiyeline sahiptir. 2019 yılı resmi nüfus verilerine göre ülkemizde 82.003.882 kişi yaşamaktadır. 2019 yılı resmi nüfus verisi dikkate alındığı zaman resmi verilere göre ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı yaklaşık 1.366 m³/yıl civarındadır, uluslar arası ölçütlerde kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarına göre Türkiye, su kısıtı (azlığı) yaşayan ülkeler arasında kabul edilmektedir. Bu nedenle, kamu sektörü tarafından kalkınma politikaları

kapsamında Türkiye'nin su potansiyelinin mevcut ve gelecekteki ihtiyaçları karşılayabilecek şekilde etkin, verimli ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılabilmesi amacıyla projelerin ortaya konulması önem arz etmektedir. Ortaya koyulan bu tür projeler, genellikle ilk yatırım maliyeti yüksek, yüksek riskler barındıran, katma değeri yüksek ve ekonomik ömrü çok uzun olan yatırım projeleridir. Kamu sektöründeki bu tür projelerin değerlendirilmesi yapılırken çok büyük oranda net bugünkü değer gibi geleneksel proje değerleme tekniklerinden yararlanılmaktadır. Geleneksel proje değerleme teknikleri ile yapılan değerlendirmeler sonucu karlı olmadığı anlaşılan bir proje reddedilmekte ve fizibilite aşamasından sonra rafa kaldırılmaktadır. Su kısıtı yaşayan Türkiye için su kaynaklarının geliştirilmesi ve suyun depolanması bu kadar önemli iken, bu çalışmada esnekliği ve riski dikkate almayan geleneksel proje değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilerek rafa kaldırılmış bir projenin modern bir proje değerlendirme yöntemi olan reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilerek karlı bir proje hale gelip gelmediği ortaya koyulacaktır.

Anahtar Sözcükler: Kamu Projeleri, Yatırım Proje Değerleme, Reel Opsiyon

ABSTRACT

COMPARISON OF PROJECT EVALUTION METHODS IN PUBLIC SECTOR PROJECTS: REAL OPTION CAN BE ALTERNATIVE?

Kaan GÜRBÜZ

Master Thesis

Department of Business Administration

Advisor: Prof. Dr. Mehmet ERYİĞİT

September, 2019, 123+xiii Pages

Investment projects are put forward by public sector to increase welfare, fix macroeconomic sustainability, meet needs of citizens. To gather what the returns of public investment projects and the profitability of the investment project, various project evaluation techniques are being used. Mostly conventional evaluation techniques are being used for decades, and moreover modern evaluation techniques are newly used less. Real option method, one of modern evaluation techniques, aims to show that a unprofitable project will turn into a profitable project in times.

Our country, which locates in semi-climatic zone, has a total (technically and economically) usable water potential (surface and ground) of 112 billion m³. According to 2019 official population stats, 82.003.882 people live in our country. According to official stats, the amount of usable water potential per capita is approximately in 2019 is 1.366 m³/y, so our country is considering as a country having water scarcity in international criteria. For this reason, in the framework development policies, it is so vital to put forward investment projects by public sector to use the water potential to meet the current and future needs efficiently, effectively and in a sustainable way. These projects are long-life projects that have high initial investments, have high risks, have high added value. To evaluate these public sector projects, conventional project

evaluation techniques such as net present value are mostly used. If the project found unprofitable as a result of the evaluations with conventional techniques, the project is rejected and laid aside after the feasibility phase. Our country has water scarcity, so it is so important to develop water resources and water storage. In this study, it is presented that a project, which is rejected after evaluated with conventional evaluation techniques not considering flexibility and risk, whether can turn into a profitable project after evaluated with real option method.

Key words: Public Projects, Investment Project Evaluation, Real Option



İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI.....	ii
ETİK UYGUNLUK BEYANI.....	iii
ÖN SÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİL VE GRAFİKLER LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii

GİRİŞ.....	1
------------	---

I. BÖLÜM

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	3
1.1. Yatırım Proje Değerlendirme, Reel Opsiyonlar ve Su Kaynakları Geliştirme Projeleri.....	3
1.1.1. Yatırım Proje Değerlendirme Kavramı.....	3
1.1.1.1. Sermaye Kavramı ve Türleri.....	3
1.1.1.2. Yatırım Kavramı	5
1.1.1.3. Sabit Sermaye Yatırımı Kavramı.....	7
1.1.1.4. Proje Kavramı	8
1.1.1.5. Yatırım Projesi Kavramı	10
1.1.1.6. Yatırım Proje Değerlendirme Kavramı.....	12
1.1.1.7. Yatırım Proje Değerlendirme Teknikleri.....	15
1.1.2. Reel Opsiyonlar	26
1.1.2.1. Reel Opsiyonların Tercih Edilmesinin Nedenleri.....	26
1.1.2.2. Reel Opsiyonlar Yönteminin Uygulama Alanları	28
1.1.2.3. Reel Opsiyon Kavramının Tanımı ve Özellikleri	32

1.1.2.4. Reel Opsiyon Yönteminin Güçlü ve Zayıf Yönleri	34
1.1.2.5. Reel Opsiyon Türleri	34
1.1.2.6. Reel Opsiyon Değerlemesi	39
1.1.3. Su Kaynakları Geliştirme Projeleri.....	48
1.1.3.1. Tanımı	48
1.1.3.2. Su Kaynakları Geliştirme Projeleri Çeşitleri	48
1.1.3.3. Su Kaynakları Geliştirme Projelerinin Amaçları.....	49
1.1.3.4. Dünyada Su Kaynakları Geliştirme Projeleri	51
1.1.3.5. Türkiye’de Su Kaynakları Geliştirme Projeleri	54

II. BÖLÜM

2. PROJE DEĞERLENDİRME TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASINA

YÖNELİK UYGULAMA.....	65
2.1. Kamu Sektörü Projelerinde Ekonomik Analiz.....	65
2.1.1 Su Kaynakları Geliştirme Projelerinde Fayda/Maliyet.....	66
2.1.1.1 Su Kaynakları Geliştirme Projelerinde Faydanın Hesaplanması..	66
2.1.1.2 Su Kaynakları Geliştirme Projelerinde Giderlerin Hesaplanması	69
2.1.2 Örnek Projeler Üzerinden Analiz Çalışması.....	77

III. BÖLÜM

3. SONUÇ	98
-----------------------	-----------

KAYNAKÇA	101
-----------------------	------------

EKLER

Ek-1. Metraj Cetvelleri	116
-------------------------------	-----

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1: Reel Opsiyon Uygulamaları	28
Tablo 1.2: Finansal ve Reel Opsiyon Karşılaştırma	33
Tablo 2.1: Maliyet Tablosu	75
Tablo 2.2: Beklenmeyen Gider Oranı Hesabı	76
Tablo 2.3: Proje-1 Opsiyon Verileri	80
Tablo 2.4: Proje-2 Opsiyon Verileri	81
Tablo 2.5: Proje-3 Opsiyon Verileri	82
Tablo 2.6: Proje-4 Opsiyon Verileri	83
Tablo 2.7: Proje-5 Opsiyon Verileri	84
Tablo 2.8: Proje-6 Opsiyon Verileri	85
Tablo 2.9: Proje-7 Opsiyon Verileri	86
Tablo 2.10: Proje-8 Opsiyon Verileri	87
Tablo 2.11: Proje-9 Opsiyon Verileri	88
Tablo 2.12: Proje-10 Opsiyon Verileri	89
Tablo 2.13: Proje-11 Opsiyon Verileri	90
Tablo 2.14: Proje-12 Opsiyon Verileri	91
Tablo 2.15: Proje-13 Opsiyon Verileri	92
Tablo 2.16: Proje-14 Opsiyon Verileri	93
Tablo 2.17: Proje-15 Opsiyon Verileri	94

ŞEKİL VE GRAFİKLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Dönüşüm Süreci Olarak Proje	9
Şekil 1.2: Binom Ağaç Modeli	43
Şekil 1.3: Binom Ağaçları ile Değerleme Prosedürü	44



KISALTMALAR LİSTESİ

DAP	: Doğu Anadolu Projesi
DİKO	: Düzeltilmiş İç Karlılık Oranı
DOKAP	: Doğu Karadeniz Projesi
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
HES	: Hidroelektrik Santral
İKO	: İç Karlılık Oranı
KOP	: Konya Ovası Projesi
NBD	: Net Bugünkü Değer
TRAGEP	: Trakya Gelişim Projesi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UNESCO	: Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
YHGP	: Yeşilirmak Havzası Gelişim Planı
ZBK	: Zonguldak-Bartın-Karabük Bölgesel Gelişme Projesi

GİRİŞ

Kamu sektöründe ve özel sektörde yer alan kuruluşlar, kurumlar ve şirketler varlıklarını sürdürebilmek, uzun vadeli hedeflerine ulaşmak için duran varlıklarına yatırım yapmakta, çeşitli yatırım projeleri ortaya koymaktadır. Yapılan bu yatırımlar uzun vadeli, büyük bütçeli yatırımlar olup, bu yatırımlar dönüşü kolay olmayan yatırımlardır, bu tür yatırımlar fırsat maliyeti yüksek olan yatırımlardır. Bu nedenle yatırımı yapan birim, bu yatırımdan elde edeceği getiriye maksimize etmeye dönük şekilde hareket etmektedir. Yapacağı yatırımı uygulama aşamasına geçmeden önce fizibilite aşamasında çeşitli yatırım değerlendirme yöntemleri ile değerlendirmektedir, yatırım değerlendirme teknikleri arasında en çok tercih edilenler, net bugünkü değer, iç kârlılık oranı ve geri ödeme süresi yöntemleridir. Bu yöntemler geleneksel değerlendirme yöntemleri olarak bilinmektedir. Son yıllarda yatırımların değerlemesine yönelik çeşitli alternatif modern yöntemler de kullanılmaktadır, bunlardan biri de reel opsiyon yöntemidir, finans literatüründe yer alan opsiyon kavramının yatırım projelerine uygulanmasıdır.

Cumhuriyetin ilanından beri su kaynaklarımızdan yararlanmak, suyun zararlı etkilerinden korunmak gibi amaçlara yönelik kamu sektörü ve özel sektör tarafından çeşitli su kaynakları geliştirme projeleri uygulanmıştır, son 20 yılda ise su kaynakları geliştirme projelerinin sayısında artış yaşanmıştır. Su kaynakları geliştirme projelerinin karlı olup olmayacağını ortaya koymak için yapılan değerlemelerde geleneksel yöntemler (net bugünkü değer vb.) kullanılmaktadır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda yatırım projesinin uygulamaya konulup konulmayacağına karar verilmekte ve karlı olmadığı düşünülen projeler reddedilmekte ve rafa kalkmaktadır.

Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde son yıllarda geleneksel yöntemlerin yanında modern proje değerlendirme teknikleri de kullanılmakla beraber, su kaynakları geliştirme projelerinde bu tekniklerin uygulanıp uygulanamayacağı bu çalışmanın

kapsamına girmektedir. Bu çalışmada kamu sektörü tarafından su kaynaklarına yönelik geliştirilen projelerin değerlendirilmesinde reel opsiyon yönteminin kullanılabilme durumunun ortaya koyulması amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için 15 adet örnek proje seçilerek bu örnek projeler üzerinden çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışma ile net bugünkü değer yöntemi sonucunda uygulanabilir olmayan bir yatırım projesinin reel opsiyon yöntemi ile uygulanabilir bir yatırım projesine dönüşüp dönüşmeyeceği gözlemlenmiştir.

Bu tez çalışması üç bölüm bazında yürütülmüştür. Çalışmanın ilk bölümünde yatırım, yatırım projesi, yatırım projesi değerlendirme teknikleri, reel opsiyonlar kavramlarından bahsedilmiş ve su kaynakları geliştirme projeleri hakkında bilgi verilmiştir, ikinci bölümde ise örnek projeler üzerinden net bugünkü değer yöntemi ve reel opsiyon yöntemi ile analizler yapılmış ve bulgular ortaya koyulmuştur, üçüncü bölüm olan sonuç bölümünde ise analizler ve ortaya koyulan bulgular ile ilgili yorumlar yapılarak çalışma sonlandırılmıştır.

I. BÖLÜM

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Yatırım Proje Değerlendirme, Reel Opsiyonlar Ve Su Kaynakları Geliştirme Projeleri

Günümüz dünyasında kamu sektöründe ve özel sektörde yer alan şirketler, kuruluşlar ve kurumlar uzun vadede ortaya koyduğu hedeflerine ulaşmak, varlıklarını sürdürebilmek için çeşitli yatırım projeleri ortaya koymakta ve uygulamaktadır. Ortaya koyulan bu yatırım projelerinin ne derece karlı olduğunu ortaya koymak için çeşitli yatırım projesi değerlendirme tekniklerinden yararlanılmaktadır. Bu çalışmanın daha iyi anlaşılabilmesi için bu bölümde yatırım projesi, yatırım proje değerlendirme teknikleri ve reel opsiyon yöntemi kavramları açıklanacak ve su kaynakları geliştirme projeleri hakkında detaylı olarak bilgi verilecektir.

1.1.1. Yatırım Proje Değerlendirme Kavramı

Yapılan yatırım projelerinin ne ölçüde başarılı olduğunun değerlendirilmesi için çeşitli tekniklerden yararlanılmaktadır. Yatırım proje değerlendirme kavramını açıklayabilmek için sırasıyla ilk olarak sermaye, sabit sermaye, proje, yatırım projesi kavramlarından bahsedilecektir. Bu kavramlar tanımlandıktan sonra ise yatırım projesi değerlendirme kavramı ve tekniklerinden bahsedilecektir.

1.1.1.1. Sermaye Kavramı Ve Türleri

Üretim sürecinde kullanılan ana üretim faktörleri emek ve sermayedir. Çalışma kapsamında sadece sermaye kavramından bahsedilecektir. Yapılan literatür taramasında

sermaye kavramı ile ilgili olarak çeşitli yazarlar tarafından yapılan tanımlamalar bulunmuştur (Alkin v.dğr, 2005: 35; Aktaran: Karaçay ve Varol, 2015: 103; Kibritçioğlu, 1998: 207; Aktaran: Sarı, 2017: 207):

Smith'e göre üretim sürecinde emek faktörünün artmasını ve emek faktörünün daha iyi bir çalışmasını sağlayan tüm etkenler sermayedir. Samuelson ve Nordhuas ise, üretim süreci boyunca emek faktörünce yararlanılan gerekli tüm destek araçlarını sermaye olarak tanımlamıştır. Svendsen ve Sorensen'e göre sermaye, üretim sürecine müspet katkı sağlayan her çeşit maddi ve gayrimaddi varlıktır. Bir başka tanımda sermaye, üretim süreci boyunca yararlanılan ve üretim sonucu aynı kalan dayanıklı üretim faktörlerinin (makine, ekipman, tesis gibi) kümülatif stoku olarak tanımlanmıştır. Ekonomi biliminde fiziksel sermaye kastedilirken, finasta ise fiziksel sermaye üzerindeki mülkiyet hakkı kastedilmektedir. Finansal varlıklar (Bono, tahvil gibi), üretim sürecine katkıda bulunduğu sürece sermaye olarak nitelendirilmektedir.

Bütün bu tanımlara bakıldığında sermaye, geniş anlamda, 'bir üretim sürecinde şekil değiştirmeden yer alan veya üretim sürecine katkıda bulunan tüm maddi ve maddi olmayan faktörler' olarak tanımlanabilmektedir. Üretim sürecinde yer alan ve üretim sürecine katkıda bulunan faktörlerden birisi olan sermaye kavramının türleri ile ilgili olarak literatürde çeşitli yazarlar tarafından yapılan farklı yorumlamalar bulunmaktadır (Bourdieu, 2010: 49; Büyükelikmen, 2015: 47; Aktaran: Sarı, 2017: 207; Aktaran: Tanyeri, 2000: 8; Türk 2015: 137; Yarcı, 2011: 130-132):

Adam Smith ilk defa sermayeyi sabit sermaye ve değişen sermaye olarak ikiye ayırmıştır; '*sabit sermaye*', elden ele dolaşmadan sahibine kar getiren (bina, gayrimenkul, sabit makine ve alet gibi) sermayedir; '*değişken sermaye*' ise, mübadele ve el değiştirmeden dolayı sahibine kar getiren (hammadde, satılacak mallar gibi) sermayedir. Ricardo, sabit sermaye, döner sermaye ayrımını yapmıştır; üretim sürecinde daha dayanıklı olanları *sabit sermaye*, daha az dayanıklı olanları ise döner sermaye olarak ifade etmiştir. Bourdieu ise sermaye türlerini paraya çevrilebilme ve kurumsallaşabilme özelliklerine göre ekonomik sermaye, kültürel sermaye ve sosyal sermaye olarak ifade etmiştir.

1.1.1.2. Yatırım Kavramı

20. yüzyılın sonlarından itibaren teknolojik gelişmeler, siyasi ve diğer küresel olaylar, teknolojinin insanlarına yaşamlarının içine girmesi ve yaşayış ve düşünce biçimlerini etkilemesi nedeniyle dünya dinamikleri hızlı bir biçimde değişmektedir. Hızla değişen dünya koşullarında iş yaşamında yer alan şirketler, kurumlar, kuruluşlar ve diğer organizasyonlar ayakta durabilmek, varlıklarını sürdürebilmek, gelişebilmek ve rekabet edebilmek için yatırım yapmak zorundadır. Yatırım kelimesinin İngilizce karşılığı olan 'investment' kelimesi, 'investition' kelimesinden türetilmiş olup, bir şeyi olduğundan daha iyi hale getirmek için yapılan süslemeler/donatılar anlamına gelmektedir (Özcan ve Saçlı, 2009: 252). Yatırım kavramına yönelik ekonomi ve işletme disiplinleri ile diğer disiplinlere göre literatürde çeşitli yazarlarca yapılan çeşitli tanımlamalar bulunmaktadır (Eski ve Armaneri, 2006: 317-318; Öcal, 2005: 3-4; Aktaran: Öztürk, 2010: 5; Türko, 2002: 301; Uslu ve Yıldırım 2007: 2; Yakın, 2002: 13):

Halk dilinde yatırım basit anlatımıyla, kâr amacı güderek ekonomik değer taşıyan varlıkları belirli bir işe tahsis etmek olarak tanımlanmaktadır, daha geniş bir bir anlatımda ise yatırım, mevcut sermayeyi korumak ve gelir arttırmak maksadı ile ekonomik değeri olan bir varlığı veya mülkiyet hakkını ele geçirmek olarak tanımlanmaktadır. Ekonomi bilimi açısından yatırım kavramı için çeşitli tanımlar bulunmaktadır. Ekonomik bir ünitenin (Hanehalkı, işletme, ülke) belirli bir zaman periyodu içerisinde mevcut sermaye veya teknik potansiyeline yaptığı net ilaveler ve belirli bir zaman periyodu içerisinde üretilen/ithal edilen maldan tüketilmeden/ihraç edilmeden gelecek periyoda devreden kısım; yatırım olarak adlandırılmaktadır. İşletme biliminde, işletmenin sürdürülebilirliğini sağlamak ve hedeflerine ulaşmasını sağlamak için belirli bir dönemde sabit sermaye malları, makineler, taşıtlar gibi duran varlıklara veya hammadde/aramadde/mamul stoklarını arttırmaya yönelik yapılan net eklemeler yatırım olarak adlandırılmaktadır. Girişimci çerçevesinden yatırım, mevcut para kaynağının üretime katkıda bulunacak duran varlıkları (makine, araç, ekipman gibi) satın alınması olarak tanımlanmaktadır. Finansman biliminde, nakdi bir varlığın likit

özelliklerinin değiştirilerek gelir getirici hale dönüştürülmesi yatırım olarak tanımlanmaktadır.

Yatırım kavramı için yapılan tanımlamalar bir araya getirildiğinde yatırım kavramına şöyle bir tanım ortaya koyulabilmektedir: “Ülke, kurum, kuruluş, işletme veya birey fark etmez herhangi bir ekonomik birimin varoluş hedeflerine ulaşabilmek için elindeki mevcut kaynak stokunu arttırmasına yönelik faaliyetlerin tümüdür.”

Her şirket, organizasyon, kamu kuruluşu ve hükümet dışı organizasyon hedeflerine ulaşmak için çeşitli yatırımlar yapmaktadır. Yapılan bu yatırımlar yatırımın büyüklüğü, yatırımı yapanın kim olduğu, yatırımın ekonomiye etkisi gibi açılardan çeşitlilik göstermektedir. Yatırım türleri ile ilgili olarak literatürde çeşitli yazarlar tarafından yapılan sınıflandırmalar bulunmaktadır (Ataç ve Önder, 2004: 138; Kalem, 2015: 5; Özkazanç v.dğr., 2006: 255-256; Uğurluoğlu ve Çelik, 2013: 4):

Yatırımlar yatırımın konusuna göre ikiye ayrılmaktadır, sabit sermaye yatırımı ve stok yatırımı. Sabit sermaye yatırımı, üretim süreci boyunca kullanılan ve değişmeden kalan dayanıklı mallara (makine, tesis gibi) yapılan yatırımdır. Stok yatırımı, üretim sürecinde kullanılan hammadde, aramadde ve mamul miktarlarında değişiklik yapacak yatırımdır.

Yatırımlar varlığın likit özelliğine göre finansal yatırım (plasman) ve finansal olmayan yatırım olarak ikiye ayrılabilir. Finansal yatırım, gelir getirmeyen menkul değerlerin likiditesini değiştirmek suretiyle yapılan yatırımdır. Finansal yatırımın yapılış amacı, sahip olunan birikimi arttırmak amacıyla gelecekte getiri sağlayacak varlıkların satın alınmasıdır. Finansal olmayan yatırım ise menkul değer dışındaki yani emlak, arazi veya diğer reel varlıklara yapılan yatırımdır. Bu yatırımın yapılış amacı ise kısa ve orta vadede nakit elde etmektir.

Yatırımlar, yatırımların sahipliğine göre özel ve kamu yatırımları diye ikiye ayrılabilir. Devletin merkezi teşkilatında yer alan kurum, kuruluşlar ile mahalli idareleri tarafından yapılan yatırımlara kamu yatırımı denilmektedir. Kamu yatırımları genel

anlamda altyapı ve üstyapı yatırımları olup, ekonomik ömrü uzun olan yatırımlardır. Kamu yatırımlarına örnek olarak hastane, karayolu, liman, baraj, enerji üretim tesisleri, içmesuyu ve kanalizasyon yatırımları verilebilir. Özel sektör tarafından karlarını ve sürdürülebilirliklerini devam ettirmek amacıyla yapılan ilave sermaye stoklarına ise özel sektör yatırımı adı verilmektedir. Özel sektör yatırımlarına bir üretim işletmesinin kendi üretim sürecine yönelik yaptığı arıtma tesisi yatırımları ve kapasite artırım yatırımları örnek olarak verilebilir.

Bir başka tanımlamada yatırımlar; otonom ve uyarılmış olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Otonom yatırım, kamu sektörü içinde sosyal önemi öne çıkarılarak ekonomik faktörlere (faiz oranı, tüketimi artırma durumu, kârlılık durumu, milli gelir seviyesi gibi) bağlı olmadan yapılan yatırımdır. Milli uçak projesi gibi savunma yatırımları, şehir hastaneleri projeleri, baraj projeleri gibi sosyal yönü olan projeler otonom yatırıma örnek olarak verilebilmektedir. Uyarılmış yatırım, sosyal öneminden öte ekonomik faktörlere (milli gelir seviyesi, faiz oranı, kârlılık durumu) bağlı olarak gerçekleştirilen yatırımdır. Baraj yatırımı sonrasında baraj gölü kenarına turistik işletmelerin açılması veya karayolu yatırımı sonrasında akaryakıt istasyonu açılması uyarılmış yatırıma örnek olarak verilebilmektedir.

1.1.1.3. Sabit Sermaye Yatırımı Kavramı

İlk defa Smith tarafından ortaya konulan sabit sermaye kavramını, Ricardo ise üretime girdikten sonra görelî olarak daha dayanıklı olan ve daha yavaş tükenen mallar olarak nitelendirmiştir (Aktaran Tanyeri, 2000: 8). Sabit sermaye yatırımı ile ilgili olarak literatürde daha başka tanımlar da yer almaktadır (Özkazanç v.dğr. 2006: 255; Aktaran Yılmaz ve Tezcan 2007: 5):

Üretim sürecine katkıda bulunan ve üretim süreci sonucunda özelliğini yitirmeden kalan tesis, makine parkı, ekipman gibi uzun ömürlü dayanıklı varlıklara yapılan yatırımlardır. Üretim faktörlerinden yararlanılarak belirli bir zaman periyodunda ihracatı arttırmak, reel sermayeyi korumak ve arttırmak, mal/hizmet üretimini arttırmak

maksadıyla yararlanılan makine, bina ve diğer uzun vadeye sahip varlıklara yapılan yatırımdır.

Uzun dönemli yatırımlar olarak da nitelendirilebilecek olan sabit sermaye yatırımlarının özellikleri şunlardır (Göker 1995: 3-7; Şahbaz 2014: 2; Yılmaz ve Yılmaz 1997: 2; Yılmaz ve Tezcan 2007: 5;):

Sabit sermaye yatırımları, üretici birimin mülkiyetinde olan ve üretim sürecinde sürekli ve tekrar tekrar kullanılabilen uzun ömürlü yatırımlardır. Sabit sermaye yatırımları uzun süreli yatırımlar olduğu için, işletmelerin karar verme esnekliğini zorlayan yatırımlardır. Sabit sermaye yatırımları, genellikle çok büyük miktarları gerektiren yatırımlar olduğu için şirketlerin/kurumların diğer faaliyetlerine finansal kaynak ayırmasını etkilemektedir. Sabit sermaye yatırımları, işletmelerin teknolojik özellikleri ve kapasitelerini artırabilecek yatırımlardır. Sabit sermaye yatırımları, mal/hizmet üretiminde ve milli gelirde artışta ve ülkenin kalkınmasında etkili olan ve pozitif dışsallık yaratan yatırımlardır.

1.1.1.4. Proje Kavramı

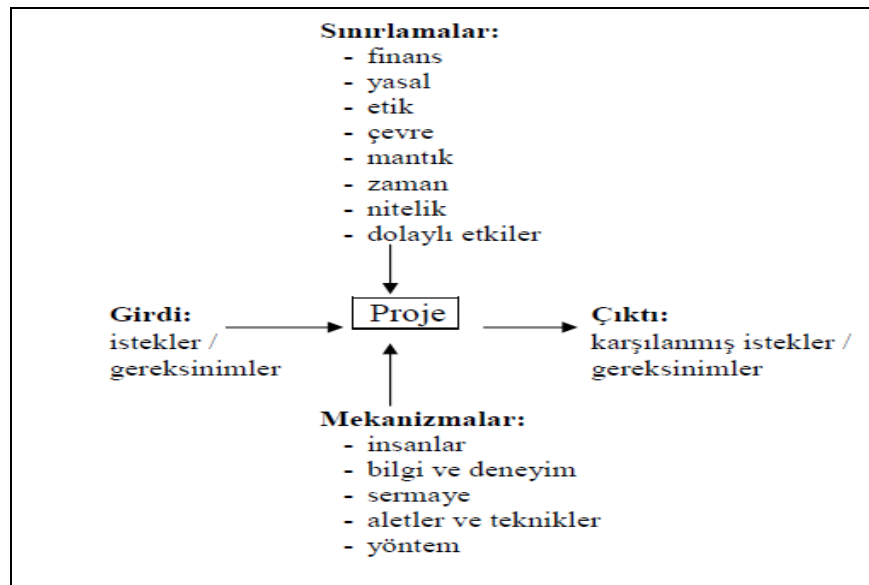
Kamu sektöründe ve özel sektörde sözü çok geçen kavramlardan biri olan proje kavramı, Fransızca *projet* ve Latince *projectum* kelimelerinden türemiş olup, “bir şeyi ileri atmak” anlamına gelmektedir (Aubry ve Lievre 2016: 44). Genelde süreç veya program kavramları ile sıklıkla karıştırılan proje kavramı ile ilgili olarak literatürde birçok tanım yer almaktadır (Albayrak 2009: 5; Ece ve Kovancı 2004: 75; Gürsoy 2007: 127; Helming ve Göbel, 1997: 5; Kutluksaman 2007: 80; Yalçın ve Aksoy 2011: 27):

Belli bir zaman periyodu içerisinde belirli kaynakların kullanımı ile bazı ihtiyaçları/arzuları karşılamaya yönelik mal/hizmet üretimini artırma maksadıyla yeni imkân oluşturma veya mevcut imkânı geliştirmeye yönelik sunulan bir öneridir. Şirketlerin, kurumların ve diğer organizasyonların belirledikleri kısa, orta ve uzun vadeli hedeflere ulaşmak için belirli bir zaman kısıtı altında veri kaynaklarıyla diğerleri ile bağlantısız bir şekilde gerçekleştirilecek birbirleriyle direk ilişkideki faaliyetlerin

tümüdür. Daha öncesinden belirlenmiş bir etkiyi oluşturmak üzere belirli kaynaklarla bir zaman periyodu içerisinde çeşitli girdilerinden yararlanılarak çıktılarının elde edilmesi sürecidir.

Literatürde yer alan tanımlar irdelendiği zaman proje kavramı, “bir çalışma grubunun, bir soruna yönelik çözüm üretmek veya ortaya çıkan fırsatı değerlendirmek amacıyla, zaman periyodu içerisinde finansal kaynak, insan kaynağı ve diğer kaynaklardan yararlanılarak, daha öncesinde ortaya konulan amaç ve hedefler doğrultusunda paydaş memnuniyetini sağlama ve kalite faktörleri altında bir planın başlatılması, yürütülmesi, kontrol edilmesi ve sonuçlandırılması süreci” olarak tanımlanmaktadır.

Yapılan tanımlamalara bakıldığında proje sürecinin belirli mekanizmalarla belirli sınırlar dâhilinde girdileri çıktılara dönüştürme süreci olduğu görülmektedir. Proje sürecinin nasıl olgunlaştığı ile ilgili şematik gösterim aşağıda yer almaktadır (Kayadelen 2008: 5):



Şekil 1.1: Dönüşüm Süreci Olarak Proje

Şekil 1.1 incelendiği zaman, girdilerin çıktığı dönüştüğü bu süreçte insan sermayesi, entelektüel sermaye ve fiziki sermayenin kullanıldığı görülmektedir. Girdilerin çıktılara dönüşmesi sürecini mali, yasal, etik, çevre, zaman vb. kısıtların

direkt veya dolaylı olarak etkilediği görülmektedir. Sonuç olarak bu şekil incelendiği zaman, proje sürecinin girdilerin çeşitli mekanizmalar vasıtasıyla belirli kısıtlar altında çıktılara dönüştürüldüğü interaktif bir süreç olduğu görülmektedir.

1.1.1.5. Yatırım Projesi Kavramı

Kamu sektöründeki ve özel sektördeki kurum, kuruluşların ve şirketlerin uzun vadeli hedeflerini gerçekleştirmek, atıl kaynaklarını değerlendirmek, riskleri yaymak, gelirlerinin azalmasını önlemek, prestij ve itibar artırmak vb. amaçlarla yaptıkları yatırım projesi ile ilgili olarak bu bölümde kavramın tanımı, özellikleri ve türleri hakkında bilgi verilmektedir.

Proje kavramı ile yatırım projesi kavramları birbirine yakın olan ve bazen de birbirlerine yerine bile kullanılan kavramlar olmasına rağmen yine de tanımsal olarak farklılıklar bulunmaktadır. Ekonomik kalkınmada önemli yer teşkil eden yatırım projesi kavramı ile ilgili olarak yapılan literatür taramasında en sık rastlanılan tanımlar şunlardır (Atakan 1998: 1; Çelebi 1998: 53; Gedik ve Akyüz 2005: 52; Aktaran Kayadelen 2008: 6; Üstündağ 2005: 5):

Belirli işlemleri şirket, kuruluş ve organizasyon için en az maliyete katlanarak bu işlemler sonucunda en fazla faydayı elde edecek şekilde gerçekleştirmek maksadıyla yapılan plan, yatırım projesi olarak adlandırılmaktadır. Yatırım projesi, belirlenen amaca ve hedefe ulaşmak amacıyla yapılan bir işlemin planlanmasından uygulanacağı andan ömrünün sonuna kadar çevresel koşulların ve değişkenlerin çeşitli yönlerden ele alınması davranışıdır. Belirli bir zaman kapsamında sunulan hedeflere ulaşmak için mal/hizmet üretimini artırma maksadıyla yapılan yeni fırsatlar yaratma, mevcut fırsatları geliştirme çabalarına, yatırım projesi denilmektedir.

Bu tanımlara bakılarak yatırım projesi kavramı, belirli bir zaman periyodu içinde minimum derecede üretim faktörü kullanarak üretilen mal ve hizmeti kalite ve miktar olarak maksimize etme çabası olarak tanımlanabilir.

Kamu sektöründe ve özel sektörde yer alan kuruluşlar, kurumlar ve şirketler uzun vadeli hedeflerine ulaşmak için çeşitli yatırım projeleri ortaya koymaktadır. Ortaya konulan bu çok çeşitli yatırım projeleri arasında farklılıklar da olsa da, bazı açılardan ortak özellikleri bulunmaktadır. Bu özellikler aşağıda yer almaktadır (Atakan 1998: 3; Göker 1995: 3-7):

Yatırım projeleri, duran varlıklara yapılan yıllara sâri yatırımlar olup genellikle çok büyük tutarlardaki harcamaları gerektirmektedir. Yatırım proje kararları esnek olmayan kararlar olduğu için bu kararlarda hata ve yanılğı payı azdır. Yatırım projeleri, kurumların kapasitelerini olumlu derecede etkileyen projeler olduğu için, stratejik kararlardır. Yatırım projeleri, kapasite kullanımının en iyi şekilde kullanılabilmesi için yatırımın ne zaman yapılacağı ile ilgili olarak iyi bir zaman planlamasına ihtiyaç duyan yatırımlardır. Yatırım projeleri, paydaşların çelişen çıkarlarını karşılayabilmelidir.

Kamu sektöründe veya özel sektörde yer alan kuruluşlar, şirketler ve diğer organizasyonlar varlıklarını sürdürebilmek, uzun vadeli amaçlarına ulaşmak veya paydaşlarının refahını arttırabilmek için duran varlıklar üzerine yatırım proje fikirleri ortaya koymaktadır. Yatırım projeleri amaçlarına göre, karşılıklı bağımlılık durumlarına göre, nakit akışlarına göre çeşitlilik göstermektedir (Aydın v.dğr. 2004: 173-174; Eski ve Armaneri 2006: 325-332; Sarıaslan 2003: 8-10; Sevinç 2012: 3-4):

Amaçlarına göre yatırım projeleri; ilk yatırım, genişleme yatırımı, yenileme yatırımı, modernizasyon yatırımı, darboğaz giderme yatırımı, entegrasyon yatırımı olarak ayrılmaktadır. İlk yatırım, bir şirketin ticari faaliyetlerine başlaması, yeni bir iş koluna girmesi veya yeni bir ürünün geliştirilmesi amacıyla yaptıkları yatırımdır. Genişleme yatırımı, sunulan mal/hizmetlere yönelik artan talebi karşılamak maksadıyla var olan sermaye yatırımları aynı kalacak şekilde sadece üretim kapasitesinin belirli özelliklerinde geliştirmeye veya arttırmaya yönelik yapılan yatırımlardır. Yenileme yatırımı, mevcut üretim araçlarının ekonomik ömürlerinin dolmaya başlaması veya yıpranması nedeniyle yapılan yatırımlardır. Modernizasyon yatırımı, mevcut üretim araçlarının yıpranmamış olmasına rağmen teknolojik değişimlere uygun olarak daha verimli hale getirilmesi amacıyla yapılan yatırımlardır. Darboğaz giderme yatırımı,

mevcut üretim sistemlerinde/akışlarında kapasite açısından oluşan dengesizliği gidermek için yapılan yatırımlardır. Entegrasyon yatırımı, bir ürün ile bu ürünün üretimde kullanılan hammaddeyi, yan ürünü üretmek amacıyla yapılan yatırımlardır.

Karşılıklı bağımlılık durumlarına göre yatırım projeleri; bağımsız projeler, alternatif projeler, tamamlayıcı projeler, ikame projeler ve ön koşullu projeler olarak ayrılmaktadır. Bağımsız projelerde, bir projenin yapılması için katlanılan giderler gerektirdiği giderler ve projeden beklenen faydalar, başka projelerin kabul/red olmasından etkilenmemektedir. Alternatif projelerde, yatırım proje fikirlerinden sadece birisi seçilmekte ve diğerleri bu seçim sonucunda reddedilmektedir. Tamamlayıcı projelerde, bir projenin yapılması kendinden sonraki bir diğer projenin sağlayacağı faydanın artmasını sağlamaktadır. İkame projelerde, bir projenin yapılması kendisinden sonraki bir diğer projenin sağlayacağı faydanın azalmasına neden olmaktadır. Ön koşullu projelerde, bir projenin gerçekleşmesi başka bir projenin de kabulünü öngörmektedir.

Nakit akışlarına göre yatırım projeleri; konvansiyonel projeler ve konvansiyonel olmayan projeler olarak ayrılmaktadır. Konvansiyonel projelerde, projenin nakit akışları projenin ekonomik ömrü boyunca stabil veya az dalgalanma göstermektedir. Konvansiyonel olmayan projelerde ise, projenin nakit akışları projenin ekonomik ömrü boyunca aşırı dalgalanma göstermektedir.

Yatırım proje fikirleri hangi amaçla ortaya konulursa konulsun, zaman, bütçe ve insan kaynağı vb. kısıtlardan dolayı, karar vericiler bu proje fikirleri arasında seçim yapmak zorundadır. Karar vericiler, en uygun yatırım proje fikirleri ile kuruluşun veya şirketin belirlediği hedeflere daha kolay bir şekilde ulaşmasını sağlar.

1.1.1.6. Yatırım Proje Değerlendirme Kavramı

Hızla değişen dünyada, kamu sektöründe ve özel sektörde yer alan kurumlar, şirketler, kuruluşlar ve diğer organizasyonlar yeni teknolojiler, kurlardaki dalgalanmalar, mevzuat değişiklikleri ve küresel rekabet nedeniyle ortaya çıkan

belirsizlik ortamında varlıklarını sürdürmek, uzun vadeli amaçlarına ulaşmak veya paydaşlarının refahını artırmak zorundadır. Bu nedenlerle ortaya çeşitli yatırım proje fikirleri ortaya koyulmaktadır. Ortaya koyulan tüm yatırım proje fikirlerinin bütçe, insan kaynağı, politika ve diğer nedenlerden dolayı aynı anda gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Ortaya koyulan tüm yatırım proje fikirleri önem derecesine göre sıralandıktan sonra, bu fikirler arasından kuruluşun veya şirketin amaçlarına en uygun olanları tercih edilmektedir ve diğerlerinden vazgeçilmektedir. Sınırlı kaynakların optimum bir şekilde kullanılmasını sağlamak için potansiyel yatırım projeleri arasında iyileri seçebilme ve önem derecesine göre sıralama süreci, yatırım proje değerlendirme süreci olarak adlandırılmakta olup, işletme yönetimi ve mühendislik ekonomisi alanları için en önemli kısımlardan biridir. Bu bölümde yatırım proje değerlendirme sürecinin tanımı yapılmış ve yatırım proje değerlendirme tekniklerinden bahsedilmiştir.

Kamu sektöründe veya özel sektörde yer alan her organizasyon için sınırlı kaynakların optimum kullanımı açısından ortaya koyulan yatırım proje fikirlerini değerlendirerek proje fikirleri arasında seçim yapmak önem arz etmektedir. Yatırım proje değerlendirme olarak bilinen bu süreç ilgili olarak literatürde çeşitli tanımlar bulunmaktadır (Akgüç 1998: 318, Alper 2007: 71, Büker v.dğr. 1997: 253; Ceylan 2003: 173):

Yatırım proje değerlendirme, karar mekanizmalarında yer alan karar vericilerin, mevcut kaynakların ortaya koyulan hedeflere ve amaçlara ulaşılmasına maksimum katkıda bulunabilecek yatırım fikirlerine en iyi şekilde tahsis edilebilmesi için alternatif yatırım proje fikirleri arasında değerlendirmeler yapmak olarak tanımlanmaktadır. Yatırım proje değerlendirme, kar maksimizasyonuna yönelik olarak ortaya koyulan alternatif yatırım önerilerinin kar sağlama durumlarını, potansiyel etkilerini belirlemek maksadıyla teknik ve ekonomik analizlerden oluşan çok boyutlu bir değerlendirmedir. Yatırım proje değerlendirme, yapılması planlanan bir yatırım fikrinden belli bir zaman periyodundaki muhtemel beklenen nakit akışlarını göstermek amacı ile yapılan bir çalışmadır.

Bu tanımlardan yola çıkarak yatırım proje değerlendirme kavramı, belirlenen hedeflere ulaşmak için ortaya koyulan yatırım proje fikirleri arasında nakit girişleri ve çıkışlarına bakılarak belirli kısıtlar altında en verimli yatırım projesinin aranma çabası olarak tanımlanabilmektedir. Yatırım proje değerlendirme, kurumların ve şirketlerin hedeflerine ulaşmalarında sınırlı kaynakların optimum şekilde kullanılabilmesi açısından önemli bir araçtır.

Kamu ve özel sektördeki tüm organizasyonlar uzun vadeli hedeflerine ulaşmak için ortaya koyduğu yatırım fikirleri arasından bütçe, finansman, kaynak ve zaman kısıtlarına göre tercihler yapmaktadır. Organizasyonlar yatırım proje değerlendirme sürecinde şu hususlara dikkat etmektedir (Marşap 1996: 64):

Yatırım proje değerlendirme ile ilgili kararların geniş bir zaman periyodunu içermesinden dolayı kararların uygulama aşamasında kararlardan vazgeçme maliyetleri yüksek olup, kararlar ile ilgili esneklik düşüktür. Yatırım projesi değerlendirme kararları işletmenin geleceğini etkileyen kararlar olup, optimumdan büyük/küçük olarak yapılan yatırımların geri dönülemez maliyetleri olmaktadır. Duran varlıklara yönelik yapılan yatırım projelerinin uygulanması için gerekli finansman miktarı yüksek olduğundan, finansman miktarının projenin uygulama safhasından önce temin edilmiş olması gerekmektedir.

Yatırım proje değerlendirme kararları, bir şirketin piyasa değerini direkt olarak etkileyen uzun vadeye sahip ve esnekliği az stratejik kararlardır. Tam olmayan veya hatalı donelere göre hazırlanan ya da doğru teknikler kullanılmadan değerlendirilen yatırım proje fikirleri; hatalı yatırım kararlarının verilmesine, şirketin mali yapısının bozulmasına, mikro ve makro anlamda kaynakların israf edilmesine, şirketin aşırı borç yükü altına girmesine, ekonomik büyümenin olumsuz etkilenmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle yatırım projelerini en doğru tekniklerle değerlendirmek önemlidir.

1.1.1.7. Yatırım Proje Değerlendirme Teknikleri

Kamu sektöründeki veya özel sektördeki bir kuruluşun/şirketin belirlediği hedeflere ulaşmasında ortaya koyacağı yatırım proje fikirleri içerisinde en doğru yatırım projelerini seçmek önemli bir basamak olduğu için, yatırım projelerinin değerlendirilmesi bu nedenle önemlidir. Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde belirsizlik/belirlilik varsayımları önemli bir rol oynamaktadır ve yatırım proje değerlendirme teknikleri bu varsayımlar üzerine ikiye ayrılmaktadır (Akgüç 1998: 333; Berk 1990: 265; Bolak 1998: 138; Büker v.dğr. 1997: 255; Ceylan 1998: 237; Çonkar 1992: 65; Türko 1999: 313):

Belirlilik varsayımında, yatırım projesi ile ilgili yapılan tahminlerin kesinlik göstereceği ve gelecekte organizasyonun iç/dış çevresinde zaman içerisinde önemli değişiklikler olmayacağı kabul edilmektedir. Belirlilik varsayımı altında yatırım projeleri değerlendirilirken yararlanılan statik ve dinamik yöntemler, geleneksel yatırım proje değerlendirme teknikleri olarak kabul edilmektedir. Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde yoğun olarak geleneksel yöntemlerden yararlanılmaktadır. Statik yöntemler arasında geri ödeme süresi, kârlılık oranı, maliyetlerin karşılaştırılması yöntemleri yer almaktadır. Net bugünkü değer, iç kârlılık oranı, düzeltilmiş iç kârlılık oranı, dinamik geri ödeme süresi yöntemleri dinamik yöntemler arasında ise yer almaktadır.

Belirsizlik varsayımında, yatırım projesi ile ilgili yapılan tahminlerin kesinlik göstermeyeceği ve zaman içerisinde belirli olasılıklarla değişebileceği kabul edilmektedir. Belirsizlik varsayımında yatırım proje değerlendirmesi yapılırken, risk seviyesini göz önünde bulunduran değerlendirme tekniklerinden yararlanılmaktadır. Bu yöntemler geleneksel olmayan (modern) proje değerlendirme teknikleri olarak bilinmektedir. Simülasyon, beklenen değer risk yöntemi, reel opsiyonlar, olasılık dağılımı yaklaşımı, düzeltilmiş net bugünkü değer teknikleri geleneksel olmayan proje değerlendirme teknikleri arasında yer almaktadır.

1.1.1.7.1. Geleneksel (Belirlilik Varsayımı Altında) Proje Değerlendirme Teknikleri

Yatırım projeleri değerlendirilirken kullanılan geleneksel metotlar, paranın zaman değerinin göz önüne alınıp alınmaması durumuna göre statik metot ve dinamik metot olarak ele alınmaktadır. Statik metot ile değerlendirme esnasında paranın zaman değerini göz ardı edilmektedir, dinamik metot ile değerlendirme esnasında ise paranın zaman değerine sahip olduğu dikkate alınmaktadır. Statik metotlar arasında maliyetlerin karşılaştırılması, geri ödeme süresi ve muhasebe getiri oranı yöntemleri proje değerlendirmede yoğun olarak kullanılan metotlardır. Dinamik metotlar arasında ise net bugünkü değer, iç kârlılık oranı, düzeltilmiş iç kârlılık oranı ve kârlılık endeksi metotları en çok tercih edilen metotlardır.

Statik Yöntemler

Maliyetlerin Karşılaştırılması Yöntemi:

Bu yöntemde, projelerin birim maliyeti, ayrıca sabit ve değişken maliyetlerin toplamları kıstas olarak ele alınmaktadır. Bu kıstaslara göre yatırım proje fikirleri içerisinde en düşük maliyete olan proje tespit edilmektedir (Özcan ve Saçlı 2009: 257).

Geri Ödeme Süresi Yöntemi:

Bir yatırımdan elde edilen nakit girişlerinin, hangi dönemden sonra o yatırım için gerekli nakit çıkışına eşit olacağını gösteren süre geri ödeme süresi olarak tanımlanmaktadır (Özcan ve Saçlı 2009: 257). Başka bir tanımda ise, uygulanan yatırım projelerinde ilk yatırım harcamalarının projenin uygulanması sonunda oluşacak olası vergi düşünce nakit akımlarıyla karşılama süresi, geri ödeme süresi olarak tanımlanmaktadır (Gümüş 2011: 186). Bu yöntemde, geri ödeme süresi şu şekilde hesaplanmaktadır (Alper ve Anbar 2009: 187):

$$\boxed{\text{Geri Ödeme Süresi} = \text{Toplam Yatırım Tutarı} / \text{Yıllık Net Nakit Akışı}}$$

Geri ödeme süresi yöntemi, likidite sıkıntısının ve yatırım olanaklarının kısıtlı olduğu kuruluşlarda ve politik, ekonomik istikrarsızlıkların fazla olduğu ülkelerde risk oranı yüksek olan yatırım projesi seçeneklerinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan en eski yöntemlerden biridir (Akgüç 1998, 342; Gümüş 2011: 186; Özcan ve Saçlı 2009: 257). Yatırım proje seçenekleri arasında değerlendirme yapıldığı zaman en kısa geri ödeme süreli yatırım projesi seçilmektedir, bu yöntemde geri ödeme süresi en çabuk olan projenin daha uygulanabilir olduğu kabul edilmektedir.

Muhasebe Getiri Oranı Yöntemi:

Bir yıl boyunca faaliyetler sonucunda elde edilen ortalama kârın, ortalama yıllık sermaye yatırımına oranına muhasebe getiri oranı adı verilmektedir. Muhasebe getiri oranı yöntemi ayrıca ortalama kârlılık yöntemidir, bu yöntem muhasebe kârına dayanmaktadır (Gümüş 2011: 184). Bir yatırım projesinin uygulanması sonucu elde edilecek getiriyi, daha önceden belirlenen bir sınır ile karşılaştırmak amacı ile muhasebe getiri oranı yönteminden yararlanılmaktadır. Muhasebe getiri oranı yöntemi oranı kullanılarak yatırım proje değerlendirmesi yapılırken, önceden subjektif olarak belirlenen bir hedef getiri oranı ile bulunan getiri oranı kıyaslanarak, yatırım projesi kabul edilmekte veya reddedilmektedir (Sarıaslan 2003: 17). Bu yöntemde, muhasebe getiri oranı şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\boxed{\text{Muhasebe Getiri Oranı} = \text{Ortalama Yıllık Kar} * 100 / \text{Ortalama Yıllık Yatırım}}$$

Dinamik Yöntemler

Net Bugünkü Değer (NBD) Yöntemi

Statik yatırım proje değerlendirme teknikleri 1950'li yıllara kadar sıklıkla kullanılmıştır. 1950'li yıllar itibari ile proje değerlendirmelerinde paranın zaman değerine sahip olduğunu dikkate alan dinamik yatırım proje değerlendirme tekniklerinden yararlanılmaktadır (Sarıaslan 2003: 24). Net bugünkü değer yöntemi, dinamik metotlar içerisinde içinde en yaygın başvurulan metotlardan biridir.

Net bugünkü değer (NBD) kavramı ile ilgili olarak literatürde çeşitli tanımlamalar bulunmaktadır. Belli bir iskonto oranına göre indirgenmiş giderlerinin toplamı ile indirgenmiş net gelirleri ve hurdanın bugünkü değeri toplamı arasındaki farka net bugünkü değer adı verilmektedir (Gedik ve Akyüz, 2005: 56). Yatırımdan beklenen net nakit girişlerinin belli bir iskonto oranıyla indirgenmiş değerleri toplamından, yatırım harcamalarının bugünkü değerleri toplamının çıkarılmasıyla bulunan değerdir (Safarov 2009: 14; Gürtunca 2013: 13). Bu iki tanıma bakıldığı zaman, bir yatırım projesinin ömrü boyunca oluşan net nakit akışlarının veri bir iskonto oranından yararlanılarak elde edilen indirgenmiş değerleri net bugünkü değer olarak tanımlanabilmektedir.

NBD yöntemi, gelecekteki nakit akışlarının riskini yatırım hesaplamalarına katmakta olup, projenin yaşam evresi zarfında ortaya çıkabilecek muhtemel bütün nakit girişlerini göz önüne almaktadır. Yukarıdaki tanımlamalar ışığında net bugünkü değer şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$NBD = \left[\sum_{t=1}^n \left(\frac{NG_t}{(1+r)^t} \right) \right] - I_0$$

NG_t : Projenin yaşam devrinin t'inci yıldaki nakit girişleri

I_0 : Başlangıç yatırımı

n : Projenin yaşam devrini (t= 1,2,, n)

r : İskonto oranını ifade etmektedir.

Net bugünkü değer formülünde yatırımın hurda değeri göz önünde bulundurulmalıdır. Hurda değer yatırımın başında veya sonunda dikkate alınır. Hurda değer yatırımın başında dikkate alındığı zaman, hurda değer yatırım tutarından düşülerek kalan tutar üzerinden amortisman ayrılır ve yıllık amortisman miktarı hurda değere göre düzeltilir. Hurda değer yatırımın sonunda dikkate alındığı zaman, hurda satışından elde edilen tutardan, işletmenin tabi olduğu vergi nedeniyle oluşacak nakit çıkışı düşülür ve değerlendirmede net nakit rakam dikkate alınır ve hurda değeri son yılın sonunda bir nakit girişi olarak değerlendirilir (Gürtunca 2013: 14).

Bir yatırım projesinin bu metot kullanılarak değerlendirilmesinde sonucunda kabul edilebilmesi için, formülle bulunan değer pozitif yani sıfırdan büyük olması gerekmektedir. Net bugünkü değer sıfırdan büyük olduğu durumda projenin artı değer yaratacağı kabul edilmektedir. Eğer hesaplanan net bugünkü değer negatif olursa, proje reddedilmektedir. Eğer hesaplanan net bugünkü değer sıfırsa, proje başa baş durumundadır, bu durumda projenin kabulü veya reddi karar vericiye kalmaktadır (Eski ve Armaneri 2006: 368).

Yatırım projesinin uygulanması sonrasında elde edilecek nakit akışlarının bugünkü değerlerinde zaman içinde ne gibi değişimler olacağı kaygısı, NBD yöntemi ile giderilebilmektedir. Yatırım projesine ait para giriş ve çıkışlarının tahmini, yani nakit akışlarının net bugünkü değerlerinin bilinmesi, daha sonraki yıllarda yatırımlar için tahsis edilebilecek en ideal nakit miktarının ve likiditasyonun belirlenmesi açısından önem arz etmektedir (Demireli ve Kurt 2006: 123).

Yatırım proje değerlendirme teknikleri arasında yaygın olarak tercih edilen NBD yönteminin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Paranın zaman değerini belirli bir iskonto oranı ile projenin ekonomik ömrü boyunca göz önünde bulundurması, risk unsurunu kolaylıkla işleme dâhil etmesi avantajları iken; belirlenen iskonto oranının proje ekonomik ömrü boyunca değişmeyeceğinin varsayılması, değerlendirmede kullanılan nakit akışlarının sınırlı olması, proje karını belirtmesine rağmen projenin karlılığı hakkında bilgi vermemesi, proje fonlaması hakkında bilgi vermemesi, iskonto oranına aşırı duyarlı olması ve farklı büyüklükteki yatırım projelerinin değerlendirilmesinde yetersiz kalması dezavantajları olarak değerlendirilmektedir (Gürtunca 2013: 24-26; Karabulut v.dğr. 2016: 275; Safarov 2009: 16-17)

Kârlılık Endeksi Yöntemi

Net bugünkü değer yönteminin dezavantajları arasında proje seçenekleri arasında değerlendirme yaparken projelerin yatırım büyüklüklerini dikkate almayarak en büyük net pozitif değere sahip olan projeyi seçmesi yer almaktadır. Bu dezavantajdan dolayı kârlılık endeksi yöntemi tercih edilmektedir (Özcan ve Saçlı 2009:

258). Kârlılık endeksi yöntemi, bir ünite ilave yapılması halinde yatırım projesinin kârlılığının nasıl olacağını göstermektedir. Kârlılık endeksi, bir yatırım projesinin yaşam evresi zarfında elde edilebilecek nakit girişlerinin bugünkü değerleri toplamının, proje için gerekli tüm nakit çıkışlarının bugünkü değerleri oranıdır (Sarıaslan 2003: 26).

$$\text{Kârlılık Endeksi} = \frac{\text{Nakit Girişlerinin Bugünkü Değeri}}{\text{Nakit Çıkışlarının Bugünkü Değeri}}$$

$$\text{Kârlılık Endeksi} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{NG_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{NÇ_t}{(1+r)^t}}$$

NG_t : Projenin yaşam devrinin t'inci yıldaki nakit girişleri

$NÇ_t$: Projenin yaşam devrinin t'inci yıldaki nakit çıkışları

n : Projenin yaşam devrini (t= 1,2,, n)

r : İskonto oranını ifade etmektedir.

Kârlılık endeksi yöntemi, NBD yönteminde dikkate alınmayan proje kârlılığını dikkate aldığı için NBD yönteminin tamamlayıcısı olarak düşünülmeyle beraber, farklı büyüklükte nakit girişlerinin ve çıkışlarının olduğu yatırım projelerinin karşılaştırılmasında kolaylık sağlamaktadır. Kârlılık endeksi yönteminden yararlanılarak bir yatırım projesinin değerlendirilmesi yapılırken, kârlılık endeksi birden büyük olursa yatırım projesi fizibil olarak kabul edilmektedir; birden fazla proje arasında tercih yapılması durumunda ise en yüksek orana sahip olan proje tercih edilmektedir (Gürtunca 2013: 20). Proje kârlılığını dikkate alan kârlılık endeksi yönteminin en büyük dezavantajı iskonto oranına karşı aşırı duyarlı olmasıdır, doğru olarak belirlenmeyen iskonto oranı proje kârlılığını olumsuz olarak etkilemektedir.

İç Kârlılık (Getiri) Oranı Yöntemi

Uygulanacak olan bir yatırım projesine ait net bugünkü değeri sifıra eşitleyen iskonto oranına iç kârlılık oranı adı verilmektedir ve iç kârlılık oranı şu şekilde hesaplanmaktadır (Demirbugan 2008: 2; Gürtunca 2013: 18; Sarıaslan 2003: 28; Safarov 2009: 17):

NA_t : Projenin yaşam devrinin t'inci yıldaki nakit akışları

n : Projenin yaşam devrini (t= 1,2,, n)

IRR : İç kârlılık oranını ifade etmektedir.

Formülasyonda görüldüğü gibi, bu yöntemde bir projeye ait nakit akışlarının bugünkü değerlerini birbirine eşit hal getiren, yani NBD'yi sıfır yapan oran hesaplanmaktadır. İç kârlılık oranları Excel ve benzeri paket programlar yardımıyla, deneme-yanılma yöntemiyle veya interpolasyon yöntemiyle bulunabilmektedir (Gürtunca 2013:19; Safarov 2009:18).

Yatırım projesinin kabul veya red edilmesi için, hesaplanan iç kârlılık oranının, ağırlık ortalama sermaye maliyeti, beklenen getiri oranı veya fırsat maliyeti ile karşılaştırılması gerekmektedir (Gürtunca 2013: 18). Yatırım için hesaplanan iç kârlılık oranı, belirlenen getiri oranından yüksek ise yatırım projesi kabul edilmektedir, düşük ise yatırım projesi reddedilmektedir, belirlenen getiri oranına eşit ise de yatırım projesinin kabulü karar vericiye bırakılabilmektedir. Birden fazla yatırım projesi arasında tercih yapılması durumunda iç kârlılık oranı en yüksek olan proje tercih edilmektedir (Safarov 2009: 18; Eski ve Armaneri 2006: 384).

İç kârlılık oranı, sermaye maliyeti oranı ile karşılaştırılabilir bir veri olduğu için karar vericiye yatırım projesinin değerlendirilmesinde, NBD metoduna göre daha doğru bir şekilde katkıda bulunmaktadır. İç kârlılık oranı yöntemi, yatırım projesinin net bugünkü değerini sıfıra eşit hale getiren iskonto oranını belirlediği için, sermaye maliyetindeki hesap hatalarından dolayı oluşacak yanlış yönlendirmelere engel olmaktadır (Sarıaslan 2003: 29). İKO yöntemi, iskonto oranındaki en küçük değişikliğe bile duyarlı değildir (Demirbugan 2008: 8).

Bir yatırım projesinin tek başına değerlendirilerek kabul ya da red kararının verilmesi durumu söz konusu olduğunda, projenin nakit akışları düzenli ise NBD ve İKO yöntemlerinin ikisi de tercih edilmektedir; projenin nakit akımları düzensiz ise, o zaman da İKO yöntemi yerine NBD yöntemi tercih edilmelidir. Birlikte olamayan yatırım projeleri değerlendirilirken bazen NBD ve İKO yöntemleri çelişkili sonuçlar verebilmektedir, bu tür çelişkinin olduğu durumlarda NBD yöntemi, İKO yöntemi

yerine tercih edilmelidir. Yani NBD si daha büyük olan proje seçilmelidir (Demirbugan 2008: 9).

Bir yatırım projesine ait nakit akışlarının proje ömrü boyunca sürekli ve düzensiz olarak pozitif ve negatif değerler aldığı durumlarda, iç kârlılık oranını hesaplamak zor olmaktadır (Demireli ve Kurt 2006: 124; Safarov 2009: 18). İç kârlılık oranı yönteminin yetersiz kaldığı bu durumlarda iç kârlılık oranından türetilmiş Düzeltilmiş İç Kârlılık Oranı gibi diğer başka yöntemler kullanılmaktadır (Sarıaslan 2003: 30).

Düzeltilmiş İç Kârlılık Oranı (DİKO) Yöntemi

Bir yatırım projesine ait net nakit akışlarının, projenin ekonomik ömrü boyunca dalgalanmalar gösterdiği durumda Düzeltilmiş İç Kârlılık Oranı (DİKO) yöntemi tercih edilebilmektedir. Bu yöntem, iç kârlılık oranını daha gerçekçi hale getirmektedir. Düzeltilmiş iç kârlılık oranı şu formülle hesaplanmaktadır (Sarıaslan 2003: 32):

$$\sum_{t=0}^n \frac{N\zeta_t}{(1+r)^t} = \frac{\sum_{t=0}^n NG_t (1+r)^{n-t}}{(1+M)^n}$$

NG_t : Projenin yaşam devrinin t'inci yıldaki nakit girişleri

$N\zeta_t$: Projenin yaşam devrinin t'inci yıldaki nakit çıkışları

n : Projenin yaşam devrini (t= 1,2,, n)

r : İskonto oranı (Sermaye maliyeti/Piyasa faiz haddi)

M : Düzeltilmiş iç kârlılık oranı ifade etmektedir.

Düzeltilmiş iç kârlılık oranı yatırımın sermaye maliyeti ile karşılaştırılarak, bir projenin kabulü ya da reddi veya seçenек projelerin kârlılık oranı açısından sıralanması konusunda karar verilecektir. Eğer düzeltilmiş iç kârlılık oranı sermaye maliyetinden yüksekse, bu yatırım projesi kabul edilmektedir, aksi takdirde red edilmektedir. Birden çok yatırım proje alternatifi arasında seçim yapılacağı zaman, en yüksek değere sahip olan proje alternatifi seçilmektedir.

Bu yöntem, nakit akışlarının sermaye maliyeti üzerinden tekrar değerlendirildiği varsayımına dayanmaktadır, bu nedenle İKO yöntemi yerine ya da onu tamamlayıcı bir seçenek olabilmekte ve daha gerçekçi bir kârlılık oranını ifade edebilmektedir. Bu yöntemde, projenin bütün nakit çıkışlarının indirgeme oranı olarak sermaye maliyeti alınmaktadır, yani yeni yatırımlar sermaye maliyetiyle değerlendirilmektedir, bu sayede birden çok iç kârlılık oranının bulunması sorunu ortadan kalkmaktadır (Sarıaslan 2003: 33).

Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde karar vericiler tarafından sıkça kullanılan geleneksel proje değerlendirme yöntemlerinin çeşitli avantajları bulunmaktadır. Projelerin değerlendirilebilmesi için açık ve tutarlı karar kıstasları sunması, görece olarak basit ve yaygın bir şekilde uygulanabilmesi, karar vericilere kolay açıklanabilirliği (Eğer faydalar maliyetleri aşıyorsa, yatırımı yap), paranın zaman değerini hesaba katan kantitatif ve rasyonel bir yöntem olması en önemli avantajları arasında yer almaktadır (Demireli ve Kurt 2006: 122-125; Gürtunca 2013: 28; Kapucugil ve Kocakoç 2009: 21-22).

Geleneksel proje değerlendirme yöntemlerinin avantajları yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Gelecekteki nakit akışlarının stokastik, değişken ve riskli bir yapıya sahip olduğu gerçeğinin göz ardı edilerek tahmin edilebilir, değişken olmayan ve deterministik bir yapıya sahip olduğunun varsayılması, proje riskinin değişken olduğunun göz ardı edilmesi, indirgemedeki kullanılan iskonto oranının sadece piyasa riskine bağlı olduğunun varsayılması, yönetsel kararların esnek olabileceği ve gelecekte değişebileceği gerçeğinin göz ardı edilmesi, projelerde soyut ya da ölçülemeyen faktörlerin değerlerinin göz ardı edilmesi, projelerin pasif bir şekilde yönetildiğinin varsayılması en önde gelen dezavantajlar arasında yer almaktadır (Mun 2002: 103; Demireli ve Kurt 2006: 122-125; Kapucugil ve Kocakoç 2009: 21-22; Hine ve Pritchett 2003: 29).

1.1.1.7.2. Geleneksel Olmayan (Modern) (Belirsizlik Varsayımı Altında) Proje Değerlendirme Teknikleri

Geleneksel yatırım proje değerlendirme teknikleri, gelecekteki nakit akışlarının sabit olacağını ve proje riskinin projenin ekonomik ömrü boyunca sabit olacağını varsaydığı için bu tekniklerin en önemli dezavantajları bunlardır. Gerçek dünyada ise yatırım projesinin gelecek nakit akışları değişken olup, proje riski de değişiklik göstermektedir. Geleneksel tekniklerin bu eksikliklerini gidermek amacıyla risk seviyesini göz önünde bulunduran modern proje değerlendirme tekniklerinden yararlanılmaktadır. Modern proje değerlendirme teknikleri, yatırım projesi ile ilgili yapılan tahminlerin kesinlik göstermeyip zaman içerisinde belirli olasılıklarla değişebileceğini kabul etmektedir. Geleneksel olmayan yatırım proje değerlendirme teknikleri arasında yer alan reel opsiyonlar yöntemi ve diğer yöntemler aşağıda anlatılmaktadır.

Riske Göre Düzeltilmiş İskonto Oranı Yöntemi

Bu metot, iskonto oranının çeşitli risk faktörlerine bağlı olduğunu varsayan bir yöntemdir. İskonto oranının risk faktörlerine göre düzenlenmesi ile elde edilen düzeltilmiş iskonto oranı denilmektedir. Bu yöntemde, yatırım projesinden beklenen getiri oranını (r') tespit etmek için ilk önce hazine bonusu gibi risksiz faiz oranı (i), daha sonra olağan işlemlerde karşılaşılan ortalama risk (u), daha sonrasında ise ilave risk primi (a) dikkate alınmaktadır ve $r' = i + u + a$ formülü ile beklenen getiri oranı hesaplanmaktadır (Gürtunca 2013: 22; Sarıaslan 2003: 92):

$$RAR = \sum_{t=0}^n \frac{p_t * NA_t}{(1 + r')^t}$$

NA_t : Projenin yaşam devrinin t 'inci yıldaki nakit akışları

RAR : Projenin riske göre düzeltilmiş değeri

p_t : t 'inci yıldaki nakit akışlarına göre ilişkili olasılıkları

r' : Düzeltilmiş iskonto oranı

Yönteme ait formülasyon incelendiğinde, risk oranı arttıkça yatırım projesinin getiri oranının azaldığı, yani nakit akışlarının daha yüksek bir oranla iskonto edilmesi sonucunda yatırım projesinin net bugünkü değerinin azaldığı görülmektedir (Yalçın ve Aksoy, 2011: 234). Riske göre düzeltilmiş iskonto oranı yöntemi, yatırımcının riske karşı nasıl davranacağı ilgili ile tercihini belirlediği bir yöntem olmasından dolayı, bu yöntemin en büyük dezavantajı olarak düşünülmektedir (Sarıaslan 2003: 93).

Belirlilik Eşiti Yöntemi

Bu yöntem, riske göre düzeltilmiş iskonto oranı yöntemine benzemekle beraber, bu yöntemde net bugünkü değer hesabı yapılırken, risk katsayısı projenin belirli bir dönemdeki net nakit akışlarına uygulanmaktadır (Gürtunca 2013: 23). Belirlilik eşiti yöntemine göre hesaplamalar şu formüle göre yapılmaktadır (Alper ve Anbar 2009: 293-294; Aydın v.dğr., 2004: 195; Gümüş, 2011: 210).

$$NBD = \sum_{t=1}^n \frac{\alpha_t * NG_t}{(1+r)^t} - I_0$$

Bu yöntemde, yatırım projesine ilişkin nakit akışları düzeltme faktörü ($\alpha(t)$) adlı bir katsayıyla çarpılarak daha tutarlı bir hale getirilmektedir (Gürtunca 2013: 22). Düzeltme faktörü, gelecekteki nakit girişlerinin risk derecesi ile ters orantılı bir şekilde işlemektedir ve ayrıca 0 ile 1 arasında değer almaktadır (Aydın vd. 2004: 195; Gümüş 2011: 210).

Yatırım projesine olması gereken az veya belirli net nakit akışlarının belirlenmesindeki zorluk nedeniyle öznel değerlendirmeler yapılması, bu yöntemin en büyük dezavantajıdır. Bu yöntemin en büyük avantajı, zaman içerisinde daha riskli hale gelen yatırım projelerinin değerlendirilmesinde üstün olmasıdır (Gümüş 2011: 211).

Simülasyon Yöntemi

Simülasyon yöntemi ile riskli yatırımların proje değerlendirmesi bilgisayar yardımıyla matematiksel model kullanılarak yapılmaktadır. Bu yöntemde, riskli ve net

bilgilerin olmadığı yatırım projeleri değerlendirilmesi yapılırken bütün değişkenler rassal değişken olarak ele alınmakta ve senaryolar üretilmektedir (Gümüş 2011: 214). İlk safhada muhtemel gerçekleşebilecek durumlar ortaya konulmakta ve bu durumların gerçekleşmesi ile ilgili olasılıklar tespit edilmektedir; sonrasında ise yatırım projesine ait nakit akışlarını etkileyebilecek değişkenlere rassal sayılar kullanarak olasılık dağılımı ortaya konulmaktadır (Sarıaslan 2014: 266).

Simülasyon yöntemleri arasından en çok yararlanılan metot Monte Carlo simülasyon metodudur. Bu metot, istatistik modelleri kullanan ve değerleri belli olmayan değişkenler için gerçek yaşamı simüle etmek amacıyla tekrar ve tekrar değerler üreten bir modeldir (Sakarya ve Yıldırım 2016: 636). Simülasyon boyunca her değişken için değerler daha önceden tanımlanmış olasılık dağılımlarından tesadüfi bir şekilde seçildiği için gerçeği yansıtacak bir olasılık dağılımının yapılması çözümü de gerçekçi yapacaktır (Gürtunca 2013: 27).

Reel Opsiyon Yöntemi

Reel opsiyon yöntemi, belirsizlik altında başvuru olan bir diğer yatırım proje değerlendirme tekniği olup, bu teknik finansal opsiyon mantığından türetilmiştir. Reel opsiyonlar yöntemi, yatırım projelerinin risklerin yanı sıra fırsatları içerdiğini ifade etmektedir, yani yatırım projelerinin değerlendirilmesinde belirsizlik ve esnekliği göz önüne almaktadır (Trigeorgis 2005: 32; Kapucugil ve Kocakoç 2009: 19). Çalışmanın ana başlığını oluşturduğu için bir sonraki bölümde daha detaylı olarak ele alınacaktır.

1.1.2. Reel Opsiyonlar

1.1.2.1. Reel Opsiyonların Tercih Edilmesinin Nedenleri

Küreselleşme, teknolojinin hızlı bir şekilde ilerlemesi, bilgiye erişilebilirliğin kolaylaşması, bilginin değerinin artması gibi nedenlerden günümüz dünyası daha rekabetçi ve daha kompleks bir yapıya bürünmüştür. Kurumlar ve şirketler rekabetçi

ortamda uzun vadeli hedeflerine ulaşabilmek amacıyla yapacakları yatırımlarda esnekliği ve belirsizliği de göz önünde bulundurmak zorundadırlar.

Belirsizliği göz önüne almayan indirgenmiş nakit analizi temelli proje değerlendirme teknikleri, gelecek zaman diliminde değişiklik olmayacağı koşulu altında hareket eden birbirinden ayrık projelerin değerlendirilmesinde iyi sonuçlar vermektedir. Bu modeller gerçek dünyayı yansıtmamaktadır ve belirsizliğin etkilerini gösterememektedir. Bu modellerin handikapları arasında belirsizliğin ve esnekliğin olmadığı bir dünyada değeri maksimize etme mantığı üzerine kurulması yer almaktadır (Kapucugil ve Kocakoç 2009: 22). Karar vericiler, yeni bilgiler elde edildikçe ve geleceğe dair belirsizlik azalmaya başladıkça, yatırım projelerinin çeşitli boyutlarda esneklik içerdiğini fark etmekte ve zaman içerisinde yatırım kararını değiştirmek istemektedir (Trigeorgis 2005: 33). Karar vericinin proje ömrü boyunca gelişmeler ve bilgilere göre, yatırım kararı hakkında değişiklik yapma olasılığı varsa, geleneksel modeller projelerin düşük değerlenmesine ve firma değerinin azalmasına neden olabilmektedir (Alper 2007: 73; Shapiro ve Balbirer 2000: 296; Triantis ve Hodder 1990: 549). Bu nedenlerden dolayı her geçen gün yatırım proje değerlendirmesinde kullanılan standart yaklaşımların yanında belirsizliğin ve esnekliği göz önüne katan modern tekniklerden yararlanmaktadır. Bu modellerden birisi olan reel opsiyonlar yaklaşımı, son yıllarda proje değerlendirme teknikleri arasında kendine yer bulmaktadır.

Reel opsiyonlar yaklaşımı, yatırım projelerinin riskleri ve fırsatları kapsadığını ifade etmekte olan ve riskleri de değerlemeye katan bir proje değerlendirme tekniğidir. Reel opsiyonlar yaklaşımı, geleneksel proje değerlendirme tekniklerinden ayrı olarak, belirsizlik olgusunun yatırım projelerine olan etkilerini incelemekte ve projelerin hem risk hem de fırsatları barındırdığını ifade etmektedir (Trigeorgis 2005: 26; Kapucugil ve Kocakoç 2009: 19). Reel opsiyon yaklaşımı, yatırım projeleri ile ilgili olarak karar mekanizmasındaki karar vericilerin “Belirsizliğin olumsuz etkileri nasıl azaltılabilir?” ve “Getiriler nasıl maksimize edilebilir?” sorularını sormasını sağlamaktadır (Amram ve Kulatilaka 1999: 6). Reel opsiyon yaklaşımı şu nedenlerden dolayı yöneticiler açısından büyük önem taşımaktadır:

1. Reel opsiyonlar, çevrede oluşan gelişmelere göre karar alma fırsatı sunmaktadır.

2. Reel opsiyonlar, belirsizlikleri ve fırsatları göz önünde bulundurduğu için stratejik yatırımların oluşturulmasında ve yönetiminde aktif olarak kullanılabilirlerdir.
3. Reel opsiyon yaklaşımı ile yatırım kararı alınırken, finansal piyasalardaki girdiler kullanılabilirlerdir.

1.1.2.2. Reel Opsiyonlar Yönteminin Uygulama Alanları

Myron Scholes ve Robert Merton tarafından 1973 yılında geliştirilen finansal alım opsiyonu teorisine ek olarak, 1977 yılında 'reel opsiyonlar' kavramı Stewart Myers tarafından ortaya konulmuştur (Kapucugil ve Kocakoç 2009: 26). Reel opsiyon kavramı, 1977 yılından itibaren gerçek dünyada bir çok sektörde uygulama alanı bulmaktadır. Doğal kaynakların yönetiminde, enerji yatırımlarının yapılmasında, iş stratejilerinin ve piyasa değerinin belirlenmesinde, gayrimenkul değerlendirme ve arazi yönetiminde, bilişim teknolojileri yönetiminde, patent gibi fikri hakların yönetiminde, ilaç sektöründe, altyapı ve üstyapı yatırımlarının yapılmasında, üretim sektöründe, sözleşme değerlemesinde, portföy yönetiminde ve risk yönetiminden mühendislik tasarımlarının modellenmesine kadar birçok uygulama alanında reel opsiyonlardan yararlanılmaktadır (Safarov 2009: 46). Yatırımların değerlendirilmesinde reel opsiyonlar yöntemini kullanan firmalardan bazıları aşağıda sunulmaktadır (Güney, 2008: 27-31; Öztürk 2010: 54):

Tablo 1.1: Reel opsiyon uygulamaları

Sektör	Firma
Enerji	Anadarco, Cinergy, ConEdison, Conoco, Constellation Energy Group, Dynergy, Enron, Lakeland Electric, New England Power Co., New England Electric, Ontario Power Generation, Texaco, Wisconsin Public Service Corporation, Xcel Energy
Petrokimya	Amoco, ARCO, British Petroleum (BP), Chevron, PetroCanada, Shell International, Statoil
Madencilik	Newmont Mining Co., RTZ Co.
Telekomünikasyon	Cray Research, Equipment, Rockwell, US West, UltraTech
İlaç	Hoffman-La Roche, Genentech, Genzyme, Merck, Recap
Otomotiv	Ford, General Motors
Havacılık	Airbus, Boeing, British Airways, Canadian Pacific
Bilişim	Hewlett Packard, Intel, Toshiba
Elektronik	Kodak, Philips, Cadence Design Systems

Enerji projeleri, altyapı ve üstyapı projeleri gibi mühendislik projeleri, birçok belirsizliği içinde barındıran çok boyutlu projelerdir. Bu belirsizlikler arasında jeolojik ve topografik koşullar, mali ve genel ekonomik konjonktür ve bürokratik koşullar yer almaktadır. Bu nedenle karar vericilerin yatırım projelerini değerlendirirken mümkün olduğu kadar çok alternatifi göz önünde bulundurması ve optimize etmesi gerekmektedir. Bu noktada reel opsiyonlar, ilgili alanlarda başvurabilecek yöntemlerden biri olmuştur.

Çalışmanın ana konusunu oluşturan ‘su kaynakları geliştirme projelerinin değerlendirilmesinde reel opsiyonların kullanımı’ ile ilgili olarak literatürde hiçbir çalışmaya rastlanmamıştır. Su kaynakları geliştirme projeleri, yenilenebilir enerji projeleri kapsamında düşünülebileceği için enerji projelerinin değerlendirilmesinde reel opsiyonların kullanılması ile ilgili literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Iniesta v.dğr. 2015: 792; Kinias v.dğr. 2017: 96-97; Li ve Wu 2018: 239; Öztürk 2010: 50-53):

1979 yılında Tourinho ve Cox&Ross&Rubinstein çeşitli çalışmalarla reel opsiyonlar teorisini doğal kaynaklar alanında kullanmışlardır. 1985 yılında Brennan&Schwartz, yaptıkları çalışmalar ile opsiyon modelinden yararlanarak bir altın madenin çalışma programı ile ilgili açıklamalar getirmiştir. 1988 yılında Padock, opsiyon teorisinden yararlanarak leasing yatırımları ile ilgili çalışmalar yapmıştır. 1990 yılında Bjerksund&Ekern, offshore petrol işleme yatırımları ile ilgili çalışmalar yapmıştır. 1992 yılında Herbelot, termik santral yatırımlarının zararları ile ilgili reel opsiyon araştırmalarında bulunmuştur. 1996’da Dias, petrol arama ve üretimi sektöründe reel opsiyonlar yönteminden yararlanmıştır. 1999 yılında Trigeorgis yaptığı çalışmalarla reel opsiyon metodunu çevre sektöründe Ar-Ge projeleri, küresel ısınma ve çevresel politika alanlarında kullanmıştır. 2002 yılında Louberge, nükleer santral yatırımlarının zararlarına ilişkin reel opsiyonları kullanarak çalışmalar yapmıştır. Brezilya’da 2000 yılında Castro, 2002 yılında Gomes ve 2004 yılında Moreira tarafından termik santraller ile ilgili hakkında reel opsiyon yaklaşımına dayanan benzer çalışmalar yapılmıştır. 2002 yılında Demirel, Türkiye’de elektrik üretim sektöründeki yatırımlarda reel opsiyonlar ile ilgili çalışmalar yapmıştır. 2006 yılında Rothwell, ABD’de yeni bir nükleer santral yatırımı yapma seçeneğini reel opsiyonlar yöntemi ile

değerlendirmiştir. 2007 yılında Yıldırım, Türkiye’de madencilik yatırımlarını geleneksel ve geleneksel olmayan yöntemlerle değerlendirmiştir. 2007 yılında Kjærland, 2008 yılında Bøckman ve arkadaşları, Norveç’teki küçük hidroelektrik santral yatırımlarında optimal çözümler yaratmak için reel opsiyon yöntemi ile ilgili araştırmalar yapmıştır. 2008 yılında Karavardar, Türkiye’deki bir tekstil işletmesindeki kojenerasyon tesisi yatırımında zamanlama opsiyonları üzerine çalışmalar yapmıştır. 2009 yılında Safarov, reel opsiyonlar yöntemini petrokimya sektörü ve enerji dağıtım sektörlerinde çalışmıştır. 2011 yılında Lee, Tayvan’da rüzgar enerjisi teknolojilerinin kullanımı ile ilgili reel opsiyonlar yöntemini kullanmıştır. 2012 yılında Martinez-Cesena ve Mutale, mikro ölçekli rüzgar santralleri projelerinde reel opsiyon modeli ile analizler yapmıştır. 2013 yılında Gürtunca, Türkiye’de temiz enerji üretimi ile ilgili reel opsiyon yaklaşımından yararlanarak araştırmalar yapmıştır. 2014 yılında Abadie ve Chamorro, İngiltere’de rüzgar enerji santrali kurulumu ile ilgili çeşitli belirsizlikler altında reel opsiyon yöntemini kullanarak değerlendirmeler yapmıştır. 2015 yılında Iniesta ve arkadaşları, İspanya’daki kamu sektöründe rüzgar enerji santralleri yatırım kararlarında reel opsiyonlar yöntemini araştırmışlardır. 2016 yılında Tian ve arkadaşları, Japonya’da karbon piyasası ve nükleer enerji yatırımlarında reel opsiyonlar ile ilgili çalışmalar yapmıştır. 2017 yılında Kim ve Park, gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji yatırımlarında reel opsiyon modelinin kullanımı üzerine çalışmalar yapmıştır. 2017 yılında Kitzing ve Juul, Baltık Denizi’nde rüzgar enerjisi üretim projelerinde optimal kapasiteyi ve yatırım yapma zamanını belirlemek için reel opsiyon modelinden yararlanmıştır. 2017 yılında Shahnazari ve McHugh, Avustralya’da karbon piyasası ve fiyatlamasında reel opsiyon modelinin kullanılması ile ilgili araştırmalar yapmıştır. 2017 yılında Gong ve Li, 2018 yılında Wu ve arkadaşları, Çin’de karbon ticareti ve yenilenebilir enerji yatırımları ile ilgili olarak reel opsiyonlar yöntemini kullanarak çözümler yapmıştır.

Literatürde enerji projeleri dışında birçok alandaki yatırım projelerinin değerlendirilmesinde ‘reel opsiyonlar yönteminden’ yararlanıldığı görülmektedir (Iniesta v.dğr. 2015: 792; Kapucugil ve Kocakoç 2009: 31; Kinias v.dğr. 2017: 96-97; Kulalı ve Bilir 2012: 284; Li ve Wu, 2018: 239; Öztürk 2010: 50-53; Safarov 2009: 45-47).

1994 yılında Dixit ve Pindyck, çeşitli spesifik sektörlerde reel opsiyonlar yaklaşımının sermaye yatırım kararlarına sistematik olarak nasıl uyarlanacağını anlatmıştır. 1996 yılında Kumar, yeni bilişim teknolojilerine yatırım yapma opsiyonları üzerine çalışmalar yapmıştır. 1999 yılında Benaroch ve Kaufmann (1999), İngiltere'deki elektronik bankacılık yatırımları ile ilgili olarak Black&Scholes modelini kullanarak çözümler yapmışlardır. 1999 yılında Amram ve Kulatilaka, bir süreç akışı ile reel opsiyonların bir şirketin karar verme mekanizmalarına uyarlanmasını anlatmıştır. 2001 yılında Huchzermier&Loch, araştırma geliştirme yatırımları ile ilgili ilgili iyileştirme opsiyonunu kullanmıştır. 2002 yılında Kumar, BT projelerindeki risklerin yönetimi ile ilgili reel opsiyon yöntemine dayalı bir yaklaşım önermiştir. 2002 yılında Li ve Johnson, kablosuz teknoloji yatırımlarında reel opsiyonlar teorisini kullanmıştır. 2004 yılında Miller ve Choi, Güney Kore'deki BT yatırımlarında reel opsiyonlar teorisinden yararlanmıştır. 2006 yılında Tibben-Lembke&Rogers, bu yaklaşımı ilk kez lojistik ve ulaştırma alanlarında uygulamıştır. 2006 yılında Konuk, hisse senedi seçiminde ve şirket değerlemelerinde reel opsiyon yaklaşımını uygulamıştır. 2006 yılında Terzi, şirket değerlendirme süreçlerinde reel opsiyonlar yönteminden yararlanmıştır. 2006 yılında Özoğul, e-ticaret sektöründe bilişim yatırım karar süreci ile ilgili olarak reel opsiyonlar yönteminden yararlanmıştır. 2007 yılında Bostan, organik tarım yatırımlarında reel opsiyonlar yöntemini kullanmıştır. 2007 yılında Özkeserli, otomotiv sanayisinde bir yatırım karar ile ilgili olarak reel opsiyonlar ile geleneksel proje değerlendirme yöntemlerini karşılaştırmıştır. 2007 yılında Akkaya, yeni bir fabrika yatırımı ile ilgili olarak reel opsiyonlardan yararlanmıştır. 2007 yılında Harmantzis ve Tanguturi, reel opsiyonlar yöntemini kablosuz teknoloji şirketlerine uygulamıştır. 2008 yılında Çalıklı, telekomünikasyon sektöründeki 3G yatırımları ile ilgili kararlarda reel opsiyonlardan yararlanmıştır. 2009 yılında Kapucugil ve Kocakoç, bilişim teknolojisi projelerinin değerlendirilmesinde reel opsiyonlar yöntemini kullanmıştır. 2010 yılında Kapucugil, reel opsiyon yöntemini altı sigma projeleri için kullanmıştır. 2011 yılında Alper, patent yatırımlarının değerlendirilmesinde reel opsiyonlardan yararlanmıştır. 2012 yılında Sevinç, fabrika kurulumu ile ilgili olarak reel opsiyonlardan yararlanmıştır. 2012 yılında Kulalı ve Bilir, telekomünikasyon sektöründe fiyatlandırma ile ilgili reel opsiyonlardan yararlanmıştır.

1.1.2.3. Reel Opsiyon Kavramının Tanımı ve Özellikleri

Yeni yatırım yapmanın ortaya koyulmasının maliyetlerinin yüksekliği, yatırımların başarısızlığı durumunda alternatif maliyetlerin artma durumu gibi nedenlerden dolayı son yıllarda şirketler tarafından yatırım projelerinin değerlendirilmesinde yeni tekniklerin uygulanmaktadır. Bu teknikler arasında en yaygın biçimde kullanılanlardan biri de 'reel opsiyon yöntemi'dir (Demireli ve Kurt 2006: 126).

Reel opsiyonlar kavramı, Stewart Myers'ın 'firmaların sahip olduğu yatırım fırsatlarının, reel varlıklar üzerindeki bir alım opsiyonu olarak görülebileceği ve finansal alım opsiyonunun finansal varlıklara ilişkin sağladığı karar haklarına aynı şekilde sahip olabileceği' fikrinden yararlanılarak finansal opsiyon teorisinden yararlanılarak türetilmiştir (Tong ve Reuer 2007: 4). Reel opsiyon tanımına geçmeden önce çok kısa bir şekilde finansal opsiyon kavramı ile çok küçük bir açıklama yapmak yararlı olacaktır. Finansal opsiyon, sahibine, belirli miktarda finansal varlığı, önceden belirlenen bir fiyattan (uygulama fiyatı), belirli bir vade içerisinde (Amerikan tipi) ya da sonunda (Avrupa Tipi), satın alma veya satma hakkı veren bir sözleşmedir (Taş v.dğr. 2007: 340). Finansal opsiyon sahibi, opsiyonu kullanma hakkını piyasa koşulları doğrultusunda uygulamaktadır (Değer 2011: 162).

Reel opsiyon kavramına yönelik literatürde çeşitli tanımlamalar bulunmaktadır (Ak 2004: 77; Akkaya 2005: 173; Alper ve Anbar 2009: 325; Alper ve Anbar 2011: 162; Demireli ve Kurt 2006: 126; Gitelman 2002: 58; Kapucugil ve Kocakoç 2009: 27; Sevinç 2012: 7; Taş v.dğr. 2007: 345).

Finansal opsiyonlar teorisinin reel alanlara uyarlanmış halidir. Finansal varlıklar yerine fiziksel/fiziksel olmayan varlıklara yatırım yapma hakkıdır. Menkul varlık gibi özelliklerine benzer bir şekilde bir varlığa ilişkin alternatif fiyatı kullanımı olmadan, bir yatırımcıya tercih imkânı sunan bir sözleşme tipidir. Reel opsiyon, hiçbir zorunluluk bulunmaksızın, koşullar elverişli olduğunda bir yatırımı yaparak beklenen nakit akışlarının bugünkü değerine sahip olma hakkıdır. Belirsizlik varsayımı altında

yatırımların değerini maksimize etmeyi amaçlayan bir yöntemdir. Bugün için ekonomik olmayan bir girişimin, gelecekte kazanç getirci bir yatırıma dönüşme olasılığını dikkate alan bir yöntemdir. Reel opsiyon, bir projenin gerçek, fiziksel aktivitelerini veya faaliyetlerini değiştirme fırsatı veren bir seçenektir.

Tüm bu tanımlar incelendiği zaman, reel opsiyon kavramının hem bir yatırım seçeneği olduğu hem de yatırımların değerlendirildiği bir analiz olduğu görülmektedir. Bu tanımların yanı sıra reel opsiyon kavramı ile ilgili şöyle bir tanım yapılabilir: “Reel opsiyon, finansal opsiyon kavramına benzemekle beraber reel varlıklara yönelik yatırım kararlarının değerlendirildiği ve farklı seçeneklerin irdelendiği esneklik ve belirsizliği dikkate alan bir proje değerlendirme yöntemidir”.

Finansal opsiyonlar ile reel opsiyonlar temel olarak birbirine benzeyen kavramlardır, fakat çeşitli yönlerden aralarında farklılıklar bulunmaktadır, farklılıklar aşağıdaki tabloda gösterilmektedir (Akkaya 2005: 172; Güney 2008: 36; Gürtunca 2013: 50; Öztürk 2010: 60-68; Taş v.dğr. 2007: 336):

Tablo 1.2: Finansal ve Reel Opsiyon Karşılaştırma

	Finansal Opsiyonlar	Reel Opsiyonlar
1	Kısa sürelidir, genellikle aylar itibariyle işlem görür	Uzun sürelidir, genellikle yıllara yayılır
2	Finansal varlıklar üzerine yazılır ve opsiyonun değeri bağlı olduğu finansal varlığın fiyatına göre belirlenir.	İlgili değişken olan nakit akımları rekabet, talep ve yönetim gibi unsurlardan etkilenir.
3	Hisse senedi fiyatları manipüle edilerek opsiyon değeri kontrol edilemez.	Yönetim kararları ve esnekliğine dayanılarak stratejik opsiyon değeri artırılabilir.
4	Genellikle küçük değerler sözkonusudur.	Milyon/milyar dolarlarla ilgili kararlar alınır.
5	Rekabet veya piyasa etkisinin opsiyonun fiyatının ve değerinin belirlenmesinde bir bağlantısı yoktur.	Rekabet ve piyasa stratejik opsiyonun değerini belirleyen unsurlardır.
6	Çok uzun yıllardır gündemdedir.	İşletmecilikte son yıllarda ortaya çıkmıştır.
7	Fiyatları hakkında bilgi alınabilen ve karşılaştırma yapılabilen alım satım konu olabilmektedir.	Sahip olunur ancak alım satım konu olmaz, piyasada karşılaştırılması yapılmaz.
8	Yönetimin tahmin ve hareket tarzları finansal opsiyonların değeri üzerinde etkisizdir.	Yönetimin tahmin ve hareket tarzları reel opsiyonların değerini etkiler.
9	Finansal opsiyonlar hakkında alınan kararlar firma değerini değiştirmez.	Reel opsiyonlar hakkında alınan kararlar firma değerini değiştirebilir.
10	Finansal opsiyonlar oldukça likittir.	Reel opsiyonlar daha az likittir.

Yukarıdaki tablo incelendiği zaman finansal opsiyonlar ile reel opsiyonlar arasında vade, miktarsal rakam büyüklüğü, firma değeri, alım satım konu olup

olmama, likitlik, dış unsurlardan etkilenip etkilememe anlamında birbirinden ayrıldığı görülmektedir.

1.1.2.4. Reel Opsiyon Yönteminin Güçlü ve Zayıf Yönleri

Reel opsiyonlar yönteminin en önemli avantajları, yatırım projelerinin etkileşim ve zamansal bağımlılığını ve risk ve belirsizlik faktörlerini dikkate alarak dinamik bir şekilde değerlendirilmesini sağlaması ve yatırıma başlama ve yatırımdan çekilme zamanı konusunda net bugünkü değer yanında potansiyel değeri de göz önünde bulundurarak karar vericilere yardımcı olmasıdır. Yöntemin diğer bir avantajı ise, esnekliğin ve aktif proje yönetiminin işletme açısından değer yaratmadaki katkılarını ortaya koymasındadır (Gürtunca 2013: 49, Miller ve Waller 2003: 98; Safarov 2013: 49-51).

Reel opsiyon yönteminin dezavantajlarından en başta geleni, yatırım proje değerlendirmede kurulan modelin özel bir duruma uyarlanması amacıyla değiştirilmesinin maliyetli olması ve işletme kaynaklarının değerindeki dalgalanmaları etkileyen çevresel faktörleri yansıtmamasıdır. Yöntemin modelin tasarımı aşamasında yeterli katkıyı sağlayamaması ve ayrıca karar vericilerin yöntem ilgili gerekli deneyimden ve sistemden yoksun olması diğer dezavantajlar arasında yer almaktadır (Demireli ve Kurt, 2006: 129).

1.1.2.5. Reel Opsiyon Türleri

Yatırım kararlarının değerlendirilmesinde kullanılan geleneksel teknikler yatırım kararlarının ertelenmesi, iptal edilmesi, ölçeklendirmenin yapılması, kapasitenin artırılması veya azaltılması gibi durumları göz ardı etmekte ve yatırım projesinin değerini olması gerekenden daha düşük gösterebilmektedir. Reel opsiyonlar yaklaşımı, belirsizliğin bir değeri olduğuna ve yatırımlar üzerine etkisine yönelik yeni bir paradigma geliştirmekte olup, bir yatırım projesinde kârlılığın durumu ve projenin zaman içindeki devamlılık durumu ile ilgili olarak karar vericilere ışık tutmaktadır.

Reel opsiyon türleri ile ilgili olarak çeşitli çalışmalar bulunmaktadır, genel olarak bu çalışmalarda reel opsiyonlar esneklik sağlama durumu özelliğine ve getiri oluşturma/kayıp koruma özelliğine göre sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada ise reel opsiyon türleri olarak erteleme opsiyonu, vazgeçme opsiyonu, ölçeklendirme (Genişleme, küçülme veya geçici durdurma) opsiyonu, değiştirme opsiyonu, büyüme opsiyonu, aşamalandırma opsiyonu ve bileşik opsiyon incelenmiştir (Adner ve Levinthal 2004: 78; Brach 2003: 92; Copeland ve Antikarov 2001: 12-14; Güney 2008: 25-27; Gürtunca 2013: 66-69; Kapucugil ve Kocakoç 2009: 27-30; Kenç 2003: 3-4; Mersin 2010: 131; Öztürk 2010: 55-59; Safarov 2009: 61-66; Uzunlar ve Aktan 2005: 53):

Erteleme (Zamanlama) Opsiyonu (Option to Defer)

Mc Donald ve Siegel, 1985 yılında yaptıkları bir çalışmada, yatırım kararlarında geleneksel proje değerlendirme yöntemlerinin pozitif değeri olan projelere yatırım yapılması gerektiğini savunmakta olduğunu ve şartların daha elverişli olabileceği ihtimalinin göz ardı edildiğini tespit etmişlerdir, bu tespit sonucunda proje değerlendirme süreci için erteleme opsiyonunu önermişlerdir. Mc Donald ve Siegel erteleme opsiyonunu, 'opsiyon sahibinin, hiçbir zorunluluk bulunmadan, belirsiz girdi ve çıktı maliyetleri nedeniyle değeri belirsiz olan bir projeye yatırım yapmayı erteleme hakkına sahip olması olarak' tanımlamışlardır.

Erteleme opsiyonu, tipik bir Amerikan alım opsiyonu olup, yatırım projesi fikrini koşullar ile ilgili bilgi artıncaya kadar yatırımı erteleyerek mevcut belirsizliği azaltma fikri üstüne temellendirilmiştir. Erteleme opsiyonu kullanıldığı zaman erteleme başarısız olursa yatırımın değerinin düşme ihtimali olmakla beraber, opsiyon değeri aşırı olursa karlı bir yatırım fırsatını tamamen kaybetme ihtimali de olabilmektedir. Erteleme opsiyonu, madencilik yatırımı, enerji üretim yatırımı, tarım sektörü yatırımları ve konut yatırımı gibi uzun dönemli ve yüksek belirsizlik içeren alanlarda tercih edilmektedir.

Vazgeçme (Çıkış) Opsiyonu (Option to Abandon)

Faaliyet gösterilen şartların gittikçe kötüye gitmesi durumunda, mevcut yatırımın tamamen terk edilmesi ve yatırımın varlık değerinin telafi olarak hurda değerine satılması imkânını veren opsiyondur. Vazgeçme opsiyonu, Amerikan tipi satma opsiyonu olup amacı kayıplardan korunmaktır. Bu opsiyon, bir yatırım fikrinde koşulların daha kötüye gitmesine karşı kalkan vazifesi görmekte ve kaybın minimize edilmesini sağlamaktadır.

Bu opsiyon, dinamik ve esnek bir yönetim anlayışının olmasının önemine dikkat çekmektedir. Karar verici, yatırım projesinin yapısından ve özelliklerinden kaynaklı esnekliklerin tümünü kullanabilmektedir. Yatırım projesinin bir kısmının tespit edilmiş bir fiyattan satılması suretiyle yatırımın ölçek olarak küçültmesi imkânı söz konusu olmaktadır, ayrıca yatırımın değeri hurda değerinin altına düşme eğiliminde ise opsiyonun sahibi satma opsiyonunu kullanabilmektedir. Bu opsiyon, havacılık endüstrisi, demiryolları endüstrisi gibi sermaye yoğun endüstrilerde, finansal hizmetlerde ve belirsiz pazarlarda yeni ürün sürülmesi durumlarında tercih edilmektedir.

Ölçeklendirme (Ölçek Değiştirme) Opsiyonu (Option to Alter Operating Scale)

Ölçeklendirme opsiyonu, Avrupa alım opsiyonu olup, kazanç elde etme ve kayıpları engelleme potansiyeline sahiptir; ayrıca projeye ait piyasa koşullarının uygun olup olmamasına bağlı olarak yatırımın ölçeğini değiştirme esnekliğini sunmaktadır. Bu opsiyon, genişleme opsiyonu, daraltma opsiyonu ile geçici olarak kapatma ve yeniden başlatma opsiyonu olarak üçe ayrılmaktadır:

Genişleme opsiyonu (option to expand), piyasa şartlarının zamanla daha iyi olacağı düşüncesiyle yatırım projesinin ölçeğinin daraltılmasına ve kaynak kullanım hızının artırılmasına imkan veren opsiyondur. Daraltma opsiyonu (option to contract), gelecekte pazar koşullarının olumsuz hale geleceği bilgisinin ortaya çıkmasıyla yatırım projesinin ölçeğinin daraltılması ve kaynak kullanımının azaltılmasına imkan veren

opsiyondur. Geçici olarak kapatma ve yeniden başlatma opsiyonu (option to shut down and restart), piyasa şartlarının kötüleşmesinden dolayı yatırım projesinin geçici olarak durdurulmasına ve şartlar elverişli hale geldiğinde projenin tekrardan başlatılmasına imkan veren opsiyondur.

Esneklik opsiyonu olarak da adlandırılabilen ölçeklendirme opsiyonları, ürün fiyatlarında dalgalanmaların olduğu doğal kaynak sanayisinde, konut yatırımlarında ve perakende sektöründe tercih edilmektedir.

Değişirme Opsiyonu (Option to Switch)

Bu opsiyon, yatırım projesinde belirsizlik sürecini izleme ve proje girdilerinde ve çıktılarında çeşitlendirme yapma olanağını karar vericiye sunmaktadır. Karar verici bu opsiyondan yararlanarak fiyat veya talep ilişkili proje çıktısında çeşitlendirme (Ürün esnekliği) veya aynı ürünün proje girdilerinde alternatif olarak değişiklik yapma (Girdi esnekliği) kararı verebilmektedir.

Değişirme opsiyonu, alım/satım kombinasyonundan oluşmaktadır ve getiri elde etme ve kayıptan korunma olanağı sunmaktadır. Bu opsiyon, girdi fiyatlarının çok değişken olduğu ve taleplerin değişken olduğu tüketici elektroniği, oyuncak, otomobil, kağıt ve petrokimya endüstrilerinde önemlidir.

Büyüme Opsiyonu (Option to Grow)

Büyüme opsiyonu ya da stratejik opsiyon, önceden tahmin edilemeyen yatırım fikirlerinin, geçmiş yatırımların daha karlı yatırımlar için imkân vermesini sağlayan opsiyonlardır. Büyüme opsiyonu, Avrupa ve Amerikan tipi alım opsiyonu olup, getiri elde etme potansiyeli sunmaktadır. Bu opsiyon, genişleme opsiyonuna benzemekle beraber, yeni bir piyasaya/ürün hattına/teknolojiye girilmesi durumunda ortaya çıkmaktadır.

Bu opsiyon kullanılırken net bugünkü değer en başta negatiftir. İlk safha yatırımlarının kârlılığının hesaplanmasında bu opsiyonun değerinin eklenmesi önemlidir, büyüme olanaklarının değerinin öngörülmemesi durumunda yalnızca kısa süreli yatırım kararlarının çıkması olasılığı bulunmaktadır.

Pilot uygulama yapıldıktan sonra pilot uygulama sonucuna göre koşullardaki değişimlere göre büyüme opsiyonu verimli bir şekilde kullanılabilir. Büyüme opsiyonu, yüksek belirsizliğin olduğu ama şartların olumlu olması halinde büyük fırsatların doğduğu özellikle e-ticaret yatırımları, yüksek teknoloji yatırımları, biyoteknoloji ve araştırma geliştirme yatırımlarında tercih edilmektedir.

Aşamalandırma Opsiyonu (Option to Stage)

Aşamalandırma opsiyonu, yatırım projesinin süresi boyunca safhalandırmanın yapılarak piyasa koşullarına göre hareket edilmesine göre karar verebilmeyi sağlayan opsiyondur. Bu opsiyon, Avrupa alım opsiyonu olup, getiri eldesi/kaybı azaltma olanağı sunmaktadır.

Aşamalandırma opsiyonunun mantığı, bir yatırımı adımlara bölmek ve şartları kontrol ettikten sonra adımları şartlara göre onaylama ve uygulama üzerine kurulmuştur. Aşamalar, karar vericilere her basamakta irdeleme/onaylama ve onaydan sonra bir sonraki basamağa atlama imkânı sunmaktadır. Bu sayede tüm yatırım projesinin tek bir seferde yapılması ve olumsuz sonuç durumunda yatırımın tümünün boşa gitmesi riskine karşı koruma sağlanmaktadır, ayrıca kaynakların gereksiz yere harcanması riski azaltılmaktadır. Yatırım projesinin zaman periyodu içerisinde bir harcamalar serisi şeklinde safhalandırılması, proje ile ilgili devam kararı verme veya projeden vazgeçme gibi değerli opsiyonlar yaratmaktadır.

Aşamalandırma opsiyonu, AR-GE yoğun endüstriler (biyoteknoloji ve ilaç vb.) yüksek belirsizliği olan, uzun vadeli ve risk sermayesi yüksek endüstriler (makro boyutlu altyapı yatırımları, enerji santral yatırımları vb.) ve şirket satın alma/devretme operasyonlarında önem arz etmektedir.

Bileşik Opsiyonlar (Compound Options)

Bileşik opsiyonlar, yatırım projesinde birden çok seçeneğinden beraber yararlanılması durumunda ortaya çıkmaktadır. Bileşik opsiyonlar, kazanç getirmeyen ve kendilerine özgü esneklikleri olan opsiyonları kullanma kararlarının bir serisinden oluşmakla beraber, tercih edilen reel opsiyonların hepsi, projeye özgü esnekliği belirtmektedir.

Gerçek hayatta yatırım projelerinin değerlendirilmesinde tek bir opsiyon yerine birçok opsiyonlardan oluşan bir kombinasyon tercih edilmektedir. Yatırım proje fikrinin değerlendirilmesi için tercih edilen bu portföyün toplam değeri genellikle her bir opsiyonun bağımsız değerlerinin toplamından küçük olmaktadır. Bu şekilde olan ve içinde birçok problemi barındıran yatırım proje fikirleri, en doğru şekilde modellenebilmektedir.

1.1.2.6. Reel Opsiyon Değerlemesi

Reel opsiyonlar, finansal opsiyonlardan türetilmiştir. Bu nedenle, finansal opsiyonların değerlendirilmesinde kullanılan altı adet parametre (dayanak varlığı piyasa değeri, kullanım fiyatı, vadesi, dayanak varlığın volatilitesi, risksiz faiz oranı, beklenen kâr payı), reel opsiyonların değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır (Alper ve Anbar 2011: 164; Kapucugil ve Kocakoç 2009: 32):

Dayanak varlığın değeri (S), bir reel opsiyona konu olan dayanak varlığa karşı gelmektedir. Alım opsiyonlarında dayanak varlığın değeri (S), hisse senedinin mevcut değeri iken, reel opsiyonlarda ise beklenen nakit akışlarının brüt bugünkü değeridir.

Kullanım fiyatı (X), finansal opsiyonlarda opsiyonu kullanmak için ödenmesi gereken fiyat olarak tanımlanmakta iken, reel opsiyonlarda yatırıma opsiyon benzeri özellikler katan esnekliğin bugünkü maliyeti olarak tanımlanmaktadır. Opsiyon değeri ile kullanım fiyatı ters orantılıdır.

Dayanak varlığı volatilitesi (σ), finansal opsiyonlarda hisse senedinin değerindeki belirsizlik olarak tanımlanmakta iken, reel opsiyonlarda ise beklenen nakit akışlarındaki belirsizlik olarak tanımlanmaktadır. Reel opsiyonlar için dayanak varlığın volatilitisini tahmin etmek kolay olmadığı için, Monte Carlo simülasyon tekniğinden yararlanılarak projenin volatilitisini tahmin etmek mümkün olabilmektedir.

Vade (t), opsiyonun kullanılabileceği zaman periyodunu ifade etmektedir, reel opsiyonlarda yatırım olanağının geçerli olduğu zaman periyodunu ifade etmektedir. Finansal opsiyon satın alınca vade belirlenmekte iken, reel opsiyon için böyle bir durum bulunmamaktadır.

Risksiz faiz oranı (r_i), tüm opsiyon çeşitlerinde devlet tahvili/hazine bonosu gibi risksiz bir varlığın getirisi risksiz faiz oranı olarak düşünülebilmektedir. Risksiz faiz oranı, sistematik olmayan riskten ayrı olmakla beraber, risksiz faiz oranı ile opsiyon değeri doğru orantılıdır.

Kâr payı (δ), finansal opsiyonda dayanak varlığı/hisse senedini satın alma opsiyonunu uygulayan hissedarlara yapılan düzenli ödemeler olarak ifade edilmekte iken, reel opsiyonda yatırım yapamamanın veya başarısız olmanın fırsat maliyeti olarak ifade edilmektedir.

Reel opsiyonları değerlemek amacıyla kullanılan modeller, finansal opsiyonları değerlemek için kullanılan yöntemlerden türetilmiş olup, kesikli ve sürekli zaman modelleme yaklaşımları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kesikli zaman modelleme yaklaşımında ağaç yönteminden yararlanılmaktadır, sürekli zaman modelleme yaklaşımında ise kapalı form denklemler, stokastik diferansiyel denklemler ve Monte Carlo simülasyonu yöntemlerinden yararlanılmaktadır (Güney 2008: 38; Kapucugil ve Kocakoç 2009: 32; Mersin, 2010: 131;). Bu çalışmada çoklu-nominal bir ağaç yöntemi olan Binom Ağaç Modeli ile kapalı form denklemlerden olan Black&Scholes Modeli ele alındığı için bu iki yöntemden detaylı olarak bahsedilecektir, diğer modellere kısaca değinilecektir (Alper 2007: 69-86; Alper ve Anbar 2011: 53-54; Kapucugil ve Kocakoç 2009: 32-34; Güney, 2008: 37-53; Gürtunca 2011: 41-48; Mersin, 2010: 131-143;

Özoğul 2006: 40-41; Öztürk 2010: 70-71; Safarov 2009: 70-82; Taş v.dđr. 2007: 347-349)

Stokastik Diferansiyel Denklemler: Sürekli zaman modelleme yaklaşımlarından biri olan bu yaklaşımda, reel opsiyonlar yönünden, opsiyon ile ilgili değerlemeler yapılabilmesi maksadıyla stokastik bir diferansiyel denklemler veri setinin türetilmesi ve sonuç için sayısal prosedürün uygulanması gerekmektedir. Bu yaklaşımın güçlü yönleri arasında, modelin esnek olması en doğru şekilde modelleme imkânı sunması yer almaktadır. Stokastik diferansiyel denklemlerin çözümlerinin çoğu zaman mevcut olmaması nedeniyle uygulanan çözümlerden dolayı bu yaklaşımın en karmaşık yaklaşım olması ve karar vericinin stokastik hesaplama konusunda bilgili olması gerekmesi, bu yaklaşımın handikapları arasında yer almaktadır.

Monte Carlo Simülasyonu: Opsiyon değerine ulaşmak için kullanılan ağaç yöntemi modeli ve diğer kapalı form denklem modellemelerinin uygulanmasında analitik ve sayısal olarak zorluklar yaşanması durumunda, bu yaklaşım alternatif ve tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılabilir. Monte Carlo simülasyon metodu, dayanak varlığın riskin olmadığı bir dünyada stokastik süreçte izleyebileceği rotaların belirlenmesi maksadıyla rassal sayıların kullanılmasını ifade etmektedir. Her rotaya ilişkin hesaplanan opsiyon getirisi risksiz faiz oranı ile iskonto edildikten sonra iskonto edilen getirilerin aritmetik ortalaması alınarak opsiyonun tahmini hesaplanmaktadır.

Monte Carlo simülasyon yaklaşımı, reel opsiyonlarda dayanak varlığın volatilitésinin hesaplanmasında ve belirsizlikle ilgili karmaşık ve büyük ölçekli problemlerin ele alınmasında faydalı olmakta ve yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemin en büyük handikapları arasında, yöntemin iyi tanımlanmış bir karar stratejisi oluşturmaması yani yönetimin sahip olduğu stratejik alternatifleri göz önüne almaması, belirsizliğin çözümlenmemesi ve yönetsel esneklikle ilgili değişikliklere yöntemin ayak uyduramaması yer almaktadır.

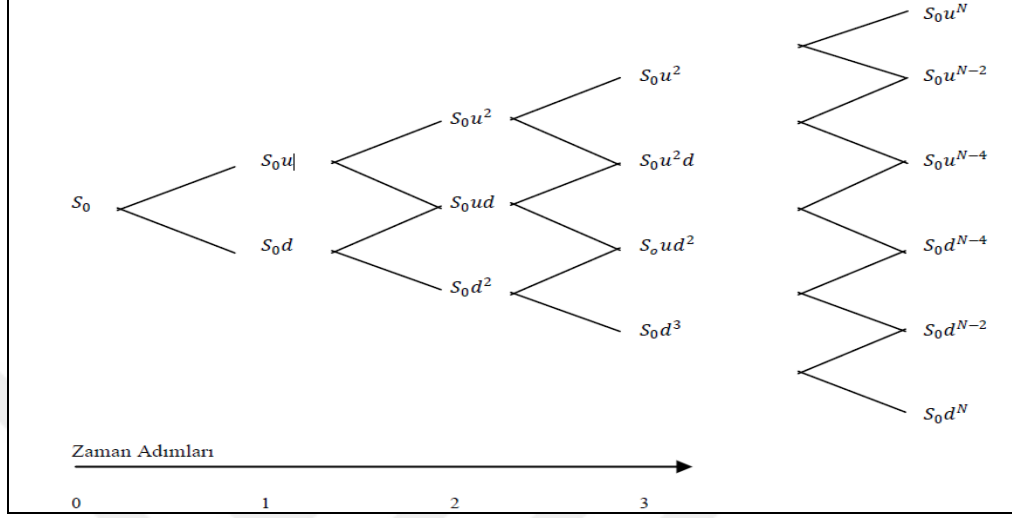
Binom Ağaç Yaklaşımı: Ağaç yaklaşımında, projenin dayanak varlığının bir kesikli, çoklu-nominal, çarpımsal stokastik süreci izlediği varsayılmaktadır ve

opsiyonun değeri için bir ağaç ortaya koyulmaktadır. Ağaç yaklaşımında yararlanılarak opsiyon değeri hesaplanırken, ağacın en sonunda yer alan düğümlerden başlayarak tekrarlamalı bir şekilde en başta yer alan düğüme kadar çözümler yapılmaktadır. Ağaç yaklaşımının güçlü yönleri arasında, kolay uygulanabilir olması, karar vericiye öznel ve esnek bir değerlendirme imkânı sunması yer almaktadır. Ağaç yaklaşımının zayıf yönleri arasında ise, karmaşık ve emek yoğun bir hesaplama yöntemi olması yer almaktadır. Karar verici, ağaç boyunca opsiyon değerini gözlemleyebilmektedir ve ağaç yapısına göre erteleme, büyüme, küçülme, Amerikan tipi ve bileşik opsiyonları tercih edebilmektedir. Ağaç yaklaşımının üç çeşidi bulunmaktadır, binom ağaçlar yöntemi, trinomial yöntem ve multinomial yöntemdir. Bu çalışmada ise binom ağaçlar yöntemi ise detaylı olarak ele alınmaktadır.

Reel opsiyonların değerlendirilmesinde en çok kullanılan ağaç yöntemi 1979 yılında John Cox, Stephen Ross ve Mark Rubinstein tarafından geliştirilen binom ağaçlar yöntemidir (Uçal 2008: 10). Binom ağacı, Amerikan opsiyonuna konu olan bir varlığın fiyatının, opsiyonun ömrü boyunca izleyebileceği değişik rotaları göstermeye yarayan bir çizelgedir. Bu modelde, opsiyon fiyatına etki eden bir değişkenin değerinin zamanla dalgalı ve stokastik bir roya izleyebileceği düşünülmektedir. Bu modelde piyasada tam rekabet koşullarının işlediği, vergi ve işlem maliyetlerinin sıfır olduğu, açığa satış için engellerin olmadığı, piyasada tam bilginin olduğu, piyasadaki oyuncuların fazla kazancı az kazanca tercih ettikleri varsayılmaktadır.

Binom ağaç yöntemi, kısa bir zaman diliminde varlık fiyatlarında aşağı ve yukarı olmak üzere iki yönlü değişim olacağı esasına üzerine kurgulanmaktadır. Binom ağaçlar modelini tanımlamak için Δt zaman dilimi (düğümler arasındaki zaman ölçüsü) belirlenmektedir. Binom modelinden daha doğru sonuçlar elde edilmesi için opsiyonun vadesinin, en optimum sayıda zaman dilimine bölünmesi gerekmektedir. Varlık fiyatlarında zaman dilimi içerisinde görülmesi muhtemel hareketler ve hareketlerin olasılıkları, riskin sıfır olması durumunda varlığın doğru ortalama/standart sapma değerlerine sahip olacağı düşüncesi ile belirlenmektedir. Opsiyon fiyatı, riskin sıfır olduğu durumdaki faiz oranı ile paranın zaman değeri iskonto edilerek ağacın ilk

adımından son adımına doğru hesaplamaların yapılması ile bulunmaktadır. Binom ağaç yöntemi ile ilgili şekil aşağıda yer almaktadır:



Şekil 1.2: Binom Ağaç Modeli

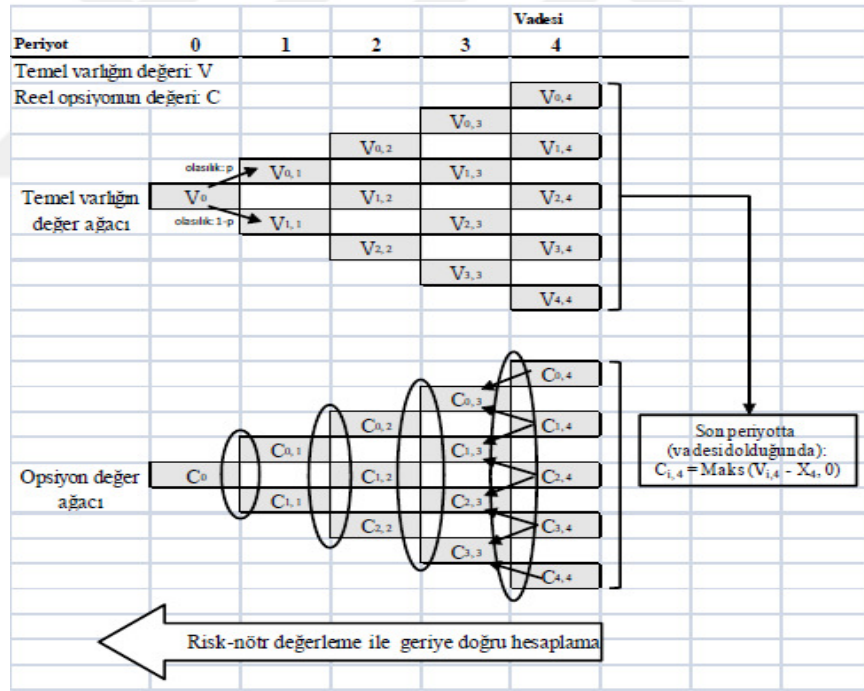
S_0 opsiyona konu olan varlığın piyasa fiyatını, yani başlangıç değerini göstermektedir. Opsiyona konu olan varlığın değerinin düşme veya yükselme eğiliminde olacağı ve iki yeni değer oluşacağı varsayılmaktadır. Varlık fiyatında oluşacak üst değeri elde etmek için u katsayısından, alt değeri elde etmek için d katsayısından yararlanılmaktadır. Burada u ve d , $u > 1$ ve $d < 1$ şartını sağlayan iki pozitif sayıdır. $u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$ ve $d = 1/u$ formülleri ile u ve d katsayıları hesaplanmaktadır. Bu formüldeki σ ise volatiliyeti temsil etmektedir. Varlık fiyatının yukarı ve aşağı yönlü hareketlerine karşılık gelen risk-nötral olasılıkların (p ve $1-p$) hesaplanması gerekmektedir. p katsayısı ise şu formülle hesaplanmaktadır:

$$p = \left[\frac{u}{1+r} \right] \left[\frac{(1+r) - d}{u - d} \right]$$

Bir varlığın dönem başı fiyatı S_0 ise, bir sonraki dönemdeki fiyatı ya S_0u ya da S_0d olmaktadır, varlık fiyatında yukarı doğru bir hareket olduğunda artış oranı $u-1$; aşağıya doğru bir hareket olduğunda azalış oranı $1-d$ olmaktadır. Bugünkü fiyatı S_0 olan bir varlık ve bugünkü fiyatı f olan bu varlığa dayalı bir opsiyon ele alındığında, varlık fiyatı S_0u 'ya çıktığında opsiyon değerinin f_u ; S_0d 'ye düştüğünde ise opsiyon değerinin f_d olduğu kabul edilmektedir. Reel opsiyonların değerlendirilmesinde binom ağaç yöntemden

yararlanılırken problem üç basamakta modellenmektedir. Birinci basamakta, n sayıda periyotta sonlanacak olan ve bu periyotların her birinde C (i=1,2, ..., n) beklenen nakit akışını gerçekleştiren, ilk yatırımı I olan bir yatırım projesinin t=0 anında beklenen bugünkü değer hesaplanmaktadır. İkinci basamakta, Monte Carlo simülasyonu kullanılarak birden belirsizlik kaynağı birleştirilmekte ve yatırım projesi için stokastik süreç tanımlanmaktadır. Son basamakta, stokastik süreç parametreleri kullanılarak bir binom ağacı oluşturulmakta ve projenin reel opsiyonlarını modellemek için karar düğümleri eklenmektedir. Binom ağaç yönteminden yararlanılarak bir reel opsiyonun belirli bir periyottaki bugünkü değeri, C_t değeri, sondaki periyottan ilk periyoda doğru giderek, aşağıda verilen formülle hesaplanmaktadır.

$$C_{i,t} = \frac{(pC_{i,t+1}) + (1-p)C_{i+1,t+1}}{1+r_f}$$



Kaynak: Kapucugil, Aysun ve Kocakoç, İpek (2009). “Bilişim Teknolojisi Projelerinde Reel Opsiyonlar”. *Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11(4): 17-51.

Şekil 1.3: Binom ağaçları ile değerlendirme prosedürü

Binom ağaç modelinde düşme ve yükselme basamakları aynı büyüklüğe sahip olduğu için belirli noktalarda birleşmektedir. Ağacın çatal açıklığını belirleyen faktör olan volatilitenin olmadığı yani atlama adımlarının (u ve d) 1'e eşit olduğu durumda,

ağaç yapısı oluşmamaktadır, ağaç yerine çizgi oluşmaktadır. Böyle bir durum oluştuğunda, projede belirsizliğin olmayacağı ve opsiyon yaklaşımı yerine NBD yönteminin yeterli olacağı anlaşılmaktadır.

Black Scholes Yaklaşımı: Kapalı form denklem modelleri, opsiyon değerlendirme işleminde arbitrajı engelleyen denge şartlarını esas alarak geliştirilen sürekli zamanlı opsiyon değerlendirme modelleridir. Çeşitli varsayımlarda, tüm bu denklemlerin kullanılması ile sürekli zaman durumunda opsiyon değeri elde edilebilmektedir. Bu denklemlerin avantajları arasında, opsiyon değerinin hesaplanmasındaki kolaylık, açık çözüm sunması ve kısmi denge şartlarını yakalayamamış uygulamalarda bile yaklaşık değerlere ulaşma imkanı sunması yer almaktadır. Bu denklemlerde değeri hesaplanacak opsiyon ile ilgili kısmi denge şartlarının hatasız bir şekilde ortaya koyulması ve uygulanması gerekmektedir, çünkü doğru kabullerin yapılması durumunda kapalı form denklemler oldukça değerli bir çözüm aracı olmaktadır. Bu denklemlerin dezavantajları arasında, kısıtlayıcı koşullar ortaya koyması ve her durum için analitik bir çözüm ortaya koyamaması yer almaktadır. 1973'te Black ve Scholes tarafından geliştirilen model, ilk kapalı form denklemi olup, günümüzde kullanılan opsiyon fiyatlama tekniklerinin çoğu Black&Scholes yaklaşımının bir altkümesidir. Reel opsiyonlar için kullanılan diğer kapalı form denklemler ise Margrabe, Geske ve Carr denklemleridir. Bu çalışmada ise Black&Scholes modeli üzerinde durulacaktır.

Black&Scholes yaklaşımı, finansal opsiyon fiyatlaması için geliştirilen ve yaygın bir şekilde kullanılan bir yaklaşım olup, hisse senedinin sürekli kazanç oranlarının normal dağılıma sahip olduğu varsayımından hareketle, Avrupa kâr payı ödemeyen hisse senedi opsiyonlarının fiyatlandırılmasına yönelik Sprenkle (1961), Samuelson (1965), Thourp ve Kassouf (1967) ve Samuelson ve Marton (1969) tarafından yapılan çalışmalarından faydalanılarak Black ve Scholes tarafından 1973 yılında geliştirilmiş bir modeldir. Bu model, lognormal hisse senedi hareketlerinin olduğu, mali piyasaların düzgün işlediği, işlem maliyeti ve verginin olmadığı, açığa satış işlemlerinde sınır olmadığı, risksiz arbitraj fırsatının bulunmadığı, risksiz getiri oranının sabit olduğu, opsiyon kontratının bilinmediği, temettü ödenmediği, opsiyonun vade tarihinde kullanıldığı varsayımlarına dayanmaktadır.

Bu modele göre, bir opsiyonun değerini belirleyen faktörler; opsiyona konu olan varlığın cari piyasa fiyatı, opsiyonun kullanım fiyatı, opsiyonun vadesine kalan zaman, opsiyona konu olan varlığın fiyatındaki değişkenlik, kar payları ve risksiz faiz oranı faktörleri opsiyonun değerini belirlemektedir. Black&Scholes modeli kullanılarak yapılan opsiyon değerlendirme süreci dört aşamadan oluşmaktadır:

İlk adımda Black&Scholes eşitliği için sağlanan girdiler d_1 ve d_2 hesaplanmaktadır.

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{E}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T - t)}{\sigma\sqrt{T - t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T - t}$$

S_0 = Opsiyona konu olan varlığın piyasa fiyatı, aynı zamanda başlangıç değeri

E = Opsiyon kullanma fiyatı

r = Risksiz faiz oranı

σ = Varlık fiyatına ait volatilité

T = Opsiyon süresi

$T-t$ = Opsiyon süresinin bitimine kadar kalan zaman

İkinci adımda standardize edilmiş normal değişkenlerin karşılığı olarak $N(d_1)$ ve $N(d_2)$ kümülatif normal dağılım fonksiyonları tahmin edilmektedir.

$N(d_1)$: Eğer $S > E$ ise opsiyon süresi sonunda S 'nin beklenen değeridir.

$N(d_2)$: $S > E$ iken opsiyon süresi sonunda risk yansız olasılığı ifade etmektedir.

Üçüncü adımda opsiyonun kullanım fiyatının, yani yatırım maliyetinin, bugünkü değeri belirlenmektedir.

$$\text{Yatırımın bugünkü değeri} = E e^{-rT}$$

Dördüncü adımda ise Black&Scholes modeli ile alım/satım opsiyonunun değeri tahmin edilmektedir.

$c(S,t)$: Alım/Satım opsiyonunun t anındaki primi

$$c(S, 0) = (E e^{-r(T-t)})N(-d_2) - SN(-d_1) \quad (\text{Satım opsiyonu için Black\&Scholes eşitsizliği})$$

$$c(S, 0) = -(E e^{-r(T-t)})N(d_2) + SN(d_1) \quad (\text{Alım opsiyonu için Black\&Scholes eşitsizliği})$$

Opsiyon fiyatlamasıyla ilgili olarak kullanılan Black&Scholes modelinin iyi tarafları arasında basit ve anlaşılabilir olması ve programlanabilir hesap makineleri ile opsiyon değerinin hesaplanmasını mümkün kılması yer almaktadır. Black&Scholes modelinin opsiyon fiyatlamasında uygulanması ile, varlığın fiyatın yükseldikçe opsiyon değerinin yükseleceği, varlık fiyatının kullanım fiyatından düşük olması durumunda opsiyonun işleme koyulmayacağı, varlık fiyatının değeri düşmüyorsa kullanım süresinin sonuna yaklaştıkça opsiyonun değerinin düşeceği, varlık fiyatındaki küçük bir değişikliğin opsiyon fiyatında daha büyük bir değişikliğe yol açacağı sonuçlarına ulaşılmaktadır. Black&Scholes modelinin dezavantajları arasında, bazı durumlarda gerçek hayatı yansıtamaması ve sadece bir tane fiyat değişkeni içeren Avrupa alım opsiyonu dışında bir opsiyonu fiyatlanmak isteniyorsa yetersiz kalması yer almaktadır.

Reel opsiyon, gerçek hayatta karşılaşılan bir belirsizlik ile ilgili harekete geçme ya da tavır alma hakkı vermesidir. Reel opsiyon analizi ile, belirsizlik durumları piyasa bazlı ve objektif bir ölçümle değerlendirilebilmektedir. Reel opsiyonların değerlendirilmesinde Black&Scholes metodunun kullanılması ile ilgili olarak metodun bazı varsayımları ile ilgili sorunlar yaşanabilmektedir. Reel opsiyonların volatilitésinin hesaplanmasında, reel opsiyona tabi olan varlıkların finansal opsiyonlar gibi piyasada işlem görmemeleri ve alınıp satılmamalarından dolayı güçlükler yaşanabilmektedir. Volatilitéyi hesaplamak için üç yöntemden yararlanılmaktadır. Birinci yöntemde, firmanın hisse senedi getirisinin standart sapmasını baz alarak yaklaşık bir değer tahmin edilmektedir. İkinci yöntemde, her olası sonucun sağladığı nakit akımlarından hareketle her yıl için hesaplanan varyanslardan tek bir varyans elde edilmektedir. Üçüncü yöntemde, opsiyonun sona erdiği yıldaki beklenen bugünkü değerin standart sapmaya bölünmesiyle bulunan değişim katsayısı kullanılarak volatilité hesaplanmaktadır:

$$\sigma^2 = \frac{\ln[(DK)^2 + 1]}{T - t}$$

DK = Değişim katsayısı

T-t = Opsiyonun vadesine kalan zaman

1.1.3. Su Kaynakları Geliştirme Projeleri

1.1.3.1. Tanımı

Yaşamın kaynağı olan kabul edilen suyun, doğal kaynaklardan farklı olarak ekonomik değeri ve tarihi değeri bulunmaktadır. İnsanlığın ilk anlarından beri medeniyetler, önemli su kaynaklarının yakınlarında gelişmiştir. İnsanlığın tüm çağlarında su kaynaklarını ele geçirme, kontrol altında tutma, geliştirme ile ilgili mücadeleler ve çabalar olmuştur. Su kaynaklarından yararlanmak ve su kaynaklarını zararlarından korunmak maksadıyla suyun alınması, suyun iletilmesi, depolanması ve dağıtılmasına yönelik baraj, gölet, sarnıç, kuyu, sedde gibi su yapıları inşa edilmiştir.

Su kaynaklarını miktar ve kalite olarak bir genel plan çerçevesinde belirlemek, korumak, kontrol etmek ve en verimli şekilde kullanmak gibi amaçlara yönelik olarak yapılan teknik ve ekonomik çalışmalara “su kaynaklarının geliştirilmesi” adı verilmektedir. Su kaynaklarının geliştirilmesi her ne kadar çoğunlukla inşaat mühendislerinin ilgi alanına girmekte ise de faydaların belirlenmesi, maliyetlerin belirlenmesi, ekonomik analiz ve proje değerlendirme yöntemlerinden yararlanılmasından dolayı da işletmecilik disiplininin de ilgi alanına ilgilenebilir. Kullanılabilir toplam yer altı ve yerüstü su kaynağı potansiyeli 112 milyar m³ olan ülkemizde, nüfusuna göre bakıldığında zaman yıllık kişi başına 1.366 m³ civarında kullanım miktarı olmaktadır ki, bu da uluslararası kıstaslara Türkiye'nin su zengini değil suyu kendi kendine ancak yeten bir ülke olduğunu göstermektedir. Bu yüzden ülkemizde tükenebilir ve kıt bir kaynak olan su kaynağının geliştirilmesinde işletmecilik disiplini de önemli bir yer tutmaktadır.

1.1.3.2. Su Kaynakları Geliştirme Projeleri Çeşitleri

Tek amaçlı proje: Tek bir amaca yönelik olarak planlanan, inşa edilen ve işletilen projeye verilen addır.

Çok amaçlı proje: İki veya daha fazla amaca yönelik olarak planlanan, inşa edilen ve işletilen projeye verilen addır.

Akarsu havzası projesi: Bir akarsu havzasındaki su kaynaklarını geliştirmek amacıyla yönelik olarak hazırlanan projeye verilen addır.

Akarsu havzası geliştirme projesi: Bir akarsu havzasındaki su ve toprak kaynaklarını çok amaçlı geliştirmek için düzenlenen projeye verilen addır.

Akarsu havzası bütünlük geliştirme projesi: Bir akarsu havzasının topyekün geliştirilmesi için komşu havzalardan su aktarılması veya buralara su verilmesi veya projenin kademeli bir şekilde gerçekleştirilmesi gibi hususlar da göz önünde bulundurularak hazırlanan çok amaçlı projeye verilen addır.

Akarsu havzası birleştirilmiş projesi: Bir akarsu havzasındaki mevcut veya projeli durumdaki hizmetlerden yararlanmak ve bölgenin sosyal, ekonomik, kültürel ve benzeri ihtiyaçlarına en iyi şekilde cevap vermek için bölgenin ticaret, sanayi, ulaşım ve doğal kaynaklarının işletilmesi gibi diğer sahalardaki projelerle birlikte yürütülen entegre gelişim projesine verilen addır.

Optimum gelişme projesi: Ekonomik fayda yönünden en yüksek net kazancı ve azami sosyal faydayı sağlayan projeye verilen addır.

1.1.3.3. Su Kaynakları Geliştirme Projelerinin Amaçları

Dar bir bölgede, tüm bir havzada, ülke çapında ve hatta ülkeler arasında da yapılabilen ve ekonomik refah ve bölgesel kalkınma, sosyal adalet, çevre şartlarının iyileştirilmesi gibi hedefleri içeren su kaynakları geliştirme projelerinin yapılaş amaçları şunlardır:

- 1) *Su Temini:* Yerüstü ve yeraltı sularının içme ve kullanma suyu, sanayi suyu ve soğutma suyu olarak tahsis edilmesi sürecine su temini adı verilmektedir. Su temini amacıyla yapılan projelerin yapı sistemleri arasında ise barajlar, göller, su alma yapıları ve arıtma tesisleri bulunmaktadır.
- 2) *Atık Suların Uzaklaştırılması:* Yerleşim ve sanayi bölgelerinde suyun kullanımından sonra oluşan atık suların emniyetle taşınması, depolanması ve temizlenmesi sürecine atık suların uzaklaştırılması adı verilmektedir. Atık suların uzaklaştırılması amacıyla yapılan projelerin yapı sistemleri arasında ise arıtma tesisleri bulunmaktadır.

- 3) *Enerji Üretimi:* Suyun kinetik enerjisinden yararlanarak elektrik enerjisi üretilmesine verilen addır. Enerji üretimi amaçlı projelerin yapı sistemleri ise baraj ve regülatörlerdir.
- 4) *Sulama:* Tarım alanlarında daha fazla ve kaliteli ürün elde edebilmek için yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kullanılmasıdır. Sulama amaçlı projelerin yapı sistemleri barajlar, göletler, su alma yapıları, su iletim hatları, drenaj şebekeleridir.
- 5) *Taşkın Kontrolü:* Aşırı yağışlar veya başka nedenlerle oluşan taşkınları çeşitli önlemler ile kontrol altına alarak zararlarından korunmak amaçlı yapılan projelere verilen addır. Taşkın kontrolü amaçlı projelerin yapı sistemleri baraj, sel kapanı, sel geçidi, taşkın duvarıdır.
- 6) *Taşımacılık:* Akarsularda, göllerde ve baraj göllerinde yük ve yolcu taşımak amacına yönelik geliştirilen projelerdir. Bu tür projelerin yapı sistemleri ise baraj, akarsu yatağı düzenlemesi, akarsu limanıdır.
- 7) *Mesire Yeri Oluşturulması:* Su kaynağı geliştirme projesinin yapıldığı bölgedeki halkın dinlenme, tatil ve su sporları yapma gibi ihtiyaçlarına dönük olarak hazırlanan projelerdir. Bu tür projelerin yapı sistemleri ise baraj, yapay havuz-kanal ve doğayı koruma önlemleridir.
- 8) *Arazi Drenajı:* Tarımda verimi arttırmak, toprak yapısını iyileştirmek, yeni tarım arazisi kazanmak gibi maksatlara yönelik yer altı su seviyesinin düşürülmesine ve/veya arazi yüzeyinde su birikmesinin önlenmesine yönelik projelerdir. Bu amaçla yapılan projelerin yapı sistemleri ise, drenaj kanalı ve taşkın kontrolü sistemleridir.
- 9) *Su Ürünlerinin Geliştirilmesi:* Ticari balıkçılık ve sudaki canlıların hayatlarını sürdürmek için geliştirilen projelerdir. Bu amaçlı projelerin yapı sistemleri ise balık üretme havuzları ve balık geçitleridir.
- 10) *Havza Düzenlemesi:* Proje yapılan akarsu havzasında yüzeysel akışı yavaşlatmak veya geciktirmek, bitki örtüsünü ve tarımsal şartları geliştirmek, mera kontrolünü sağlamak faaliyetlerine verilen addır. Bu amaçlı projelerin yapı sistemleri ise ağaçlandırma, taban eşikleri, birikinti bentleri, teraslama ve su kontrol yapılarıdır.

- 11) *Katı Madde Kontrolü:* Akarsu, hazne ve iletim kanalındaki katı madde birikmelerini önlemek ve azaltmak için yapılan işlemdir. Bu amaçla yapılan projelerin yapı sistemleri toprak ve su koruma önlemleri, yatak şev düzenleme, akarsu düzenleme sistemleri ve biriktirme tesisleridir.
- 12) *Jeotermal Suların Değerlendirilmesi:* Yeraltından çıkan sıcak sulardan hem ısınma hem de enerji üretme amacıyla yararlanma işlemidir. Bu amaçla yapılan projelerin yapı sistemleri ise iletim sistemleri, ısıtma sistemleri, havuz ve elektrik üretim sistemleridir.
- 13) *Kirlilik Kontrolü:* Su kaynaklarının kalitesini korumak, iyileştirmek, yağış sularını korumak, akarsuyun kendi kendine temizlenmesini sağlamak işlemlerine verilen addır. Kirlilik kontrolü amacıyla yapılan projelerin yapı sistemleri ise, su kalitesi gözlem istasyonları, yeraltı barajları, arıtma tesisleri, akarsu yatağı düzenlemeleri, çökeltim ve havalandırma sistemleridir.
- 14) *Tuzluluk Kontrolü:* Suyun tehlikeli derecede tuzlanması veya deniz suyunun kara içine doğru ilerlemesini önlemek için geliştirilen projelerdir. Bu tür projelerin yapı sistemleri ise drenaj kanalı, deniz setleri, kıyı korumaları ve tuzluluk giderme tesisleridir.
- 15) *Bölge Koşullarının İyileştirilmesi:* Soğuk ve kurak iklimlerin yumuşatılması, doğa güzelliklerinin korunması, arttırılması veya vurgulanması için geliştirilen projelerdir. Bu tip projelerin yapı sistemleri ise baraj, akarsu düzenlemesi, havza ağaçlandırma sistemleridir.

1.1.3.4. Dünyada Su Kaynakları Geliştirme Projeleri

Su, insan hayatının devamlılığı için en önemli temel ihtiyaç maddesi olarak kabul edilmektedir. İnsanlık tarihi boyunca hem avcı, toplayıcı toplumlar hem de yerleşik hayata geçen toplumlar için su her daim önemini koruyabilmiş, toplumlar suya sahip olabilmek için mücadele etmişlerdir. Önemli su kaynaklarının olduğu bölgelerde medeniyet doğmuştur. İnsanlık tarihi boyunca ilk önemli yerleşim merkezlerinin Nil Havzası, Fırat-Dicle Havzası, İndus Havzası ve Sarısu Nehri gibi büyük nehir havzalarının yakınlarında kurulduğu bilinmektedir. Bu şehirlerin suya olan ihtiyaçları zamanla artmıştır, bu ihtiyacı karşılamak üzere suyun depolanması, sürekli olarak

iletilmesi ve taşınması için çeşitli su yapıları (baraj, su kanalları, su kemerleri vb.) inşa edilmiştir. Yaklaşık 6.000 yıldır barajlar insan yaşamının bir parçası olmuş ve insan yaşamının devamlılığı için suyun depolanmasında ve iletilmesinde çok önemli bir yere kavuşmuştur. Çalışma kapsamında konu dağınıklığının önüne geçmek için Dünyada yer alan su yapılarından sadece antik çağda yapılanlar ele alınacaktır. Yerleşim merkezlerini akarsuların yaratacağı taşkınlardan korumak ve bu yerleşim merkezlerinin sulama ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamak amacıyla M.Ö 5700-2800 tarihleri arasında su akışını kontrol etmek için ilk çabalar, tarımsal sulama amacıyla Mezopotamya ve Mısır'da gerçekleştirilmiştir (Mays 2008: 471-473).

M.Ö 3000'lerde Ürdün'de sulama amaçlı küçük bir dere üzerine inşa edilen Jawa Barajı'nın ilk baraj olduğu düşünülmektedir (Abay ve Baykan 2015: 159). Eski Mısır'da Kral Menes tarafından başkent Memfis'in su ihtiyacını temin etmek amacıyla M.Ö. 2900 dolaylarında Nil Nehri'nden su çekilerek bir su toplama yapısının yapıldığı düşünülmektedir (Kunholathillath 2012: 18). Eski Mısır'daki Garawi vadisinde M.Ö 2600 civarında inşa edildiği düşünülen 12 m. yüksekliğindeki Sedd-el-Kefere Barajı, bir akarsu yatağı üzerinde inşa edilerek günümüze kadar kalıntıları ulaşan ilk büyük ölçekli baraj olarak kabul edilmektedir (Erol 1999: 1; Öziş, 2007: 24). Eski Mısır'daki en önemli su mühendisliği çabalarından biri, Temmuz-Eylül ayları arasındaki en yüksek taşkınını kontrol edilmesi, kurak sezonda Nil Nehri'nin düzenlenmesi ve arazilerin sulanması amacıyla Feyyum çöküntüsündeki yapay Moeris Gölü'nün ve gölü Nil Nehri'ne bağlayan 16 km uzunluğundaki kanalın yapımı olmuştur (Öziş, 2007: 24). Moeris Gölü ya da günümüzdeki adıyla Karun Gölü, günümüze kadar ulaşmış olsa da yüzey alanı küçülmüştür (Mohunta 2005: 62)

Mezopotamya; Sümer, Babil, Akad ve Elam gibi en eski ve büyük medeniyetlerin doğduğu ve geliştiği, Fırat ve Dicle nehirlerinin suladığı coğrafya olarak bilinmektedir. Sümerlerin sulama amaçlı olarak Ur ve Lagaş şehirlerinde sulama kanalları oluşturduğu anlaşılmaktadır. M.Ö 2100'e varan dönemlerde Babil ve Asur'da tarımsal sulama büyük ölçüde Fırat ve Dicle Nehirlerinden sağlanmıştır. Dicle Nehri üzerinde suyun yönünün değiştirilmesi amacıyla iki büyük kanal inşa edilmiş olup bu kanallardan biri, 250 km uzunluğundaki Nahrwan Kanalı ve diğeri de Dijail Kanalı'dır.

Mezopotamya’da Samarra kenti yakınlarında Dicle Nehri üzerinde inşa edilen Marduk (Nemrut) Barajı ile suyun çevrildiği ve sulama kanalları ile sulama şebekesinin kurulduğu bilinmektedir, Nemrud Barajı, M.Ö. 3000 ortalarında inşa edilmiş olup daha sonraki yüzyıllarda yıkılmıştır (Mays 2008: 475). Asurluların başkent Ninova’ya su temini amacıyla, M.Ö. 690 yıllarında Dicle’nin kolu olan Khosr ve Gomel ırmakları üstünde yaptırdığı Kayin, Ajilah, Bavian barajları ve Jervan su iletim hatları, bir havzadaki su kaynaklarının toplu geliştirilmesi açısından en eski örnekler arasında yer almaktadır (Öziş 2007: 25).

Suriye topraklarında antik ismi Orontes olan Asi Nehri üzerinde, Humus şehrinin su ihtiyacını karşılamak üzere M.Ö. 14 yüzyılda inşa edilen Katinah (Humus) Barajı, M.S. 3. yüzyılda Roma İmparatorluğu zamanında önemli bir onarımdan geçmiş ve günümüze kadar gelmiştir; Humus Barajı günümüze kadar işlerlik gösteren en eski baraj olarak kabul edilmektedir (Öziş 2007: 24). Lazkiye yakınındaki Rasşamra’da bulunan iki barajın M.Ö. 12. yüzyıldan kaldığı sanılmaktadır.

İran topraklarında, ilk sulama yapılarına İsfahan yakınlarındaki Sialak harabelerinde rastlanılmış olup, bu yapıların 6000 yıllık olduğu düşünülmektedir. Persepolis şehrinin su ihtiyacını karşılamak üzere Kur Nehri üzerinde M.Ö. 6. ve 5. Yüzyıllarda 3 adet baraj inşa edildiği bilinmektedir (Öziş 2007: 25). Pers hükümdarı Büyük Darius tarafından M.Ö. 5. yüzyılda inşa edilen ve sonrasında Sasaniler ve Romalılar tarafından geliştirilen Şuster Su Sistemi ile Şuster şehrinin ve diğer yerleşim merkezlerinin kullanma suyu ve tarım arazilerinin sulama suyu ihtiyacı karşılanmıştır. Şuster Su Sisteminde yer alan barajlar, su kanalları, yer altı su tünelleri, kemerler ve diğer su yapıları ile Karun Nehri’nin suları çevrilmiş ve yerleşim yerlerinin su ihtiyaçları karşılanmıştır. Şuster Su Sistemi, günümüze kadar ulaşmış olmakla beraber UNESCO’nun Dünya Miras Listesinde yer almaktadır (Jani v.dğr. 2015: 230-232).

Hindistan’da baraj inşaatlarının tarihi, Harappa Uygarlığı (M.Ö. 3300’den önce) öncesi dönemlere denk gelmektedir. Fakat bu barajların kalıntıları günümüze kadar ulaşmamıştır. Hindistan’da en eski barajın, Belucistan’daki Zerdüştler tarafından inşa

edildiği düşünülmektedir. Bu barajın yapımının işçilik ve mühendislikte üstün yetenek gerektirdiği tahmin edilmektedir (Kunholathillath 2012: 21).

Bugün Yemen olarak bilinen bölgede sulamanın, M.Ö. 4000'lere kadar dayandığı, M.Ö. 1000 itibarıyla gelişmiş sulama teknolojileri sayesinde beş ünlü eski devletin (Main, Saba, Qataban, Awsan ve Hadramawt) desteklendiği bilinmektedir. Saba şehrinin çevresindeki barajların en büyüğü olan Denne Nehri üzerindeki Marib Barajı'nın (Büyük Baraj) M.Ö 750'de veya M.Ö 1700'de yapıldığını belirten görüşler bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda, bu barajın 650 m uzunluğunda olduğu ve beş adet boşaltma kanalına sahip olduğu ve ayrıca bu rezervuara bağlı 14 sulama kanalı olduğu ifade edilmektedir. Ünlü Marib Barajı'nın yanı sıra gelişmiş sulama teknolojilerinin benzer şekilde Ma'in, Qataban, Awsan ve Hadramawt'ta, çöl kıyıları boyunca kullanıldığı ve Mahri Vadi'sindeki Awsan Krallığı tarafından toplanan taşkın sularının, büyük barajlar ile yönü değiştirilmiş ve onlarca metre boyundaki ana barajlara kanalize edildiği araştırmalar sonucunda bulunmuştur (Erol 1999: 2; Öziş 2007: 25)

1.1.3.5. Türkiye'de Su Kaynakları Geliştirme Projeleri

Anadolu toprakları, sahip olduğu önemli su kaynakları sayesinde medeniyetin beşiği olmuştur ve Anadolu topraklarında birçok uygarlık varlık göstermiştir. Tarihin başladığı ilk yerleşim merkezlerinden olan Göbeklitepe, Çayönü, Çatalhöyük Anadolu topraklarında yer almaktadır. Anadolu topraklarında İslamiyet öncesi hüküm süren büyük devletler sırası ile Hitit, Frig, Urartu, İyon, Roma, Bizans devletleridir. Bu devletler kurdukları şehirlerin su ihtiyaçlarını karşılamak için çeşitli su yapıları inşa etmişlerdir, bunlardan bir kısmı günümüze kadar gelmiştir.

Anadolu'daki en önemli uygarlıklardan birisi olan Hititler, kentlerini ve tapınaklarını yaşamsal önemi ve ayrıca dini önemi nedeniyle su kaynaklarının (En başta Kızılırmak Nehri ve kolları olmak üzere diğer nehirler, Beyşehir Gölü ve civarı) yakınlarına kurmuşlardır. Hititler başta başkent Hattuşaş olmak üzere, Alacahöyük, Kültepe, Karahöyük gibi yerleşim merkezlerine su temin etmek amacıyla çeşitli su biriktirme yapıları inşa etmişlerdir. İnşa edilen bu su biriktirme yapıları, Anadolu'daki

ilk su yapıları olarak kabul edilmektedir. Hititler zamanından kalan bu anıtsal su yapıları, hem su biriktirme özelliğine sahiptir aynı zamanda dini kült özelliği taşımaktadır. Bu su yapılarının en eskisi Kayseri ile Sivas arasındaki Uzunyayla Platosuna sulama suyunu temin eden Kayseri-Pınarbaşı-Karakuyu Bendidir (M.Ö. 13. yy.), Alacahöyük yerleşim merkezinin sulama suyu ve kullanma suyu ihtiyacını karşılayan Çorum-Gölpınar Barajı, başkent Hattuşaş'ın su ihtiyacını karşılayan Çorum/Boğazköy-Güneykale su toplama yapısı, Konya-Kadınhanı Köylütolu Barajı, Konya-Beyşehir Eflatunpınar Barajı ve Konya-Meram Hatip su kanalları, Hititler zamanının önemli su yapılarından sayılmaktadır. Bu su yapılarından Gölpınar Barajı sonraki yıllarda çeşitli onarımlarla günümüze kadar ulaşabilmiştir ve hala sulama amaçlı kullanılmaktadır (Baykan 2015: 147-149; Erol 1999:4-8; Bildirici 1994: 21-25; Baykan 2008; Öziş 2007: 26; Özsoy 2017: 496-499; Öztürk ve Baykuş 2014: 17-22).

Van Gölü çevresinde kurulan Urartular döneminde Van Gölü civarında başkent Tuşba olmak üzere çeşitli şehirler kurulmuştur. Urartu Kralı Menua tarafından başkent Tuşba'nın sulama suyu ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamak için 8. yüzyılda yaptırılan ve günümüze kadar gelen Şamran Kanalı, o dönemin en önemli su yapıları arasında gösterilmektedir. Van Gölü'nün kuzeyindeki Muradiye ovasını sulamak için Kral Menua tarafından yaptırılan Süphan Barajı, Kral II. Sardini tarafından Gürpınar ovasını sulamak için 8. yüzyılda yaptırılan sulama kanalları, Kral II. Ruşa tarafından Van Gölü'nün doğusundaki ovaları sulamak için 7. yüzyılda yaptırılan Keşiş Göl Barajı Urartular döneminden kalan diğer önemli su yapıları arasında yer almaktadır (Baykan 2015: 147-149; Bildirici 2008: 30-47; Erol 1999: 9-10;).

Anadolu'da Helenistik dönemde ve Roma döneminde şehirlerin su ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla inşa edilen su kemerleri, su kanalları, barajlar gibi su yapıları, o dönemlerin su mühendisliğinin ne kadar ileri derece olduğunun bir göstergesi olarak düşünülmektedir. Hierapolis, Tyana, Misis, Pergamon, Aspendos, Ephesus, Alabanda, Smyrna, Metropolis, Misis, Dara, Amasya ve diğer birçok şehrin su ihtiyacını karşılamak ve taşkın olaylarından korunmak için yapılan Tyana su kemerleri, Aspendos su tünelleri, Keramos su köprüleri, Ferhat su kanalı gibi su kemerleri ve su kanalları, Sebastopolis Seddesi, Bergama ve Nysa şehirlerindeki akarsu ıslah ve kapama yapıları

ve Samandağ Çevlik Titus Tüneli Helenistik ve Roma Döneminin en bilinen su yapıları arasında yer almaktadır (Acatay 2008: 189-191; Alkan ve Öziş 2008: 93-94; Baran ve Tütüncü 2008: 199-202; Baykan 2008: 53-60; Harmancıoğlu v.dğr. 2008: 161-164; Mesci ve Göztaş 2008: 89-90; Tanrıöver ve Baykan 2008: 120-122; Yaşar ve Tanrıöver 2008: 129-131).

Bizans döneminde başkent Constantinople (İstanbul) şehrinin su ihtiyacını karşılamak üzere MS 4. Yüzyıldan itibaren inşa edilen 242 km lik Vize Su Yolu, Halkalı ve Belgrad Ormanı civarından su getirmek amacıyla inşa edilen Mazul Kemer, Bozdoğan Kemer ve Karakemer gibi su kemerleri, Bizans döneminden kalan en önemli su yapılarındandır (Aysel 2008: 223; Baykan 2008: 52-54; Biçkici 2015: 276-278; Kozanoğlu 2013: 25-26). MS 3. yüzyıldan başlayarak MS 4. yüzyıla kadar uzanan bin yıllık zaman dilimi içinde İstanbul'da suyun depolanması, dinlendirilmesi ve taksimi için farklı boyutlarda yer altında yüzlerce sarnıç inşa edilmiştir, bu sarnıçlardan bazıları günümüze kadar ulaşmış olup Yerebatan Sarnıcı, Binbirdirek Sarnıcı, Zeyrek Sarnıcı en bilinenler arasında yer almaktadır (Güngör 2017: 42-46). Anadolu'da Laodekia, Tralles, Xanthos, Samsat, Amasya ve Dara gibi şehirlerin su ihtiyaçlarını karşılamak üzere daha önceki yüzyıllarda yapılan su yapıları Bizanslılar tarafından onarımdan geçirilerek su ihtiyacını temin etmek amacıyla tekrardan kullanılmıştır.

Anadolu'ya 1071 Malazgirt Savaşı sonrası Türkler yerleşmeye başlamış ve 1071 yılından Anadolu toprakları Türklerin vatanı olmuştur ve bu topraklarda sırasıyla Selçuklu Devletini, diğer Türk beyliklerini ve Osmanlı İmparatorluğunu kurmuşlardır. Türklerin ilk anavatanı olan Orta Asya'dan beri su her daim önemini korumuş, kutsal bir varlık olarak kabul edilmiştir, Türkler bu özelliklerini Anadolu topraklarında da korumuş ve suya hep önem vermişler ve suyun her damlasını kullanabilmek için su yapıları inşa etmişlerdir. Selçuklu Devleti ve diğer beylikler döneminde başkent Konya olmak üzere Alaiye, Sinop, Diyarbakır, Beyşehir, Van, Erzurum, Hasankeyf olmak üzere birçok şehrin su ihtiyacını karşılamak üzere yeni su depolama tesisleri ve su kanalları ve kemerleri inşa edilmiş ve ayrıca eski medeniyetlerden kalan su yapıları onarımdan geçirilerek ve geliştirilerek kullanılmıştır. Selçuklular ve Türk beylikleri döneminden kalan su yapıları arasında Konya-Merem Sahip Ata su kanalları, Van Faruk

Barajı, Çermik su kanalları örnek olarak verilebilmektedir (Arısoy 2008: 63-64; Kozanoğlu 2013: 88-99; Özerdem ve Diken 2011: 103; Öziş ve arkadaşları 2008: 556).

13. Yüzyılın sonlarında kurulan ve 1923 yılına kadar varlığını sürdüren Osmanlı Devleti, hüküm sürdüğü başta Anadolu olmak üzere tüm coğrafyalarda suyun depolanması ve iletilmesine yönelik su yapıları inşa etmişlerdir. Osmanlı Devleti'nin ilk zamanlarında Anadolu'daki şehirlerin su ihtiyacını karşılamak için daha önceleri inşa edilen su yapıları kullanılmakla beraber inşa edilen önemli su yapıları bulunmamaktadır. 1453 yılında İstanbul'un fethinden sonra genişleyen sınırlar ve artan nüfusun su ihtiyacını karşılamak üzere Roma ve Bizans döneminden kalan su kemerleri onarımdan geçirilmiş, ayrıca 15. yüzyılın sonlarından itibaren Anadolu'da önemli su yapıları (su kemerleri, su kanalları, çeşmeler) inşa edilmeye başlanmıştır. Mimar Sinan tarafından yapılan Edirne'ye ve İstanbul'a su getirmeyi amaçlayan Taşlı Müsellim, Süleymaniye, Kırkçeşme su yolları (kemer+kanal sistemleri) 16. Yüzyılda yapılan özellikle en önemli su yapıları arasında gösterilmektedir. 16. Yüzyılın ortalarına doğru Edirne'ye su getirmek amacıyla yapılan 45 km uzunluğundaki ve uzunlukları 20 m ile 105 m arasında değişen 12 adet su kemerine sahip olan Taşlı Müsellim suyolları, zaman içinde onarımlar geçirmiştir ve hala günümüzde büyük oranda kullanılmaktadır. Süleymaniye iletim sistemi 50 km uzunlukta olup Romalılardan kalan ve onarımdan geçirilerek tekrardan kullanılan Bozdoğan Kemer ve Mazul Kemer gibi su kemerleri ile yeni inşa edilen Avasköy Kemer gibi yeni su kemerlerinden oluşmaktadır. Kırkçeşme su yolları, Alibey ve Kağıthane derelerinin sularının Eğrikapı'ya ve oradan şehre iletilmesi için inşa edilen ve günümüzde de kullanımda olan Mağlova Kemer, Güzelce Kemer, Eğri Kemer gibi 33 adet su kemerinden ve 55 km uzunluğundaki su yollarından oluşmaktadır. 17. Yüzyıldan itibaren 19. Yüzyılın başına kadar çeşitli dönemlerde (Sultan 1. Ahmet, Köprülüler, 3. Osman dönemi vb.) bu su kemerlerine ilaveler yapılmış veya mevcutlar onarımdan geçirilmiştir. 1732 yılında 1. Mahmut tarafından İstanbul'un su ihtiyacını gidermek için Büyükdere Kemer ve Bahçeköy Kemer ile çeşitli iletim hatları inşa edilerek Taksim su yolları oluşturulmuştur. Suyun toplandığı sahalarda kış yağışlarını depolamak için çeşitli bentler 17. inşa edilmiştir, Kırkçeşme su sistemini desteklemek için Karanlık Bent (Sultan 2. Osman, 1620), Büyük Bent (3. Ahmet, 1723), Ayvad Bendi (3. Mustafa, 1765) ve Kirazlı Bent (2.

Mahmut, 1818), Taksim su sistemini desteklemek için Topuzlu (1. Mahmut, 1750), Valide (3. Selim, 1796), Yeni (2. Mahmut, 1839) inşa edilmiştir (Arısoy 2008: 62-70; Aysel 2008: 223-226; Gülmez ve Aysel 2008: 229-230; Kozanoğlu 2013: 34-50; Öziş ve arkadaşları 2008: 556-559;).

Osmanlı Devleti'nde su kaynaklarının yönetimi ile ilgili olarak 1854 yılına kadar kaynakların tespiti, çıkarılması ve işletilmesi Su Nezareti'nin, bakımı ve tamirleri Evkaf Nezareti'nin sorumluluğundaydı. 1854 yılında belediye teşkilatlarının oluşturulmasından sonra 1876 yılındaki nizamnameden sonra Su Nezareti'nin yetkileri belediyelere devredilmiştir, 1907 yılına kadar bu şekilde devam etmiş sonra yeniden su işleri Evkaf Nezareti'ne devredilmiştir.

Osmanlı döneminde şehirlerin artan su ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla 1868 yılında Sultan Abdülaziz tarafından, Islahat Fermanı'nın da etkisiyle, çeşitli imtiyazlar verilerek Terkos Su Şirketi, Üsküdar-Kadıköy Su Şirketi, İzmir Su Şirketi gibi imtiyaz sahipli şirketler kurulmuştur (Akıllı, 2012: 17). Bu şirketlerden İstanbul'da faaliyet gösterenleri, 1883'te Terkos gölü yanında terfi merkezi inşa ederek ve 1888'te gölü yükselterek, 1893'te Elmalı deresi üzerine Elmalı-1 barajını inşa ederek şehrin uzun vadeli su ihtiyaçlarını karşılamışlardır. Bu şirketler Cumhuriyet'in ilk yıllarına kadar varlıklarını sürdürmüştür.

Osmanlı döneminde sulamayla ilgili bazı hizmetleri yürütmek üzere 1838 yılında Mustafa Reşit Paşa'nın Dışişleri Bakanlığı zamanında bu Bakanlığa bağlı olarak çalışan "Ziraat ve Sanayi Meclisi" teşkilatı oluşturulmuş ve tarımın, sanayinin ve ticaretin geliştirilmesini üstlenen Meclis-i Umûr-ı Nafia, Ziraat Meclisi ve 1863 yılında Meclis-i Meabir içinde kurulan Ziraat Fırkası takip etmiştir (Keskin, 2010: 89). Osmanlı Devletinin en önemli sulama projelerinden birisi olan Konya Ovası Sulama Projesi ile Konya Ovası'nda 33.000 ha tarım arazisinin sulanması hedeflenmiştir. Proje kapsamındaki Beyşehir Regülatörü ve diğer su yapıları, Alman bir şirket tarafından 1908-1914 yılları arasında inşa edilmiştir, Beyşehir Regülatörü, günümüzde halen kullanılmaktadır (Bildirici 1994: 90-100; Muşmal 2015: 363-368; Özgencil 2012: 78; Yılmaz 2016: 480-490).

Osmanlı döneminde 19. yüzyılda nehirlerin ıslahı ve üzerlerinde taşımacılık faaliyetlerini gerçekleştirmek gayesiyle batının teknik bilgi ve teknolojik yeterliliklerinden faydalanma yolunda girişimler bulunmaktadır. Anadolu’da bulunan nehirlerin su taşıma kabiliyetlerinin tespiti, yatakları boyunca izledikleri güzergâhın koşullarının öğrenilmesi ve bu nehirlerin hem ticari hem zirai açıdan değerlendirilmesine yönelik teknik çalışmalar yapılmıştır. Örnek olarak, Seyhan ve Ceyhan nehirlerinde taşımacılık yapılabilmesi için imkânlar araştırılmıştır. 19. Yüzyılın teknolojik olanakları çerçevesinde nehir ve derelerinin tarım arazilerine vermiş olduğu zararları ortadan kaldırmak için önlemler alma girişimlerinde bulunmuştur. Örnek olarak, Gediz nehrinin yarattığı taşkınların önüne geçmek ve Gediz nehrini ulaşılabilir hale getirmek için çeşitli girişimlerde bulunulmuş ve nehrin yatağı değiştirilmiştir (Küçük 2015: 49-50; Çelik 2005: 113-116).

Ülkemizde su işlerinin örgütlü bir şekilde ve sürekli olarak ele alınması 1914 yılında Nafia Nezareti’nin yeniden yapılanması ile oluşturulan “Umur-u Nafia Müdüriyet-i Umumiyesi”nin (Bayındırlık İşleri Genel Müdürlüğü) kurulmasıyla başlar. Bu Genel Müdürlüğün görevleri arasında sulama, kurutma, taşkın koruma, nehir ulaşımı, su biriktirme ve dağıtımını önemli bir yer almaktadır (Tuna, 2012: 167). Ankara’da TBMM açılması ile 2 Mayıs 1920 tarihinde Nafia Vekaleti kurulmuştur. 1920’li yılların başında yaşanan kuraklık ve kıtlıktan dolayı su kaynaklarının yönetimi ile ilgili yeni adımlar atılmasını gerektirmiştir.

Modern Türkiye için baraj yapımı, sulama, hidroelektrik enerji üretimi ve aynı zamanda büyük şehirlerdeki nüfusun içme suyu temini için de bir zorunluluk arz etmekteydi. Cumhuriyet’in ilanından sonra 1925 yılında “Su idarelerinin taksimat teşkilat ve vezaifi hakkında talimat” ile Nafia Müdüriyeti Umumiyesine bağlı Sular Fen Heyeti Müdürlüğü kurulmuş ve Türkiye 12 daireye bölünmüştür. Başlangıçta 12 vilayet merkezinde yerleşik bu idareler sınırlı teknik güçleri ile kendi bölgelerindeki taşkın önleme, bataklıkları kurutma (verem savaş faaliyetine paralel olarak) ve sulama gibi konularda çalışmalara başlamışlardır (Acar 2012: 99; Üzen ve Çetin 2012: 285).

1926 yılında su kaynakları yönetimi ile ilgili olarak 831 sayılı kanun çıkarılmış olup, suların tedarik ve idaresi belediye teşkilatı olan mahallerde belediyelere verilmiştir. 1930 yılında ortaya konulan Türkiye’de tüm hukuki kriterlere sahip gerçek anlamdaki belediyelerin ortaya çıkmasını sağlayan 1580 sayılı yasa ile su yönetimi hakkında belediyelere geniş görev, yetki ve sorumluluklar verilmiştir (Aküzüm v.dğr. 2010: 69). Belediyelerin içme suyu, kanalizasyon ve kullanma suyu temini için gerekli tesislerin yapılmasında belediyelere mali ve teknik destek sağlamak amacıyla 1933 yılında yardım amacıyla Belediyeler Bankası (İller Bankası) kurulmuştur, 1935 yılında ise Belediyeler İmar Heyeti oluşturulmuştur (Acar 2012: 99).

Su kaynaklarının yönetimi ile ilgili olarak 1934 yılında “Sular Umum Müdürlüğü”, kurulmuştur ve bu Umum Müdürlük 1939 yılında “Su İşleri Reisliği”ne dönüştürülmüştür. 1935 yılında ülkedeki nehirlerden enerji üretim imkânlarını tespit ederek halkın hizmetine sunmak amacıyla Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE), diğer imkânlarla elektrik enerjisi üretmek ve dağıtımını yapmak amacıyla Etibank kurulmuştur, 1935 yılından sonra Seyhan, Kızılırmak, Fırat gibi nehirlerde enerji üretimine yönelik etütler yapılmıştır (Yurtoğlu 2018: 234 - 235). 1930’lı yıllardan 1950’li yıllara kadar illerin içme suyu ve sulama suyu ihtiyacını temin etmek ve taşkın zararlarından korunmak amacıyla Çubuk I Barajı -Ankara (1936), Gölbaşı Barajı – Bursa (1938), Gebere Barajı – Niğde (1941), Sihke Barajı – Van (1948), Porsuk Barajı – Eskişehir (1949) ve Emiralem, Gümenek, Adala, Feslek, Seyhan regülatörleri inşa edilmiştir, ayrıca Işıklı, Eymir, Gölcük gibi doğal göllerin düzenlemeleri yapılmıştır (Çanak 2015: 316; Köle 2014: 73; Özgen ve Büyüktolu 2016: 91-100; Üzen ve Çetin 2012: 285). Enerji üretmek amacıyla ilk olarak Trabzon’da 1928 yılında Işıklar Hidroelektrik Santrali inşa edilmiş, daha sonrasında 1950’li yıllara kadar önemli bir HES yapılmamıştır. 1950 yıllarına gelindiğinde ülkemizde elektrik enerjisi toplam kurulu gücü 408 MW’a, bunun içerisinde hidroelektrik enerjisi kurulu gücü 18 MW’a ulaşmıştır, toplam üretimde hidroelektrik enerjisinin payı %4,4’de kalmıştır (Dinçer v.dğr. 2017: 557).

1943 yılında yürürlüğe giren 4373 sayılı “Taşkın Sulara ve Su Baskınlarına Karşı Korunma Kanunu” ve 1950 yılında yürürlüğe giren 5516 sayılı “Bataklıkların

Kurulması ve Bundan Elde Edilecek Topraklar Hakkında Kanun” ve diğer ilgili mevzuat ile çok amaçlı projelerin gündeme gelmiştir. Çok amaçlı projelerin gündeme gelmesi sonucunda 18.12.1953 tarihinde kabul edilen ve 28.02.1954 tarihinde yürürlüğe giren 6200 sayılı kanun ile Bayındırlık Vekâleti'ne bağlı, katma bütçeli, tüzel kişiliğe sahip Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü (DSİ) kurulmuştur. Bu kanuna göre, DSİ yeraltı ve yerüstü sularının tek ve çok amaçlı kullanımı, taşkın kontrolü, bataklıkların ıslah edilmesi, baraj ve hidroelektrik santrallerin planlanması, projelendirilmesi, inşa edilmesi ve yönetiminden sorumlu bir kuruluştur (Üzen ve Çetin 2012: 285; Yalçın ve Eken 2006: 252; Yurtoğlu 2018: 255). Kırsal kalkınma hamlesini gerçekleştirme odaklı politik yaklaşımlar ve devletçilik temelli iktisat politikası ile su kaynakları yönetiminde karar verici ve uygulayıcı temel aktör olarak Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) 1954 yılından itibaren etkin bir şekilde rol almaya başlamıştır (Köle 2014: 75).

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra kırdan kente doğru yaşanan yoğun göç dalgasından dolayı kentlerde çarpık yapılaşma yaşanmış, suya olan ihtiyacı yönetmek ve yürütmek zorlaşmıştır. İller Bankası, Etibank, EİE ve DSİ tarafından 1950-1969 yılları arasında kalkınma politikaları kapsamında yerli kaynak ve işgücü kullanılarak sulama, içme suyu temini, enerji üretimi veya taşkın kontrolü maksadı içeren birçok baraj inşa edilmiştir. Bu dönemde inşa edilen barajlar arasında Seyhan (1956), Sarıyar (1956), Kemer (1958), Hirfanlı (1959), Demirköprü (1960), Çubuk 2 (1964), Almus (1966), Kesikköprü (1966), Kurtboğazı (1967) gibi önemli barajlar yer almaktadır (Üzen ve Çetin, 2012; 286; Yurtoğlu, 2018: 240-247). 1968 yılında yürürlüğe giren “Ankara, İstanbul ve Nüfusu Yüzbinden Yukarı Olan Şehirlerde İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temini Hakkında Kanun”u kapsamında büyük şehirlerin su ihtiyaçlarının karşılamak için İstanbul’da Ömerli (1972) ve Alibeyköy (1972) ve Büyükçekmece (1983), Darlık (1988) ve Sazlıdere (1996) gibi barajlar yapılmıştır (Akbaş 2005: 16-17).

Fırat ve Dicle nehirlerinin sularından çeşitli amaçlara yönelik yararlanmak üzere ortaya koyulan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP), Türkiye'nin en önemli entegre kalkınma projelerden biridir. GAP, Gaziantep, Kilis, Adıyaman, Diyarbakır, Şanlıurfa, Mardin, Şırnak, Batman, Siirt illerini kapsamaktadır. GAP kapsamında 22 baraj, 19 HES inşa edilmesi ile toplam 1,06 milyon ha sulama faydası ve yıllık 27 milyar kwh

enerji faydası elde etmek ve bölgenin tarım, enerji, alt yapı, konut, sanayi, eğitim, ulaşım yönünden kalkınması amaçlanmaktadır. GAP'ın temelleri, 1930'lı yıllarda Fırat nehri üzerinde yapılan akım ölçümleri ile beraber 1962 yılında Aşağı Fırat Planlama Amirliği'nin kurulması ile atılmıştır. GAP kapsamında Fırat Nehri üzerinde yer alan önemli projeler ise şöyledir; Keban Barajı ve HES Projesi (en büyük üçüncü hidroelektrik santral) 1966-1974 yılları arasında inşa edilmiştir, Keban'ın bitirilmesine müteakip Karkaya Barajı ve HES Projesi (en büyük ikinci hidroelektrik santral) 1976-1987 yılları arasında inşa edilmiştir, Türkiye'nin ve Avrupa'nın en büyük barajı Atatürk Barajı ve HES Projesi 1983-1992 yılları arasında inşa edilmiştir, Fırat Nehri üzerindeki Birecik Barajı ve HES Projesi 1993-2000 yılları arasında, Karkamış Barajı ve HES Projesi 1996-2000 yılları arasında inşa edilmiştir. GAP kapsamında Dicle Nehri üzerinde yer alan önemli projeler ise şöyledir; Kralkızı Barajı ve HES Projesi 1985-1997 yılları arasında, Batman Barajı ve HES Projesi 1986-1999 yılları arasında inşa edilmiştir, Ilısu Barajı ve HES Projesi (4. en büyük hidroelektrik santral) bitme aşamasındadır, Silvan Barajı ve HES Projesi ise inşa aşamasındadır (Üzen ve Çetin 2012: 286-287; Anonim 2019: 63-65).

1970'lerin sonları ve 1980'lerin başlarını içeren yıllarda, su kaynaklarının önemli ölçüde etkilendiği küresel çevre kirlilikleri baş göstermiş ve su kaynaklarını daha da sınırlı hale getirmeye başlamıştır. Kentleşme, sanayileşme ve nüfus artışına bağlı olarak su kullanımında artış, gelişen tarımsal faaliyetlerle birlikte kimyasalların kullanılması, evsel ve endüstriyel atıkların artması ve çeşitlenmesi bu kirlenmede önemli etkenler olmuşlardır. Bu nedenlerden dolayı kısıtlı olan su kaynaklarının etkin şekilde kullanımı ve optimizasyon yaklaşımı geçerlilik kazanmaya başlamış ve bütüncül projeler üzerinde çalışılmaya başlanmıştır. 1990'lı yılların ortalarından itibaren günümüze kadar Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) yanında Konya Ovası Projesi (KOP), Zonguldak-Bartın-Karabük Bölgesel Gelişme Projesi (ZBK), Doğu Karadeniz Projesi (DOKAP) ve Doğu Anadolu Projesi (DAP), Yeşilirmak Havza Gelişimi Projesi (YHGP) ve Trakya Gelişim Projesi (TRAGEP) gibi bölgesel entegre kalkınma projeleri hayata geçirilmektedir (Kayasü ve Eldeniz 2013: 58). DOKAP kapsamında yer alan enerji projelerinden Deriner Barajı ve HES Projesi (Türkiye'nin en yüksek barajı) 2012 yılında işletmeye alınmış iken Yusufeli Barajı ve HES Projesi'nde inşaat çalışmalarına

devam edilmektedir, ayrıca Trabzon, Artvin ve diğer illerin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamak için irili ufaklı çeşitli depolama tesisleri, isale hatları ve arıtma tesisleri yapılmaktadır. KOP kapsamında yer alan Ermenek Barajı, Türkiye'nin sayılı enerji projelerinden biri olmakla beraber ayrıca Mavi Tünel, Bağbaşı Barajı ve Afşar Hadimi Barajı projeleri ile Konya'nın içme ve kullanma suyu, sulama suyu ihtiyacı karşılanmaktadır. DAP kapsamında bölge illerindeki sulama imkânlarını arttırmak amacıyla Erzurum Daphan Projesi, Erzurum Palandöken Projesi, Ağrı Yazıcı Projesi, Malatya Kuruçay Projesi, Malatya Yoncalı Projesi gibi projelerde çalışmalara devam edilmektedir, ayrıca Elazığ, Van, Malatya, Erzincan gibi illerin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamak amacıyla çeşitli depolama tesisi ve arıtma tesisi projelerine devam edilmektedir. ZBK kapsamında ise havzadaki nehirlerin yaratabileceği taşkın zararlarını önlemek ve içme ve kullanma suyu temin etmek amacıyla çeşitli baraj ve taşkın kontrolü tesisi projelerine devam edilmektedir. YHGP kapsamında ise Yeşilirmak Nehri havzasındaki yaşanılabilir taşkın zararlarını önlemek amacıyla çeşitli taşkın kontrolü projelerine devam edilmektedir. TRAGEP kapsamında ise sulama imkanlarını arttırmak amacıyla depolama tesisleri, içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamak amacıyla arıtma tesisleri projeleri ve çeşitli dere ıslah projelerine devam edilmektedir (Görmüş ve Artar, 2010: 75-78; Güvercin ve Uzunöz 2019: 777-779; Sarıca 2004: 207-213; Süme v.dğr. 2017: 4; Anonim 2019: 66-68).

Türkiye'nin yüz ölçümü 78 milyon hektar olup, bu alanın yaklaşık üçte birini oluşturan 24 milyon hektarı ekilebilir tarım yapılan arazidir. Yapılan etütlere göre; mevcut su potansiyeli ile teknik ve ekonomik olarak sulanabilecek arazi miktarı 8,5 milyon hektar olarak hesaplanmıştır. Ülkemizde yarı kurak iklim özelliklerine sahip olup yağış rejimi, iklim özelliklerine bağlı olarak bölgesel farklılık göstermektedir. Ülkemizdeki toplam yıllık su akış miktarı 185 milyar m³ civarındadır, teknik ve ekonomik şartlar çerçevesinde, çeşitli maksatlara yönelik olarak yıllık tüketilebilecek yerüstü suyu potansiyeli 94 milyar m³, yeraltı su potansiyeli 18 milyar m³, toplamda 112 milyar m³'tür. Toplam su potansiyelinin 54 milyar m³'ü kullanılmaktadır, 40 milyar m³'ü (%74) sulama suyu olarak, 7 milyar m³'ü (%13) içme suyu ve kullanma suyu olarak, 7 milyar m³'ü sanayi suyu olarak kullanılmaktadır. Türkiye'nin nüfusu 2019 yılı itibariyle TÜİK tarafından 82.003.882 kişi olarak açıklanmıştır. Ülkemizde kişi başına

düşen yıllık su miktarı 2000 yılında 1 652 m³ iken, 2009 yılında 1 544 m³ olmuş, 2019 yılında ise 1 366 m³'e düşmüştür. Türkiye, kişi başına kullanılabilir su potansiyeline bakıldığında, su kısıtı (azlığı) yaşayan ülkeler arasında yer almaktadır. Bu nedenle suyun tasarruflu ve optimum bir şekilde kullanılması önem arz etmektedir ve su depolamalı tesisler yapılarak su kaynakları potansiyelinin değerlendirilerek çok maksatlı bir şekilde kullanılması gerekmektedir (Anonim, 2019: 44-46). Bu bağlamda Ülkemizde Cumhuriyetimizin kurulduğu 1923 yılından 2018 yılı sonuna kadar inşa edilen 839 adet baraj, 652 adet hidroelektrik santral, 575 adet gölet ve bent, 9.800 adet taşkın kontrol tesisi, 3.036 adet sulama tesisi, 320 adet içme suyu temini tesisi ve 17 adet atık su tesisi ile 6,6 milyon ha tarım arazisi sulamaya açılmıştır, yıllık 100 milyar kwh enerji üretilmektedir, 43 milyon nüfusa standartlara uygun kalitede yıllık 4,04 milyar m³ ilave içme, kullanma ve endüstri suyu temin edilmektedir (Anonim, 2019: 38).

II. BÖLÜM

2. PROJE DEĞERLENDİRME TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASINA YÖNELİK UYGULAMA

2.1. Kamu Sektörü Projelerinde Ekonomik Analiz

Ülkemizin su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi ve ülke kalkınmasına katkıda bulunmak amacıyla kamu sektörü tarafından yürütülen su kaynakları geliştirme projelerinde; fizibilite çalışmaları aşamasında projenin teknik ve ekonomik yönlerden hassas bir şekilde analiz edilerek projenin teknik ve ekonomik yapılabilirliğinin ortaya koyulması ve öncelik sırasının belirlenmesi önem taşımaktadır. Mühendislik disiplini genelde teknik kısmı ile ilgilenirken, işletmecilik disiplini ise ekonomik yapılabilirlik kısmı ile ilgilenmektedir. Projenin gerçekleşmesi halinde sağlanacak faydaların proje için gerekli maliyetlerden fazla olmasına ekonomik yapılabilirlik denir. Ekonomik yapılabilirlikle en ekonomik projenin seçilebilmesi için çeşitli alternatiflerin göz önüne alınması gerekir. Ekonomik analizde çeşitli çözüm alternatiflerinin ortaya konması, alternatiflerin karşılaştırılması ve en uygun alternatifin seçilmesi gerekir. Ekonomik analizde alternatifler karşılaştırılırken ilk olarak fayda-maliyet farkını maksimize etmeye çalışan amaç fonksiyonunu gerçekleştirebilecek bütün alternatifler dikkate alınmalı, sonrasında ise para ile ölçülebilir şekilde ortaya koyulan fayda ve maliyet karşılaştırmalarında her alternatif için aynı faiz oranı, aynı analiz periyodu, aynı birim fiyatlar kullanılmalıdır.

Tek amaçlı projenin ekonomik analizi yapılırken her alternatif için şu işlemlerin yapılması gerekmektedir, ilk olarak projenin tanıtılması, sonrasında ilk yatırım miktarının belirlenmesi, yıllık masrafların belirlenmesi, sağlanacak ana faydaların

hesaplanması, sonrasında fayda ve maliyetlerin uygun bir metotla karşılaştırılması gerekmektedir. Çok amaçlı projelerde ekonomik analizi yapabilmek için toplam maliyetin (yatırım maliyeti+yıllık maliyetler) proje amaçlarına göre dağıtımının yapılması gerekmektedir. Çok amaçlı bir projede iki husus göz önüne alınmalıdır; bütün projenin faydaları, maliyetlerden fazla olmalıdır ve yeni bir amacın projeye eklenmesinden doğabilecek maliyetin (ayrılabilir maliyet), bu amaçtan doğacak faydayı aşmaması gerekmektedir.

2.1.1. Su Kaynakları Geliştirme Projelerinde Fayda/Maliyet

Projelerde ekonomik analiz çalışmalarının yapılabilmesi için proje ile ilgili fayda (gelir) ve maliyet (gider) hesaplamalarının yapılması gerekmektedir. Fayda/maliyet hesaplamaları yapılmadan önce, proje maksatlarının ortaya koyulması, proje sahasındaki mevcut su potansiyelinin (yer üstü ve yer altı) belirlenmesi, eğer sulama maksatlı ise sulama sahası ile ilgili arazi etüt çalışmalarının yapılması ve teknik çalışmalar ve analizler ile mevcut su potansiyeli ile sulanılacak alan miktarının ortaya koyulması, eğer enerji üretimi maksatlı ise enerji üretimi ile ilgili teknik çalışmalara göre üretilebilecek enerji miktarının ortaya koyulması, eğer içme suyu temini maksatlı bir proje ise içme suyu sağlanabilecek nüfus miktarının ve birim su maliyetlerinin ortaya koyulması gerekmektedir.

Ülkemizde su kullanımı en yoğun şekilde tarım sektöründe ve sulama amacıyla olmaktadır. Bu nedenle bu çalışma kapsamında sulama projeleri ele alınmış ve fayda ve maliyet hesaplamaları sulama projeleri üzerinden yapılmıştır.

2.1.1.1. Su Kaynakları Geliştirme Projelerinde Faydanın Hesaplanması

Sulama maksadı taşıyan bir projede, proje faydası hesaplanmadan önce proje geliştirilmeden önceki durum ve projeli durum olarak ayırım yapılarak üretim geliri ve üretim gideri verilerinin hesaplanması gerekmektedir.

Proje Geliştirilmeden Önceki Durum;

- Sulama sahasında arazi etüt çalışmaları ve anket çalışmaları yapılarak proje geliştirilmeden önce sulama sahasındaki tarım arazilerine ait mülkiyet durumları (tarımsal işletme sayısı, tarımsal işletmelere ait mülk arazi genişlikleri ve dağılımları, tarımsal işletmelerin işletme biçimleri) ortaya koyulmalıdır.
- Sulama sahasında arazi etüt çalışmaları ve anket çalışmaları yapılarak proje geliştirilmeden önce sulama sahasında yetiştirilen ürün çeşitleri (bitki deseni) ve dağılımları ortaya koyulmalıdır.
- Geçmiş yıllara ait verilerden yararlanılarak bitkilerin dekar başına verimleri hesaplanmalıdır, her ürün için dekar başına verim ve birim fiyat değerlerinden yararlanılarak her ürün için dekara üretim değerleri ve toplam ürün değerleri hesaplanmalıdır, ayrıca ürünlerin dekara üretim değerleri ve ekiliş oranından yararlanılarak tartılı ortalama ile dekara düşen tarımsal üretim değeri (Proje geliştirilmeden önceki değer) hesaplanmalıdır.
- Proje sahasındaki her ürün için dekar başına üretim girdileri detaylı olarak ayrı ayrı hesaplanmalıdır, sonrasında ise tartılı ortalama ile dekara düşen tarımsal üretim gideri (Proje geliştirilmeden önceki değer) hesaplanmalıdır.
- Proje sahasında proje geliştirilmeden önceki dekara düşen tarımsal üretim değerinden dekara düşen tarımsal üretim gideri düşülerek dekar başına ulusal tarım geliri hesaplanmalıdır.

Projeli Durumda

- Projeli durumdaki bitki deseninin nasıl olacağı, objektif veriler (proje alanındaki ekolojik koşullar, mevcut tarım politikaları, yöredeki tarımsal işletmelerin ortalama genişliği, pazar olanakları, yöredeki çiftçilerin tarımsal üretim eğilim ve deneyimleri, halen sulanmakta olan yakın alanların tarımsal yapıları, ekim yöntemleri – münavebe sistemi) ve subjektif veriler (yöredeki tarımsal faaliyetler ile ilgilenen kamu sektöründeki ve özel sektördeki kuruluşların görüşleri, etüt çalışmalarında yer alan teknik personelin kişisel görüşleri) ele alınarak ortaya konulmalıdır.

- Projeli durumdaki bitki deseni belirlendikten sonra, benzer yörelerdeki proje geliştirildikten sonra oluşan bitki verim miktarları esas alınarak bitki desenindeki her ürün için dekar başına üretim değeri ve ekiliş oranından yararlanılarak tartılı ortalama ile dekara düşen tarımsal üretim değeri hesaplanmalıdır.
- Projeli durumdan önceki ve projeli durumdaki bitki ekiliş oranı, dekar başına tartılı ortalama üretim değeri verilerinden, her bitki için gelişme yılı ve gelişme periyodu katsayısı verilerinden yararlanılarak proje sahası için gelişme periyodu katsayısı ortaya konulmalıdır.
- Projeli durumda belirlenen bitki desenindeki her ürün için dekar başına üretim gideri ve proje sahası için tartılı ortalama ile dekar başına üretim gideri hesaplanmalıdır.
- Projeli durumda hesaplanan dekar başına üretim gelirinden, dekar başına üretim giderinin çıkarılmasıyla projeli durumda dekar başına ulusal tarım geliri ortaya konulmalıdır.

Proje Öncesi Durumun ve Projeli Durumun Karşılaştırılması:

- Projeli durumda hesaplanan dekar başına ulusal tarım geliri, proje öncesi durumda hesaplanan dekar başına ulusal tarım geliri ve gelişme periyodu katsayısı verilerinden yararlanılarak dekar başına ulusal tarım geliri artışı hesaplanmalıdır.
- Proje öncesi durumda dekar başına ulusal tarım geliri ve brüt proje sahası verilerinden yararlanılarak proje öncesi ulusal tarım geliri, projeli durumda dekar başına ulusal tarım geliri ve net proje sahası verilerinden yararlanılarak projeli durumdaki ulusal tarım geliri hesaplanmalıdır.
- Projeli durumdaki ulusal tarım geliri, proje öncesi durumdaki ulusal tarım geliri ve gelişme periyodu katsayısı verilerinden yararlanılarak proje ile elde edilen yıllık ulusal tarım geliri artışı hesaplanmalıdır. Hesaplanan bu veri projenin yıllık faydası olarak ele alınmalıdır.

2.1.1.2. Su Kaynakları Geliştirme Projelerinde Giderlerin Hesaplanması

Çeşitli girdilerden ve üretim faktörlerinden yararlanılarak belirli prosesler sonucunda üretilen/inşa edilen bir ürünün/yapının/hizmetin üretim/oluşturma maliyetleri hesaplanırken tüm üretim faktörlerine ait maliyetlerin teker teker ortaya koyulması gerekmektedir. Su kaynakları projelerinde toplam giderler/masraflar, yatırım masrafları ile yapılan yatırıma ait işletme, bakım ve yenileme masraflarından oluşmaktadır.

Sulama projelerinde giderleri hesaplarken, projedeki tesislerin, tesislere ait ünitelerin yapım giderlerinin ve tesisler için yapılan kamulaştırma giderlerinin hepsi ayrı ayrı hesaplanmakta ve proje gideri ortaya koyulmaktadır.

Yatırım Giderlerinin Hesaplanması

Su kaynakları geliştirme projelerinden olan baraj/gölet gibi depolamalı tesislere ait yatırım gideri/harcaması, tesisin işletmeye açıldığı tarihteki toplam yatırım miktarını (I_0) göstermektedir. Yatırım harcaması doğrudan ve dolaylı giderlerin toplamından oluşmaktadır. Su kaynakları geliştirme projelerinde doğrudan giderler, yani keşif bedeli, proje ünitelerine ait inşaat işleri, alt yapı işleri, malzeme kamulaştırma işlemleri, diğer işler (şantiye kurulum işleri ve taşıma işlemleri gibi) iş kalemlerinin toplamından oluşmaktadır. Su kaynakları geliştirme projelerinde dolaylı giderler ise söz konusu proje ile ilgili beklenmeyen giderler, projeye ait etüt, proje ve mühendislik giderleri ile projenin inşaat süresindeki faiz giderleri toplamından oluşmaktadır. Doğrudan ve dolaylı giderler aşağıda verilen formüllerle hesaplanmaktadır.

$$\text{Yatırım Harcaması} = \text{Doğrudan Giderler (Keşif Bedeli)} + \text{Dolaylı Giderler}$$

$$\text{Keşif Bedeli} = \text{İnşaat İşleri} + \text{Altyapı İşleri} + \text{Kamulaştırma (Malzeme)} + \text{Diğer İşler}$$

$$\text{Dolaylı Giderler} = \text{Beklenmeyen Giderler} + \text{Etüt, Proje ve Mühendislik Giderleri} + \text{İnşaat Süresi Faiz Gideri}$$

Keşif bedeli hesaplamaları yapılırken, öncelikli olarak önerilen tesise ait her ünite için fiziksel boyuta göre detaylı keşif metraj özeti cetvelleri oluşturulmaktadır

(Örnek keşif metraj cetvelleri ekte yer almaktadır). Daha sonrasında çeşitli kamu kurumlarınca belirlenen birim fiyat cetvellerinden yararlanılarak her ünite için birim fiyatlar ile iş miktarları çarpılarak her ünite için ayrıntılı maliyet analizi çalışmaları yapılmakta ve keşif bedelleri hesaplanmakta ve keşif özetleri oluşturulmaktadır, her ünite için belirlenen keşif bedelleri toplanarak yatırım için toplam keşif bedeli ortaya koyulmaktadır.

Yatırım ihtiyacı belirlenirken yatırım kalemleri hesaplamalarında sayısal ve miktarsal hatalar/değişiklikler, enflasyon harici diğer tahmin edilemeyen nedenlerle ve maliyet artışları olabilmektedir. Yatırım maliyetini etkileyen bu tür önceden tahmin edilemeyen giderler, beklenmeyen (bilinmeyen) gider olarak adlandırılmaktadır. Önceden kestirilemeyen bu giderleri ortaya koyabilmek ve tahmin hatalarını düzeltmek amacıyla doğrudan maliyetlerin belli bir oranında bir maliyet kalemi oluşturulur. Bilinmeyen gider oranı, su kaynakları geliştirme projelerinde genellikle %15 olarak ele alınmaktadır. Aşağıdaki formülde bu durum belirtilmektedir.

$$\text{Bilinmeyen Gider} = \text{Keşif Bedeli} \times \text{Bilinmeyen Gider Oranı}$$

Keşif bedeline bilinmeyen giderlerin eklenmesi ile yatırım projesine ait tesis bedeli hesaplanmış olmaktadır. Tesis bedeli, projeye ait düzeltilmiş doğrudan maliyetleri yansıtan bedel olduğu hukuki konularda da esas alınan bedeldir. Tesis bedelin hesaplanması ile ilgili formül aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Tesis Bedeli} = \text{Keşif Bedeli} + \text{Bilinmeyen Giderler}$$

Yatırımın ilk etütlerinden itibaren işletmeye alınmasına kadarki sürede yatırıma ait etüt ve proje çalışmaları ile ilgili ekonomik ve teknik araştırma masrafları ile yatırım dönemi işletmeye alma sırasında ihtiyaç duyulacak kontrollük, müşavirlik, eğitim ve benzeri konularda yapılacak harcamalar etüt, proje ve mühendislik giderleri kalemi kapsamında değerlendirilmektedir. Proje kontrollük bedeli olarak da adlandırılan bu giderler, tesis bedeli üzerinden proje kontrollük oranı adı verilen sabit bir oran üzerinden hesaplanmaktadır. Bu oran genellikle işin boyutuna göre %10 veya %15 olarak alınmaktadır. Proje kontrollük bedelinin hesaplanması ile ilgili formül aşağıda verilmektedir.

Etüt, Proje ve Mühendislik Bedeli = Tesis Bedeli x Proje Kontrollük Oranı

Kamu yararının gerektirdiği hallerde gerçek ve özel hukuk tüzel kişilerinin mülkiyetinde bulunan taşınmazların, kaynakların ve irtifak haklarının bedeli peşin veya bazı hallerde taksitle ödenmek kaydıyla belirli esas ve usuller çerçevesinde anlaşarak ya da zorla alınmasına kamulaştırma denilmektedir. Su kaynakları geliştirme projelerinde, kamulaştırma işlemleri depolama tesisinin gövdesi ve yan üniteleri, sulama şebeke ünitesi ve iletim hatları, malzeme ocağı için ayrı ayrı yapılmaktadır. Su kaynakları geliştirme projelerinde kamulaştırma bedelinin belirlenmesi süreci ile ilgili adımlar şöyledir:

- Proje sahasında yapılan kamulaştırma etütleri ile kamulaştırılacak arazinin büyüklüğü, arazinin türü ve arazideki dağılım oranı ortaya koyulmaktadır.
- Kamulaştırma işlemi yapılacak yerde tarım arazisi var ise her parsel için ayrı ayrı gelir yöntemi (gelirlerin kapitalizasyonu yöntemi) ile değerlendirme yapılmaktadır. Gelir yöntemiyle bir tarım arazisinin değerlendirilmesinde şu formül kullanılmaktadır:

$$\text{Arazi Değeri} = \frac{\text{Arazinin Net Geliri}}{\text{Kapitalizasyon Oranı}}$$

$$\text{Arazinin Net Geliri} = \text{Brüt Üretim Değeri} - \text{Arazi Kirası Hariç Üretim Giderleri}$$

$$\text{Kapitalizasyon Oranı} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Arazi Net Geliri}_i}{\sum_{i=1}^n \text{Arazi Satış Geliri}_i}$$

- Proje içerisinde kalan kamu taşınmazları (bina, yol vs) var ise, bunlar ile ilgili düzenlenen protokoller çerçevesinde değer tespiti yapılarak değer cetvelleri hazırlanmaktadır.
- Kamulaştırma işlemine tabi tutulacak tüm taşınmaz varlıklar tek tek tespit edilerek kamulaştırma tespit tabloları oluşturulmaktadır.
- Kamulaştırma tespit tablolarına göre ödenecek kamulaştırma bedelini ortaya koyabilmek amacıyla fiili ödeme tabloları hazırlanmaktadır.
- Kamulaştırma sonucunda yeniden yerleşim durumu olduğu zaman ise, yeniden yerleşim isteyen hane sayısı kadar konut inşa edilmekte ve kira yardımı yapılmaktadır, bunlar yeniden yerleşim giderleri olarak ele alınmaktadır.

Kamulaştırma bedellerinde keşif bedeli alınmamakta olup, onun yerine proje bedeli ele alınmaktadır. Kamulaştırma işlemlerinde keşif bedelinin alınmamasının sebebi, kamulaştırma işlemleri sahada görülerek tespiti yapılan işlemler olduğu için bilinmeyen gider ve proje kontrollük bedeli alınmamaktadır, bu yüzden kamulaştırma işlemlerinde sadece proje bedeli alınmaktadır.

Yatırım projesinden önerilen tesislerin inşaat süresi boyunca süresince yapılan tüm harcamalar, proje bedeli olarak adlandırılmaktadır. Proje bedeli, tesis bedeli, proje kontrollük bedeli ve kamulaştırma bedelinin toplamından oluşmaktadır. Proje bedelinin hesaplanması ile ilgili formül aşağıda verilmektedir.

$$\text{Proje Bedeli} = \text{Tesis Bedeli} + \text{Etüt, Proje ve Mühendislik Bedeli} + \text{Kamulaştırma Bedeli}$$

İnşaat süresi faiz gideri, yatırım süresi boyunca yapılacak yatırım miktarı için ödenmesi muhtemel faiz miktarını ortaya koymak için hesaplanan bedeldir. İnşaat süresindeki faiz giderini hesaplamak için tercih edilen iskonto oranı, özel sektör projeleri için banka faiz oranı iken, kamu projeleri için sosyal iskonto oranıdır. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından sulama projelerinde %5, enerji projelerinde %9,5 olarak belirlenmiştir. İnşaat süresi faiz giderinin hesaplanması ile ilgili formül aşağıda verilmektedir.

$$\text{İnşaat Süresi Gideri} = \text{Proje Bedeli} \times \left((1 + \text{İskonto oranı})^{\text{İnşaat Süresi}} - 1 \right)$$

Projeye ait yatırım masrafları/giderleri, keşif bedeli (doğrudan gider) ile bilinmeyen giderler, etüt, proje ve mühendislik giderleri ile inşaat süresi faiz giderleri (dolaylı giderler) toplamından oluşmaktadır, yani proje bedeli ile inşaat süresi faiz giderinin toplamıdır. Yatırım masrafı ile ilgili formül aşağıda verilmektedir.

$$\text{Yatırım Bedeli} = \text{Proje Bedeli} + \text{İnşaat Süresi Faiz Gideri}$$

Depolama tesisine ait inşaat giderlerini ortaya koyabilmek tesis ile ilgili keşif bedeli, tesis bedeli, proje bedeli ve yatırım bedelini hesaplamak gerekmektedir. Depolama tesisine ait tesis bedeli, proje bedeli ve yatırım bedelini hesaplamak için ilk önce tüm ünitelerin teker teker tesis bedelleri, proje bedelleri ve yatırım bedelleri

hesaplandıktan sonra bu bedeller alt alta toplanarak toplam tesis bedeli, proje bedeli ve yatırım bedeli/masrafı hesaplanabilmektedir. Tüm tesis için gerekli olan formüller aşağıdaki gibidir:

$$\text{Bilinmeyen Gider}_{\text{Tüm Tesis}} = \sum_{i=1}^n \text{[(Bilinmeyen Gider)]}_i$$

$$\text{Tesis Bedeli}_{\text{Tüm Tesis}} = \sum_{i=1}^n \text{[(Tesis Bedeli)]}_i$$

$$\text{Proje Kontrollük Bedeli}_{\text{Tüm Tesis}} = \sum_{i=1}^n \text{[(Proje Kontrollük Bedeli)]}_i$$

$$\text{Proje Bedeli}_{\text{Tüm Tesis}} = \sum_{i=1}^n \text{[(Proje Bedeli)]}_i$$

$$\text{İnşaat Süresi Gideri}_{\text{Tüm Tesis}} = \sum_{i=1}^n \text{[(İnşaat Süresi Gideri)]}_i$$

$$\text{Yatırım Bedeli}_{\text{Tüm Tesis}} = \sum_{i=1}^n \text{[(Yatırım Bedeli)]}_i$$

Yatırıma ait Yıllık Giderlerin Hesaplanması

Proje ile ilgili ekonomik analizlerin yapılması için yatırım harcamasının yanı sıra yatırım ile ilgili yıllık giderlerin de (faiz amortisman gideri, işletme-bakım gideri, yenileme gideri) bilinmesi gerekmektedir. Bir yatırım projesinin uygulamaya geçilmesinden sonra, proje yatırım bedelinin/masrafının projenin ekonomik ömrü boyunca her yıl eşit olarak geri ödenmesi gereken bedele *faiz amortisman gideri*, inşa edilen tesislerin olağan bir şekilde işletilebilmesi için her yıl yapılması gereken gidere *işletme-bakım gideri*, inşa edilen tesisin ekonomik ömür dahilinde işletilebilmek için belirli zamanlarda belirli oranlarda yenileme yapılması için katlanılan gidere de *yenileme gideri* denilmektedir. Bu giderlerin hesaplanmasında indirgeme oranı olarak sosyal iskonto oranı kullanılmaktadır. Projenin bütününe oluşturan her ünitenin yenileme süresi ve yenileme oranları farklı olmakla beraber, her üniteye ait işletme-bakım prosedürleri aynı olmadığı için işletme-bakım faktörleri de farklıdır (Sulama projeleri ile ilgili ünitelerin yenileme faktörü, işletme-bakım faktörü katsayıları ekte yer

almaktadır). Yatırıma ait yıllık giderlerin hesaplanması ile ilgili formüller aşağıda verilmektedir.

$$\text{Yıllık Giderler} = \text{Faiz Amortisman Gideri} + \text{Yenileme Gideri} + \text{İşletme - Bakım Gideri}$$

$$\text{Faiz Amortisman Gideri} = \text{Yatırım Bedeli} \times \frac{\text{Faiz Oranı} \times (1 + \text{Faiz Oranı})^{\text{Ekonomik Ömür}}}{(1 + \text{Faiz Oranı})^{\text{Ekonomik Ömür}} - 1}$$

$$\text{İşletme Bakım Gideri} = \text{Tesis Bedeli} \times \text{İşletme Bakım Faktörü}$$

$$\text{Yenileme Gideri} = \text{Tesis Bedeli} \times \frac{\text{Faiz Oranı} \times \text{Yenileme Oranı}}{(1 + \text{Faiz Oranı})^{\text{Yenileme Viki}} - 1}$$

Depolama tesisine ait yıllık giderleri (faiz amortisman gideri, işletme-bakım gideri, yenileme gideri) ilk önce tüm ünitelerin teker teker yıllık giderleri hesaplandıktan sonra bu giderler alt alta toplanarak toplam yıllık giderler hesaplanabilmektedir. Tüm tesise ait yıllık giderleri hesaplamak için gerekli olan formüller aşağıdaki gibidir:

$$\text{Faiz Amortisman Gideri}_{\text{Tüm Tesis}} = \sum_{i=1}^n [(\text{Faiz Amortisman Gideri})_i]$$

$$\text{İşletme Bakım Gideri}_{\text{Tüm Tesis}} = \sum_{i=1}^n [(\text{İşletme Bakım Gideri})_i]$$

$$\text{Yenileme Gideri}_{\text{Tüm Tesis}} = \sum_{i=1}^n [(\text{Yenileme Gideri})_i]$$

$$\text{Yıllık Gider}_{\text{Tüm Tesis}} = \sum_{i=1}^n [(\text{Yıllık Gider})_i]$$

Yatırım projesinin ekonomik analizi için gerekli olan toplam giderler, yatırım giderleri ve yıllık giderlerin toplamından oluşmaktadır. Aşağıda verilen formülde toplam giderler hesaplanabilmektedir.

$$\text{Toplam Gider}_{\text{Tüm Tesis}} = \text{Yatırım Gideri}_{\text{Tüm Tesis}} + \text{Yıllık Gider}_{\text{Tüm Tesis}}$$

Su kaynakları geliştirme projelerinde toplam giderleri, yatırım bedelini ve bileşenlerini, yıllık giderleri (faiz amortisman, işletme-bakım, yenileme) giderlerini gösteren Tablo 2.1 (Maliyet Tablosu) örnek olarak aşağıda verilmektedir.

Tablo 2.1: Maliyet Tablosu

SU KAYNAKLARI GELİŞTİRME PROJESİ MALİYET VE YILLIK GİDERLER TABLOSU																
ÜNİTE ADI	TESİSLER	YATIRIM HARCAMASI (TL) (MALİYETLER (DOĞRUDAN + DOLAYLI))							YILLIK GİDERLER						TOPLAM GİDERLER (YATIRIM BEDELİ+ YILLIK GİDERLER)	
		İnşaat Faiz Süresi (n)	Keçif Bedeli	Bilinmeyen Giderler (%15)	Tesis Bedeli	Etüt, Proje ve Mühendislik Giderleri (%15)	Proje Bedeli	İnşaat Süresi Faiz Faktörü	İnşaat Süresi Faiz Gideri	YATIRIM BEDELİ	Faiz Amortisman Faktörü	Faiz Amortisman Gideri	İşletme Bakım Faktörü	İşletme Bakım Gideri		Yenileme Faktörü
GÖLET VE YARDIMCI TESİSLERİ	DERİVASYON YAPISI-DİPSAVAK	2,00						0,10			0,05478		0,050		0,000125	
	GÖLET GÖVDESİ+ BATARDO	1,25						0,06			0,05478		0,005		0,000125	
	EVIKSİYON (GÖVDE)	0,75						0,04			0,05478					
	DOLUSAVAK	1,50						0,08			0,05478		0,010		0,000125	
	KANULAŞTIRMA (RİZERVUAR	1,50						0,08			0,05478					
SULAMA TESİSLERİ	SULAMA ŞEBEKESİ	1,00						0,05			0,05478		0,010		0,002095	
	SULAMA TESİSLERİ (Anakana+İletim Hattı)	1,00						0,05			0,05478		0,020		0,000313	
	DRENAJ ŞEBEKESİ	0,25						0,01			0,05478					
	TARLA İÇ FAALİYET	0,25						0,01			0,05478					
	KANULAŞTIRMA (İskele Hattı + Ana İletim Hattı)	1,50						0,08			0,05478					
DİĞER İŞLER	ŞANİYE TESİSLERİ	2,75						0,14			0,05478		0,010		0,003024	
	ULAŞIM YOLU	0,00						0,00			0,05478					
	YOL İNİLEŞTİRME	2,00						0,10			0,05478		0,010		0,000166	
	KANULAŞTIRMA	1,50						0,08			0,05478					

Tablo incelendiği zaman bilinmeyen (beklenmeyen) giderlerin ve etüt, proje ve mühendislik giderlerinin hesaplanmasında kullanılan katsayıların su kaynakları geliştirme projelerinde %15 olarak alındığı görülmektedir. Beklenmeyen gider oranı fizibilite hazırlama manuelinde geçmişten gelen deneyimler ile sosyal ve ekonomik koşullar göz önüne alınarak %15 olarak belirlenmiştir ve uzun yıllardan uygulanmaktadır. Beklenmeyen gider oranının %15 olarak alınmasının projenin uygulama aşamasında oluşan fiyat artışlarını yansıtmadığı ile ilgili ampirik bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında aynı yıl içerisinde tamamlanmış olan 309 adet kamu sektörüne ait su kaynakları projesi incelenmiştir. 309 adet projenin ihale

bedelleri farklılık göstermekle beraber, 262.000 TL ile 218 milyon TL ile değişmektedir. Tamamlanan 309 adet projenin ihale bedelleri ve fiyat farkları tek tek incelenmiş; her projenin fiyat farkından ihale bedelinin %18 KDV oranı düşüldükten sonra kalan rakam projenin ihale bedeline tekrar bölünerek elde edilen yüzde, enflasyon ve diğer nedenlerden kaynaklı beklenmeyen gider olarak kabul edilmiştir. Her proje için hesaplanan beklenmeyen gider oranının ortalaması alınarak pratik hayatta uygulanan bir beklenmeyen gider oranı hesaplanmıştır. 309 adet proje ile ilgili ampirik çalışma sonucunda elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

Tablo 2.2: Beklenmeyen gider oranı hesabı

	İhale Bedeli	Fiyat Farkı	Beklenmeyen Gider Oranı (KDV Sonrası)
Proje-1	218.542.100	50.084.990	0,194
Proje-2	206.903.700	91.474.041	0,375
Proje-3	145.500.000	49.694.478	0,289
.....			
Proje-101	86.758.900	9.843.300	0,09
.....			
Proje-201	701.810	656.955	0,793
.....			
Proje-301	548.140	654.980	1,01
.....			
Proje-309	262.670	84.905	0,274

$$\text{Ortalama Beklenmeyen Gider Oranı} = \frac{\sum_{i=1}^{309} [\text{Beklenmeyen Gider Oranı}]_i}{309}$$

Çok uzun bir tablo olacağı için sadece belirli veriler yansıtılmıştır. 309 adet beklenmeyen gider oranı veri setinin maksimum değeri 1,01, minimum değeri ise 0,09 olarak tespit edilmiştir. Formülasyona göre veri setinin ortalaması ise 0,2769 olarak hesaplanmıştır. 1,01 oranı çok yüksek bir orandır, yani projenin yatırım maliyeti kadar bilinmeyen gider olduğu görülmektedir, bu durum ise projenin fizibilite aşamasında gerekli özenin gösterilmemesi veya inşaat aşamasında çok büyük olumsuzlukların yaşanmasından olayı olağanüstü maliyet artışlarının yaşanması olarak düşünülmektedir. Veri setine göre KDV sonrası beklenmeyen gider oranı %27,69 olarak hesaplanmıştır; fizibilite raporlarında %15 olarak alınan beklenmeyen gider oranının üzerinde olan bir rakamdır. Beklenmeyen gider oranında böyle bir rakamın çıkmasının sebeplerinden birisi işlerin bir çoğunun yıllara sari yayılmış olmasıdır, diğer sebepleri ise kurlardaki olağandışı artışlar ve diğer makro ekonomik koşullar gösterilebilmektedir. Fizibilite

raporlarında %15 yerine %27 gibi bir rakamın alınması durumunda projenin giderleri artacaktır ve proje rantabilitesi etkilenecek ve projelerin uygulanabilir olma şansı azalacaktır.

2.1.2. Örnek Projeler Üzerinden Analiz Çalışması

Ülkemizin su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi ve ülke ekonomisine katkıda bulunmak amacıyla ülke bazında yürütülen su kaynakları geliştirme projelerinde; fizibilite çalışmaları aşamasında projenin teknik ve ekonomik yönlerden hassas bir şekilde analiz edilerek projenin yapılabilirliğinin ortaya koyulması ve öncelik sırasının belirlenmesi önem taşımaktadır. Kamu sektörü tarafından ortaya koyulan su ve toprak kaynaklarını geliştirmeye yönelik projelerin değerlendirilmesi ve projelerin kendi aralarındaki öncelik sıralarının belirlenmesi için geleneksel yatırım proje değerlendirme teknikleri olan Yıllık Fayda/Yıllık Masraf Oranı, Net Bugünkü Değer ve İç Karlılık Oranı metotlarından yararlanılmaktadır. Bu çalışmada ise su kaynakları geliştirme projelerinin değerlendirilmesinde geleneksel metotların yanında modern bir teknik olan Reel Opsiyon metodundan yararlanılıp yararlanılamayacağı ve Reel Opsiyon metodunun Net Bugünkü Değer metoduna alternatif olup olamayacağı araştırılmıştır.

Çalışma kapsamında ülkemizin farklı şehirlerinde (Adıyaman, Ankara, Balıkesir, Bayburt, Erzurum, Eskişehir, Sivas, İzmir, Kilis, Kütahya, Malatya, Manisa, Sakarya) su ve toprak kaynaklarını geliştirmek için kamu sektörü tarafından ortaya koyulan yatırım maliyetleri 50.000.000 TL ve üzeri olan 15 adet proje seçilmiştir. Bu projelerin ilk olarak net bugünkü değer yöntemi üzerinden rantabiliteleri hesaplanmış, sonrasında ise reel opsiyon yöntemi ile hesaplamalar yapılmıştır. Projelerin net bugünkü değer yöntemine göre değerlendirilmeleri yapılmadan önce şu adımların takip edilip edilmediği araştırılmıştır:

- İlk olarak projenin maksadı (sulama suyu temini, içme ve kullanma suyu temini, enerji üretimi vs.), hedef kitlesi ve mevcut ihtiyaçlar belirlenmektedir.
- Arazide ve büroda yapılan mühendislik çalışmaları sonucunda su potansiyeli ortaya koyulmaktadır.

- Arazi ve büroda yapılan mühendislik çalışmalarından sonra su potansiyeline göre inşa edilebilecek depolama tesisinin ve tesise ait ünitelerin teknik boyutları ortaya koyulmaktadır.
- Arazide ve büroda yapılan mühendislik çalışmaları sonucunda mevcut su potansiyeline göre optimum boyutta proje maksadına uygun olarak sulamaya açılabilir alan miktarı, üretilebilecek enerji miktarı, mevcut ve gelecek ihtiyaca göre temin edilebilecek içme ve kullanma suyu miktarı ortaya koyulmaktadır.
- Su potansiyeli ve ihtiyaç denge optimizasyonuna göre teknik detaylar belirlendikten sonra, sulama faydasını ortaya koymak için arazi çalışmaları sonucunda proje öncesi ve proje sonrası duruma göre belirlenen ürün deseni dikkate alınarak hesaplanan sulama gelirleri karşılaştırılmaktadır, enerji faydasını ortaya koymak için üretilebilecek enerji miktarı ve birim enerji fiyatları yararlanılmaktadır, içme ve kullanma suyu faydasını ortaya koymak birim su fiyatları ile temin edilebilecek su miktarından yararlanılmaktadır. Ortaya koyulan faydaların toplamı projeye ait toplam faydayı (geliri) göstermektedir.
- Kamu kurumları tarafından belirlenen inşaat birim fiyatlarından ve metraj cetvellerinden yararlanılarak inşa edilmesi düşünülen depolama tesisinin ve tesise ait ünitelerin inşaat giderleri (keşif bedelleri, tesis bedelleri ve yatırım bedelleri), kamulaştırma giderleri ve ayrıca projedeki tesis ve ünitelere ait yıllık giderler hesaplanmaktadır, projeye göre toplam giderler hesaplanmaktadır.
- Depolama tesisinin ekonomik ömrü 50 yıl olarak belirlenmektedir. Depolama tesisine ait fayda ve giderleri indirgemek için projenin faydasına göre iskonto oranı (Sulama suyu temini için %5, enerji üretimi için %9,5, içme ve kullanma suyu temini için %8) belirlenmektedir.

Projeye ait toplam giderler ve toplam gelirler, projenin ekonomik ömrü (50 yıl) boyunca belirlenen iskonto oranı ile bugünkü değere getirilmekte ve projeye ait giderlerin ve gelirlerin bugünkü değerleri hesaplanmaktadır, bu veriler de net bugünkü değer yöntemi ile projenin net bugünkü değerinin ve rantabilitesinin hesaplanmasına

yardımcı olmaktadır. Net bugünkü değer yöntemi sonucunda; rantabilitesi 1 in üstünde olan projeler yapılabilir olarak kabul edilmekte ve bu projelerde bütçe ve finansman imkânları dâhilinde inşaat aşamasına geçilmektedir, rantabilitesi 1 in altında olan projeler ise yapılabilir olarak kabul edilmemekte ve bu projelerde inşaat aşamasına geçilmemektedir.

Projelerin reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilmesinde Binom Dağılımı yöntemi ile Black&Scholes yönteminden yararlanılabilmektedir. Bu çalışmada projelerin değerlendirilmesinde kesine yakın doğru sonuç vermesi ve işlem kolaylığı sağlaması nedeniyle Black&Scholes yöntemi tercih edilmiştir. Black&Scholes yönteminde varlığın piyasa fiyatı, opsiyon kullanma fiyatı, risksiz faiz oranı, volatilité ve opsiyon süresi verilerinden yararlanılmaktadır. Bu çalışmada volatilité verisi için geçmişteki verilerden yararlanılmış, risksiz faiz oranı verisi için sosyal iskonto oranı kullanılmıştır. Ayrıca opsiyon değeri hesaplamaları için şu formüllerden yararlanılmıştır.

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{E}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T - t)}{\sigma\sqrt{T - t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T - t}$$

$$c(S, 0) = (E e^{-r(T-t)})N(-d_2) - SN(-d_1) \text{ (Alım Opsiyonu)}$$

Projelere ait net bugünkü değer hesaplamaları yapılmadan önce gerekli adımların atılıp atılmadığı incelenmiştir ve gerekli adımların tamamlandığı görülmüştür. 15 adet projeye ait tanıtıcı bilgiler ve bu projelerin net bugünkü değer yöntemi kullanılarak değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar ve aynı projelerin reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Proje-1

- Projenin Yeri: İzmir
- Amacı: Sulama
- Barajın Yüksekliği: 105 m
- Depolama Hacmi: 16 hm³
- İnşaat Süresi: 2,5 yıl

- Ekonomik Ömür: 50 yıl
- İskonto Oranı: 0,05
- Sulama Alanı: 1.215 ha
- Sulama Faydası (Toplam Gelirler) (BD): 85.560.000 TL
- Yıllık Giderler (BD): 12.290.000
- Yatırım Bedeli (B.D): 100.350.000
- Toplam Giderler (B.D): 112.640.000
- Rantabilite: $85.560.000/112.640.000 = 0,76$

Net bugünkü değer yöntemine göre rantabilite 1'in altında olduğu için proje ekonomik olarak yapılabilir bulunmamıştır, bu nedenle fizibilite aşamasından sonra inşaat aşamasına geçilmemelidir. Reel opsiyon yöntemi ile proje değerlendirilmek istenildiği zaman şu verilere (S_0 , E , r , σ , T) ihtiyaç duyulmakta olup, veriler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2.3: Proje-1 opsiyon verileri

S_0	Varlığın Piyasa Fiyatı	73.270.000
E	Opsiyon Kullanma Fiyatı	100.350.000
r	Risksiz faiz oranı	0,05
σ	Volatilite	0,15
T	Opsiyon Süresi	2,5
$T-t$	Opsiyon Süresinin bitmesine kalan süre	2,5

Yukarıdaki tabloda yer alan verilerden yararlanıldığında d_1 : -0,6805, d_2 : -0,9176 olarak hesaplanmıştır, ayrıca d_1 ve d_2 verileri ve diğer veriler kullanıldığı zaman alım opsiyonu değeri 2.290.840 TL olarak hesaplanmıştır.

Net bugünkü değer yöntemi kullanıldığı zaman projenin red edildiği, reel opsiyon yöntemi kullanıldığında hesaplanan pozitif opsiyon değeri de eklenmesine rağmen proje değerinin; -24.789.160 ($85.560.000-112.640.000+ 2.290.840$), negatif kaldığı görülmüştür.

Proje-2

- Projenin Yeri: Manisa
- Amacı: Sulama

- Barajın Yüksekliği: 80 m
- Depolama Hacmi: 30 hm³
- İnşaat Süresi: 4 yıl
- Ekonomik Ömür: 50 yıl
- İskonto Oranı: 0,05
- Sulama Alanı: 2.324 ha
- Sulama Faydası (Toplam Gelirler) (BD): 217.250.000 TL
- Yıllık Giderler (BD): 24.500.000
- Yatırım Bedeli (B.D): 226.650.000
- Toplam Giderler (B.D): 251.150.000
- Rantabilite: $217.500.000/251.150.000 = 0,86$

Net bugünkü değer yöntemine göre rantabilite 1'in altında olduğu için proje ekonomik olarak yapılabilir bulunmamıştır, bu nedenle fizibilite aşamasından sonra inşaat aşamasına geçilmemesi uygun olacaktır. Projenin reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilmesinde kullanılacak veriler (S_0 , E , r , σ , T) aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.4: Proje-2 opsiyon verileri

S_0	Varlığın Piyasa Fiyatı	192.750.000
E	Opsiyon Kullanma Fiyatı	226.650.000
r	Risksiz faiz oranı	0,05
σ	Volatilite	0,15
T	Opsiyon Süresi	4
$T-t$	Opsiyon Süresinin bitmesine kalan süre	4

Yukarıdaki tabloda yer alan verilerden yararlanıldığında d_1 : 0,2767, d_2 : -0,023 olarak hesaplanmıştır, ayrıca d_1 ve d_2 verileri ve diğer veriler kullanıldığı zaman alım opsiyonu değeri 26.325.940 TL olarak hesaplanmıştır.

Net bugünkü değer kullanıldığı zaman projenin red edildiği, reel opsiyon yöntemi kullanıldığında hesaplanan pozitif opsiyon değeri de hesaba katılmasına rağmen proje değerinin, -7.324.060 ($217.500.000-251.150.000+26.325.940$), negatif kaldığı görülmüştür.

Proje-3

- Projenin Yeri: Sakarya
- Amacı: Sulama
- Barajın Yüksekliği: 72 m
- Depolama Hacmi: 14 hm³
- İnşaat Süresi: 5 yıl
- Ekonomik Ömür: 50 yıl
- İskonto Oranı: 0,05
- Sulama Alanı: 2.094 ha
- Sulama Faydası (Toplam Gelirler) (BD): 124.850.000 TL
- Yıllık Giderler (BD): 13.650.000
- Yatırım Bedeli (B.D): 127.800.000
- Toplam Giderler (B.D): 141.450.000
- Rantabilite: $124.850.000/141.450.000 = 0,88$

Net bugünkü değer yöntemine göre rantabilite 1'in altında olduğu için proje ekonomik olarak yapılabilir bulunmamıştır, bu nedenle fizibilite aşamasından sonra inşaat aşamasına geçilmemesi uygun olacaktır. Projenin reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilmesinde kullanılacak veriler (S_0 , E , r , σ , T) aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.5: Proje-3 opsiyon verileri

S_0	Varlığın Piyasa Fiyatı	111.200.000
E	Opsiyon Kullanma Fiyatı	127.800.000
r	Risksiz faiz oranı	0,05
σ	Volatilite	0,15
T	Opsiyon Süresi	5
$T-t$	Opsiyon Süresinin bitmesine kalan süre	5

Yukarıdaki tabloda yer alan verilerden yararlanıldığında d_1 : 0,4982, d_2 : 0,1628 olarak hesaplanmıştır, ayrıca d_1 ve d_2 verileri ve diğer veriler kullanıldığı zaman alım opsiyonu değeri 20.619.390 TL olarak hesaplanmıştır.

Net bugünkü değer kullanıldığı zaman projenin red edildiği, reel opsiyon yöntemi kullanıldığında pozitif opsiyon değeri ile proje değerinin negatiften pozitifte çıktığı, 4.019.390 (124.850.000-141.450.000+20.619.390), görülmüştür.

Proje-4

- Projenin Yeri: Kütahya
- Amacı: Sulama
- Barajın Yüksekliği: 84 m
- Depolama Hacmi: 39 hm³
- İnşaat Süresi: 4 yıl
- Ekonomik Ömür: 50 yıl
- İskonto Oranı: 0,05
- Sulama Alanı: 4.107 ha
- Sulama Faydası (Toplam Gelirler) (BD): 169.340.000 TL
- Yıllık Giderler (BD): 22.390.000
- Yatırım Bedeli (B.D): 170.850.000
- Toplam Giderler (B.D): 193.240.000
- Rantabilite: 169.340.000/193.240.000 = 0,88

Net bugünkü değer yöntemine göre rantabilite 1'in altında olduğu için proje ekonomik olarak yapılabilir bulunmamıştır, bu nedenle fizibilite aşamasından sonra inşaat aşamasına geçilmemesi uygun olacaktır. Projenin reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilmesinde kullanılacak veriler (S_0 , E , r , σ , T) aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.6: Proje-4 opsiyon verileri

S_0	Varlığın Piyasa Fiyatı	146.950.000
E	Opsiyon Kullanma Fiyatı	170.850.000
r	Risksiz faiz oranı	0,05
σ	Volatilite	0,15
T	Opsiyon Süresi	4
$T-t$	Opsiyon Süresinin bitmesine kalan süre	4

Yukarıdaki tabloda yer alan verilerden yararlanıldığında d_1 : 0,3144, d_2 : 0,0143 olarak hesaplanmıştır, ayrıca d_1 ve d_2 verileri ve diğer veriler kullanıldığı zaman alım opsiyonu değeri 20.863.830 TL olarak hesaplanmıştır.

Net bugünkü değer kullanıldığı zaman projenin red edildiği, reel opsiyon kullanıldığında hesaplanan pozitif opsiyon değeri eklenmesine rağmen proje değerinin, -3.036.700 (169.340.000-193.240.000+20.863.300), negatif kaldığı görülmüştür.

Proje-5

- Projenin Yeri: İzmir
- Amacı: Sulama
- Barajın Yüksekliği: 80 m
- Depolama Hacmi: 28 hm³
- İnşaat Süresi: 4 yıl
- Ekonomik Ömür: 50 yıl
- İskonto Oranı: 0,05
- Sulama Alanı: 2.733 ha
- Sulama Faydası (Toplam Gelirler) (BD): 125.400.000 TL
- Yıllık Giderler (BD): 14.450.000
- Yatırım Bedeli (B.D): 155.100.000
- Toplam Giderler (B.D): 169.550.000
- Rantabilite: $125.400.000/169.550.000 = 0,74$

Net bugünkü değer yöntemine göre rantabilite 1'in altında olduğu için proje ekonomik olarak yapılabilir bulunmamıştır, bu nedenle fizibilite aşamasından sonra inşaat aşamasına geçilmemesi uygun olacaktır. Projenin reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilmesinde kullanılacak veriler (S_0 , E , r , σ , T) aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.7: Proje-5 opsiyon verileri

S_0	Varlığın Piyasa Fiyatı	110.950.000
E	Opsiyon Kullanma Fiyatı	155.100.000
r	Risksiz faiz oranı	0,05
σ	Volatilite	0,15
T	Opsiyon Süresi	4
$T-t$	Opsiyon Süresinin bitmesine kalan süre	4

Yukarıdaki tabloda yer alan verilerden yararlanıldığında d_1 : -0,30, d_2 : -0,60 olarak hesaplanmıştır, ayrıca d_1 ve d_2 verileri ve diğer veriler kullanıldığı zaman alım opsiyonu değeri 7.566.700 TL olarak hesaplanmıştır.

Net bugünkü değer kullanıldığı zaman projenin red edildiği, reel opsiyon kullanıldığında hesaplanan pozitif opsiyon değeri eklenmesine rağmen proje değerinin, -36.583.300 (125.400.000-169.550.000+7.566.700), negatif kaldığı görülmüştür.

Proje-6

- Projenin Yeri: Balıkesir
- Amacı: Sulama
- Barajın Yüksekliği: 45 m
- Depolama Hacmi: 90 hm³
- İnşaat Süresi: 3 yıl
- Ekonomik Ömür: 50 yıl
- İskonto Oranı: 0,05
- Sulama Alanı: 3.847 ha
- Sulama Faydası (Toplam Gelirler) (BD): 234.300.000
- Yıllık Giderler (BD): 52.830.000
- Yatırım Bedeli (B.D): 187.540.000
- Toplam Giderler (B.D): 240.370.000
- Rantabilite: $234.300.000/240.370.000 = 0,97$

Net bugünkü değer yöntemine göre rantabilite 1'in altında olduğu için proje ekonomik olarak yapılabilir bulunmamıştır, bu nedenle fizibilite aşamasından sonra inşaat aşamasına geçilmemesi uygun olacaktır. Projenin reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilmesinde kullanılacak veriler (S_0 , E , r , σ , T) aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.8: Proje-6 opsiyon verileri

S_0	Varlığın Piyasa Fiyatı	170.960.000
E	Opsiyon Kullanma Fiyatı	187.540.000
r	Risksiz faiz oranı	0,05
σ	Volatilite	0,15
T	Opsiyon Süresi	3
$T-t$	Opsiyon Süresinin bitmesine kalan süre	3

Yukarıdaki tabloda yer alan verilerden yararlanıldığında d_1 : -0,351, d_2 : -0,092 olarak hesaplanmıştır, ayrıca d_1 ve d_2 verileri ve diğer veriler kullanıldığı zaman alım opsiyonu değeri 22.363.900 TL olarak hesaplanmıştır.

Net bugünkü değer kullanıldığı zaman projenin red edildiği, reel opsiyon yöntemi kullanıldığında pozitif opsiyon değeri ile proje değerinin negatiften pozitifte çıktığı, 16.293.900 (234.300.000-240.370.000+22.363.900), görülmüştür.

Proje-7

- Projenin Yeri: Manisa
- Amacı: Sulama
- Barajın Yüksekliği: 40 m
- Depolama Hacmi: 24 hm³
- İnşaat Süresi: 4 yıl
- Ekonomik Ömür: 50 yıl
- İskonto Oranı: 0,05
- Sulama Alanı: 1.310 ha
- Sulama Faydası (Toplam Gelirler) (BD): 96.280.000
- Yıllık Giderler (BD): 31.040.000
- Yatırım Bedeli (B.D): 69.550.000
- Toplam Giderler (B.D): 100.590.000
- Rantabilite: $96.280.000/100.590.000 = 0,96$

Net bugünkü değer yöntemine göre rantabilite 1'in altında olduğu için proje ekonomik olarak yapılabilir bulunmamıştır, bu nedenle fizibilite aşamasından sonra inşaat aşamasına geçilmemesi uygun olacaktır. Projenin reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilmesinde kullanılacak veriler (S_0 , E , r , σ , T) aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.9: Proje-7 opsiyon verileri

S_0	Varlığın Piyasa Fiyatı	65.240.000
E	Opsiyon Kullanma Fiyatı	69.550.000
r	Risksiz faiz oranı	0,05
σ	Volatilite	0,15
T	Opsiyon Süresi	4
$T-t$	Opsiyon Süresinin bitmesine kalan süre	4

Yukarıdaki tabloda yer alan verilerden yararlanıldığında d_1 : 0,6034, d_2 : 0,3034 olarak hesaplanmıştır, ayrıca d_1 ve d_2 verileri ve diğer veriler kullanıldığı zaman alım opsiyonu değeri 12.162.250 TL olarak hesaplanmıştır.

Net bugünkü değer kullanıldığı zaman projenin red edildiği, reel opsiyon yöntemi kullanıldığında pozitif opsiyon değeri ile proje değerinin negatiften pozitifte çıktığı, 7.852.250 (96.280.000-100.590.000+12.162.250), görülmüştür.

Proje-8

- Projenin Yeri: Bayburt
- Amacı: Sulama
- Barajın Yüksekliği: 42 m
- Depolama Hacmi: 21 hm³
- İnşaat Süresi: 4 yıl
- Ekonomik Ömür: 50 yıl
- İskonto Oranı: 0,05
- Sulama Alanı: 5.708 ha
- Sulama Faydası (Toplam Gelirler) (BD): 350.650.000
- Yıllık Giderler (BD): 37.220.000
- Yatırım Bedeli (B.D): 333.850.000
- Toplam Giderler (B.D): 371.170.000
- Rantabilite: $350.650.000/371.170.000 = 0,94$

Net bugünkü değer yöntemine göre rantabilite 1'in altında olduğu için proje ekonomik olarak yapılabilir bulunmamıştır, bu nedenle fizibilite aşamasından sonra inşaat aşamasına geçilmemesi uygun olacaktır. Projenin reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilmesinde kullanılacak veriler (S_0 , E, r, σ , T) aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.10: Proje-8 opsiyon verileri

S_0	Varlığın Piyasa Fiyatı	313.430.000
E	Opsiyon Kullanma Fiyatı	333.850.000
r	Risksiz faiz oranı	0,05
σ	Volatilité	0,15
T	Opsiyon Süresi	5
T-t	Opsiyon Süresinin bitmesine kalan süre	5

Yukarıdaki tabloda yer alan verilerden yararlanıldığında d_1 : 0,7249, d_2 : 0,3895 olarak hesaplanmıştır, ayrıca d_1 ve d_2 verileri ve diğer veriler kullanıldığı zaman alım opsiyonu değeri 70.604.288 TL olarak hesaplanmıştır.

Net bugünkü değer kullanıldığı zaman projenin red edildiği, reel opsiyon yöntemi kullanıldığında pozitif opsiyon değeri ile proje değerinin negatiften pozitifte çıktığı, 50.084.288 (350.650.000-371.170.000+70.604.288), görülmüştür.

Proje-9

- Projenin Yeri: Ankara
- Amacı: Sulama
- Barajın Yüksekliği: 57 m
- Depolama Hacmi: 2 hm³
- İnşaat Süresi: 3 yıl
- Ekonomik Ömür: 50 yıl
- İskonto Oranı: 0,05
- Sulama Alanı: 271 ha
- Sulama Faydası (Toplam Gelirler) (BD): 39.840.000
- Yıllık Giderler (BD): 12.420.000
- Yatırım Bedeli (B.D): 66.380.000
- Toplam Giderler (B.D): 78.800.000
- Rantabilite: 39.840.000/78.800.000 = 0,51

Net bugünkü değer yöntemine göre rantabilite 1'in altında olduğu için proje ekonomik olarak yapılabilir bulunmamıştır, bu nedenle fizibilite aşamasından sonra inşaat aşamasına geçilmemesi uygun olacaktır. Projenin reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilmesinde kullanılacak veriler (S_0 , E , r , σ , T) aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.11: Proje-9 opsiyon verileri

S_0	Varlığın Piyasa Fiyatı	27.420.000
E	Opsiyon Kullanma Fiyatı	66.380.000
r	Risksiz faiz oranı	0,05
σ	Volatilité	0,15
T	Opsiyon Süresi	3
$T-t$	Opsiyon Süresinin bitmesine kalan süre	3

Yukarıdaki tabloda yer alan verilerden yararlanıldığında d_1 : -2,70, d_2 : -2,96 olarak hesaplanmıştır, ayrıca d_1 ve d_2 verileri ve diğer veriler kullanıldığı zaman alım opsiyonu değeri 7.128 TL olarak hesaplanmıştır.

Net bugünkü değer kullanıldığı zaman projenin red edildiği, reel opsiyon yöntemi kullanıldığında hesaplanan pozitif opsiyon değeri eklenmesine rağmen proje değerinin, -38.952.872 (39.840.000-78.800.000+7.128), negatif kaldığı görülmüştür.

Proje-10

- Projenin Yeri: Eskişehir
- Amacı: Sulama
- Barajın Yüksekliği: 33 m
- Depolama Hacmi: 17 hm³
- İnşaat Süresi: 3 yıl
- Ekonomik Ömür: 50 yıl
- İskonto Oranı: 0,05
- Sulama Alanı: 3.100 ha
- Sulama Faydası (Toplam Gelirler) (BD): 94.630.000
- Yıllık Giderler (BD): 29.600.000
- Yatırım Bedeli (B.D): 66.680.000
- Toplam Giderler (B.D): 96.280.000
- Rantabilite: $96.280.000/100.590.000 = 0,98$

Net bugünkü değer yöntemine göre rantabilite 1'in altında olduğu için proje ekonomik olarak yapılabilir bulunmamıştır, bu nedenle fizibilite aşamasından sonra inşaat aşamasına geçilmemesi uygun olacaktır. Projenin reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilmesinde kullanılacak veriler (S_0 , E, r, σ , T) aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.12: Proje-10 opsiyon verileri

S_0	Varlığın Piyasa Fiyatı	65.030.000
E	Opsiyon Kullanma Fiyatı	66.680.000
r	Risksiz faiz oranı	0,05
σ	Volatilite	0,15
T	Opsiyon Süresi	3
T-t	Opsiyon Süresinin bitmesine kalan süre	3

Yukarıdaki tabloda yer alan verilerden yararlanıldığında d_1 : 0,6108, d_2 : 0,3511 olarak hesaplanmıştır, ayrıca d_1 ve d_2 verileri ve diğer veriler kullanıldığı zaman alım opsiyonu değeri 10.858.270 TL olarak hesaplanmıştır.

Net bugünkü değer kullanıldığı zaman projenin red edildiği, reel opsiyon yöntemi kullanıldığında pozitif opsiyon değeri ile proje değerinin negatiften pozitifte çıktığı, 6.548.270 (96.280.000-100.590.000+10.858.270), görülmüştür.

Proje-11

- Projenin Yeri: Erzurum
- Amacı: Sulama
- Barajın Yüksekliği: 36 m
- Depolama Hacmi: 18 hm³
- İnşaat Süresi: 3 yıl
- Ekonomik Ömür: 50 yıl
- İskonto Oranı: 0,05
- Sulama Alanı: 4.349 ha
- Sulama Faydası (Toplam Gelirler) (BD): 97.200.000
- Yıllık Giderler (BD): 22.650.000
- Yatırım Bedeli (B.D): 81.250.000
- Toplam Giderler (B.D): 103.900.000
- Rantabilite: $97.200.000/103.900.000 = 0,94$

Net bugünkü değer yöntemine göre rantabilite 1'in altında olduğu için proje ekonomik olarak yapılabilir bulunmamıştır, bu nedenle fizibilite aşamasından sonra inşaat aşamasına geçilmemesi uygun olacaktır. Projenin reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilmesinde kullanılacak veriler (S_0 , E , r , σ , T) aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.13: Proje-11 opsiyon verileri

S_0	Varlığın Piyasa Fiyatı	74.550.000
E	Opsiyon Kullanma Fiyatı	81.250.000
r	Risksiz faiz oranı	0,05
σ	Volatilité	0,15
T	Opsiyon Süresi	3
$T-t$	Opsiyon Süresinin bitmesine kalan süre	3

Yukarıdaki tabloda yer alan verilerden yararlanıldığında d_1 : 0,3760, d_2 : 0,1162 olarak hesaplanmıştır, ayrıca d_1 ve d_2 verileri ve diğer veriler kullanıldığı zaman alım opsiyonu değeri 9.990.070 TL olarak hesaplanmıştır.

Net bugünkü değer kullanıldığı zaman projenin red edildiği, reel opsiyon yöntemi kullanıldığında pozitif opsiyon değeri ile proje değerinin negatiften pozitifte çıktığı, 3.290.070 (97.200.000-103.900.000+9.990.070), görülmüştür.

Proje-12

- Projenin Yeri: Sivas
- Amacı: Sulama
- Barajın Yüksekliği: 84 m
- Depolama Hacmi: 15 hm³
- İnşaat Süresi: 3 yıl
- Ekonomik Ömür: 50 yıl
- İskonto Oranı: 0,05
- Sulama Alanı: 2041 ha
- Sulama Faydası (Toplam Gelirler) (BD): 136.050.000
- Yıllık Giderler (BD): 26.750.000
- Yatırım Bedeli (B.D): 119.500.000
- Toplam Giderler (B.D): 145.250.000
- Rantabilite: 136.050.000/145.250.000 = 0,94

Net bugünkü değer yöntemine göre rantabilite 1'in altında olduğu için proje ekonomik olarak yapılabilir bulunmamıştır, bu nedenle fizibilite aşamasından sonra inşaat aşamasına geçilmemesi uygun olacaktır. Projenin reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilmesinde kullanılacak veriler (S_0 , E , r , σ , T) aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.14: Proje-12 opsiyon verileri

S_0	Varlığın Piyasa Fiyatı	109.300.000
E	Opsiyon Kullanma Fiyatı	119.500.000
r	Risksiz faiz oranı	0,05
σ	Volatilité	0,15
T	Opsiyon Süresi	3
$T-t$	Opsiyon Süresinin bitmesine kalan süre	3

Yukarıdaki tabloda yer alan verilerden yararlanıldığında d_1 : 0,3638, d_2 : 0,1041 olarak hesaplanmıştır, ayrıca d_1 ve d_2 verileri ve diğer veriler kullanıldığı zaman alım opsiyonu değeri 14.483.500 TL olarak hesaplanmıştır.

Net bugünkü değer yöntemi kullanıldığı zaman projenin red edildiği, reel opsiyon yöntemi kullanıldığında pozitif opsiyon değeri ile proje değerinin negatiften pozitifte çıktığı, 5.283.500 (136.050.000-145.250.000+14.483.500), görülmüştür.

Proje-13

- Projenin Yeri: Malatya
- Amacı: Sulama
- Barajın Yüksekliği: 80 m
- Depolama Hacmi: 33 hm³
- İnşaat Süresi: 3 yıl
- Ekonomik Ömür: 50 yıl
- İskonto Oranı: 0,05
- Sulama Alanı: 2.578 ha
- Sulama Faydası (Toplam Gelirler) (BD): 131.550.000
- Yıllık Giderler (BD): 13.020.000
- Yatırım Bedeli (B.D): 129.910.000
- Toplam Giderler (B.D): 142.930.000
- Rantabilite: 131.550.000/142.930.000 = 0,92

Net bugünkü değer yöntemine göre rantabilite 1'in altında olduğu için proje ekonomik olarak yapılabilir bulunmamıştır, bu nedenle fizibilite aşamasından sonra inşaat aşamasına geçilmemesi uygun olacaktır. Projenin reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilmesinde kullanılacak veriler (S_0 , E , r , σ , T) aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.15: Proje-13 opsiyon verileri

S_0	Varlığın Piyasa Fiyatı	118.530.000
E	Opsiyon Kullanma Fiyatı	129.910.000
r	Risksiz faiz oranı	0,05
σ	Volatilite	0,15
T	Opsiyon Süresi	3
$T-t$	Opsiyon Süresinin bitmesine kalan süre	3

Yukarıdaki tabloda yer alan verilerden yararlanıldığında d_1 : 0,3544, d_2 : 0,0946 olarak hesaplanmıştır, ayrıca d_1 ve d_2 verileri ve diğer veriler kullanıldığı zaman alım opsiyonu değeri 14.558.600 TL olarak hesaplanmıştır.

Net bugünkü değer kullanıldığı zaman projenin red edildiği, reel opsiyon yöntemi kullanıldığında pozitif opsiyon değeri ile proje değerinin negatiften pozitifte çıktığı, 3.178.600 (131.550.000-142.930.000+14.558.600), görülmüştür.

Proje-14

- Projenin Yeri: Adıyaman
- Amacı: Sulama
- Barajın Yüksekliği: 80 m
- Depolama Hacmi: 33 hm³
- İnşaat Süresi: 5 yıl
- Ekonomik Ömür: 50 yıl
- İskonto Oranı: 0,05
- Sulama Alanı: 2.578 ha
- Sulama Faydası (Toplam Gelirler) (BD): 410.150.000
- Yıllık Giderler (BD): 78.180.000
- Yatırım Bedeli (B.D): 353.070.000
- Toplam Giderler (B.D): 431.250.000
- Rantabilite: $410.150.000/431.250.000 = 0,95$

Net bugünkü değer yöntemine göre rantabilite 1'in altında olduğu için proje ekonomik olarak yapılabilir bulunmamıştır, bu nedenle fizibilite aşamasından sonra inşaat aşamasına geçilmemesi uygun olacaktır. Projenin reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilmesinde kullanılacak veriler (S_0 , E , r , σ , T) aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.16: Proje-14 opsiyon verileri

S_0	Varlığın Piyasa Fiyatı	331.970.000
E	Opsiyon Kullanma Fiyatı	353.070.000
r	Risksiz faiz oranı	0,05
σ	Volatilite	0,15
T	Opsiyon Süresi	5
$T-t$	Opsiyon Süresinin bitmesine kalan süre	5

Yukarıdaki tabloda yer alan verilerden yararlanıldığında d_1 : 0,7293, d_2 : 0,3939 olarak hesaplanmıştır, ayrıca d_1 ve d_2 verileri ve diğer veriler kullanıldığı zaman alım opsiyonu değeri 75.048.867 TL olarak hesaplanmıştır.

Net bugünkü değer kullanıldığı zaman projenin red edildiği, reel opsiyon yöntemi kullanıldığında pozitif opsiyon değeri ile proje değerinin negatiften pozitifte çıktığı, 53.948.867 (410.150.000-431.250.000+75.048.867), görülmüştür.

Proje-15

- Projenin Yeri: Kilis
- Amacı: Sulama
- Barajın Yüksekliği: 48 m
- Depolama Hacmi: 71 hm³
- İnşaat Süresi: 3 yıl
- Ekonomik Ömür: 50 yıl
- İskonto Oranı: 0,05
- Sulama Alanı: 2.533 ha
- Sulama Faydası (Toplam Gelirler) (BD): 259.450.000
- Yıllık Giderler (BD): 53.590.000
- Yatırım Bedeli (B.D): 250.730.000
- Toplam Giderler (B.D): 304.320.000
- Rantabilite: $259.450.000/304.320.000 = 0,85$

Net bugünkü değer yöntemine göre rantabilite 1'in altında olduğu için proje ekonomik olarak yapılabilir bulunmamıştır, bu nedenle fizibilite aşamasından sonra inşaat aşamasına geçilmemesi uygun olacaktır. Projenin reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilmesinde kullanılacak veriler (S_0 , E , r , σ , T) aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.17: Proje-15 opsiyon verileri

S_0	Varlığın Piyasa Fiyatı	206.860.000
E	Opsiyon Kullanma Fiyatı	250.730.000
r	Risksiz faiz oranı	0,05
σ	Volatilité	0,15
T	Opsiyon Süresi	3
$T-t$	Opsiyon Süresinin bitmesine kalan süre	3

Yukarıdaki tabloda yer alan verilerden yararlanıldığında d_1 : -0,33, d_2 : 0,-2928 olarak hesaplanmıştır, ayrıca d_1 ve d_2 verileri ve diğer veriler kullanıldığı zaman alım opsiyonu değeri 17.657.896 TL olarak hesaplanmıştır.

Net bugünkü değer kullanıldığı zaman projenin red edildiği, reel opsiyon yöntemi kullanıldığında hesaplanan pozitif opsiyon değeri de hesaba katılmasına rağmen proje değerinin, -27.212.104 (259.450.000-304.320.000+17.657.896), negatif kaldığı görülmüştür.

2.1.3. Araştırma Sonucu Elde Edilen Bulgular

Kamu sektörü tarafından geliştirilen yatırım projelerinin değerlendirilmesinde çoğunlukla net bugünkü değer yönteminden yararlanılmaktadır, su kaynakları geliştirme projeleri de genelde kamu sektörü tarafından ortaya koyulmaktadır. Bu çalışmada kamu sektörü tarafından ortaya koyulan su kaynakları geliştirme projelerinin değerlendirilmesinde geleneksel metotların yanında modern bir teknik olan Reel Opsiyon metodundan yararlanılıp yararlanılamayacağı ve Reel Opsiyon metodunun Net Bugünkü Değer metoduna alternatif olup olamayacağı araştırılmıştır. Bu amaca ulaşmak için çeşitli illerde geliştirilmiş yatırım maliyeti 50.000.000 TL ve üzeri olan 15 proje seçilmiş ve projeler net bugünkü değer metodu ve reel opsiyon metoduna göre değerlendirilmiştir, değerlendirmeler elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir:

- Bölgesel olarak yoğunlaşma oluşmaması ve bağımlılık durumlarının olmaması nedenlerinden dolayı projeler mümkün olabildiğinde farklı yörelerden seçilmiştir. Projeler arasında yeknesaklık sağlamak için de sadece sulama suyu teminine yönelik projeler seçilmiştir.
- Seçilen projelerden en fazla yüksekliğe sahip olan barajın 105 m ile Proje-1'de olduğu, en az yüksekliğe sahip olan barajın 33 m ile Proje-10'da olduğu tespit edilmiştir.
- Projelerin inşaat sürelerinin 2,5 yıl ile 5 yıl arasında değiştiği, 2 adet projenin 5 yılda, 5 adet projenin 4 yılda, 7 adet projenin 3 yılda, 1 projenin ise 2,5 yılda bitirilmesinin öngörüldüğü tespit edilmiştir.

- Seçilen projeler arasında en büyük sulama sahasının 5.708 ha ile Proje-8’de olduğu, en küçük sulama sahasının ise 271 ha ile Proje-9’da olduğu tespit edilmiştir.
- Sulama gelirleri bakımından projeler incelendiği zaman, en büyük sulama gelirinin 410.150.000 TL ile Proje-14’te olduğu, en düşük sulama gelirinin ise Proje-9’da olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 5 adet projede sulama gelirinin 0-100 milyon TL arasında, 5 adet projede 100-200 milyon TL arasında, 5 adet projede 200 milyon TL ve üzeri olduğu tespit edilmiştir.
- Yatırım bedeli bakımından projeler incelendiğinde, en yüksek yatırım bedelli projenin 353.070.000 TL ile Proje-14, en düşük yatırım bedelli projenin 66.380.000 TL ile Proje-9 olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 4 adet projenin yatırım bedellerinin 0-100 milyon TL arasında, 7 adet projenin yatırım bedellerinin 100-200 milyon TL arasında, 4 adet projenin yatırım bedellerinin 200 milyon TL üzerinde olduğu tespit edilmiştir.
- Yıllık gider bakımından projeler incelendiğinde, en yüksek yıllık giderin 78.180.000 TL ile Proje-14’te olduğu, en düşük yıllık giderin 12.290.000 TL Proje-1’de olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 11 adet projenin yıllık giderinin 0-50 milyon TL arasında, 4 adet projenin yıllık giderinin 50 milyon TL üzerinde olduğu tespit edilmiştir.
- Toplam gider bakımından projeler incelendiğinde, Proje-14’ün 431.250.000 TL ile en yüksek toplam gidere sahip olduğu, Proje-7’nin ise 78.800.000 TL ile en düşük toplam gidere sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 8 adet projenin toplam giderinin 0-150 milyon TL arasında, 4 adet projenin toplam giderinin 150-300 milyon TL arasında, 3 adet projenin toplam giderinin 300 milyon TL ve üzeri olduğu tespit edilmiştir.
- Rantabiliteler açısından bakıldığında tüm projelerin rantabilitelerinin 1’in altında olduğu, yani elde edilen gelirlerin katlanılan giderleri karşılamadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle projeler ekonomik olarak yapılabilir bulunmamış ve reddedilmiştir, sonuç olarak projelerden hiç birinde kati proje ve uygulama aşamasına geçilmemesinin uygun olacağı düşünülmektedir. Bununla beraber projeler arasında en yüksek rantabilitenin

(0,98) Proje-10'da, en düşük rantabilitenin (0,51) Proje-9'da olduğu tespit edilmiştir.

- Reel opsiyonlar metodundan yararlanılarak yapılan hesaplamalarda tüm projeler için opsiyon değerinin pozitif rakamlarda olduğu görülmüştür. Opsiyon değerine bakıldığında 4 adet projenin opsiyon değerinin 0-10 milyon TL, 5 adet projenin opsiyon değerinin 10-20 milyon TL arasında olduğu, 4 adet projenin opsiyon değerinin 20-30 milyon TL arasında olduğu, 2 adet projenin 30 milyon TL üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Projeler arasında en yüksek opsiyon değerlerinin 75.048.667 TL ile Proje-14'te ve 70.604.288 TL ile Proje-8'de olduğu, en düşük opsiyon değerinin ise 7.128 TL ile Proje-9'da ve 2.290.840 TL ile Proje-1'de olduğu tespit edilmiştir. Proje-14 ve Proje-8'de opsiyon değerlerinin yüksek olmasının sebepleri olarak varlık piyasa fiyatı ve opsiyon kullanma fiyatının yüksek olması, vade süresinin uzun olması ve ayrıca rantabilitelerin nispeten yüksek olması gösterebilmektedir.
- Reel opsiyonlar metodu uygulandığında 8 adet projenin (Proje-3, Proje 6, Proje-7, Proje-8, Proje 10, Proje-11, Proje-12, Proje-13, Proje-14) değerinin pozitifte çıktığı, yani bu projelerin uygulanabilir hale geldiği, geriye kalan 7 projenin değerinin negatifte kaldığı, yani diğer projelerin ise uygulanamaz halde kaldığı tespit edilmiştir. 8 adet projenin uygulanabilir hale gelmesinin sebepleri arasında rantabilitelerinin nispi olarak yüksek olması (0,90 üstü) ve opsiyon vadelerinin nispeten uzun olması faktörlerinin etkisinin olduğu düşünülmektedir.

III. BÖLÜM

3. SONUÇ

Ülkedeki refah seviyesini artırmak, vatandaşların mevcut ve gelecekteki ihtiyaçlarını karşılamak için hem merkezi idare hem de yerel idareler çeşitli alt yapı ve üst yapı projeleri hayata geçirilmektedir. Kamu yararı gözetilerek kamu sektörü tarafından yapılan bu yatırımlar genelde ilk yatırım maliyeti yüksek, yüksek riskler barındıran, katma değeri yüksek ve ekonomik ömrü çok uzun olan yatırım projeleridir.

Ülkemiz yarı kurak iklim özelliklerine sahip olup ülkemizdeki yağış rejimi, iklim özelliklerine bağlı olarak bölgesel farklılık göstermektedir. Bir bölgeye aşırı yağış düşerken bir bölgeye ise çok az yağış düşmektedir. Ülkemizdeki teknik ve ekonomik şartlar çerçevesinde, yıllık tüketilebilecek yerüstü suyu potansiyeli 94 milyar m³, yeraltı su potansiyeli 18 milyar m³, toplamda 112 milyar m³'tür. Toplam su potansiyelinin 54 milyar m³'ü kullanılmaktadır, 40 milyar m³'ü (%74) sulama suyu olarak, 7 milyar m³'ü (%13) içme suyu ve kullanma suyu olarak, 7 milyar m³'ü sanayi suyu olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde kişi başına düşen yıllık su miktarı 2000 yılında 1 652 m³ iken, 2009 yılında 1 544 m³ olmuş, 2019 yılında ise 1 366 m³'e düşmüştür. Türkiye, kişi başına kullanılabilir su potansiyeline bakıldığında, su kısıtı (azlığı) yaşayan ülkeler arasında yer almaktadır. Bu nedenle ihtiyaç dengesi de göz önünde bulundurularak suyun tasarruflu ve optimum bir şekilde kullanılması önem arz etmektedir ve ülkemizin su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi ve ülke kalkınmasına katkıda bulunulması amacıyla su kaynakları geliştirme projelerinin ortaya koyulması önem arz etmektedir.

Ülkemizde yapılan kamu projelerinin değerlendirilmesinde genel olarak net bugünkü değer, yıllık fayda/yıllık masraf oranı ve iç karlılık oranı gibi geleneksel metotlardan yararlanılmaktadır, modern proje değerlendirme tekniklerinden ise

yararlanılmamaktadır. Bu çalışmada modern proje değerlendirme tekniklerinden birisi olan reel opsiyon yönteminin kamu projelerinde kullanılması hususunun ortaya koyulması amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için kamu sektörü tarafından Türkiye'nin çeşitli yörelerinde (Adıyaman, Ankara, Balıkesir, Bayburt, Erzurum, Eskişehir, Sivas, İzmir, Kilis, Kütahya, Malatya, Manisa, Sivas) ortaya koyulmuş yatırım maliyeti 50.000.000 TL ve üstü olan toplam 15 adet su kaynakları geliştirme projesi (yeknesaklık sağlamak için sulama projesi) seçilmiştir. Bu projeler bölgesel yoğunlaşma olmaması için mümkün olduğunca farklı yörelerden ve seçilmiştir. Bu projelere fayda/maliyet bilgileri ortaya koyulduktan sonra öncelikle net bugünkü değer yöntemine göre değerlendirilmiş, daha sonrasında ise reel opsiyon yönteminden (Black&Scholes modeli) yararlanılarak değerlendirilmiştir. Net bugünkü değer yöntemi ile değerlendirme yapıldığında tüm projelerin rantabilitelerinin 1'in altında olduğu ve gelirlerin giderleri karşılamadığı tespit edilmiş ve bu durumda projeler ekonomik olarak yapılabilir bulunmamıştır. Reel opsiyon yöntemi ile değerlendirmeler yapıldığında ise tüm projelerde opsiyon değerinin pozitif olduğu, 8 adet projede proje değerinin negatiften pozitif çıktığı, fakat 7 adet projede pozitif opsiyon değerine rağmen proje değerinin negatif değerde kaldığı gözlemlenmiştir. Bu durumda negatif değere sahip olan bu projelerin ekonomik olarak yapılabilir olmadığı tespit edilmiştir. Reel opsiyon yöntemi ile değerlendirme yapıldığında opsiyon vadesi ne kadar uzunsa ve varlık piyasa fiyatı ne kadar yüksekse, opsiyon değerinin o kadar yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Örnek projeler üzerinden reel opsiyon yönteminin net bugünkü değer yöntemi ile kıyaslaması yapıldığı zaman, reel opsiyon modelinin belirli şartlarda net bugünkü değer yöntemini destekleyen bir yöntem olduğu gözlemlenmiştir. Projelerin değerlendirilmesinde reel opsiyon modelinin net bugünkü değer yöntemine alternatif olarak değil de tamamlayıcı ve ışık tutucu bir model olarak kullanılması projeler ile ilgili daha faydalı sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Ayrıca reel opsiyonların hangi tür kamu projelerine de uygulanabileceği ile ilgili çalışmaların ülkemizde yeterli sayıda olmaması da, reel opsiyon modelinin alternatif bir model olarak tek başına proje değerlendirmede kullanılabilmesi ile ilgili savı eksik bıraktığı düşünülmektedir. Çalışmalar arttıkça reel opsiyon modelinin kamu sektörü tarafından ortaya koyulan

projelerin deęerlendirilmesinde alternatif bir model olabileceęi savı kuvvetleneceęi dūşünölmektedir.



KAYNAKLAR

- Abay, Onur ve Baykan, Orhan (2015). “Tarih Boyunca Barajların Elden Çıkma Nedenleri”. *4. Su Yapıları Sempozyumu*. Antalya.
- Acatay, Turhan (2008). “Efes’in Tarihi Su Yolları.”. *5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları – Tarihi Su Yapıları Konferansı*. İzmir – Gümüldür.
- Acar, Eray (2012). “Cumhuriyet Döneminde Türkiye’de Kentsel Şebeke Suyu Yönetiminin Kurumsal ve Yasal Gelişimi”. *Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 97-106.
- Adner, Ron ve Levinthal, Daniel A. (2005). “What is not a Real Option: Considering Boundaries for the Application of Real Options to Business Strategy”. *The Academy of Management Review*, 29(1), 74-85.
- Ak, Mustafa (2004). *Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi ve Gerçek Tercih (Reel Opsiyonlar) Yöntemi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akbaş, Alper (2005). *İstanbul Su Kaynaklarının İncelenmesi Yeşilçay ve Melen Sistemlerinin Ekonomik Yönden Değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akgüç, Öztin (1998). *Finansal Yönetim*. İstanbul: Avcıol Basım Yayım
- Akıllı, Hüsniye (2012). “Türkiye’de Su Yönetiminin Değişen Yüzü: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü”. *Memleket Siyaset Yönetim*, 7(18), 55-85.

- Akkaya, Göktuğ Cenk (2007). “Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Alternatif Bir Yöntem”. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 28, 172-178.
- Aküzüm, Turhan, Çakmak, Belgin ve Gökalp, Zeki (2010). “Türkiye’de Su Kaynakları Yönetiminin Değerlendirilmesi”. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), 67-74.
- Alkan, Ahmet ve Öziş, Ünal (2008). “Çevlik Tarihi Su Tüneli Çevirme Sistemi”. 5. *Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları – Tarihi Su Yapıları Konferansı*. İzmir – Gümüldür.
- Alkin, Erdoğan; Yıldırım, Kemal ve Özer, Mustafa (2005). *İktisada Giriş*. Ed. İ. Şıklar. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları.
- Albayrak, Burhan (2009). *Proje Yönetimi ve Analizi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Alper, Değer (2007). “Sermaye Bütçelemesi ve Reel Opsiyonlar”. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(1), 69-86.
- Alper, Değer ve Anbar, Adem (2009). *Yatırım Projeleri Analizi*. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Alper, Değer ve Anbar, Adem (2011). “Proje Değerlendirmesinde Karar Ağacı Analizi ve Reel Opsiyon Yaklaşımının Karşılaştırılması”. *Paradoks Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi*, 7(1), 47-66.
- Amram, Martha ve Kulatilaka, Nalin (1999). *Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World*. UK: Oxford University Press.
- Arısoy, Yalçın (2008). “Selçuklu ve Osmanlı Dönemi Su Yapıları” 5. *Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları – Tarihi Su Yapıları Konferansı*. İzmir – Gümüldür.

- Atakan, Nevin (1998). *Yatırım Projelerinin Denetimi, Cumhuriyet'in 75. Yıldönümü Dizisi: 15*. Ankara: Sayıştay
- Ataç, Beyhan ve Önder, İzzettin (2004). *Maliye Politikası*. Ed. E. Ataç. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları.
- Aubry, Monique ve Lievre, Pascal (1995). *Project Management in Extreme Situations, Lessons From Polar Expeditions, Military and Rescue Operations, and Wilderness Exploration*. Florida, USA: CRC Press Taylor&Francis Group.
- Aydın, Nurhan, Coşkun, Metin, Bakır, Hasan, Ceylan, Ali ve Başar, Mehmet (2004). *Finansal Yönetim*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları.
- Aysel, Nezh R. (2008). “İstanbul’un Tarihi Su Sistemleri: Kırkçeşme Tesisleri”. 5. *Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları – Tarihi Su Yapıları Konferansı*. İzmir – Gümüldür.
- Baran, Türkay ve Tütüncü, Muharrem (2008). “Metropolis Antik Kenti Su Sistemleri”. 5. *Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları – Tarihi Su Yapıları Konferansı*. İzmir – Gümüldür.
- Baykan, Orhan (2015). “Binyıllar Boyunca Anadolu’daki Su Mühendisliği”. 4. *Su Yapıları Sempozyumu*. Ankara.
- Berk, Niyazi (1990). *Finansal Yönetim*. İstanbul: Türkmen Kitapevi.
- Biçkici, Buğrayhan (2015). “İstanbul’un Tarihi Su Kemerleri ve Suyun İletimi”. 5. *Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu*. Erzurum: TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası.
- Bildirici, Mehmet (1994). “Tarihi Su Yapıları – Konya, Karaman, Niğde, Aksaray, Yalvaç, Side, Mut, Silifke”. *DSİ’nin 40. Kuruluş Yılı (1954-1994) Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı*. Ankara.

- Bildirici, Mehmet (2008). “Urartular Dönemi Tarihi Su Yapıları”. *5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları – Tarihi Su Yapıları Konferansı*. İzmir – Gümüldür.
- Bolak, Mehmet (1998). *Finans Mühendisliği*. İstanbul: Beta Basım Yayım.
- Bourdieu, Pierre (2010). “Sermaye Biçimleri”. *Sosyal Sermaye*. Derleyenler: Mehmet Murat Şahin. İstanbul: Değişim Yayınları. 45-75.
- Brach, Marion A. (2003). *Real Options in Practice*. New Jersey - USA: John Wiley&Sons.
- Büker, Semih, Aşıkoğlu, Rıza ve Sevil, Güven (1997). *Finansal Yönetim*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları.
- Büyükilken, Ayten (2015). “Sosyal Sermaye ve Ölçülmesi”. *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, 17, 45-52.
- Copeland, Tom ve Antikarov, Vladimir (2001). *Real Options: A Practitioner’s Guide*. United Kingdom: Texere Publishing.
- Ceylan, Ali (2003). *İşletmelerde Finansal Yönetim*. Bursa: Ekin Kitapevi Yayınları.
- Çanak, Erdem (2015). “Cumhuriyet Döneminde Adana (Seyhan)’da Meydana Gelen Seller ve Alınan Önlemler (1930-1956)”. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(1), 296-341.
- Çelik, Bülent (2005). “Gerçekleşmemiş Bir Yol Hikayesi: 19. Yüzyıl’ın Son Çeyreğinde Menderes Nehrinin Ulaşımına Açılması Projesi”. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Tarih Bölümü Tarih Araştırmaları Dergisi*, 24(38), 113-130.
- Çelebi, Esat (1998). “Yatırım Analizlerinin Ülke Yatırımlarına Etkinliği ve 1999 Türkiye Ekonomisi Görünümü”. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 1(1), 43-78.

- Çonkar, Kemalettin (1992). *Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Yatırım Kararı ve Yatırım Teşvikleri*. Ankara: BİAR Enstitüsü.
- Demirbugan, Alper M. (2008). “Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Net Bugünkü Değer (NBD) ve İç Karlılık Oranı (İKO) Yöntemlerinin Karşılaştırılması”. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 10(2), 1-15.
- Demireli, Erhan ve Kurt, Gülüzar (2006). “Yatırım Kararlarının Değerlendirilmesinde Alternatif Bir Yöntem: Reel Opsiyon”. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(3), 118-132.
- Dinçer, Furkan, Atik, İpek, Yılmaz, Şaban, Çıngı, Ali (2017). “Hidrolik Enerjisinden Yararlanmada Ülkemiz ve Gelişmiş Ülkelerin Mevcut Durumlarının Analizi”. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 8(3), 555-561.
- Ece, Enver ve Kovancı, Ahmet (2004). “Proje Yönetimi ve İnsan Kaynakları İlişkisi”. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 1(4), 75-85.
- Erol, Ayşe (1999). *Aiolia, Ionia, Karia, Lykia, Pisidia, Pamphylia, Kilikia Bölgesi Çeşme Yapıları*.Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Eski, Hasan ve Armaneri, Özgür (2006). *Mühendislik Ekonomisi*. Ankara: Gazi Kitapevi
- Gedik, Tarık ve Akyüz, İlker (2005). “Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi (İç Kârlılık Oranı ve Net Bugünkü Değer Yöntemlerinin İncelenmesi”. *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 7(7), 51-61.
- Gitelman, Gary (2002). “Use of Real Options in Asset Valuation”. *The Electricity Journal*, 15(9), 58-71.

- Göker, Orhan (1995). *Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi: Teori ve Uygulama*. İstanbul: Atlantis Yayınları.
- Görmüş, Sevgi ve Artar, Mustafa (2010). “Zonguldak-Bartın-Karabük Bölgesi Planlarının Eşgüdümünün Değerlendirilmesi”. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12(17), 71-81.
- Gülmez, Gülşen ve Aysel, Nezh R. (2008). “Tarihi Bir Su Yapısı: Eğrikapı Maksemi”. *5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları – Tarihi Su Yapıları Konferansı*. İzmir – Gümüşhanev.
- Gümüş, Umut Tolga (2010). *Riskli Bir Yatırım Projesi Olarak Gemi Yatırımlarının Finansal Değerlendirilmesi: Simülasyon Yaklaşımı*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Güney, Ertuğ (2008). *Radyo Frekanslı Tanımlama (RFID) Yatırımının Reel Opsiyonlar Yöntemi ile Değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Güngör, Selim Sani (2017). “Tarihi Yarımada’daki Roma ve Bizans Dönemi Sarnıçları”. *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1(2), 37-73.
- Gürsoy, Murat (2007). “Proje Geliştirme ve Uygulama”. *Yerel Yönetimlerde Yatırım Planlaması ve Hizmet Sunumu*. Ed. Turgay Çınar. Ankara: TODAİE Yayınları, 127-139
- Gürtunca, İsmail Utku (2013). *Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Reel Opsiyon Yaklaşımı*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Güvercin, Serhat ve Uzunöz, Meral (2019). “Türkiye’de Uygulanan Bölgesel Kalkınma Politikaları Üzerine Bir Değerlendirme”. *XI. International Balkan and Near Eastern Social Sciences Congress Series (9-10 March 2019)*. Tekirdağ.

Harmancıoğlu, Nilgün, Öziş, Ünal ve Baykan, Orhan (2008). “Bergama ve Nysa Çaylarını Örtün Tünel Biçimi Tarihi Su Yapıları”. *5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları – Tarihi Su Yapıları Konferansı*. İzmir – Gümüldür.

Helming, Stefan ve Göbel, Michael (1997). *Project Cycle Management (PCM) and Objectives-Oriented Project Planning (ZOPP), Guidelines, Unit 04, Strategic Corporate Development*. Eschborn, Germany: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.

Hine, Susan ve Pritchett, James (2003). “Real Option Analysis: An Overview of the Process and How It Can Be Applied to Agribusiness: Part 1”. *Agribusiness Financial Report*. USA.

Iniesta, Jose Balibrea, Solino, Antonio Sanchez, Galera, Antonio Lara (2015). “Applications of Real Options Theory to the Assessment of Public Incentives for Onshore Wind Energy Development in Spain”. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 5(3): 791-800.

Jani, Sommayeh Shirin, Kahvazi, Sadeq, Esteghlal, Ahmad ve Poursalman, Ali Rıza (2015). “Hydraulic Systems as Critical Element in Ecosystem and Structure of Historical City of Shushtar”. *WALIA Journal*, 31(3), 229-234.

Kalem, Ali (2015). *Türkiye’deki Kamu Yatırımlarının Özel Sektör Yatırımlarına Etkisinin İncelenmesi*. Uzmanlık Tezi. Ankara: Kalkınma Bakanlığı.

Kapucugil, Aysun ve Kocakoç, İpek (2009). “Bilişim Teknolojisi Projelerinde Reel Opsiyonlar”. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(4), 17-51.

Karabulut, Miyase, Sönmezer, Sıtkı, Yenen, Vedat Zeki ve Emir, Zeynep (2016). “Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi: Türk Çimento Sektöründen Bir Örnek”. *International Conference on Eurasian Economies*. Kaposvar-Macaristan

Karaçay, Habip ve Varol, Çiğdem (2015). “Sosyo-Ekonomik Kalkınmada Fiziki, Beşeri ve Sosyal Sermaye Yatırımları: Vakıflar Genel Müdürlüğü Örneği”. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17 (3), 100-121.

Kayadelen, Mehmet (2008). “Madencilik Yatırım Projelerinde Temel Kavramlar”. *TMMOB Madencilik Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi Semineri Notları*. Ankara: TMMOB.

Kayasü, Serap ve Eldeniz, Feyza (2013). “Institutional Performance of İzmir Development Agency”. *METU Journal of The Faculty of Architecture*, 30 (1), 57-78.

Kenç, Turalay (2003). “Reel Opsiyonlar Yöntemi ile Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi”. *Active Bankacılık ve Finans Dergisi*, Mayıs-Haziran: 2-3.

Keskin, Özkan (2010). “Osmanlı İmparatorluğu’nda Modern Ziraat Eğitiminin Yaygınlaşması: Ankara Numune Tarlası ve Çoban Mektebi”. *Ankara Üniversitesi Osmanlı Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 28: 87-106.

Kibritçioğlu, Aykut (1998). “İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri”. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 353(1), 207-230.

Kinias, Ioannis, Tsakalos, Ioannis, Konstantopoulos, Nikolaos (2017). “Investment Evaluation in Renewable Projects Under Uncertainty, Using Real Options Analysis: The Case of Wind Power Industry”. *Investment Management and Financial Innovations*, 14(1), 96-103.

Kozanoğlu, Hülagü (2013). *Anadolu’da Suyun İzi*. Ankara: ASKİ Yayınları.

- Köle, M. Murat (2014). “Ankara Örnekleme Üzerinde Cumhuriyet Dönemi Su Kaynakları Yönetim Modelleri”. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 18(1), 69-85.
- Kulalı, İhsan ve Bilir, Hakan (2012). “Yatırım ve Düzenleme İkilemi: Yeni Nesil Telekomünikasyon Şebekelerine Erişim Fiyatının Belirlenmesinde Reel Opsiyon Yaklaşımı”. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(2), 275-294.
- Kunholathillath, Anandkrishnan (2012). “Dams in Ancient India”. *Brennen Journal of Multidisciplinary Studies*, 7, 18-29.
- Kutluksaman, Murat (2007). “Çok Yıllık Yatırım Planlaması, Mali İnceleme, Mali Analiz, Fizibilite ve Proje Hazırlama, Yatırım Programına Giriş İçin Gerekli Usul ve Kriterler”. *Yerel Yönetimlerde Yatırım Planlaması ve Hizmet Sunumu*. Ed. Turgay Çınar. Ankara: TODAİE Yayınları, 73-126.
- Küçük, Levent (2015). “Tanzimat Döneminde Osmanlı Devletinin Nehirler ve Göller ile ilgili Yaptığı Bazı Düzenlemeler”. *Karadeniz Uluslar arası Bilimsel Dergi*, 1, 38-53.
- Li, Yanbin ve Wu, Min (2018). “A Real Options Analysis for Renewable Energy Investment Decisions Under China Carbon Trading Market”. *Energies*, 11, 1-10.
- Marşap, Beyhan (1996). “Uluslar arası Yatırımlarda Sermaye Bütçelemesi ve Karşılaşılan Riskler”. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4, 63-71.
- Mays, Larry W. (2008). “A Very Brief History of Hydraulic Technology During Antiquity”. *Environ Fluid Mech*, 8, 471-484.

- Mersin, Doğan Necip (2010). *Dış Kaynak Kullanımı Sözleşmelerinin Gerçek Opsiyon Yaklaşımı ile Değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Mesci, Yelgin ve Göztaş, Hakkı (2008). “Amasya Roma Dönemi Ferhat Su Kanalı”. 5. *Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları – Tarihi Su Yapıları Konferansı*. İzmir – Gümüldür.
- Miller, Kent ve Waller, Gregory (2003). “Scenarios, Real Options and Integrated Risk Management”. *Long Range Planning*, 36(1), 63-71.
- Mohunta, Dev M. (2005). “Preventing an Ecological Disaster-The Saving of Lake Qarun”. *Environment Science&Engineering*, 3(2), 61-74.
- Mun, Johnathan (2002). *Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions*. New Jersey - USA: John Wiley&Sons.
- Muşmal, Hüseyin (2015). “Beyşehir Regülatörü (Taş Köprü)”. *Tarih Okulu Dergisi*, 21, 357-373.
- Özcan, Selami ve Saçlı, Cevdet (2009). “Elbise Dolabı Üretimi İçin Yatırım Alternatifinin Seçilmesi ve Mobilya Sektöründe Bir Uygulama”, *Selçuk Üniversitesi İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 9(18), 265-286.
- Özgencil, Sercan Yıldırım (2012). “Anadolu ve Bağdat C.F.O.A ve Bağdat-Halep-Nusaybin-B.A.N.P Demiryolu Şirketleri Yolcu Binaları Tip Projeler”, *Beykent University Journal of Science and Engineering*, 5(1-2), 69-93.
- Özerdem, Fatih A. ve Diken, Aytekin (2011). “Konya Suyunun Dünyü Bugünü”. *1. Konya Kent Sempozyumu (26-27 Kasım 2011)*. Konya.

- Özgen, Yüksel ve Büyüktolu, Recep (2016). “Cumhuriyetin İlk Barajı: Çubuk Barajı (1929-1936)”. *Ankara Üniversitesi Türk İnkılap Tarihi Enstitüsü Atatürk Yolu Dergisi*, 59, 87-110.
- Öziş, Ünal (2007). “Su Yapılarının Tarihi Gelişmesi”. *III. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu*. İzmir - Gümüldür.
- Özkazanç, Önder, Yıldırım, Kemal ve Özer, Mustafa (2006). *İktisat Teorisi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları.
- Özoğul, Selçuk Altan (2006). *Yatırım Projelerinin Değerlemede Reel Opsiyonlar: Bilişim Teknolojileri Yatırım Uygulamaları*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Özsoy, Seda (2017). “Hitit Döneminde İnşa Edilen Su Yapılarının Bilimin Tarihsel Gelişimi Açısından Değerlendirilmesi”. *Mavi Atlas*, 5(2), 489-501.
- Öztürk, Yunus ve Baykuş, Nurdan (2014). “Anadolu Tarihi Su Yapılarında Yaşanan Dönüşüm Süreçlerinin İncelenmesi”. *Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1(2), 15-26.
- Sarı, Emre (2017). *Dünya Tarihi Filozofları*. Antalya: Nokta Yayıncılık.
- Öztürk, Serhad (2010). *Reel Opsiyonlar ile Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi: Madencilik Sektöründe Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Safarov, Sabuhi (2009). *Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Reel Opsiyon Yöntemi ve Enerji Sektöründe Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Sakarya, Şakir ve Yıldırım, Hasan Hüseyin (2016). “Rüzgar Enerjisi Santral Yatırımlarının Değerlendirilmesinde Monte-Carlo Simülasyonunun Kullanılması”. *20.Finans Sempozyumu*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Sarıaslan, Sinan A. (2003). *Sermaye Bütçelemesinde Risk Analizi Yöntemleri ve Değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Sarıca, İsmail (2004). “Bölgesel Planlamaya Genel Bakış ve Doğu Anadolu Projesi Ana Planı”. *Kentsel Ekonomik Araştırmalar Sempozyumu*. Denizli: Pamukkale Üniversitesi.
- Sevinç, Erkan (2012). *Proje Değerlendirmesinde Reel Opsiyon Değerleme Yöntemi ve Uygulamaları*. Yayınlanmamış Doktora Çalışması. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Shapiro, Alan ve Balbirer, Sheldon (2000). *Modern Corporate Finance*. USA: Prentice&Hall.
- Süme, Veli, Özener, Ahmed Yasin ve Mete, Betül (2017). “Çoruh Nehri Yan Kolları Üzerinde Bulunan Hidroelektrik Santrallerin Hidroelektrik Potansiyeli”. *Türk Hidrolik Dergisi*, 1(1), 1-6.
- Şahbaz, Ahmet (2014). “Sabit Sermaye Yatırımları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Nedensellik Analizi”. *Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7(1), 1-12.
- Tanrıöver, Ersel ve Baykan, Orhan (2008). “Karya'nın Suyolları”. *5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları – Tarihi Su Yapıları Konferansı*. İzmir – Gümüldür.
- Tanyeri, İbrahim (2000). “David Ricardo'nun İktisadi Analizi Üzerine”. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(2), 1-15.

- Taş, Oktay, Yaşaroğlu, Çağdaş ve Tokmakçioğlu, Kaya (2007). “Finansal Opsiyonlarla Reel Opsiyonların Karşılaştırılması ve Gerçek Bir Yatırım Projesinde Reel Opsiyonların Hesaplanması”. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(2), 339-355.
- Triantis, Alexander ve Hodder, James (1990). “Valuing Flexibility as a Complex Option”. *The Journal of Finance*, 45(2), 549-565.
- Tong, Tony ve Reuer, Jeffrey (2007). *Real Options Theory*. Bingley-USA: Emerald Publishing.
- Trigeorgis, Lenos (2005). “Making Use of Real Options Simple: An Overview and Applications in Flexible Modular Decision Making”. *The Engineering Economist*, 50, 25-53.
- Türk, Emrullah (2015). “Sosyolojik Düşüncede Sosyal Sermaye Tartışmaları: Pierre Bourdieu ve James Samuel Coleman Bağlamında Karşılaştırmalı Bir Analiz. *Sosyal ve Kültürel Araştırmalar Dergisi*, 1(2): 127-149.
- Türko, Metin (2002). *Finansal Yönetim*. İstanbul: Alfa Yayınları.
- Uçal, İrem (2008). *Bulanık Reel Opsiyonlarla Riskli Yatırım Projelerinin Analizi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Uğurluoğlu, Özgür ve Çelik, Yusuf (2013). *Sağlık Kurumları Yönetimi-II*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları.
- Uslu, Zeki ve Önal, Yıldırım (2007). *Yatırım Projeleri*. Adana: Karahan Yayınları.
- Usta, Öcal (2005) . *Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi*. İzmir: Detay Yayıncılık.
- Uzunlar, Evcan ve Aktan, Mehmet (2000). *Finansal Opsiyonlar, Gerçek Opsiyonlar ve Uygulamaları*. Ankara: Gazi Kitabevi.

- Üstündağ, Erdal (2005). “Yatırım Projeleri Değerlendirme Kriterleri”. *Yunus Araştırma Bülteni*, 5(3), 5-7.
- Üzen, Neşe ve Çetin, Öner (2012). “Geçmişten Günümüze Su ve Sulama Yönetimi”. *Batman University Journal of Life Sciences*, 1(2), 281-290.
- Yakın, Ferhan A. (2002). *Yatırımların Değerlendirilmesinde Hisse Senetleri ve Hisse Senetlerinde Temel/Teknik Analiz Yöntemleri*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü.
- Yalçın, Gökmen ve Eken, Güven (2006). “Türkiye’nin Baraj Politikası ve Önemli Doğa Alanları: Doğa Derneği Kurumsal Görüşü”. *TMMOB Su Politikaları Kongresi*. Ankara.
- Yalçın, Kürşat ve Aksoy, Emine Ebru (2011). *Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Yarcı, Selman (2011). “Pierre Bourdieu’de Sosyal Sermaye Kavramı”. *Akademik İncelemeler Dergisi*, 6(1), 124-135.
- Tanrıöver, Ersel ve Yaşar, Mutlu (2008). “Sebastapolis (Kızılcıca/Tavas/Denizli) Pınar Derleme Yapısı ve Seddesi”. 5. *Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları – Tarihi Su Yapıları Konferansı*. İzmir – Gümüşlü.
- Yılmaz, Emrah (2016). “Demiryolları ve Tarımsal Gelişme: Konya Ovası Sulama Projesi Örneği”. *Uluslararası Sempozyum: Geçmişten Günümüze Bozkır (06-08 Mayıs 2016)*. Konya: Selçuk Üniversitesi.
- Yılmaz, Ferimah ve Tezcan, Nuray (2007). “Vergi Hasılatı ve Sabit Sermaye Yatırımlarının Ekonomik Büyümeye Olan Etkisi: Ekonometrik Bir İnceleme”. 8. *Türkiye Ekonometrik ve İstatistik Kongresi*. Malatya: İnönü Üniversitesi.

Yılmaz, Cevdet ve Yılmaz, Hakan (1997). *Dünya’da ve Türkiye’de Sabit Sermaye Yatırımı Kavramı ve Türkiye Uygulaması*. Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü.

Yurtoğlu, Nadir (2018). “Cumhuriyet Türkiyesinde Elektrik Enerjisi Üretimi ve Enerji Politikaları”. *Atatürk Araştırma Merkezi Dergisi*, 34(2), 227-280.





EKLER

Ek-1. METRAJ CETVELLERİ**1 - GÖVDE METRAJ CETVELİ**

Yapılan İşin Cinsi	Miktar	Birim	2018 Birim Fiyat (TL)	Toplam (TL)
KAZI İŞLERİ				A
Baraj temeli kazısı ve dolguya hazırlanması		m ³	10,97	
Barajlarda ocak veya mal. ariyet sah. kaya ve bataklık zeminler hariç her cins ve klas.Zem.Kazılması ve dolgu sedde veya baraj dolgusu konulması (1A Zonu)		m ³	5,36	
Barajlarda sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sulanması		m ³	5,28	
Barajlarda geçiyacağı silindire sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sıkıştırılması		saat	149,45	
Barajlarda kazılardan gelen malzeme ile dolgu yapılması (1B zonu)		m ³	2,11	
Barajlarda filtre malzeme konması (2A ve 2B zonları)		m ³	23,16	
Filtre malzeme yıkanması		m ³	1,56	
Barajlarda titreşimli silindirlerle sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sıkıştırılması		saat	232,94	
Barajlarda ocak veya ariyet sahalarında kaya kazılması ve dolgu sedde veya baraj dolgusu konulması (3A , 3B ve 3C ve zonları)		m ³	18,85	
Barajlarda kaya dolgunun tazyikli su ile yıkanması		m ³	2,89	
Barajlarda titreşimli silindirlerle sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sıkıştırılması		saat	232,94	
Mekanik tokmakla dolgu sıkıştırılması		m ³	22,75	
BETON İŞLERİ				B
Barajlarda idarece istenilen dozda konkasör kumu ve kırmataş kullanılarak betoniyele karıştırılarak, beton tulumbası ile dökülen vibratör ile dövülen beton		m ³	212,88	
Barajlarda idarece istenilen dozda konkasör kumu ve kırmataş kullanılarak betoniyele karıştırılan, beton tulumbası ile dökülen ve vibratörle dövülen betonarme betonu		m ³	232,63	
Ön yüzü beton kaplamalı barajlarda idarece istenilen dozda konkasör kumu ve kırmataş ile yapılan önyüz betonarme betonu		m ³	453,49	
Barajlarda çimento bedeli (TS19, PÇ42.5)		ton	236,94	
DEMİR, İSKELE, KALIP İŞLERİ				C
Barajlarda betonarme demiri (yerli malı 14 ve daha büyük çaplı)		ton	4088,71	
F1 cinsi beton veya betonarme betonu yüzeyi veren düz kalıp		m ²	41,28	
Her cins düz yüzeyli beton ve betonarme betonu kalıbı yapılması (f2 cinsi)		m ²	58,96	
DİĞER İŞLER				D
Pvc su ve enjeksiyon tutucuların temini ve yeraltında veya yerüstündeki yapılarda yerine konulması		kg	19,26	
Baraj ölçüm aletleri				
Yatay ve düşey derz detayları		m	524,88	
TAŞIMALAR				E
Çimento taşınması (M=100km)		ton	33,49	
Demir taşınması (M=220km)		ton	91,12	
Ön yüz kaplama kırmataş agrega malzemesi taşınması (f=12500m)		m ³	13,90	
Agrega malzemesi taşınması (f=12500m)		m ³	13,90	
1A ve 1B dolgu malzemesi taşınması (f=9500m)		m ³	12,19	
2A ve 2B dolgu malzemesi taşınması (f=9500m)		m ³	12,19	
3A, 3B ve 3C zonu dolgu malzemesi taşınması (f=12500m)		m ³	15,44	
Temel kazısı taşınması (f=1000m)		m ³	5,71	
TOPLAM				A+B+C+D+E

2 -DOLUSAVAK METRAJ CETVELİ

Yapılan İşin Cinsi	Miktar	Birim	2018 Birim Fiyatı (TL)	Toplam (TL)
KAZI-DOLGU İŞLERİ				A
Kaya ve bataklık zemin hariç her cins zemin kazısı ve depoya konulması		m ³	3,20	
Barajlarda yumuşak kaya zeminlerin kazılması, dolgu ve/veya depoya konulması		m ³	11,31	
Barajlarda kaya kazılması, dolgu ve/veya depoya konulması		m ³	18,51	
Duvar arka ve üstlerinin mevcut toprakla doldurulması		m ³	17,06	
Enerji kırıcı sonuna anroşman yapılması		m ³	18,85	
BETON İŞLERİ				B
Betonarme Beton		m ³	232,63	
Çimento		ton	236,94	
A tipi PVC su tutucu		kg	19,26	
DEMİR, İSKELE VE KALIP İŞLERİ				C
Betonarme Demiri		ton	4.088,71	
Basit demir işleri		kg	12,54	
F1 cinsi düz kalıp		m ²	41,28	
F3 cinsi düz kalıp		m ²	76,65	
F3 cinsi eğri kalıp		m ²	159,60	
TAŞIMALAR				D
Çimento taşınması (M=100 km)		ton	33,49	
Demir taşınması (M=220 km)		ton	91,12	
Agrega taşınması (f=12500 m)		m ³	15,44	
Zemin taşınması (f=1000 m)		m ³	4,40	
Zemin taşınması (f=1000 m)		m ³	3,96	
Yumuşak kaya taşınması (f=1000 m)		ton	5,71	
		TOPLAM		A+B+C+D

3 -DİPSAVAK YAPISI METRAJ CETVELİ

Yapılan İşin Cinsi	Miktar	Birim	2018 DSİ Birim Fiyat (TL)	Toplam (TL)
BETON İŞLERİ				A
Barajlarda idarece istenilen dozda konkasör kumu ve kırmataş kullanılarak betoniyele karıştırılarak, beton tulumbası ile dökülen vibratör ile dövülen beton		m ³	212,88	
Barajlarda çimento bedeli (TS19, PÇ42.5)		ton	236,94	
Barajlarda idarece istenilen dozda konkasör kumu ve kırmataş kullanılarak betoniyele karıştırılan, beton tulumbası ile dökülen ve vibratörle dövülen betonarme betonu		m ³	232,63	
Barajlarda çimento bedeli (TS19, PÇ42.5)		ton	236,94	
DEMİR, İSKELE, KALIP İŞLERİ				B
Barajlarda betonarme demiri (yerli malı 14 ve daha büyük çaplı)		ton	4088,71	
Barajlarda betonarme demiri (yerli malı 8-12)		ton	4569,96	
F1 cinsi beton veya betonarme betonu yüzeyi veren düz kalıp		m ²	41,28	
F3 cinsi beton veya betonarme betonu yüzeyi veren düz kalıp		m ²	76,65	
F3 cinsi beton veya betonarme yüzeyi veren eğri kalıp		m ²	159,60	
DİĞER İŞLER TOPLAMI				C
Dipsavak sualma yapısı yatay ve düşey ızgaraları ve gömülü elemanların imalatı ve yerine montajı		kg	30,30	
Giriş ızgarası,her türlü demir kapaklar (Giriş yapısı kapak yuvası gömülü elemanları)		kg	30,30	
Dipsavak cebri boruları ve çelik mesnetlerin imalatı ve yerine montajı		kg	27,13	
TAŞIMALAR				D
Çimento taşınması (M=100 km)		ton	33,49	
Demir taşınması (M=220 km)		ton	91,12	
Agrega taşınması (f=12500 m)		m ³	13,90	
	TOPLAM			A+B+C+D

4 -BATARDO YAPISI METRAJ CETVELİ

Yapılan İşin Cinsi	Miktar	Birim	2018 Yılı DSİ Birim Fiyatı (TL)	Toplam (TL)
KAZI-DOLGU İŞLERİ				A
Baraj temeli kazısı ve dolguya hazırlanması		m ³	11,04	
Kazılardan elde edilen kaya ile riprap ve koruyucu örtü yapılması		m ³	16,00	
Barajlarda filtre malzeme konması		m ³	23,16	
Baraj kaya dolgusunun tazyikli su ile yıkanması		m ³	1,56	
Barajlarda titreşimli silindirlerle sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sıkıştırılması		saat	232,94	
Mekanik tokmakla dolgu sıkıştırılması		m ³	22,75	
Membran uygulaması (malzeme temini, her türlü işçilik)		m ²	48,46	
TAŞIMALAR				B
Dolgu Malzemesinin Taşınması (9500 m)		m ³	12,19	
Baraj temeli kazısının taşınması (1000 m)		m ³	5,71	
	TOPLAM			A+B

5 -VANA YAPISI METRAJ CETVELİ

Yapılan İşin Cinsi	Miktar	Birim	2018 DSİ Birim Fiyat (TL)	Toplam (TL)
KAZI-DOLGU İŞLERİ				A
Barajlarda kazılardan elde edilen kaya ile riprap yapılması		m ³	16,00	
Barajlarda ocak veya malzeme ariyet sahalarında yumuşak kaya kazılması ve dolgu sedde veya baraj dolgusu konulması		m ³	12,76	
BETON İŞLERİ				B
Barajlarda idarece istenilen dozda konkasör kumu ve kırmataş kullanılarak betoniyerle karıştırılarak, beton tulumbası ile dökülen vibratör ile dövülen beton		m ³	212,88	
Barajlarda idarce istenilen dozda konkasör kumu ve kırmataş kullanılarak betoniyerle karıştırılan, beton tulumbası ile dökülen ve vibratörle dövülen betonarme betonu		m ³	232,63	
Barajlarda çimento bedeli (TS19, PÇ 42.5)		ton	236,94	
DEMİR, İSKELE VE KALIP İŞLERİ				C
Barajlarda betonarme demiri (Yerli malı 14 ve daha büyük çaplı)		ton	4088,71	
Her cins düz yüzeyli beton ve betonarme betonu kalıbı yapılması (F2 cinsi)		m ²	58,96	
F1 cinsi beton veya betonarme betonu yüzeyi veren düz kalıp		m ²	41,28	
F3 cinsi beton veya betonarme betonu yüzeyi veren düz kalıp		m ²	76,65	
Dipsavak cebri boruları ve çelik mesnetlerin imalatı ve yerine montajı		kg	27,13	
DİĞER İŞLER				D
Sulama Branşmanı Sürgülü Vana		adet	41366,53	
Branşmandan Önce Kelebek (Tehlike) Vana		adet	38272,81	
Dereye Deşarj Sürgülü Vana		adet	41366,53	
TAŞIMALAR				E
Çimento taşınması (M=100 km)		ton	33,49	
Demir taşınması (M=220 km)		ton	91,12	
Agrega taşınması (f=12500 m)		m ³	15,44	
Yumuşak kaya taşınması (f=1000 m)		m ³	4,40	
	TOPLAM		A+B+C+D+E	

6 - DERİVASYON YAPISI METRAJ CETVELİ

Yapılan İşin Cinsi	Miktar	Birim	2018 DSİ Birim Fiyat (TL)	Toplam (TL)
KAZI VE DOLGU İŞLERİ				A
Barajlarda kaya ve bataklık zeminler hariç her cins ve klasta zeminlerin kazılması depoya konulması		m ³	3,20	
Barajlarda yumuşak kaya zeminlerin kazılması, dolgu veya depoya konulması		m ³	11,31	
Barajlarda kaya kazılması, dolgu veya depoya konulması		m ³	18,51	
BETON İŞLERİ				B
Barajlarda idarce istenilen dozda konkasör kumu ve kırmataş kullanılarak betoniyerle karıştırılan, beton tulumbası ile dökülen ve vibratörle dövülen betonarme betonu		m ³	232,63	
Barajlarda çimento bedeli (TS19, PÇ42.5)		ton	236,94	
DEMİR, İSKELE, KALIP İŞLERİ				C
Barajlarda betonarme demiri (yerli malı 14 ve daha büyük çaplı)		ton	4088,71	
F1 cinsi beton veya betonarme betonu yüzeyi veren düz kalıp		m ²	41,28	
F1 cinsi beton veya betonarme yüzeyi veren eğri kalıp		m ²	95,76	
DİĞER İŞLER				D
Dipsavak cebri boruları ve çelik mesnetlerin imalatı ve yerine montajı		kg	20,89	
PVC su ve enjeksiyon tutucuların temini ve yeraltında veya yerüstündeki yapılarda yerine konulması		kg	19,26	
TAŞIMALAR				E
Çimento taşınması (M=100 km)		ton	33,49	
Demir taşınması (M=220 km)		ton	91,12	
Agrega taşınması (f=12500 m)		m ³	15,44	
Zemin taşınması (f=1000 m)		m ³	4,40	
Zemin taşınması (f=1000 m)		m ³	3,96	
Yumuşak kaya taşınması (f=1000 m)		m ³	5,71	
TOPLAM			A+B+C+D+E	

7 – ŞANTIYE VE ULAŞIM YOLLARI METRAJ CETVELİ

Yapılan İşin Cinsi	Miktar	Birim	2018 DSİ Birim Fiyat (TL)	Toplam (TL)
ŞANTIYE TESİSLERİ				A
Şantiye tesisleri		m ²	1906.21	
ULAŞIM YOLLARI				B
Yeni yol yapımı (malzeme sahası)		km	1.147.066	
Yeni yol yapımı (rezervuar rölekasyonu)		km	1.147.066	
Yol iyileştirmesi		km	849.452	
TOPLAM			A+B	

8 – ENJEKSİYON METRAJ CETVELİ

Yapılan İşin Cinsi	Miktar	Birim	2018 yılı Birim Fiyat (TL)	Toplam (TL)
BETON İŞLERİ				A
Barajlarda çimento bedeli (TS19, PÇ 42.5)		ton	236,94	
Enjeksiyon işleri için bentonit temini		ton	320,00	
ENJEKSİYON İŞLERİ				B
Orta Sert Formasyonlarda 0-10 m karotsuz enjeksiyon deliği açılması		m	229,34	
Orta Sert Formasyonlarda 10-30 m karotsuz enjeksiyon deliği açılması		m	352,04	
Orta Sert Formasyonlarda 30-60 m karotsuz enjeksiyon deliği açılması		m	536,25	
0-20 m arasında delik boyunca 1 m.'ye ortalama 50-100 kg katı madde basılması		m ³	621,62	
20-40 m arasında delik boyunca 1 m.'ye ortalama 50-100 kg katı madde basılması		m ³	638,44	
40-60 m arasında delik boyunca 1 m.'ye ortalama 50-100 kg katı madde basılması		m ³	771,27	
Orta Sert Formasyonlarda 0-10 m karotlu enjeksiyon deliği açılması		m	308,19	
Orta Sert Formasyonlarda 10-30 m karotlu enjeksiyon deliği açılması		m	430,87	
Orta Sert Formasyonlarda 30-60 m karotlu enjeksiyon deliği açılması		m	615,09	
0-20 m derinlikler arasında basınçlı su deneyi yapılması (çift lastik)		adet	49,04	
20-40 m derinlikler arasında basınçlı su deneyi yapılması (çift lastik)		adet	53,08	
40-60 m derinlikler arasında basınçlı su deneyi yapılması (çift lastik)		adet	59,52	
TAŞIMALAR				C
Çimento taşınması (M=100 km)		ton	33,49	
Bentonit taşınması (M=100 km)		ton	33,49	
	TOPLAM			A+B+C

9 – SULAMA ŞEBEKESİ METRAJ CETVELİ

İşin Tarifi	Birim	Miktarı	2018 Yılı Birim Fiyat (TL)	Tutarı (TL)
SULAMA ŞEBEKESİ İŞLERİ TOPLAMI				A+B+C+D+K+N
BORU İŞLERİ BEDELİ TOPLAMI				A+B+C+D
Boru Malzeme Alım Bedeli				A
4 ATM Basınç Dayanımlı Ø400 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		85,43	
6 ATM Basınç Dayanımlı Ø250 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		48,99	
6 ATM Basınç Dayanımlı Ø400 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		124,47	
8 ATM Basınç Dayanımlı Ø140 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		20,45	
8 ATM Basınç Dayanımlı Ø160 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		26,31	
8 ATM Basınç Dayanımlı Ø200 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		40,87	
8 ATM Basınç Dayanımlı Ø225 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		52,01	
8 ATM Basınç Dayanımlı Ø250 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		63,16	
8 ATM Basınç Dayanımlı Ø400 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		161,48	
10 ATM Basınç Dayanımlı Ø140 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		25,37	
10 ATM Basınç Dayanımlı Ø160 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		32,00	
10 ATM Basınç Dayanımlı Ø180 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		41,05	
10 ATM Basınç Dayanımlı Ø280 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		98,75	
10 ATM Basınç Dayanımlı Ø400 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		199,00	
12,5 ATM Basınç Dayanımlı Ø110 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		18,51	
12,5 ATM Basınç Dayanımlı Ø125 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		24,63	
12,5 ATM Basınç Dayanımlı Ø140 mm Anma Çaplı PE Boru Bedeli	m		30,73	
Boru Malzemelerinin Döşeme Bedeli				B
Dış Çapı 110 mm Her Çeşit PE 100 Borunun Döşenmesi	m		3,90	
Dış Çapı 125 mm Her Çeşit PE 100 Borunun Döşenmesi	m		3,95	
Dış Çapı 140 mm Her Çeşit PE 100 Borunun Döşenmesi	m		5,10	
Dış Çapı 160 mm Her Çeşit PE 100 Borunun Döşenmesi	m		6,36	

Dış Çapı 180 mm Her Çeşit PE 100 Borunun Döşenmesi	m		6,42	
Dış Çapı 200 mm Her Çeşit PE 100 Borunun Döşenmesi	m		6,48	
Dış Çapı 225 mm Her Çeşit PE 100 Borunun Döşenmesi	m		7,74	
Dış Çapı 250 mm Her Çeşit PE 100 Borunun Döşenmesi	m		9,00	
Dış Çapı 280 mm Her Çeşit PE 100 Borunun Döşenmesi	m		9,06	
Dış Çapı 400 mm Her Çeşit PE 100 Borunun Döşenmesi	m		18,58	
Boruların Birbirine Bağlanması Bedeli				C
Dış Çapı 140 mm PE 100 Boru Başlarının Kaynaklanması (6-8 Atü)	Ad		48,65	
Dış Çapı 160 mm PE 100 Boru Başlarının Kaynaklanması (6-8 Atü)	Ad		51,60	
Dış Çapı 200 mm PE 100 Boru Başlarının Kaynaklanması (6-8 Atü)	Ad		58,97	
Dış Çapı 225 mm PE 100 Boru Başlarının Kaynaklanması (6-8 Atü)	Ad		61,92	
Dış Çapı 250 mm PE 100 Boru Başlarının Kaynaklanması (6-8 Atü)	Ad		69,29	
Dış Çapı 400 mm PE 100 Boru Başlarının Kaynaklanması (6-8 Atü)	Ad		118,97	
Boruların Kesilmesi ve Traşlanması Bedeli				D
Dış Çapı 110 mm PE 100 Borularının Kesilmesi ve Traşlanması	Ad		9,14	
Dış Çapı 125 mm PE 100 Borularının Kesilmesi ve Traşlanması	Ad		10,21	
Dış Çapı 140 mm PE 100 Borularının Kesilmesi ve Traşlanması	Ad		11,56	
Dış Çapı 160 mm PE 100 Borularının Kesilmesi ve Traşlanması	Ad		13,17	
Dış Çapı 200 mm PE 100 Borularının Kesilmesi ve Traşlanması	Ad		16,39	
Dış Çapı 225 mm PE 100 Borularının Kesilmesi ve Traşlanması	Ad		18,81	
Dış Çapı 250 mm PE 100 Borularının Kesilmesi ve Traşlanması	Ad		20,69	
Dış Çapı 280 mm PE 100 Borularının Kesilmesi ve Traşlanması	Ad		23,11	
Dış Çapı 355 mm PE 100 Borularının Kesilmesi ve Traşlanması	Ad		29,56	
KAZI İŞLERİ BEDELİ TOPLAMI				K
Küskülük ve kayadan başka her zeminde boru hendeği kazısı (% 20)	m ³		5,84	
Her cins küskülük zeminde boru hendeği kazısı (% 70)	m ³		10,49	
Her cins kayalık zeminde boru hendeği kazısı (% 10)	m ³		28,38	
Kum çakılın taşıtlara yükleme boşaltma, istif, muhafazası ve figürəsi	m ³		3,86	
Dolguya getirilen ve serilen her cins kazının elle sıkıştırılması	m ³		9,64	
Makina ile kayadan başka her cins zeminin röprizi	m ³		1,57	
Boru hendeğinde sıkıştırılmış dolgu yapılması	m ³		29,20	
El ile granüloметриk kum-çakıl serilmesi	m ³		29,23	
NAKLİYELER BEDELİ TOPLAMI				N
PE 100 Boru Nakli	ton		48,97	
Kum-Çakıl Nakli	ton		7,38	
Stabilize Nakli	ton		7,38	
Artan Kazı Nakli	ton		2,95	