

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

MUĞLA BÖLGESİNDE ÖRNEK BİR RÜZGÂR ELEKTRİK SANTRALİ
(RES) YATIRIMI VE RES YATIRIMINDA REEL OPSİYONLARIN
KULLANIMI ÜZERİNE BİR İNCELEME

DİDEM ÖZCAN

Sosyal Bilimler Enstitüsünde
“Yüksek Lisans”
Diploması Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 11.07.2013
Tezin Sözlü Savunma Tarihi: 10.07.2013

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. EMİN UZUN

Jüri Üyesi: Prof.Dr. Erdoğan GAVCAR

Jüri Üyesi: Yrd. Doç.Dr. Eymen GÜREL

Enstitü Müdürü: Prof.Dr. Namık Kemal ÖZTÜRK

TEMMUZ, 2013
MUĞLA

TUTANAK

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün .14./06./2013 tarih ve 593/5 sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 24/6 maddesine göre, İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Didem Özcan'ın "Muğla Bölgesinde Örnek Bir Rüzgar Elektrik Santrali (RES) Yatırımı ve RES Yatırımında Reel Opsiyonların Kullanımı Üzerine Bir İnceleme" adlı tezini incelemiş ve aday .10./07./2013 tarihinde saat 16.00'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra 30 dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin kabul edildiğine .07.08.2013 ile karar verildi.



Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Emin Uzun

Üye



Prof. Dr. Erdoğan GAVCAR

Üye



Yrd. Doç. Dr. Eymen GÜREL

YEMİN

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Muğla Bölgesinde Örnek Bir Rüzgâr Elektrik Santrali (RES) Yatırımı ve RES Yatırımında Reel Opsiyonların Kullanımı Üzerine Bir İnceleme” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

10.07.2013

DİDEM ÖZCAN



YÜKSEKÖĞRETİM KURULU DOKÜMANTASYON MERKEZİ		
TEZ VERİ GİRİŞ FORMU		
YAZARIN		
Soyadı: ÖZCAN		
Adı: DİDEM		Kayıt No: 10006649
TEZİN ADI		
Türkçe: Muğla Bölgesinde Örnek Bir Rüzgâr Elektrik Santrali (RES) Yatırımı ve RES Yatırımında Reel Opsiyonların Kullanımı Üzerine Bir İnceleme		
Y. Dil: An Analysis Of A Sample Wind Power Plant Investment In The District of Muğla And The Applications Of Real Options In The Investment		
TEZİN TÜRÜ: Yüksek Lisans	Doktora	Sanatta Yeterlilik
●	○	○
TEZİN KABUL EDİLDİĞİ		
Üniversite	: MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ	
Fakülte	: İKTİSADİ İDARİ BİLİMLER FAKÜLTESİ	
Enstitü	: SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ	
Tarih	: 10.07.2013	
TEZ YAYINLANMIŞSA		
Yayınlayan	:	
Basım Yeri	:	
Basım Tarihi	:	
ISBN	:	

TEZ YÖNETİCİSİNİN

Soyadı, Adı : UZUN, EMİN

Unvanı : Yardımcı Doçent Doktor

TEZİN YAZILDIĞI DİL: TÜRKÇE**TEZİN SAYFA SAYISI: 140****TEZİN KONUSU (KONULARI) :**

1. Vadeli İşlemler Piyasasında Opsiyonların Yeri
2. Reel Opsiyonların Rüzgâr Elektrik Santrali Yatırımlarında Kullanımı
3. İndirgenmiş Nakit Akımları Yöntemiyle Yatırım Değerlemesi

TÜRKÇE ANAHTAR KELİMELER:

1. Opsiyonlar
2. Rüzgâr Elektrik Santrali Yatırımları
3. İndirgenmiş Nakit Akımları

İNGİLİZCE ANAHTAR KELİMELER:

1. Options
2. Wind Power Investments
3. Discounted Cash Flow

- 1- Tezimden fotokopi yapılmasına izin vermiyorum
- 2- Tezimden dipnot gösterilmek şartıyla bir bölümünün fotokopisi alınabilir
- 3- Kaynak gösterilmek şartıyla tezimin tamamının fotokopisi alınabilir

Yazarın İmzası :



Tarih : 10.../07./2013.

ÖNSÖZ

Tez çalışmasında, vadeli işlemler piyasasında kullanılan opsiyon sözleşmelerinin, yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisi kullanılarak yapılan rüzgar enerjisi santralleri yatırımlarında meydana gelebilecek belirsizliklere ve risklere karşı kullanılabilen bir finansal araç olup olmadığı araştırılmıştır. Bu finansal aracın Rüzgâr Elektrik Santrali yatırımında nasıl fiyatlandırılması gerektiği gerek indirgenmiş nakit akımları yöntemiyle gerekse reel opsiyonların değerlendirilmesi yöntemiyle karşılaştırmalı ve sayısal olarak incelenmiştir. Reel opsiyon fiyatlamasının gerçekçi ve kullanılabilir olması açısından, RES yatırımlarının olası riskleri, kurulum aşamasında gerçekleştirilecek harcamalar ve operasyonel harcamaların yanında çeşitli mühendislik bilgilerine de yer verilmiştir.

Tez çalışmam boyunca bana destek olan ve sabır gösteren aileme, akademik bilgi ve tecrübeleriyle çalışmama yön veren danışman hocam Yrd. Doç.Dr. Emin UZUN'a, Rüzgâr Elektrik Santralleri hakkındaki mühendislik bilgilerini paylaşan ve matematiksel hesaplamalar konusunda yardımlarını esirgemeyen Sn.Orhun BAŞTEKELİ'ye teşekkür ederim.

Haziran, 2013

Didem ÖZCAN

ÖZET

Türkiye’de giderek gelişen ve derinleşen finansal piyasaların en önemli ayağı olan Vadeli İşlemler Piyasasında yer alan opsiyon sözleşmelerinin uygulama alanları giderek gelişmekte ve farklılaşmaktadır. Tez kapsamında araştırılan konu; opsiyon sözleşmelerinin yenilenebilir enerji kaynağı olarak kategorize edilen Rüzgâr Enerjisi Santralleri Yatırımları üzerinde ne ölçüde kullanılabileceği ve fiyatlandırma konusunda nasıl bir yol izlenmesi gerektiğidir. Bunun yanında opsiyon sözleşmelerinin, yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisi kullanılarak yapılan rüzgar enerjisi santralleri yatırımlarında meydana gelebilecek belirsizliklere ve risklere karşı kullanılabilecek bir finansal araç olup olmadığı araştırılmıştır.

Tez çalışmasında belirtilen standartlarda kurulacak rüzgâr elektrik santrali yatırımı öncelikle indirgenmiş nakit akımları yöntemiyle fiyatlandırılmış, net nakit akımları hesaplanmıştır. İndirgenmiş nakit akımları yöntemi ile hesaplandığında negatif net nakit akımı ile yatırım yapılmaya uygun bulunmamıştır. Reel opsiyonlar yöntemiyle yapılan değerlendirme sonucunda opsiyon sözleşmesi satın alınması ile pozitif nakit akımı elde edilmiş, yatırım, bir yıl bekleme sonucu yapılabilir duruma gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Vadeli İşlemler Piyasası, Opsiyonlar, Reel Opsiyonlar, Rüzgâr Elektrik Santrali Yatırımı, Net Nakit Akımı, İndirgenmiş Nakit Akımı.

ABSTRACT

The areas of application of contracts of option in Financial Futures Market which is the core of Turkey's developing and expanding financial futures, are getting larger and more diversified. The object of this thesis is to analyze, to what extent the contracts of option can be used in Wind Power Investments, which is classified as a type of renewable energy source, and what steps must be taken in pricing. Also, Whether contracts of option could be used as a financial means to undermine potential obscurities and risks in renewable wind power plant investments is analyzed in this thesis.

The discounted cash flow of a wind power plant, as standardized in this thesis, has been priced and the net cash flow has been calculated. When the calculations have been done by discounted cash flow, investment by negative net cash flow has proven ineffective. And when the calculations have been done by real options, purchasing contracts of option; positive cash flow has been achieved, and the investment, in one year's run, has proven productive.

Key Words: Financial Futures Market, Options, Real Options, Wind Power Investments, Net Cash Flow, Discounted Cash Flow.

İÇİNDEKİLER

TUTANAK	i
YEMİN.....	ii
ÖNSÖZ	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	xii
ŞEKİL VE TABLO LİSTESİ	xiv
GİRİŞ	1
1. OPSİYONLAR	3
1.1. VADELİ İŞLEMLER PİYASASI VE OPSİYONLARLA İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR	3
1.1.1. Vadeli İşlemler Piyasasında Opsiyonların Yeri ve Tarihçesi	4
1.1.2. Opsiyon Sözleşmelerinin Amacı.....	8
1.1.3. Opsiyonların Tanımı ve Türleri	9
1.1.4. Opsiyon Sözleşmelerinde Kullanılan Terimler	10
1.1.4.1. Uzun Pozisyon.....	13
1.1.4.2. Kısa Pozisyon	15
1.1.4.3. Açık Pozisyon.....	16
1.1.4.4. Ters İşlem (Pozisyon Kapatma)	17
1.1.4.5. Güvenceli (Covered) ve Çıplak (Naked) Opsiyonlar	17
1.1.4.6. Nakdi Uzlaşısı	17
1.1.4.7. Opsiyonların Asli Değeri ve Zaman Değeri.....	18
1.1.5. Opsiyon Piyasaları	18
1.1.5.1. Organize Olmayan (Tezgâhüstü) Piyasalar	19
1.1.5.2. Organize Piyasalar.....	19
1.1.6. Vade Yapısına Göre Opsiyonlar	19
1.1.6.1. Amerikan Tipi Opsiyonlar.....	20
1.1.6.2. Avrupa Tipi Opsiyonlar.....	20

1.2.	OPSİYON STRATEJİLERİ.....	20
1.2.1.	Pergel/Makas (Straddle) Stratejisi	21
1.2.2.	Çanak (Strangle) Stratejisi	23
1.2.3.	Kelebek (Butterfly/ Butterfly Spread) Stratejisi	25
1.2.4.	Çit (Straps) Stratejisi	26
1.2.5.	Akbaba (Condor) Stratejisi	27
1.2.6.	Yayıma (Strips) Stratejileri	28
1.2.7.	Sentetik Pozisyonlar	30
1.3.	OPSİYON FİYATLAMASI VE OPSİYON FİYATLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER	33
1.3.1.	Opsiyon Duyarlılığını Ölçmek için Kullanılan Göstergeler (Delta (Δ), Gamma (Γ), Lambda (Λ), Theta (Θ), Vega (K), Rho (ρ)).....	33
1.3.2.	Opsiyon Primini Etkileyen Faktörler	36
1.3.2.1.	Opsiyonun Türü (Alım/Satım)	37
1.3.2.2.	Dayanak Varlık Fiyatı	38
1.3.2.3.	Uygulama (Kullanım) Fiyatları	38
1.3.2.4.	Vadeye Kadar Olan Süre	38
1.3.2.5.	Değişkenlik (Volatilite, Dalgalanma Oranı).....	40
1.3.2.6.	Kar Payı (Temettü).....	41
1.3.2.7.	Risksiz Faiz Oranı	41
1.3.3.	Opsiyon Fiyatlama Yöntemleri ve Delta Gamma ile VaR Ölçümü.....	41
1.3.3.1.	Black-Scholes Opsiyon Fiyatlama Yöntemi	43
1.3.3.1.1.	Volatilite Çeşitleri.....	47
1.3.3.1.1.1.	Gelecek Volatilitesi (Future Volatility)	47
1.3.3.1.1.2.	Tarihsel Volatilite (Historical Volatility)	47
1.3.3.1.1.3.	Tahmini Volatilite (Forecast Volatility)	48
1.3.3.1.1.4.	Öngörülen Volatilite (Implied Volatility).....	48
1.3.3.1.1.5.	Mevsimlik Volatilite (Seasonal Volatility).....	48
1.3.3.2.	Binomial Ağaç Opsiyon Fiyatlama Yöntemi	49
1.3.3.2.1.	Tek Dönemli Binomial Dağılım Modeli.....	50
1.3.3.2.2.	İki veya Daha Çok Dönemli Binomial Dağılım Modeli.....	51

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE RÜZGÂR ENERJİSİ ...	52
2.1. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ÇEŞİTLERİ.....	52
2.1.1. Güneş Enerjisi	53
2.1.2. Su Gücü (Hidroelektrik).....	53
2.1.3. Biokütle	53
2.1.4. Yer Isısı Enerjisi (Jeotermal)	54
2.1.5. Rüzgâr Enerjisi.....	54
2.2. RÜZGÂR ENERJİSİ.....	55
2.2.1. Tükenebilir Enerji Kaynaklarından Rüzgâr Enerjisine Geçiş ve Rüzgâr Enerjisinin Tarihi	55
2.2.2. Rüzgâr Enerjisi Santrali (RES) İçin Ön Etüt ve Potansiyel Belirleme	57
2.2.2.1. Rüzgâr Ölçümünün Yapılması ve Rüzgar Hızı Dağılımları.....	59
2.2.2.1.1. Weibull Dağılımı	60
2.2.2.1.2. Rayleigh Dağılımı.....	62
2.2.2.2. Rüzgar Enerji Potansiyelinin WAsP (Rüzgar Atlası Analiz ve Uygulama Programı) Kullanılarak Belirlenmesi	63
2.2.2.3. RES Sahası İçin Rüzgar Atlasının Oluşturulması	64
2.2.2.4. RES Sahası Yüzey Bilgilerinin Elde Edilmesi.....	66
2.2.2.5. RES Sahası Topografya Bilgileri Analizi	68
2.2.3. Dünyada RES Kaynak Potansiyeli.....	68
2.2.3.1. Dünyada RES Kullanım Hedefleri	69
2.2.3.2. Dünyada Yenilenebilir Enerji Gerekliklik Tablosu.....	70
2.2.4. Türkiye'nin RES Kaynak Potansiyeli	71
2.2.4.1. Türkiye Rüzgâr Atlası	72
2.2.4.2. Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücü ve RES Potansiyeli Karşılaştırılması	73
3. RÜZGÂR ENERJİSİ SANTRALİ YATIRIMI İÇİN TEKNİK VE FİNANSAL ANALİZ.....	75
3.1. RES YATIRIMINDA TEKNİK, FİNANSAL ANALİZ VE RİSKLER	75
3.1.1. RES Yatırımının Teknik Analizinin Yapılması	75
3.1.2. RES Yatırımının Finansal Analizinin Yapılması.....	78
3.1.2.1. RES Yatırımının Nakit Akım Tablosunun Oluşturulması ve Ekonomik Karlılığının Hesaplanması.....	78

3.1.2.2.	Duyarlılık Analizi ile RES Yatırımı Karlılığını Etkileyen Faktörlerin Hesaplanması	80
3.1.2.2.1.	Yatırımın Finansmanı	80
3.1.2.2.2.	Yatırımın Risk Analizinin Yapılması ve Sonuçlar	81
3.2.	RES'LERİN REEL OPSİYONLAR YÖNTEMİYLE FİYATLANDIRILMASI	82
3.2.1.	Finansal Modelleme	82
3.2.1.1.	İndirgenmiş Nakit Akımları	82
3.2.1.1.1.	İndirgeme Oranının Hesaplanması	84
3.2.1.1.2.	İNA Değerlemesinin Sonuçları.....	86
3.2.1.2.	Reel Opsiyonların Değerlemesi ve Yorumu	87
4.	MUĞLA BÖLGESİNDE ÖRNEK BİR RES YATIRIMI VE RES YATIRIMINDA REEL OPSİYONLARIN KULLANIMI ÜZERİNE BİR İNCELEME	89
4.1.	UYGULAMANIN AMACI	89
4.2.	VERİLER	89
4.3.	ANALİZ VE BULGULAR	91
4.3.1.	İndirgeme Oranının Hesaplanması ve Sonucu	95
4.3.2.	Projenin Reel Opsiyonlar Yöntemiyle Değerlemesi ve Sonucu	100
	SONUÇ	110
	KAYNAKÇA	113
	ÖZGEÇMİŞ	122

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AMEX	American Stock Exchange
AOSM	Ağırlıklı Ortalama Sermaye Maliyeti
CAPEX	Capital Expenditures (Sermaye Gideri)
CBOT	Chicago Board of Trade
CME	Chicago Merchantile Exchange
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
DTB	Deutsche Terminbörse
EBIT	Earnings Before Interest and Tax (Faiz ve Vergi Öncesi Kar)
EBITDA	Earnings Before Interest Tax Depreciation and Amortization (Faiz, Amortisman ve Vergi Öncesi Kar)
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
GSM	Global System for Mobile Communications
IEA	International Energy Agent
İMKB	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
KW	KiloWatt
LIFFE	London International Financial Futures & Options Exchange
MATIF	Marché à Terme International de France
MÖ	Milattan Önce
MW	MegaWatt
NPV	Net Present Value (Net Bugünkü Değer)
NYCE	New York Cash Exchange
NYMEX	New York Mercantile Exchange
OPEX	Operational Expenditures (Faaliyet Gideri)
PHLX	Philadelphia Stock Exchange
REPA	Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası
RES	Rüzgâr Elektrik Santrali
TCMB	Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TSPAKB	Türkiye Sermaye Piyasası Aracı Kuruluşları Birliği

TÜFE	Tüketici Fiyat Endeksi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TWh	TeraWatt Saat
UTM	Universal Transverse Mercator
VOB	Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası
WAsP	Wind Atlas Analysis and Application Program

ŞEKİL VE TABLO LİSTESİ

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1: Thales'in Opsiyon Kontratı	5
Şekil 1.2 : Call Opsiyonlarda Alıcının Uzun Pozisyondaki Kar ve Zararı	14
Şekil 1.3 : Put Opsiyonda Alıcının Kar/Zarar Profili.....	14
Şekil 1.4: Call Opsiyonunda Satıcının Kısa Pozisyon İle Kar ve Zararı	15
Şekil 1.5 : Put Opsiyonda Satıcının Kısa Pozisyon İle Kar ve Zararı.....	16
Şekil 1.6 : Opsiyon Priminin Vadeye Kalan Güne Bağlı Değişimi	39
Şekil 1.7: Opsiyonun Kullanım Fiyatı ve Zımnı Dalgalanma Oranı İlişkisi	40
Şekil 1.8: Tek Dönemlik Binom Modeli.....	50
Şekil 1.9: İki Dönemlik Binom Modeli.....	51
Şekil 2.10: Frekans Histogramı ve Weibull Dağılımı.....	61
Şekil 2.11: Rayleigh Dağılımına c Parametresinin Değişiminin Etkisi	62
Şekil 2.12: Santral Sahası Enerji Dağılımı.....	66
Şekil 2.13: Rüzgar Hızı Dağılımı.....	67
Şekil 2.14: Dünyanın Teknik Rüzgar Potansiyeli Dağılımı.....	69
Şekil 2.15:Dünya Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu ve Rüzgar Enerjisi Kullanımı	70
Şekil 2.16: Türkiye Rüzgar Atlası Rüzgar Hızı Yıllık Ortalama 50m.....	73
Şekil 3.17: Proje Süresince Yapılan Nakit Giriş Çıktıları	78
Şekil 3.18: Fizibilite Çalışması İçin Gerekli Finansal Oranlar	79
Şekil 4.19: Türkiye Rüzgar Enerjisi Kapasite Haritası	90
Şekil 4.20: Almanya'da Kurulu Rüzgar Enerjisi Santrallerinde 1997-2001 Yılları Arası Ortalama Operasyon, Bakım ve Onarım Maliyetleri	93

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1: Opsiyon Fiyatlamasında Kullanılan Göstergelerin Etkisi	12
Tablo 1.2 : Sentetik Pozisyonlar	31
Tablo 1.3: Opsiyon Stratejileri	32
Tablo 2.4: Türkiye Rüzgar Potansiyeli Gücü ve Toplam Rüzgar Potansiyeli	71
Tablo 2.5: Türkiye'deki Mevcut Rüzgar Enerjisi ve İleride Kurulması Olası Rüzgar Güçlerinin Farklı Kapasite Faktörlerine Göre İncelenmesi	74
Tablo 4.6:Türkiye Elektrik Satış Fiyatları	91
Tablo 4.7: İNA Analizi	98
Tablo 4.8: Net Bugünkü Değer Tablosu	98
Tablo 4.9: Üst Senaryo İçin İNA Analizi.....	105
Tablo 4.10:Üst Senaryo İçin Net Bugünkü Değer Tablosu	105
Tablo 4.11: Alt Senaryo İçin İNA Analizi	107
Tablo 4.12:Alt Senaryo İçin Net Bugünkü Değer Tablosu.....	107

GİRİŞ

Dünya çapında giderek gelişmekte ve derinleşmekte olan finansal piyasaların en önemli parçası vadeli işlem piyasalarıdır. Tez çalışmasında, vadeli işlem piyasalarının da en önemli kısmını oluşturan ve son zamanlarda küresel anlamda gittikçe önem kazanan opsiyon sözleşmeleri konu alınmıştır. Opsiyon sözleşmeleri, finansal piyasaların bir aracı olduğundan soyut bir varlık gibi görünse de asıl kullanım amacı, yatırımların olası risklerine karşı yatırımcıyı korumak olduğundan, söz konusu yatırımlarla birlikte kullanıldığında somut bir varlık halini almaktadır.

Opsiyon sözleşmelerini somut bir varlık haline getirerek, yatırımlarda nasıl kullanılacağını ve fiyatlama yöntemlerini açıklamak amacıyla Muğla ili Bodrum ilçesinde örnek bir Rüzgâr Elektrik Santrali kurulacağı varsayılmıştır. Rüzgâr Elektrik Santrali için yapılan fizibilite çalışmalarının kaynağını oluşturan rüzgâr ve elektrik fiyatları ile ilgili veriler gerçek değerleri yansıtmaktadır.

Tez çalışmasının birinci bölümünde; vadeli işlemler piyasasında opsiyonların yeri, kullanım amaçları, opsiyon stratejileri, opsiyonların fiyatlandırılması ve bu fiyatlandırmayı etkileyen faktörler açıklanmış, yatırımlarda reel opsiyonların kullanımı üzerine yapılacak çalışmaya geçmeden, opsiyonların soyut yönü ele alınarak temelde opsiyon piyasalarının oluşumu ve işleyişi açıklanmaya çalışılmıştır.

İkinci bölümde, tez çalışmasında opsiyonların kullanım alanını oluşturacak yenilenebilir enerji kaynakları çeşitleri ve rüzgâr enerjisi tanıtılmıştır. Rüzgâr Enerjisi Santrali (RES) kurulumunda göz önünde bulundurulması gereken faktörler, Dünyada ve Türkiye’de RES yatırımları ile ilgili genel bilgilere yer verilmiştir.

Üçüncü bölümün ilk kısmında, RES yatırımının teknik ve finansal analizi yapılmış, reel opsiyon kullanımının asıl amacını oluşturacak yatırım risklerinin analizi yapılmıştır. İkinci kısmında ise, RES’lerin indirgenmiş nakit akımları yöntemiyle değerlendirilmesi yapılmıştır. Yatırımın reel opsiyonlar yöntemiyle değerlendirilmesi de yapılarak opsiyon sözleşmelerinin kullanımı somut hale getirilmiştir.

Son bölümde, Muğla-Bodrum'da kurulacak örnek bir RES yatırımında, reel opsiyonların kullanımı, indirgenmiş nakit akımları yönteminden faydalanılarak değerlendirilmiştir. Reel opsiyonların kullanımından önce, yatırım, mevcut gelir-giderleriyle değerlendirildiğinde negatif net nakit akımı vermiş, yatırım yapılamaz bir proje olduğu anlaşılmıştır. Reel opsiyonlar kullanılarak yapılan indirgenmiş nakit akımları değerlemesi sonucunda opsiyon sözleşmesi satın alınması ile pozitif nakit akımı elde edilmiş, yatırım, bir yıl bekleme sonucu yapılabilir duruma gelmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. OPSİYONLAR

1.1.VADELİ İŞLEMLER PİYASASI VE OPSİYONLARLA İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR

Vadeli işlem, özellikleri çeşitli standartlara göre belirlenmiş bir malın, şimdiki fiyatı üzerinden ileri bir tarihte teslimini garanti eden finansal enstrümanları kapsayan işlemlere verilen addır. Vadeli işlem kapsamına alınabilecek finansal araçlar forward, futures ve opsiyon sözleşmelerinin yapılabildiği enstrümanlardır.

Vadeli işlem piyasaları (Derivative Markets), özellikleri çeşitli standartlara göre önceden belirlenmiş bir malın ileri bir tarihte teslim edilmesi amacıyla yapılan sözleşmelerin alınıp satıldığı piyasalardır. Bu piyasalarda yapılan başlıca işlemler forward, futures ve opsiyon işlemleridir.

Forward; ileri bir tarihte teslim edilecek standartları önceden belirlenmiş bir malın vadesi, tarafları, miktarı ve fiyatının bugünden belirlenerek bir sözleşmeye bağlanması işlemidir. Forward işlemleri organize piyasalardan ziyade, tezgâhüstü piyasalarda gerçekleştirilen işlemlerdir. Genellikle döviz kuru riskini ortadan kaldırmak (hedging) amacıyla yapılan forward sözleşmeleri, spekülatif amaçlarla da yapılabilmektedir. Forward işlemlerinin en önemli özelliği iptal edilemez olmalarıdır. (AYTEKİN, 2008: 321).

Futures (gelecek) sözleşmeleri; özellikleri çeşitli standartlara göre belirlenmiş mal veya finansal enstrümanın, önceden belirlenmiş bir tarihte, anlaşılan bir fiyattan organize bir borsada alım-satımını içeren anlaşmalardır. İleri bir tarihte gerçekleştirilecek bir alım-satım işleminin fiyatının bugünden belirlendiği anlaşmalara futures sözleşmeleri denilmektedir. Futures sözleşmeleri emtia futures sözleşmeleri (commodity futures) ve finansal futures (financial futures) olmak üzere iki çeşittir. (AYTEKİN, 2008: 328).

Opsiyon sözleşmeleri; belirli bir ürünün bir miktarını gelecekteki belli bir tarihte veya bu tarihe kadar belli bir fiyattan alma ya da satma hakkını içeren anlaşmalardır.

Opsiyon sözleşmesini satın alan taraf, belli bir fiyattan anlaşılan ürünü alma ya da satma hakkına sahiptir. Bu hakka prim ödeyerek sahip olur. Opsiyonu satan taraf ise karşı tarafın talep etmesi halinde sözleşmeye konu olan ürünü teslim etme yükümlülüğünü üstlenir. Karşılıklı yükümlülükler opsiyon hakkının vade tarihine kadar geçerlidir. Opsiyon sözleşmesi, en fazla opsiyon primi kadardır. Teorik anlamda zararın doğması ise mümkün değildir. (AYTEKİN, 2008: 651).

1.1.1. Vadeli İşlemler Piyasasında Opsiyonların Yeri ve Tarihçesi

Vadeli işlemlerin ortaya çıkmasında, bu işlemlerin yer aldığı piyasaların oluşmasında ve yaygınlaşmasında temel güdü “riskten kaçınma”dır. Riskten kaçınma arzusunun ortaya çıkaran temel etken de dünyada yaşanan ekonomik krizlerdir. (YUMURTACI, 2012: 25).

1970’lerin başında yaşanan petrol krizleri ve 1973 yılında uluslararası para sistemi (Bretton Woods)’nin çöküşü riskin yönetilmesi gereken bir etken olduğu yönündeki inancı güçlendirmiştir. Uluslararası para sisteminin çöküşü Almanya, Belçika, Lüksemburg, Danimarka, Fransa ve Hollanda’nın paralarını sabit kurlardan birine bağlayarak dalgalanmaya bırakmaları ile gerçekleşmiştir. İngiliz Sterlini, Kanada Doları, Japon Yeni, İsviçre Frangı gibi paralar ise bağımsız olarak dalgalanmaya bırakılmıştır. Bu süreçle tamamen ortadan kalkan Bretton Woods sistemi, yerini dalgalı kura bırakmış, dalgalı kurun küresel piyasayı yönlendiren ülkelerce benimsenmesi “risk yönetimi” kavramını güçlendirmiş ve yatırımcılar özellikle döviz kuru riskinden kaçınmak amacıyla çeşitli önlemler alma ihtiyacı hissetmişlerdir. Finansal türev piyasalarının gelişimi bu ihtiyaçtan beslenerek ortaya çıkmış ve gelişmeye başlamıştır. (AYTEKİN, 2008: 652).

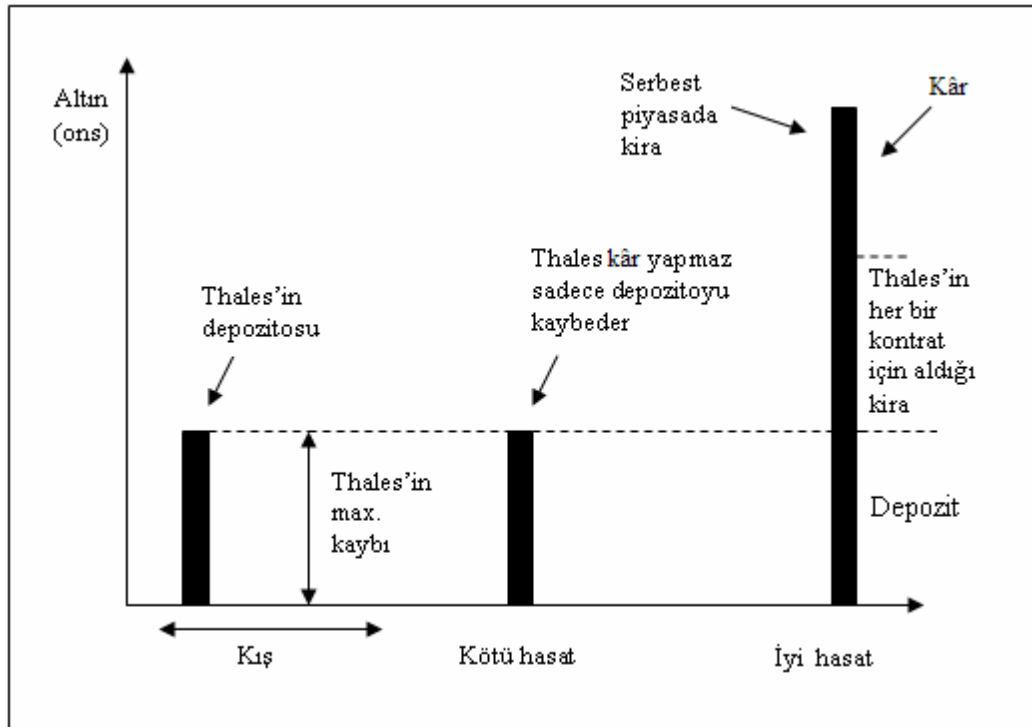
Türev piyasalar, getirisi mevcut finansal araçlardan türetilen döviz, hisse senedi, tahvil, altın gibi menkul kıymetlere veya emtialara bağlı olarak çıkarılan finansal araçların oluşturduğu piyasalardır. Türev piyasaların oluşmasındaki temel amaç gelecekte cari piyasalarda risk unsuru olabilecek belirsizliklere karşı yatırımcıyı korumak amacıyla bugünden önlem almaktır. (AYTEKİN, 2008: 652).

Günümüzde finansal piyasalarda yaygın olan opsiyon ticareti aslında çok eski tarihlerde başlamıştır. Fırat nehri güzergâhındaki Antik Mari şehrinde (bugünün

Suriye-Irak sınırında) 20.000'den fazla sayıda, çok eski çağlardan kalma tabletler bulunmuştur. Bu tabletler milattan önce 1500–1800 yılları arasında bu bölgede future ve opsiyon anlaşmalarının yapıldığına dair zengin kanıtlar sağlamaktadır. Tabletler bu anlaşmaların metal veya hububat gibi varlıklara dayalı yapılmış olduğundan bahsetmektedir (TERZİ, 2006: 12).

Bilimsel çalışmanın esas kapsamını oluşturan türev piyasaların en önemli araçlarından biri olan opsiyon işlemlerinin kökleri antik Yunan uygarlığına kadar uzanmaktadır. Antik Yunan Uygarlığında spekülatif opsiyon sözleşmesinin varlığını ortaya koyan ilk kanıt ise Aristoteles'in ünlü eseri Politika'da anlatılan hikayedir. Hikâyede Thales, gelecek yıl zeytin hasadının fazla olacağı öngörüsünden yola çıkarak yılın başında Milet ve Chios'taki bütün zeytin preslerini talep fazla olmadığından düşük maliyetle kiralamış, yaz sonunda öngörüsünün gerçekleşmesi üzerine kullanım hakkını daha önceden aldığı zeytin preslerini daha yüksek fiyatlardan kiralayarak kazanç elde etmiştir (GÖRGÜN, 2009: 3).

Şekil 1.1: Thales'in Opsiyon Kontratı



Kaynak: SEN ve CRAWFORD, 1996: 9

Antik çağlardaki opsiyon özelliklerini taşıyan bir başka işlem İncil'de (Genesis 29), Laban'ın Yakup'a, hizmetinde yedi sene çalışması karşılığında en küçük kızı Rachel ile evlenme opsiyonu sunması şeklinde gerçekleşmektedir. Bu hikaye aynı zamanda (teslimatın yapılmama olasılığı gibi) ilkel pazarların opsiyon işlemleri ile ilgili önemli bir zorunluluğa da örnek teşkil etmektedir. Çünkü opsiyon primi yerine geçen yedi yıllık zorunlu hizmet gerçekleştikten sonra Laban Yakup'a Rachel ile değil de kızlarından daha büyüğü olan Leah ile evlenme izni vermiştir. (GÖRGÜN, 2009: 5).

Yukarıda bahsedilen opsiyon işlemlerine benzeyen ilkel sözleşmelerin dışında, günümüz opsiyon sözleşmelerinin ilk hali olarak kabul edilebilecek opsiyon işlemleri 1600'lerde Hollandalı kullanıcılar tarafından laleler üzerine yapılmıştır. Lale soğanları, gerçek değerlerinin bin katına ulaşan fiyatları ile spekülatif bir emtia olarak birçok Hollandalı tarafından işlem görmüştür. Bunun üzerine lale üreticileri fiyatların düşmesi halinde alıcıların kar edeceği opsiyon sözleşmeleri satmaya başlamıştır. Ancak fiyatların düşmesiyle lale üreticileri iflas ederek sattıkları opsiyonların gereklerini yerine getirememiş ve opsiyon sözleşmelerinin sonlanmasına neden olmuştur. 1900'lerde deniz aşırı tacirler opsiyonları tekrar ortaya çıkarmış ancak fiyatlarını manipüle etmiştir. 1930'larda ve 2. Dünya Savaşı'ndan 1956'ya kadar opsiyon işlemleri İngiltere'de yasaklanmıştır. Amerika'da ise opsiyonlar Chicago sokaklarında yasadışı olarak işlem görmüştür. 1934'te Opsiyon Satıcıları Birliği (Options Dealers Association) kurulsa da işlem hacmi zayıf kalmış ve opsiyon maliyetleri makul değerden (fair value) %30 daha fazla gerçekleşmiştir. (DAIGLER, 1994: 2).

1973 yılında ABD'nin Chicago şehrinde, günümüzde dünyanın en gelişmiş borsalarından biri olarak kabul edilen Chicago Ticaret Kurulu'nun (Chicago Board of Trade) bu tür işlemlere başlaması ile vadeli işlem piyasaları gelişim sürecine girmiş, teknolojinin sağladığı olanaklar ve yeni ürünlerin geliştirilmesi ile dünya çapında hızla yayılmaya başlamıştır. 1975 yılında AMEX ve PHLX'de opsiyon ticaretine başlamıştır. Özellikle 1970 sonrası, Bretton Woods sisteminin terk edilmesiyle birlikte, döviz ve faiz oranlarında meydana gelen dalgalanmalar sonucu oluşan riskten korunmak amacıyla, finansal ürünler üzerine vadeli işlem sözleşmelerinin

geliştirilmesi, bu piyasalarda yeni bir dönem başlatmıştır. 1980 yılında Amerika'da vadeli işlem borsalarındaki işlem hacmi New York Borsası'nı geçmiş, döviz kuru, hisse senedi ve futures kontratlarına dayanan türev araçlar internet çılgınlığıyla birlikte korkunç bir hızla gelişmiştir. Kullanımındaki kolaylık ve sağladığı ekonomik yararlar nedeniyle vadeli işlem piyasaları, günümüzde gelişmiş liberal ekonomilerin vazgeçilmez kurumlarından biri haline gelmiştir. İngiltere'de LIFFE, Fransa'da MATİF, Amerika'da CBOT, CME, NYCE, NYMEX, Almanya'da DTB bu borsalara örnek olarak verilebilir. (<http://www.acikders.org.tr>, 30.03.2013).

1980'lerin başlarında opsiyon borsalarındaki işlem hacmi New York ve Amerikan hisse senedi borsalarındaki hisse senedi işlem hacmini aşmasına rağmen 1987'de gerçekleşen hisse senedi piyasasındaki çöküş opsiyonların işlem hacmini büyük oranda düşürmüştür. (GÖRGÜN, 2009: 15).

Vadeli işlemler piyasası gelişmiş ülkelerde spot piyasaların yanında vazgeçilmez bir unsur olarak görülmektedir. Ülkemizde de vadeli işlemler piyasasının eksikliği uzun yıllar hissedilmiştir. Bundan dolayı, Sermaye Piyasası Kurulu 1999 yılında kanunda değişiklik yaparak ülkemizde vadeli işlemler ve opsiyon borsasının kurulabilmesi için Finansal Kurumlar Türev Araçlar Piyasası için gereken yasal altyapıyı oluşturmuştur. Gerekli yasal altyapı oluşturulduktan sonra Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsalarının Kuruluş ve Çalışma Esaslarına ilişkin yönetmelik 23 Şubat 2001 tarihinde yürürlüğe girmiş ve 19 Ekim 2001 tarihinde Bakanlar Kurulu kararı ile Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası A.Ş. (VOB) unvanı ile kurulması kararlaştırılmıştır. 27 Mart 2004 tarihinde Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası Yönetmeliği ile borsanın çalışma kuralları belirlenmiştir. Son olarak, 5 Mart 2004 tarihinde faaliyet izni verilen borsa, 4 Şubat 2005 tarihinde resmi faaliyetlerine İzmir'de başlamıştır. (Sermaye Piyasası Kurulu, 2010).

Borsada ikisi emtia, beşi finansal, yedi ürünle işlem yapılmaya başlanmıştır. Emtia alanında pamuk ve buğday, finans alanında ise, dolar kuru, Euro kuru, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Ulusal 30 Endeksi, 3 ay ve 1 yıllık devlet iç borçlanma senetlerinin faiz oranlarının kontratları, işlem görmeye başlamıştır. (NTVMSNBC, Vadeli İşlemlerde Gonk Çaldı, 2005, <http://www.ntvmsnbc.com/news/>, 30.03.2013).

1.1.2. Opsiyon Sözleşmelerinin Amacı

Opsiyonların tarihsel gelişiminin incelendiği bölümden de anlaşılacağı gibi, opsiyonların zaman içerisinde büyük gelişme göstermesinin en önemli nedeni, yatırımcısına riski azaltma imkânı ve kâr sağlama potansiyeli sağlamasıdır. Opsiyon işlemine taraf olanların beklentilerinin farklılığı, işlemin yapılma amaçlarını da çeşitlendirmektedir. Yatırımcılar temel olarak aşağıdaki amaçlarla opsiyon sözleşmelerine taraf olmaktadır:

Riskten Korunma: Opsiyon sözleşmesi bir varlığın değer kaybetme riskini azaltmak veya ortadan kaldırmak amacıyla kullanılabilir. Bir portföy yöneticisinin, spot piyasada meydana gelebilecek düşüişlere karşı, portföyü üzerinde gerçekleşebilecek zararı en aza indirmek amacıyla opsiyon sözleşmesi satın alması ve bunun karşılığında prim ödemesi işlemi aslında bir konut sigortalama işlemine çok benzemektedir. Konutun yanması gibi bir riskin getirebileceği zararlara karşı, ilgili konut sigorta ettirilerek, bunun karşılığında sigorta primi ödenir. Sigortalanmış gayrimenkulün yanması durumunda sigorta şirketi primi ödeyen sigortalının zararını karşılar. Opsiyon sözleşmelerinde de benzer şekilde riske karşı korunma amaçlı olarak bir meblağ ödenir ve portföy sigortalaması yapılır. Beklenmeyen durumlarda opsiyon sözleşmesi işleme konularak zarar en aza indirilir. (YUMURTACI, 2012: 5).

Kâr Sağlama: Yatırımcılar yalnızca kâr sağlama amaçlı olarak da opsiyon sözleşmelerine taraf olabilir. Örneğin, portföyünde bulunan bir borsa endeksinin gelecekte artması beklentisinde olan bir opsiyon yazıcısı, ilgili endeks üzerine bir satım opsiyonu satabilir. Böylece gelecekte beklentisinin gerçekleşmesi durumunda endeks artışından elde edeceği kâra ilave olarak, yazdığı opsiyon sayesinde opsiyon primi de elde edecektir. (YUMURTACI, 2012: 5).

Kaldıraç Etkisi: Opsiyonların bir özelliği de yatırım tutarının işlem yapılan miktardan çok daha düşük olmasıdır. Yatırımcılar, düşük bir sermaye ile çok daha yüksek varlıkları kontrol edebilme imkânına sahiptir. Bir hisse senedi opsiyon sözleşmesi satın alınarak, aynı miktarda sermaye ile hisse senedi yatırımcısı olarak yapılabilecek işlemde çok daha fazla işlem yapma imkanına sahip olunur. (YUMURTACI, 2012: 7).

Arbitraj İmkânı: Arbitraj, farklı piyasalarda aynı menkul kıymetler için farklı fiyatlar oluşmuş olması durumunda, menkul kıymetlerin ucuz olduğu piyasadan alınarak daha pahalı olduğu piyasada satılmasıdır. Benzer şekilde, spot piyasalar ile türev piyasalar arasında farklı fiyat seviyelerinin olduğu durumlarda yatırımcılar ucuz olan piyasada alış, pahalı olan piyasada satış yaparak kâr sağlar. (YUMURTACI, 2012: 8).

Likidite Avantajı: Standardize edilmiş opsiyonlar borsa ürünü olarak işlem görebilmektedir. Opsiyonların vadesine ve miktarına getirilen standartlar opsiyonların alınıp satılmasında yatırımcıya kolaylık sağlar. Bu esneklik opsiyon sözleşmesinin likiditesini artırır. (BOSTAN, 2007: 19).

Esneklik Avantajı: Opsiyon fiyatlarının, piyasada işlem gören opsiyon hacminin ve opsiyon üzerinden gerçekleşen işlemlerinin anında görülmesi opsiyon piyasalarına ve dolayısıyla opsiyon sözleşmelerine esneklik sağlar. (BOSTAN, 2007: 19).

1.1.3. Opsiyonların Tanımı ve Türleri

Opsiyonu satın alan tarafa belirli bir tarihte veya belirli bir tarihe kadar, önceden belirlenen fiyat, miktar ve nitelikte ekonomik veya finansal göstergesi, sermaye piyasası aracını, malı, kıymetli madeni ve dövizi alma veya satma hakkı veren, satan tarafı ise yükümlü kılan sözleşmeyi ifade eder. (Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası, Türev Araçlar Risk Bildirim Formu, <http://www.vob.org.tr> , 01.02.2013: 1).

Satan tarafın yükümlülüğünün doğması için opsiyon hakkının vade tarihine kadar kullanılması şarttır. Aksi halde satıcının yükümlülüğü ortadan kalkar. Opsiyon alıcısının maksimum zararı en olumsuz koşullarda bile ödediği prim miktarı ile sınırlıdır, karı ise teorik olarak sınırsızdır. Öte yandan opsiyon satıcısının en olumlu şartlarda bile maksimum karı kendisine ödenen prim miktarı ile sınırlı olup, zararı teorik olarak sınırsızdır. Diğer bir deyişle alıcının satıcıya ödediği prim, satıcısının ürünün fiyatındaki değişimlerden kaynaklanan riski üstlenmesi yani bir tür fiyat garantisi hizmeti vermesinin bedelidir. Opsiyon kontratları döviz, faiz, hisse senedi, altın üzerinden düzenlenebileceği gibi emtia ve finansal futures kontratları üzerinden de düzenlenebilmektedir. (AYTEKİN, 2008: 651).

Temel olarak iki çeşit opsiyon sözleşmesi bulunmaktadır. Bunlar, alım opsiyonu (call option) ve satım opsiyonudur (put option). Buna ilave olarak opsiyonları dayanak varlıklarına göre de sınıflandırmak mümkündür.

Call opsiyon (alım opsiyonu) sahibine opsiyonun dayandığı varlığı açık bir tarihte, belirli bir fiyattan satın alma hakkı vermektedir. Put opsiyon (satım opsiyonu) ise sahibine opsiyonun dayandığı varlığı açık bir tarihte, belirli bir fiyattan satma hakkı vermektedir. Opsiyonda satıcı taraf, alıcı istediği takdirde söz konusu ürünü satın alma yükümlülüğü üstlenir. Hem alım hem de satım opsiyonunda alıcı taraf işleme konu olan ürünün alım ve satım haklarını karşı tarafa bir prim ödeyerek satın almaktadır. Opsiyon vadesinde istediği takdirde opsiyon haklarını kullanmayı karşı taraftan talep edebilir. Opsiyon satıcısı taraf alıcının istediği yükümlülükleri yerine getirmek zorundadır. (AYTEKİN, 2008: 652).

Bir satış sözleşmesi (put option) alıcısı, sözleşmeye konu olan varlığın fiyatının düşeceğini; sözleşme satıcısı ise varlığın fiyatının çok az düşeceğini veya hiç düşmeyeceğini düşünür. Tam aksi durumda alım sözleşmesi alıcısı sözleşmeye konu olan varlığın fiyatının artacağını; sözleşme satıcısı ise artmayacağını düşünür. Opsiyon sözleşmesindeki, opsiyonun dayandığı varlığın alınıp satılabileceği fiyat kullanım fiyatı veya uygulama fiyatı (strike or exercise price) olarak bilinir. Sözleşmedeki tarih ise opsiyonun vadesi (expiration date or maturity) olarak bilinir. Amerikan opsiyonları vadesine kadar herhangi bir tarihte, Avrupa opsiyonları ise sadece vade tarihinde uygulamaya konulabilir. Borsalarda işlem gören opsiyonların çoğu Amerikan tipi opsiyonlardır. Borsalardaki opsiyon işlemlerinde bir kontrat genellikle 100 hisse senedini almaya ve satmaya yönelik bir anlaşmadır. Avrupa opsiyonları Amerikan opsiyonlarına göre daha kolay analiz edilir ve bir Amerikan opsiyonunun özelliklerinin bazıları sık sık benzer Avrupa opsiyonlarından çıkartılmıştır. (AYTEKİN, 2008: 652).

1.1.4. Opsiyon Sözleşmelerinde Kullanılan Terimler

Opsiyon Kullanım (Uygulama) Fiyatı (Strike or Exercise Price): Kullanım fiyatı opsiyon kontratında yer alan, opsiyonun dayandığı varlığın alınıp satılabileceği fiyattır ve opsiyonun piyasa değerine yakın bir miktar olarak belirlenir. Satın alma opsiyonlarında bu fiyat genelde opsiyonun cari değerinin üstünde belirlenmektedir. Burada opsiyon satıcısı opsiyonun piyasa değerinin düşeceğini tahmin etmekte,

opsiyonun alıcısı ise piyasa değerinin yükseleceğini tahmin etmektedir. (BOSTAN, 2007: 5-15).

Vade (Expiration Date or Maturity): Borsalarda işlem gören opsiyonlar eğer uygulanırsa fiziksel teslim söz konusu olmaktadır. Opsiyon sahipleri opsiyonu aracı kurumun koyduğu önceden belirli bir tarihe kadar uygulayabilirler. Bu tarih genellikle opsiyonun son günü olmaktadır. ABD’de opsiyonların son günü ayın üçüncü Cuma gününden sonra gelen ilk cumartesi günüdür. Eğer bir tatil nedeni ile Cuma işlem yapılamıyorsa son gün Perşembe günü olacaktır. (KARAN, 2011: 603).

Opsiyon Primi (Option Premium): Opsiyonun primi opsiyonun sağladığı hakları satın almanın fiyatıdır. Prim karşılığında opsiyonun satıcısı belirli yükümlülükler üstlenmektedir. Opsiyonun uygulanıp uygulanmamasına bağlı olmaksızın prim satıcıda kalacaktır. Prim borsada işlem gören opsiyonlarda tek değişkendir. Alınıp satılan hisse sayısı, geçerlilik sonu ve kullanım fiyatı standarttır. Primler beş değişkene bağlı olarak değişmektedir; ilgili hissenin fiyatı, vade ya da geçerlilik sonuna kalan süre, faiz oranları, gelecekteki fiyat değişkenliği ve kar payları. Matematik formüller bu değişkenlere dayanarak opsiyon priminin kurumsal değerini belirlemektedir. (ERSAN, 1997: 95).

Opsiyon primi opsiyonun gerçek değerine (intrinsic value) zaman değeri (time value) ilave edilerek hesaplanır. Prim opsiyon hamili tarafından opsiyonu düzenleyen tarafa (option writer) ödenir. Opsiyonu düzenleyen taraf ya da opsiyon satıcısı prim karşılığında sözleşmeye konu olan varlığı karşı taraf talep ettiğinde sözleşmede belirtilen koşullardan teslim etme yükümlülüğünü üstlenmektedir. Opsiyon kullanılsın veya kullanılsın prim daima satıcıda kalır. (AYTEKİN, 2008: 652).

Dayanak Varlık: Diğer tüm türev ürünler gibi opsiyonlar da değeri bir varlığa bağlı olan sözleşmelerdir. Diğer bir ifadeyle opsiyonlar bir varlığı temsil eden finansal enstrümanlardır. Opsiyonların temsil ettiği bu varlıklara “dayanak varlık” denilmektedir. Opsiyonlar herhangi bir finansal ürün (hisse senedi, borsa endeksi vs.) ya da emtiaya (petrol, altın vs.) ilave olarak herhangi bir ekonomik gösterge (yabancı para, faiz vs.) üzerine de düzenlenebilmektedir. (YUMURTACI, 2012: 8).

Opsiyon Takas Kurumu (The Clearinghouse): Takas kurumu piyasada alıcıya karşı satıcı, satıcıya karşı alıcı konumundadır. İki taraf da karşı tarafta kimin olduğunu

bilmez. İki tarafa karşı sorumlu olan kurumdur ve borsadaki tüm işlemler onun aracılığıyla olmaktadır. Kurum iki tarafın işlem isteklerini eşleştirir ve iki taraf için de işlemin garantisidir. (BOSTAN, 2007: 16-18).

Opsiyonu yazan taraf (writer) opsiyonun içerdiği değerin belirli bir yüzdesi kadar teminatı takas kurumuna yatırmak zorundadır. Opsiyon sözleşmesinde sadece kısa tarafın yükümlülüğü söz konusu olduğundan yükümlülüğün yerine getirilmesinin garantisi olarak kısa taraftan teminat talep edilmektedir. Uzun tarafın, opsiyonun kullanım aşamasına kadar bir yükümlülüğü doğmadığından ve sözleşmeyle bir hak elde ettiğinden teminat alıcıdan istenmemektedir. (BOSTAN, 2007: 123).

Opsiyonların, forward ve future sözleşmelerinden temel farkı, opsiyonlarda yatırımcıya opsiyonu kullanıp kullanmama hakkı verilirken, forward ve future'larda satın alınan hakkı kullanmanın mecburi olmasıdır.

Tablo 1.1: Opsiyon Fiyatlamasında Kullanılan Göstergelerin Etkisi

Opsiyon Fiyatlamasında Kullanılan Göstergelerin Etkisi	Alım Opsiyonunun Fiyatı	Satım Opsiyonunun Fiyatı
Yükseliş Varsayımı		
Sözleşmeye Konu Ürünün Spot Fiyatı	Yükselir	Düşer
Opsiyon Kullanım Fiyatı	Düşer	Yükselir
Volatilite	Yükselir	Yükselir
Vade sonuna kalan süre	Yükselir	Yükselir
Risksiz Faiz Oranı	Yükselir	Düşer

Kaynak: Türkiye Sermaye Piyasası Aracı Kuruluşları Birliği (TSPAKB)

Opsiyonlar ister piyasa dalgalanmalarına karşı korunma (hedging) ister spekülasyon amaçlarıyla kullanılsın birtakım standart stratejiler içerir. Bu stratejilerin çoğu döviz, faiz, futures, ve endeks için olan uygulamalarda yapı olarak aynı olmakla birlikte yine de aralarında enstrümanın niteliğine göre bazı farklılıklar bulunmaktadır. (AYTEKİN, 2008: 653).

Uzun veya kısa pozisyonun kullanıldığı ve alınan pozisyona göre adlandırılan bull ve bear stratejileri, bağlı dövizin ya da diğer finansal enstrümanın fiyatının düşeceği ya da yükseleceği beklentisiyle şekillenmektedir. En basit bull stratejisi bir alım (call) opsiyonunun doğrudan alınması iken, en basit bear stratejisi bir satım (put) opsiyonunun doğrudan satın alınmasıdır. (AYTEKİN, 2008: 653).

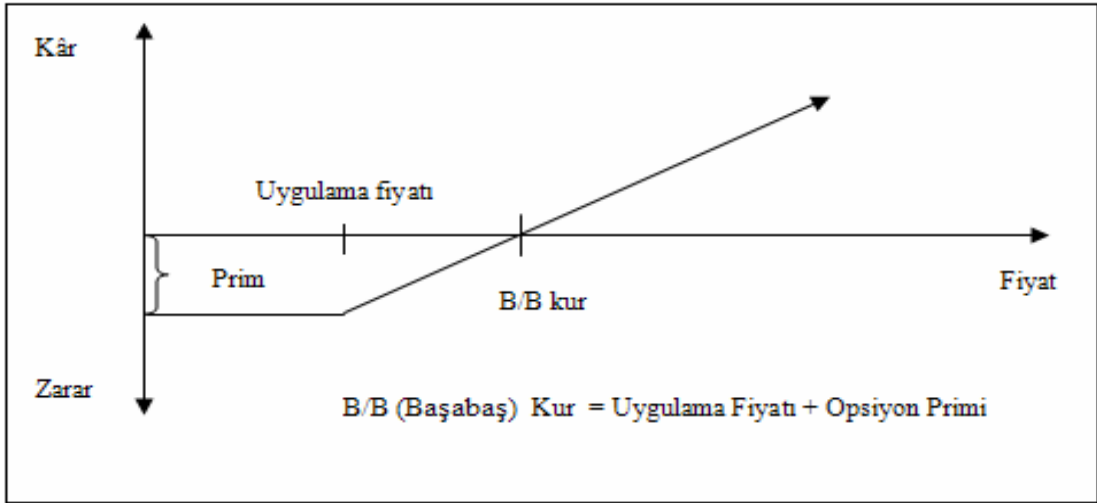
1.1.4.1. Uzun Pozisyon

Uzun sözcüğü, kişinin opsiyonun sahibi pozisyonunda olması durumunu ifade etmektedir. Bir uzun alım (long call) pozisyonu, boğa piyasası (bull market) düşüncesini yansıtmakta ve piyasanın yükselmesi beklendiğinde alınmaktadır. Alıcı, piyasadaki potansiyel yükselişe karşılık bir prim ödemektedir. Uzun satım (long put) pozisyonu ise, ayı pozisyonunu (bearish position) belirtmekte ve piyasanın düşeceği beklentisiyle alınmaktadır. (CHORAFAS, 2008: 24-12).

Opsiyon sözleşmelerinde; alım opsiyonuna ilişkin uzun pozisyon sahibi, sözleşmenin vadesinde veya vadeye kadar olan süre içinde sözleşmeye konu teşkil eden varlığı, sözleşmede belirtilen fiyattan ve belirtilen miktarda satın almak ya da nakdi uzlaşmada bulunmak hakkına sahiptir. Satım opsiyonuna ilişkin uzun pozisyon sahibi, sözleşmenin vadesinde veya vadeye kadar olan süre içinde sözleşmeye konu teşkil eden varlığı, sözleşmede belirtilen fiyattan ve belirtilen miktardan satmak ya da nakdi uzlaşmada bulunmak hakkına sahiptir. (Vadeli İşlem Ve Opsiyon Borsalarının Kuruluş Ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik, 23.02.2001, Madde 31).

Call (Alım) opsiyonunda uzun pozisyon, sözleşmenin vadesinde veya vadeye kadar olan süre içinde sözleşmeye konu teşkil eden varlığı, sözleşmede belirtilen fiyattan ve belirtilen miktarda satın alma ya da nakdi uzlaşmada bulunma hakkını ifade eder.

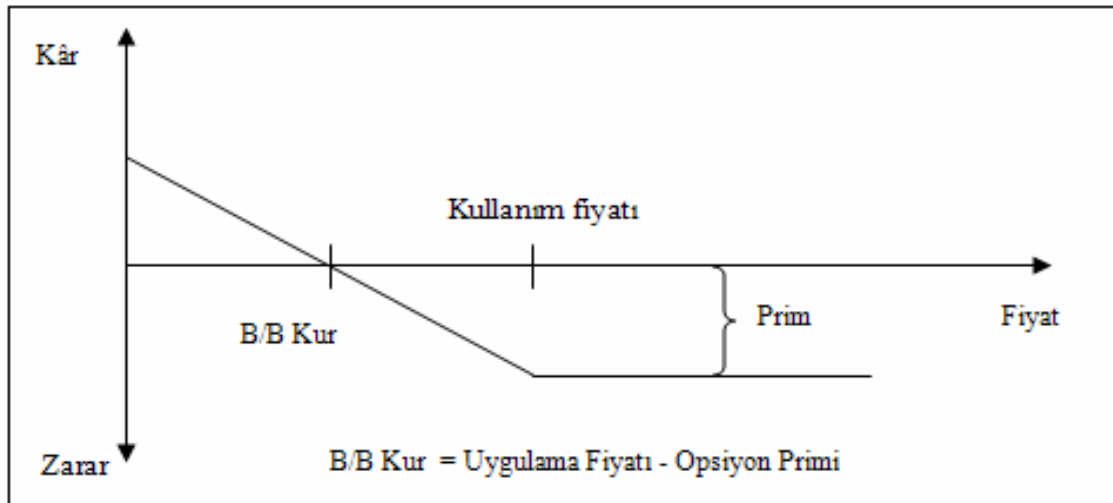
Şekil 1.2 : Call Opsiyonlarda Alıcının Uzun Pozisyonundaki Kar ve Zararı



Kaynak: AKKUM, 2000: 47-74

Put (Satım) opsiyonunda uzun pozisyon ise, sözleşmenin vadesinde veya vadeye kadar olan süre içinde sözleşmeye konu teşkil eden varlığı, sözleşmede belirtilen fiyattan ve belirtilen miktardan satma ya da nakdi uzlaşmada bulunma hakkını ifade eder.

Şekil 1.3 : Put Opsiyonda Alıcının Kar/Zarar Profili

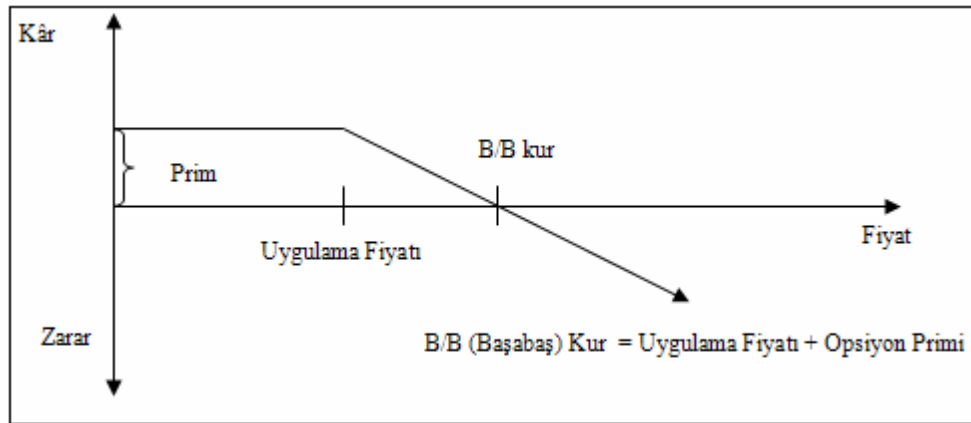


Kaynak: AKKUM, 2000: 47-74.

1.1.4.2. Kısa Pozisyon

Kısa sözcüğü, kişinin opsiyonun yazıcısı pozisyonunda olmasını ifade etmektedir. Kısa alım (short call), temelde ayı piyasası (bear market) pozisyonudur ve piyasanın düşmesi beklentisiyle alınmaktadır. Kısa satım (short put) pozisyonu ise, yatırımcının boğa piyasası düşüncesi ile alınmaktadır. (CHORAFAS, 2008:151). Opsiyon sözleşmelerinde; Alım opsiyonuna ilişkin kısa pozisyon sahibi, sözleşmenin vadesinde veya vadeye kadar olan süre içinde sözleşmeye konu teşkil eden varlığı, sözleşmede belirtilen fiyattan ve belirlenen miktardan satmak ya da nakdi uzlaşmayı sağlamakla yükümlüdür. (AKKUM, 2000: 50).

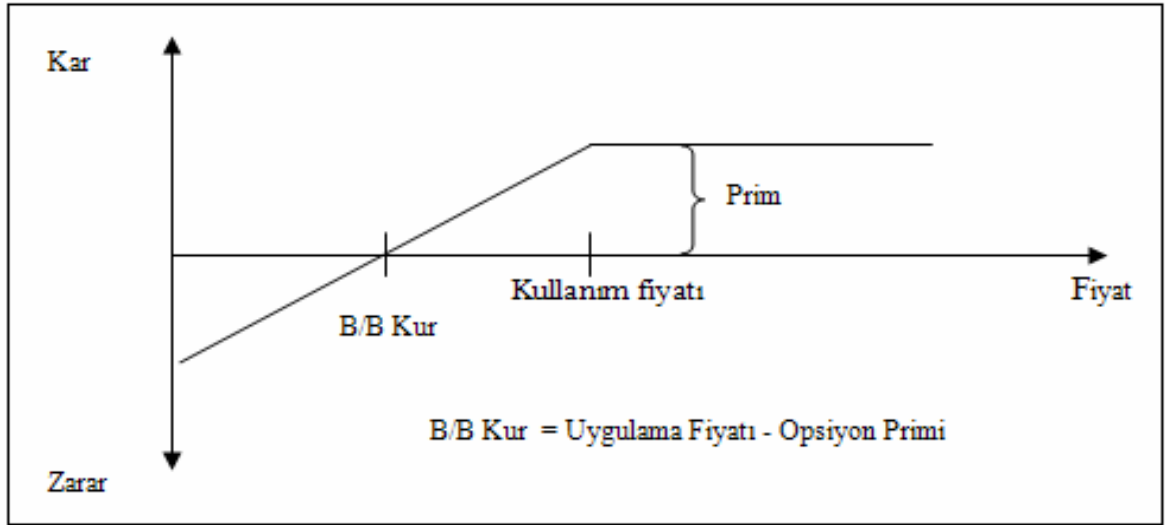
Şekil 1.4: Call Opsiyonunda Satıcının Kısa Pozisyon İle Kar ve Zararı



Kaynak: AKKUM, 2000: 47–74.

Satım opsiyonuna ilişkin kısa pozisyon sahibi, sözleşmenin vadesinde veya vadeye kadar olan süre içinde sözleşmeye konu teşkil eden varlığı, sözleşmede belirtilen fiyattan ve belirtilen miktardan satın almak ya da nakdi uzlaşmayı sağlamakla yükümlüdür. (Vadeli İşlem Ve Opsiyon Borsalarının Kuruluş Ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik, 23.02.2001, Madde 32).

Şekil 1.5 : Put Opsiyonda Satıcının Kısa Pozisyon İle Kar ve Zararı



Kaynak: AKKUM, 2000: 47–74.

1.1.4.3. Açık Pozisyon

Bir sözleşmede, ters işlemle kapatılmamış ya da teslim/nakdi uzlaşma ile sonuçlandırılmamış uzun veya kısa pozisyon sayısıdır. (Her uzun pozisyon karşısında bir kısa pozisyon olduğundan uzun veya kısa pozisyonların birini hesaba katmak yeterli olmaktadır)

(<http://www.vob.org.tr/VOBPortalTur/detailsPage.aspx?tabid=627>, 15.03.2013).

Belirlenmiş vadede teslimi gerçekleşecek veya nakit uzlaşması yapılacak herhangi bir aracın alımı veya satımı için düzenlenmiş olan tüm sözleşmeler, netleştirme, fiziki teslimatın veya nakdi uzlaşmanın gerçekleşmesi ya da yükümlülüklerin yerine getirilmesine bağlı olarak sonuçlanıncaya kadar “açık pozisyon” olarak adlandırılır. Seans sonrası, opsiyon sözleşmesi bazında piyasanın genel açık pozisyon durumu tespit edilerek duyurulur. Piyasanın açık pozisyon durumu, seans içi pozisyon kapatma ve yeni pozisyon alma işlemleri netleştirildikten sonra, opsiyon sözleşme yükümlülükleri hala devam eden katılımcıların tuttıkları açık pozisyon sayısını gösterir. Açık pozisyon sayısı, piyasadaki uzun veya kısa pozisyon sayısına eşittir. (Vadeli İşlemler Piyasası Müdürlüğü (İMKB); Finansal Vadeli İşlem Piyasalarına Giriş, İMKB Yayınları, 2002: 3-5).

1.1.4.4. Ters İşlem (Pozisyon Kapatma)

Ters işlem (offsetting position), uzun pozisyon sahibinin kısa, kısa pozisyon sahibinin uzun pozisyon almak suretiyle ilk pozisyonlarını kapatmalarıdır. (<http://www.vob.org.tr/VOBPortalTur>)

Vadeli işlem sözleşmelerinde ters işlem (pozisyon kapatma), aynı özelliklere sahip sözleşmede söz konusu sözleşmenin işlem gördüğü piyasadaki son işlem gününe kadar uzun pozisyon karşısında kısa pozisyon, kısa pozisyon karşısında ise uzun pozisyon alınarak, pozisyonun tasfiyesidir. Uzun veya kısa pozisyon sahibi olan taraflar pozisyonlarını kapatmak istediklerinde, kısa pozisyon sahibi iseler aynı sözleşmede alım, uzun pozisyon sahibi iseler aynı sözleşmede satım yaparak sahip oldukları pozisyonu kapatabilirler.

(<http://www.spk.gov.tr/displayfile.aspx?action=displayfile&pageid=77&fn=77.pdf>).

1.1.4.5. Güvenceli (Covered) ve Çıplak (Naked) Opsiyonlar

Opsiyon yazıcısı, opsiyonun uygulanması durumunda kendini güvence altına almaya yetecek miktarda dayanak varlığına sahipse, bu opsiyonlar “güvenceli opsiyon” olarak adlandırılır. Sınırlı ve tanımlanmış bir riske sahip olan bu opsiyonlar çıplak opsiyonların tam tersidir. (<http://www.investorglossary.com/covered-option.htm>, 15.03.2013).

İlgili dayanak varlığına sahip olunmadan yazılan opsiyonlardır. Çıplak opsiyonlar, taşıdıkları büyük risk kadar piyasanın yönü doğrultusunda yüksek kar şansını da beraberinde getirmektedir. (<http://www.businessdictionary.com/definition/naked-option.html>, 15.03.2013).

1.1.4.6. Nakdi Uzlaş

Nakdi uzlaşmalı bir opsiyon sahibine, opsiyonun uygulandığı zamanki varlık fiyatı ile uygulama fiyatı arasındaki farka dayanan bir nakit ödemesi alma hakkı vermektedir. (GÖRGÜN, 2009:27).

1.1.4.7. Opsiyonların Asli Değeri ve Zaman Değeri

Bir opsiyonun fiyatı; asli/içsel değer (intrinsic value), zaman değeri/dışsal değer (time value/extrinsic value) veya her ikisinin kombinasyonundan oluşmaktadır. (Options Institute (CBOE):23).

Asli Değer (Gerçek/Esas Değer, Intrinsic value), opsiyon uygulandığında elde edilecek değerdir. Karda olmayan bir opsiyonun gerçek değeri sıfırdır. Asli değersiz bir opsiyonun, asli değerli olma olasılığı, dayanak varlık fiyatındaki dalgalanmayı ifade etmektedir. Böyle bir olasılığın yüksek olması, opsiyonun primini de yükseltir. (DERELİ, 2008: 18).

Zaman Değeri (time value), opsiyon primi ile gerçek değer arasındaki farktır. Opsiyonlarda, aslında ticareti yapılan, zaman değeridir. Teslim tarihinde zaman değeri sıfırdır. Opsiyonun vadesinin gelmediği varsayımıyla, opsiyonun vadesine kalan gün sayısı dikkate alınarak, opsiyonunun asli değerine; opsiyonun asli değeri üzerinden hesaplanacak faiz geliri ve dayanak varlık fiyatının dalgalanma etkisi eklenerek bulunmaktadır. (DERELİ, 2008: 14).

Piyasa değeri 2 TL olan bir varlığın 1,50 TL kullanım fiyatlı alım opsiyonunun 0,50 TL asli değeri olduğunu ve o değere ek olarak 0,10 TL zaman değeri olduğunu varsayarsak; 0,10 TL'lik ek değer, opsiyonun vade sonuna kadar, zaman içerisinde asli değerinin daha da artma ihtimalini ve faizi temsil etmektedir. Piyasa değeri 0,40 TL olan bir varlığın 0,50 TL kullanım fiyatlı ve satım opsiyonunun 0,10 TL asli değeri olduğunu ve o değere ek olarak 0,05 TL zaman değeri olduğunu varsayarsak; 0,05 TL'lik ek değer; opsiyonun vade sonuna kadar geçecek zaman içinde asli değerinin daha da artma olasılığını ve faiz etkisini temsil etmektedir. (VOB, Türev Araçlar Lisanslama Rehberi, Mart 2007).

1.1.5. Opsiyon Piyasaları

Opsiyon piyasaları, sözleşmenin şekil şartlarının standart olarak belirlendiği organize piyasalar ve sözleşmenin şekil şartlarının karşılıklı ihtiyaçlar göz önüne alınarak, taraflar arasında serbestçe belirlendiği tezgâh üstü piyasalar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. (COŞKUN, 2001: 18).

1.1.5.1. Organize Olmayan (Tezgâhüstü) Piyasalar

Opsiyon sözleşmesi şekil şartlarının, karşılıklı ihtiyaçlar göz önüne alınarak, taraflar arasında serbestçe belirlendiği piyasalara tezgâhüstü piyasalar denmektedir. Bu piyasalarda opsiyonların alım satımına yönelik işlemlerin gerçekleştiği merkezi bir mekân yoktur. Tezgâhüstü opsiyonları, borsa opsiyonlarının aksine standartlaşmanın olmadığı, sözleşme büyüklüğünün, vadenin ve kullanım fiyatının isteğe göre taraflar arasında serbestçe kararlaştırıldığı opsiyonlardır. Bu yapılarıyla opsiyonlar borsa opsiyonlarına göre daha esnektir. Ancak, standartlaşmanın olmaması sebebiyle opsiyonların edinilmesi büyük zaman kaybına neden olmaktadır. Takas merkezinin olmaması, karşı tarafın yükümlülüğünü yerine getirmemesi durumunda risk yarattığı gibi, alınan pozisyonun ters işlemle kapatılması ancak karşı tarafın onayına bağlı kalmaktadır. Tezgâhüstü piyasalar aynı zamanda kredi riskine açıktır. Kredibilitesini kanıtlayamamış olan yatırımcılar bu piyasada kolay tutunamamaktadır. Ayrıca, söz konusu işlemlerin büyüklüğü birçok yatırımcının altından kalkamayacağı boyutta gerçekleşmektedir. (AKALIN,2006: 31-32).

1.1.5.2. Organize Piyasalar

Organize opsiyon piyasaları; tezgâhüstü piyasalarda eksik olan alım satım mekanını, hukuki altyapıyı, kuralları, sözleşmelerin standardizasyonunu (kullanım fiyatı, vade sonu tarihi vb.) ve likiditeyi tesis etmek amacıyla ortaya çıkmış, bu suretle opsiyon sözleşmelerinin hisse senetleri gibi piyasada alınıp satılabilirliğini hızlandırmış ve kolaylaştırmış, opsiyon sözleşmelerinin rahatlıkla el değiştirebileceği bir ikinci el piyasanın ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu ise en son aşamada, opsiyon sözleşmelerinin devir hızını, küçük ve büyük yatırımcılar açısından ulaşılabilirliğini artırmıştır. (YILMAZ, 1998: 12-13).

1.1.6. Vade Yapısına Göre Opsiyonlar

Opsiyonlar vade yapılarına göre ikiye ayrılır. Bunlar Amerikan tipi opsiyonlar ve Avrupa tipi opsiyonlardır.

1.1.6.1. Amerikan Tipi Opsiyonlar

Amerikan tipi opsiyonlar vade günlerinden önce herhangi bir gün uygulamaya konabilirler. Örneğin bir Amerikan tarzı alış opsiyonu sözleşmesi alıcısı, sözleşmeye konu olan varlığın fiyatı sözleşmedeki fiyatı ne zaman geçerse, opsiyonu uygulamaya koyabilir. (LEWINSON, 2007: 298).

1.1.6.2. Avrupa Tipi Opsiyonlar

Sadece vade gününde veya ona yakın tarihlerde uygulamaya konabilirler. Eğer bir hisse Amerika tarzı alış opsiyonu ise alıcısı sözleşmeyi uygulamaya koyabilir ve kar elde edebilirken, Avrupa tarzı alış opsiyonu alıcısı uygulamaya koyamaz. Bazı borsalar her iki yöntemde de aynı anda işlem yaptığı halde, opsiyon sözleşmelerinin Amerikan tarzı mı, yoksa Avrupa tarzı mı olacağına borsanın kendisi karar verir. (LEWINSON, 2007: 299).

Avrupa tipi opsiyonlar ve Amerikan tipi opsiyonların ayrımında coğrafi açıdan bir ayrım bulunmamaktadır. Her iki opsiyon da adını aldıkları kıtadan bağımsız olarak uygun olduğu her borsada işlem görebilmektedir.

1.2. OPSİYON STRATEJİLERİ

Opsiyonlar ister piyasa dalgalanmalarına karşı korunma (hedging) ister spekülasyon amaçlarıyla kullanılsın birtakım standart stratejiler içerir. Bu stratejilerin çoğu döviz, faiz, futures ve endeks için olan uygulamalarda yapı olarak aynı olmakla birlikte yine de enstrümanın niteliğine göre bazı farklılıklar bulunmaktadır. (AYTEKİN, 2008: 653).

Opsiyonlarda kullanılan stratejileri ifade etmek için profesyonel kullanıcılar stratejinin oluşturduğu şekilden hareketle straddle (makas, pergel), butterfly (kelebek) gibi isimler vermektedirler. Aşağıda söz konusu opsiyon stratejileri sınıflandırılacaktır.

1.2.1. Pergel/Makas (Straddle) Stratejisi

Aynı kullanım seviyelerinde ve aynı vadede bir put bir de call opsiyonunun aynı anda alınması veya satılmasına dayanan opsiyon stratejisine pergel/makas (straddle) stratejisi adı verilmektedir. Bu strateji piyasanın yönü hakkında belirsizlik olması durumunda ve beklentilere göre uygulanmaktadır. (AYTEKİN, 2008: 777).

Yatırımcı opsiyonların ikisini aynı anda satın alırsa uzun pozisyonlu pergel stratejisi uygulamış olmaktadır. Yatırımcı; varlık fiyatlarının yüksek bir hareket yapacağını bekliyorsa ancak bu hareketin yönünden emin değilse, uzun pergel (long straddle) satın alabilecektir. Bunun için hem alım hem de satım opsiyonu satın alması gerekmektedir. Uzun pergel pozisyonu yüksek dalgalanma beklenen durumlarda alınmaktadır. Aynı anda hem alım opsiyonu hem de satım opsiyonu alan bir yatırımcı öncelikle iki opsiyon için ödediği primi karşılayacak ve prim maliyetini aşacak kar yapmayı amaçlamaktadır. Bunun oluşabilmesi için yatırımcı dayanak varlık fiyatlarının aşağı veya yukarıya hareketlenmesini bekler. Yani bu stratejiyi izleyen yatırımcı, fiyatların aşağı mı yoksa yukarı mı gideceği beklentisinden çok, dayanak varlık fiyatının yönü fark etmeksizin fiyat dalgalanmasının ne kadar olacağı ile ilgilenmektedir. (AYTEKİN, 2008: 777).

Dayanak varlık fiyatının çok belirgin bir şekilde yükseldiğini varsayalım: Bu durumda yatırımcının satın aldığı alım opsiyonu lehtarına belirgin bir karlılık getirir. Ancak dayanak varlık fiyatının yükselmesine bağlı olarak asli değersiz olan satım opsiyonuna ödediği primin tamamını kaybeder. Eğer dayanak varlık fiyat artışından kaynaklanan alım opsiyonu karındaki artış hem alım opsiyonuna, hem de satım opsiyonuna ödenen primi aşarsa yatırımcı bu pozisyondan kar eder. (DERELİ, 2008: 14).

Dayanak varlık fiyatının çok belirgin bir şekilde düştüğü kabul edilirse, bu durumda yatırımcının satın aldığı alım opsiyonu, fiyatının düşmesiyle asli değersiz olmaktadır. Ancak satım opsiyonunun asli değeri yükselmektedir. Bu değer yükselişi ile yatırımcı, alım opsiyonuna ödediği primin tamamını kaybetmektedir. Dayanak varlık fiyatındaki düşüş, yeterli derecede belirgin ve opsiyondan elde edilen kar iki

opsiyona ödenen primden yüksek olursa, yatırımcı bu pozisyondan kar etmektedir. (DERELİ, 2008:15).

Azami Kar = Sınırsız

Azami Zarar = Ödenen Toplam Prim

Başa Baş Noktası = Alım Opsiyonu Kullanım Fiyatı + Ödenen Toplam Prim

Satım Opsiyonu Kullanım Fiyatı – Ödenen Toplam Prim

Dayanak varlık fiyatının aşağı veya yukarı doğru yeterince hareketlenmediği durumda alınan opsiyonlardan hiçbirisi iki opsiyona ödenen primi karşılayacak karlılığı sağlayamaz. Dolayısıyla dayanak varlık fiyatındaki dalgalanmanın azalması sonucu satın alınmış hiçbir opsiyon lehtarına kar sağlamaz. Fiyat dalgalanmasının az olmaya devam etmesi sonucu vadesine yaklaşan opsiyonların zaman değeri azalmaya başlar ve opsiyona ödenen prim de düşer. Bu da opsiyon alan yatırımcının zarar etmesine sebep olur. (Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası, Türev Araçlar Lisanslama Rehberi, Mart 2007: 270).

Yatırımcı opsiyonları ikisini (bir alım bir de satım opsiyonunu) aynı anda satarsa kısa pozisyonlu pergel stratejisi uygulamış olmaktadır. Kısa pergel (short straddle), uzun pergelin tam tersidir ve alım ve satım opsiyonlarının eş zamanlı olarak satılmasıyla oluşturulmaktadır. Kısa pergel pozisyonu, yatırımcıların, dalgalanmanın belli bir dönem boyunca düşük seyredeceğini bekledikleri zamanlarda alınmaktadır. Kısa pergel pozisyonunda, aynı anda hem alım opsiyonu hem de satım opsiyonu satan bir yatırımcı iki opsiyon satışı sayesinde prim tahsilatı yapmaktadır. Yatırımcının tahsil ettiği primi hak edebilmesi ve bu sayede kar edebilmesi için, dayanak varlık fiyatının fazla hareket etmemesi gerekmektedir. Bu sayede söz konusu opsiyonların sahibinin satın aldığı opsiyonlardan herhangi birini kullanması mümkün olmayacaktır. Çünkü fiyat dalgalanması az olduğu sürece opsiyonların sahibinin elinde bulunan hiçbir opsiyon karlılık sağlayamayacaktır. Bu durumda opsiyonu satan yatırımcı, dayanak varlık fiyatına bağlı olarak, tahsil ettiği primin tamamını veya bir kısmını hak edecektir. (Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası, Türev Araçlar Lisanslama Rehberi, Mart 2007: 270).

Azami Kar = Tahsil Edilen Toplam Prim

Azami Zarar = Sınırsız

Başa Baş Noktası = Alım Opsiyonu Kullanım Fiyatı + Tahsil Edilen Toplam Prim
veya

Başa Baş Noktası = Satım Opsiyonu Kullanım Fiyatı – Tahsil Edilen Prim

(VOB, Türev Araçlar Lisanslama Rehberi, Mart 2007:270).

1.2.2. Çanak (Strangle) Stratejisi

Farklı kullanım seviyelerinde fakat aynı vadede bir put bir de call opsiyon alınması veya satılmasına dayanan opsiyon stratejisine çanak (strangle) stratejisi denir. (AYTEKİN, 2008: 778).

Straddle stratejisinde olduğu gibi çanak oluşturmak için yine bir call ve bir put opsiyonu alınmaktadır. Bu stratejinin pergel stratejisine göre tek farkı pergel stratejisinde alınan veya satılan opsiyonların kullanım fiyatları aynıyken, çanak stratejisinde farklıdır. Put opsiyonunun kullanım fiyatı call opsiyonuna göre daha düşüktür. Bu stratejide kar elde edebilmek için pergel stratejisine göre fiyatın daha fazla dalgalanma göstermesini beklemek gerekmekte, ancak, katlanılacak maksimum zarar da daha düşük olmaktadır. (BOLAK, 1998: 142-143).

Pergel stratejisinde alım ve satım opsiyonu satın alan yatırımcı, dayanak varlık fiyatının sadece bir fiyatın altına veya üstüne doğru dalgalanmasını beklerken, uzun pozisyonlu çanak stratejisini izleyen yatırımcı dayanak varlık fiyatının, alınan ve satılan opsiyonların kullanım fiyatları aralığının dışına çıkmasını bekler. Sonuçta bu stratejiyi takip eden yatırımcı dayanak varlık fiyatının alışılmışın dışında gelişeceğini bekler. Yatırımcının temel beklentisi dayanak varlık fiyatının çok büyük bir değişme göstermemesidir. (Türev Araçlar Lisanslama Rehberi,2007: 273).

Yatırımcı söz konusu opsiyonların ikisini aynı anda satın alırsa uyguladığı stratejiye uzun pozisyonlu çanak stratejisi; satarsa kısa pozisyonlu çanak stratejisi denir.

Uzun pozisyonda satın alınan alım ve satım opsiyonunun ikisi de asli değerliyse, çanak stratejisi asli değerlidir. Alınan alım ile satım opsiyonu asli değersizse, çanak stratejisi asli değersizdir. (Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası, Türev Araçlar Lisanslama Rehberi, Mart 2007: 273).

Azami Kar = Sınırsız

Asli Değerli Çanak Stratejisi İçin;

Azami Zarar = Ödenen Toplam Prim – Alınan Opsiyonların Kullanım FiyatFarkı

Asli Değersiz Çanak Stratejisi İçin;

Azami Zarar = Ödenen Toplam Prim

Baş Baş Noktası = Alım Opsiyonu Kullanım Fiyatı + Ödenen Toplam Prim

Veya

Baş Baş Noktası = Satım Opsiyonu Kullanım Fiyatı – Ödenen Toplam Prim

Kısa pozisyonda yatırımcı bu stratejiyi oluşturmak için vadesi aynı; ancak kullanım fiyatları birbirinden farklı olan bir alım, bir de satım opsiyonu satmaktadır.

Azami Zarar = Sınırsız

Asli Değerli Çanak Stratejisi İçin

Azami Kar = Tahsil Edilen Toplam Prim – Alınan Opsiyonların Kullanım Fiyat Farkı

Asli Değersiz Çanak Stratejisi İçin

Azami Kar = Tahsil Edilen Toplam Prim

Baş Baş Noktası = Alım Opsiyonunun Kullanım Fiyatı + Tahsil Edilen Toplam Prim

Veya

Baş Baş Noktası = Satım Opsiyonunun Kullanım Fiyatı – Tahsil Edilen Toplam Prim (DERELİ, 2008:15).

1.2.3. Kelebek (Butterfly/ Butterfly Spread) Stratejisi

Düşük kullanım fiyatlı bir call opsiyonu satın alınması, buna ek olarak yüksek kullanım fiyatlı bir başka call opsiyonu daha alınmasını ve bu opsiyonların kullanım fiyatları arasında kalan bir kullanım fiyatı ile iki call opsiyon satılmasını içeren opsiyon stratejisine kelebek stratejisi denilmektedir. (AYTEKİN, 2008:171).

Kelebek stratejisi genelde fon yöneticileri gibi profesyonel yatırımcıların kullandığı ileri bir opsiyon stratejisidir. Kar-zarar grafiğinde kelebek kanadına benzer bir şekil oluştuğu için böyle adlandırılmıştır ve dört adet ayrı alım veya satım opsiyonuna girilerek gerçekleştirilmektedir. Fiyatların aşırı derecede aşağı veya yukarı doğru hareket edeceğini veya kısa bir bantta seyredeceğini düşünen yatırımcı kısa veya uzun kelebek stratejisini uygulayarak pozisyon almaktadır. Eğer fiyatların aşırı yükseleceği veya aşırı azalacağı tahmin ediliyorsa kısa kelebek pozisyonuna girilerek aşırı fiyat dalgalanmalarından kar elde etmek amaçlanır. (VOB; Türev araçlar lisanslama rehberi: 281,256).

Örneğin buğdayın spot piyasada 0,6 TL'den işlem gördüğü anda uzun pozisyonlu bir kelebek stratejisi izlenmiş olsun. Buna göre kullanım fiyatı 0,6 TL olan iki adet buğday alım opsiyonunda (iki opsiyon da başa baş opsiyonlardır) kısa pozisyon alınmış ve bunlarla eş zamanlı olarak kullanım fiyatı 0,5 TL (asli değerli) ve 0,7 TL (asli değersiz) olan iki buğday alım opsiyonunda da uzun pozisyona girilmiş olsun. Burada yatırımcı buğday fiyatlarının belli bir bant içerisinde seyredeceğini düşünmektedir. Buğday fiyatları 0,53 TL ve 0,67 TL bandında seyrettikçe bu stratejiyi uygulayan yatırımcı kar edecektir. Buğday fiyatları 0,6 TL olduğunda maksimum kar olan 0,07 TL'ye ulaşılacaktır. Eğer aksi olup fiyatlar çok yüksek oranlarda aşağı düşer veya yukarı fırlarsa bir zarar oluşmaya başlayacak, fakat bu zarar 0,03 TL ile sınırlanacaktır. Yatırımcı uzun pozisyonlu kelebek stratejisi izleyerek fiyat hareketlerinin dar alanda seyretmesi beklentisi ile bundan faydalanmış aynı zamanda piyasanın aksi şekilde gitmesi ile birlikte oluşan durumda da zararını sınırlamayı başarmış olacaktır.

(http://www.tspakb.org.tr/tr/Portals/0/ETM_KILAVUZLAR/2012/turev_araclar_TE_MMUZ_2012.pdf :283).

Kısa pozisyonlu kelebek stratejisine giren yatırımcı ise iki adet başa baş alım opsiyonu olarak ve bununla eş zamanlı olarak asli değersiz ve asli değerli birer alım opsiyonunda kısa pozisyona girdiği varsayılmaktadır. Yukarıdaki örnekte olduğu gibi yine buğdayın spot piyasada 0,6 TL'den işlem gördüğü anda kısa pozisyonlu bir kelebek stratejisi izlenmiş olsun. Buna göre kullanım fiyatı 0,6 TL olan iki adet buğday alım opsiyonunda (iki opsiyon da başa baş opsiyonlardır) uzun pozisyon alınmış, ve bunlarla eş zamanlı olarak kullanım fiyatı 0,5 TL (asli değerli) ve 0,7 TL (asli değersiz) olan iki buğday opsiyonunda da kısa pozisyona girilmiştir. Burada yatırımcı buğday fiyatlarının dalgalanacağını ve büyük oranda artacağını veya azalacağını tahmin etmektedir. Piyasa yatırımcımızın beklentisi doğrultusunda hareket ederse, bir kar elde edilecektir. Yalnız kelebek stratejisinde elde edilen bu kar daha önce de belirtildiği gibi belli bir noktada sınırlandırılmıştır. Buğday fiyatları 0,53 TL'nin altına düşer veya 0,67 TL'nin üstüne çıkarsa yatırımcı kar elde etmeye başlayacaktır. Fiyatlar hareketini sürdürür ve aşağı doğru 0,5 TL veya yukarı doğru 0,7 TL'ye ulaşır ve bu seviyeleri geçerse maksimum kar olan 0,03 TL elde edilmiş olur. Eğer beklentinin aksine buğday fiyatları 0,53 TL ve 0,67 TL bandında seyrederse bu stratejiyi uygulayan yatırımcı zarar edecektir. Buğday fiyatları 0,6 TL olduğunda ise maksimum zarar olan 0,07 TL'ye ulaşılacaktır. (Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası, Türev Araçlar Lisanslama Rehberi, Mart 2007:311).

1.2.4. Çit (Straps) Stratejisi

Çit stratejisi, yatırımcının arbitraj ve korunma amaçlı işlem maliyetlerini azaltmak için başvurduğu bir stratejidir. Bunun dışında, piyasanın yönünün tahmini, eldeki endeks portföyünün yatırım amacı ve o anki dalgalanma oranlarının bilinmesi, fon yöneticisini bu stratejiyi uygulamaya teşvik etmektedir. Bu stratejide gerçekleştirilen opsiyon satışı sayesinde yatırımcı opsiyon prim tahsilatı yapmaktadır. (VOB, Türev Araçlar Lisanslama Rehberi, Mart 2007:316).

Çit stratejisi eş zamanlı olarak bir alım opsiyonunun alınması ve bir satım opsiyonunun satılmasıyla veya bir alım opsiyonunun satılması ve eş zamanlı olarak bir satım opsiyonunun alınmasıyla oluşturulmaktadır. Her stratejide olduğu gibi, çit stratejisi de hem uzun hem de kısa pozisyonlu olabilmektedir. Sahip olunan bir varlığın değerini korumak amacıyla eş zamanlı olarak satım opsiyonu alınması ve

alım opsiyonu satılmasıyla oluşturulan çit stratejisi uzun pozisyonlu çit stratejisidir. Gelecekte satın alınacak bir varlığın veya ödenecek bir borcun değerinin yükselmesine karşı korunmak amacıyla eş zamanlı olarak satım opsiyonu satılması ve alım opsiyonu alınmasıyla oluşturulan çit stratejisi ise kısa pozisyonlu çit stratejisidir. (VOB; a.g.e.:261.) Yukarıda bahsedilen risklere karşı, sadece alım veya satım opsiyonu alınarak da korunma sağlanabilmektedir. Ancak, çit stratejisinde yapılan opsiyon satışı sonucu alınan prim sayesinde korunma işleminin maliyeti daha düşük gerçekleşmektedir. (GÖRGÜN, 2009:23).

1.2.5. Akbaba (Condor) Stratejisi

Akbaba pozisyonu, kelebek pozisyonuna çok benzemekte, ancak, üç farklı uygulama fiyatı yerine dört farklı uygulama fiyatından işlem yapmayı gerektirmektedir. (BOLAK, 1998:145). Akbaba stratejisi, aynı varlığa dayanan ve aynı vadeye sahip dört opsiyonu içeren bir pozisyondur. (KOLB, OVERDAHL, 2007:383). Bu strateji, kelebek stratejisine benzer şekilde bir vücut ve kanatlardan oluşmaktadır. Uzun pozisyonlu bir akbaba stratejisinde; kanatlar, biri karda diğeri zararda iki ayrı opsiyonun alınmasıyla, vücut ise iki adet ortanca opsiyonun satılmasıyla oluşmaktadır. Örneğin, alım opsiyonlarıyla oluşturulan uzun pozisyonlu akbaba pozisyonu almak isteyen bir yatırımcı, bir adet karda alım opsiyonu alacak, iki adet farklı uygulama fiyatlı (bir adet başa baş, bir adet zararda) alım opsiyonu satacak ve bir adet çok zararda (deep out-of-the-money) alım opsiyonu alacaktır. Alım opsiyonlarıyla oluşturulan uzun pozisyonlu bu akbaba stratejisinin amacı, satılan opsiyonların değersiz olarak sonlandığını, ancak, aynı zamanda karda opsiyonun da (en düşük uygulama fiyatlı opsiyon) en yüksek değerini koruduğunu görmektir. Dayanak varlık fiyatı aşağı veya yukarı doğru etkileyici bir hareket izlerse bu pozisyon çok faydalı olmayacaktır. Ancak maksimum risk ödenen net prim kadardır. (alınan opsiyonların primi – satılan opsiyonların primi). (FONTANILLS, 2005:272). Uzun pozisyonlu akbaba stratejileri en iyi getiriyi, varlık fiyatları ortadaki iki opsiyonun arasında gerçekleştiği durumda sağlamaktadır. Diğer stratejilerde olduğu gibi, bu stratejide de satım opsiyonlarını kullanmak mümkündür. Satım opsiyonlarıyla yapılan uzun pozisyonlu akbaba stratejisi için, en düşük uygulama fiyatlı bir satım opsiyonu alınması, daha yüksek uygulama fiyatlı bir satım opsiyonu

satılması, ikincisinden biraz daha yüksek uygulama fiyatlı bir satım opsiyonu satılması ve en yüksek uygulama fiyatlı bir satım opsiyonu alınması gerekmektedir. Kısa pozisyonlu akbaba stratejisi ise uzun pozisyonun tersi olarak, en düşük uygulama fiyatlı bir satım opsiyonu satılarak, daha yüksek uygulama fiyatlı bir satım opsiyonu alınarak, ikincisinden biraz daha yüksek uygulama fiyatlı bir satım opsiyonu alınarak ve en yüksek uygulama fiyatlı bir satım opsiyonu satılarak gerçekleştirilmektedir. (KOLB ve OVERDAHL, 2007: 385).

1.2.6. Yayılma (Strips) Stratejileri

Bir yayılma, değişik koşullu (uygulama fiyatı, vade) ancak aynı dayanak varlık üzerine bir opsiyon alınırken eş zamanlı olarak aynı türde bir diğer opsiyonun satılması işlemidir. Yayılma stratejisinin arkasındaki temel mantık, alınan bir alım/satım opsiyonu riskinin bir başka alım/satım opsiyonunun satılmasıyla azaltma yoluna gidilmesidir. Bu stratejide, kısa alım pozisyonu (alım opsiyonu satılması/yazılması), ancak uzun alım pozisyonunun (alım opsiyonu satın alınması) vadesinin kısa pozisyondaki ile eşit veya ondan daha uzun olduğu durumda korunmuş kabul edilecektir. (McMILLAN, 2003: 168).

Bütün yayılma stratejileri (spreads) dikey, yatay ve diyagonal olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Bir *dikey yayılma*, aynı süreli ancak farklı uygulama fiyatlı opsiyonları içermektedir. *Yatay yayılma*, aynı uygulama fiyatlı ancak farklı süreli opsiyonların kullanılmasıyla yapılmaktadır. *Diyagonal yayılma* ise, farklı süreli ve farklı uygulama fiyatlı opsiyonları içeren bir strateji olmakla beraber dikey ve yatay yayılma stratejilerinin herhangi bir kombinasyonudur. Yayılma stratejilerini tanımlayan bu üç isim, gazetelerdeki opsiyon fiyatlarının özetlerini sunan listelerle ilişkilendirilebilecektir. Dikey yayılma, bir gazetenin listesindeki aynı kolondan seçilecek iki opsiyondan oluşurken; yatay yayılma ise, fiyatları listenin aynı satırında olan iki opsiyondan oluşacaktır. (Opsiyonların listelenmesinde; aynı vadeli opsiyonlar aynı kolonda (dikey) gösterilirken, aynı fiyatlı opsiyonlar aynı satırda (yatay) gösterilmektedir.) Gazetelerin liste formatıyla olan bu ilişki önemli olmasa da, yayılmanın yatay ya da dikey olduğunu anlamak için kolay bir yoldur. (McMILLAN, 2003:169).

Fiyatların yükseleceğini tahmin eden bir yatırımcının düşük uygulama fiyatlı opsiyonu satın alıp, yüksek uygulama fiyatlı opsiyonu satmasına boğa yayılımı (dikey) adı verilmektedir. Fiyatların düşeceğine inanan bir yatırımcı ise düşük uygulama fiyatlı opsiyonu satıp, yüksek uygulama fiyatlı opsiyonu satın alarak ayı yayılımı pozisyonu elde edebilmektedir. (BOLAK, 1998:137).

Boğa yayılımında, genellikle aynı süreli opsiyonların kullanıldığı dikey boğa yayılımı (vertical bull spread) uygulanmaktadır. Aynı uygulama fiyatlı opsiyonların kullanıldığı boğa yayılımları, yatay boğa yayılımı (horizontal bull spread) olarak adlandırılmaktadır. Yukarıdaki iki yayılma biçiminin birleşimi olarak düşünüldüğünde, düşük uygulama fiyatlı ve uzun vadeli opsiyonu alıp, yüksek uygulama fiyatlı kısa vadeli opsiyonu satan yatırımcının diyagonal boğa yayılımı (diagonal bull spread); düşük uygulama fiyatlı ve kısa vadeli opsiyonu satıp, yüksek uygulama fiyatlı ve uzun vadeli opsiyonu satın alan yatırımcının ise diyagonal ayı yayılımı (diagonal bear spread) pozisyonu aldığı söylenebilir. (BOLAK, 1998:140).

Boğa yayılımının nasıl oluşturulduğuna bağlı olarak alınan pozisyon aşırı agresif veya korumacı (conservative) olabilmektedir. Boğa yayılımının en sık kullanılan şekli olan agresif yayılımda; varlık fiyatı, yayılma (spread) kurulduğunda genellikle daha yüksek olan uygulama fiyatının oldukça altındadır. Bu agresif boğa yayılımı, dayanak varlık fiyatının vade sonuna kadar yeteri kadar yükseldiği durumlarda büyük oranda bir getiri sağlama yeteneğine sahiptir. Yayılma (spread) kurulduğu sırada, varlık fiyatı daha düşük olan uygulama fiyatına yakınsa bu yayılımlar çok cazip olmaktadır. Bu koşullar altında kurulmuş bir boğa yayılımı, komisyonlar eklendikten sonra dahi, potansiyel bir yüksek getiri sağlayan ucuz maliyetli bir yayılma stratejisi olacaktır. Aşırı agresif boğa yayılımı ise “zararda yayılma” (out of the money spread) olarak adlandırılmaktadır. Böyle bir yayılımda, yayılma kurulduğu sırada, her iki opsiyon da asli değersizdir. Bu yayılımlar, aşırı ucuz olmakla beraber, varlık fiyatının, vade sonuna kadar daha yüksek olan uygulama fiyatının üzerine tırmanması durumunda çok yüksek getiri sağlamaktadır. (McMILLAN, 2003:175).

Ayı yayılımları, varlık fiyatlarının düşmesinden kar sağlanacak şekilde tasarlanmış opsiyon birleşimleridir. Örnek vermek gerekirse; aynı varlığa dayanan, aynı süreli, farklı uygulama fiyatlarına sahip alım opsiyonlarını içeren bir “dikey alım ayı yayılımı” (vertical call bear spread) ele alınabilecektir. Bu yayılımı oluşturabilmek için yatırımcının, düşük uygulama fiyatlı alım opsiyonunu satarken yüksek uygulama fiyatlı alım opsiyonunu satın alması gerekmektedir. (KOLB, 1995:61).

Ayı yayılımı, varlık fiyatlarının düşmesi durumunda getiri sağlamaya eğilimlidir. Boğa yayılımı gibi sınırlı kar ve zarar potansiyeline sahiptir. Yayılma alım opsiyonlarıyla kurulduğunda, bu yayılımlar boğa yayılımlarının tersine nakit girişi sağlamaktadır. Çünkü aynı vadeye sahip alım opsiyonlarında, yüksek uygulama fiyatlı opsiyonlar her zaman daha ucuz işlem görmektedir. Burada bir konuya değinmek gerekmektedir ki; alım opsiyonlarıyla kurulan ayı yayılımları, satım opsiyonlarının kullanılmasıyla daha avantajlı şekilde kurulabilmektedir. (McMILLAN, 2003: 186-190).

1.2.7. Sentetik Pozisyonlar

Piyasada var olan bir enstrüman ile alınabilecek bir pozisyonu opsiyonlarla birden fazla pozisyona girmek suretiyle taklit etme işlemine genel adıyla sentetik pozisyonlar denir.

Sentetik pozisyonların alınmasındaki nedenlerden ilki maliyet avantajıdır. Sentetik pozisyon ile elde edilen kar ve zarar normal bir enstrüman ile elde edilen kar ve zarar ile aynı olmasına rağmen maliyet açısından sentetik pozisyon daha avantajlıdır. (Türev Araçlar VOB,2007:289). Nedenlerden ikincisi ise sentetik pozisyonların değişik karakterdeki enstrümanların birleştirilerek kullanılması ile oluşturulmasından dolayı ve bazı durumlarda daha likit olmalarından kaynaklanan likidite avantajıdır. Üçüncü neden; sentetik pozisyonların yatırımcıya korunma fırsatı vermeleri iken dördüncü neden yatırımcıya arbitraj olanağı sağlamalarıdır.

Sentetik pozisyonlar “Dayanak Varlık Sentetik Pozisyonları” ve “Opsiyon Sentetik Pozisyonları” olmak üzere iki grupta incelenebilirler:

- Dayanak Varlık Sentetik Pozisyonları: Alım ve satım opsiyonları ile alınan pozisyonlar ile oluşturulurlar.

- Opsiyon Sentetik Pozisyonları: Dayanak varlıklar ve opsiyonlar ile alınan pozisyonlar sonucunda oluşturulurlar. (Türev Araçlar VOB, 2007:289).

Dayanak varlık sentetik pozisyonları, alım ve satım opsiyonları ile alınan pozisyonlar iken; opsiyon sentetik pozisyonları ise, dayanak varlıklar ve opsiyonlar ile alınan pozisyonlardır. (VOB, 2007:263-264)

Tablo 1.2 : Sentetik Pozisyonlar

	Pozisyon Türü	Eylem	Özellik	Eş Değeri
Dayanak Varlık Sentetik Pozisyonları	Sentetik Uzun Pozisyonlu Dayanak Varlık	Alım Opsiyonu Alışı, Satım Opsiyonu Satışı	Aynı Uygulama Fiyatı ve Vade	Dayanak Varlık Alışı
	Sentetik Kısa Pozisyonlu Dayanak Varlık	Alım Opsiyonu Satışı, Satım Opsiyonu Alışı	Aynı Uygulama Fiyatı ve Vade	Dayanak Varlık Satışı
Opsiyon Sentetik Pozisyonları	Sentetik Uzun Pozisyonlu Satım Opsiyonu	Dayanak Varlık Alışı, Satım Opsiyonu Satışı	Dayanak Varlık Fiyatı ve Opsiyon Fiyatı Aynı	Alım Opsiyonu Alışı
	Sentetik Uzun Pozisyonlu Satım Opsiyonu	Dayanak Varlık Açıkta Satışı, Alım Opsiyonu Alışı	Dayanak Varlık Fiyatı ve Opsiyon Fiyatı Aynı	Satım Opsiyonu Alışı
	Sentetik Kısa Pozisyonlu Alım Opsiyonu	Dayanak Varlık Açıkta Satışı, Satım Opsiyonu Satışı	Dayanak Varlık Fiyatı ve Opsiyon Fiyatı Aynı	Alım Opsiyonu Satışı
	Sentetik Kısa Pozisyonlu Satım Opsiyonu	Dayanak Varlık Alışı, Alım Opsiyonu Satışı	Dayanak Varlık Fiyatı ve Opsiyon Fiyatı Aynı	Satım Opsiyonu Satışı

Kaynak: GÖRGÜN, 2009:37-25

Tablo 1.3: Opsiyon Stratejileri

Strateji	Eylem	Araçlar	Beklenti	
Yayımla	Dikey Boğa Yayımlı	Düşük Uygulama Fiyatlı Alım/Satım Opsiyonu Alış, Yüksek Uygulama Fiyatlı Alım/Satım Opsiyonu Satış	Aynı Dayanak Varlık ve Vadeye Sahip, Farklı Uygulama Fiyatlı Opsiyonlar	Dayanak Varlık Fiyatının Yükselmesi
	Dikey Ayı Yayımlı	Düşük Uygulama Fiyatlı Alım/Satım Opsiyonu Satış, Yüksek Uygulama Fiyatlı Alım/Satım Opsiyonu Alış	Aynı Dayanak Varlık ve Vadeye Sahip, Farklı Uygulama Fiyatlı Opsiyonlar	Dayanak Varlık Fiyatının Düşmesi
	Yatay Boğa Yayımlı	Kısa Vadeli Alım/Satım Opsiyonu Satış, Uzun Vadeli Alım/Satım Opsiyonu Alış	Aynı Dayanak Varlık ve Uygulama Fiyatına Sahip, Farklı Vadeli Opsiyonlar	Dayanak Varlık Fiyatının Yükselmesi
	Yatay Ayı Yayımlı	Kısa Vadeli Alım/Satım Opsiyonu Alış, Uzun Vadeli Alım/Satım Opsiyonu Satış	Aynı Dayanak Varlık ve Uygulama Fiyatına Sahip, Farklı Vadeli Opsiyonlar	Dayanak Varlık Fiyatının Düşmesi
	Diagonal Boğa Yayımlı	Düşük Uygulama Fiyatlı ve Uzun Vadeli Alım/Satım Opsiyonu Alış, Yüksek Uygulama Fiyatlı ve Kısa Vadeli Alım/Satım Opsiyonu Satış	Aynı Dayanak Varlığa Sahip, Farklı Vadeli ve Uygulama Fiyatlı Opsiyonlar	Dayanak Varlık Fiyatının Yükselmesi
	Diagonal Ayı Yayımlı	Düşük Uygulama Fiyatlı ve Kısa Vadeli Alım/Satım Opsiyonu Satış, Yüksek Uygulama Fiyatlı ve Uzun Vadeli Alım/Satım Opsiyonu Alış	Aynı Dayanak Varlığa Sahip, Farklı Vadeli ve Uygulama Fiyatlı Opsiyonlar	Dayanak Varlık Fiyatının Düşmesi
Pergel	Uzun Pergel	Alım Opsiyonu Alış, Satım Opsiyonu Alış	Aynı Dayanak Varlık, Vade ve Uygulama Fiyatına Sahip Opsiyonlar	Dayanak Varlık Fiyatında Yüksek Dalgalanma
	Kısa Pergel	Alım Opsiyonu Satış, Satım Opsiyonu Satış	Aynı Dayanak Varlık, Vade ve Uygulama Fiyatına Sahip Opsiyonlar	Dayanak Varlık Fiyatında Düşük Dalgalanma
Çanak	Uzun Çanak	Yüksek Uygulama Fiyatlı Alım Opsiyonu Alış, Düşük Uygulama Fiyatlı Satım Opsiyonu Alış	Aynı Dayanak Varlık ve Vadeye Sahip, Yüksek Uygulama Fiyatlı Alım Opsiyonu ve Düşük Uygulama Fiyatlı Satım Opsiyonu	Dayanak Varlık Fiyatında Yüksek Dalgalanma
	Kısa Çanak	Yüksek Uygulama Fiyatlı Alım Opsiyonu Satış, Düşük Uygulama Fiyatlı Satım Opsiyonu Satış	Aynı Dayanak Varlık ve Vadeye Sahip, Yüksek Uygulama Fiyatlı Alım Opsiyonu ve Düşük Uygulama Fiyatlı Satım Opsiyonu	Dayanak Varlık Fiyatında Düşük Dalgalanma
Kelebek	Uzun Kelebek	En Düşük ve En Yüksek Uygulama Fiyatlı Birer Alım/Satım Opsiyonu Alış, Orta Uygulama Fiyatlı İki Alım/Satım Opsiyonu Satış	Aynı Dayanak Varlık ve Vadeye Sahip, Eşit Aralıklı 3 Farklı Uygulama Fiyatlı Opsiyonlar	Dayanak Varlık Fiyatında Düşük Dalgalanma
	Kısa Kelebek	En Düşük ve En Yüksek Uygulama Fiyatlı Birer Alım/Satım Opsiyonu Satış, Orta Uygulama Fiyatlı İki Alım/Satım Opsiyonu Alış	Aynı Dayanak Varlık ve Vadeye Sahip, Eşit Aralıklı 3 Farklı Uygulama Fiyatlı Opsiyonlar	Dayanak Varlık Fiyatında Yüksek Dalgalanma
Akbaba	Uzun Akbaba	En Düşük ve En Yüksek Uygulama Fiyatlı Birer Alım/Satım Opsiyonu Alış, Orta Uygulama Fiyatlı Birer Alım/Satım Opsiyonu Satış	Aynı Dayanak Varlık ve Vadeye Sahip, Eşit Aralıklı 4 Farklı Uygulama Fiyatlı Opsiyonlar	Dayanak Varlık Fiyatında Düşük Dalgalanma
	Kısa Akbaba	En Düşük ve En Yüksek Uygulama Fiyatlı Birer Alım/Satım Opsiyonu Satış, Orta Uygulama Fiyatlı Birer Alım/Satım Opsiyonu Alış	Aynı Dayanak Varlık ve Vadeye Sahip, Eşit Aralıklı 4 Farklı Uygulama Fiyatlı Opsiyonlar	Dayanak Varlık Fiyatında Yüksek Dalgalanma
Çit	Uzun Çit	Düşük Uygulama Fiyatlı Satım Opsiyonu Alış, Yüksek Uygulama Fiyatlı Alım Opsiyonu Satış	Aynı Dayanak Varlık ve Vadeye Sahip, Yüksek Uygulama Fiyatlı Alım Opsiyonu ve Düşük Uygulama Fiyatlı Satım Opsiyonu	Dayanak Varlık Fiyatının Düşmesi
	Kısa Çit	Yüksek Uygulama Fiyatlı Alım Opsiyonu Alış, Düşük Uygulama Fiyatlı Satım Opsiyonu Satış	Aynı Dayanak Varlık ve Vadeye Sahip, Yüksek Uygulama Fiyatlı Alım Opsiyonu ve Düşük Uygulama Fiyatlı Satım Opsiyonu	Dayanak Varlık Fiyatının Yükselmesi

Kaynak: GÖRGÜN, 2009:37-25

1.3.OPSIYON FİYATLAMASI VE OPSİYON FİYATLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

1.3.1. Opsiyon Duyarlılığını Ölçmek için Kullanılan Göstergeler (Delta (Δ),Gamma (Γ), Lambda (Λ), Theta (Θ), Vega (K), Rho (ρ))

Opsiyon fiyatlamasını etkileyen faktörlerin, opsiyon fiyatına ne ölçüde etki edeceği ve bu faktörlerin duyarlılığını ölçen göstergeler Yunan Alfabeti'ndeki harflerle ifade edilmiştir.

Delta (δ, Δ) : Yunan harfi δ ile gösterilen delta, sözleşmeye konu olan varlığın fiyatındaki değişikliklerle bağlantılı olan opsiyonun değerindeki değişiktir. Eğer sözleşmeye konu olan paranın veya borsa endeksinin (dayanak varlığın) fiyatındaki %1'lik bir değişim, opsiyonun değerindeki %1'lik bir değişimle bağlantılıysa opsiyonun deltası 1,00'dir. Bir satış opsiyonunun deltası aynı varlık üzerinden düzenlenen alış opsiyonunun deltasının tersidir. Delta sabit olmayıp, sözleşmenin dayandığı varlığın fiyatı değiştikçe değişikliğe uğramaktadır. Tüm diğer şeyler aynı kaldığında düşük dotalı bir opsiyon, yüksek dotalı bir opsiyondan daha düşük bir prime sahiptir. Çünkü sözleşmenin dayandığı varlığın fiyatındaki bir değişikliğin opsiyonun değeri üzerinde daha düşük bir etkisi olacaktır. (LEWINSON, 2007: 308).

Pozitif delta, opsiyon fiyatının dayanak varlık fiyatıyla aynı yönde hareket edeceğini ifade etmektedir. Başka bir deyişle, dayanak varlık fiyatındaki artış opsiyon fiyatını yükseltecek, tersi durumda opsiyon fiyatı düşecektir. Negatif delta ise, opsiyon fiyatının varlık fiyatına göre ters hareket izleyeceğini belirtmektedir. Dayanak varlık fiyatları yükseldiğinde değerleri yükselen uzun pozisyondaki alım opsiyonu ve kısa pozisyondaki satım opsiyonları, bu yüzden pozitif deltaya sahiptir. Uzun pozisyondaki satım opsiyonu ve kısa pozisyondaki alım opsiyonları ise, değerleri dayanak varlık fiyatıyla ters yönlü bir ilişki içinde olduğundan negatif deltaya sahiptir. (MICHAEL ve HOFFMAN, 2000:89).

Delta yüzde olarak ifade edilir ve en yüksek % 100 en düşük % 0 olabilir. Örneğin delta %50 ise bunun anlamı dayanak varlık fiyatının her bir birimlik artışında veya azalışında opsiyon priminin 0,5 birim artacağı veya azalacağıdır. (Türev Araçlar,231).

Call opsiyonun delta değeri 0 ile 1 arasında değişiklik göstermektedir. Zararda opsiyonların deltaları 0'a, kârda opsiyonlarınki 1'e, başa baş opsiyonların deltası ise 0,5'e yakındır. Bir portföyün deltası kendi öngörülen volatilitesiyle hesaplanmış opsiyonların her birine tekabül eden deltalarının cebirsel toplamına eşittir. (DAVID, 1999:36).

Bir Call opsiyonun deltasını;

$\Delta_{call} = \Delta C / \Delta S$ olarak gösterebiliriz.

ΔC = Call opsiyonun fiyatındaki değişim

ΔS = Opsiyonun dayandığı varlığın fiyatındaki değişim (BOSTAN, 2007:56).

Opsiyonlarla yapılan korunma işlemlerinde deltanın çok önemli bir yeri vardır. Bunun nedeni, alınan opsiyonun dayanak varlık fiyatındaki hareketleri birebir yansıtmadığı durumlarda, dayanak varlık fiyatındaki hareketi birebir yansıtacak kaç adet opsiyon alınması ya da satılması gerektiğini ifade edebilmesidir. Örneğin, deltası %50 olan bir opsiyonun, dayanak varlık fiyat hareketinin ancak yarısını yansıtması durumunda yatırımcı tam korunma sağlamak istiyorsa, deltası %50 olan opsiyondan iki adet alması gerekmektedir. Yatırımcının satın almak istediği opsiyonun deltası %25 olsaydı, dayanak varlık fiyatının hareketini birebir karşılayacak dört adet opsiyon alması gerekecekti. (VOB, 2007:207-209).

Gamma(Γ) : Yunan harfi Γ ile gösterilen gamma, opsiyona konu olan varlığın fiyatı değiştiğinde opsiyonun deltasının değişme oranıdır. Deltadaki değişimin varlık fiyatındaki değişime bölünmesiyle bulunur. Pozitif gamma, varlığın fiyatında meydana gelen ufak bir değişikliğin opsiyonun değerinde, deltanın tek başına tahmin ettiği kadar büyük bir değişikliğe neden olacağı anlamına gelir. Negatif gamma, delta başlangıç noktasından uzaklaştıkça deltadaki değişim oranının azalacağını gösterir. (LEWINSON, 2007:308).

Gamma opsiyon fiyatının varlık fiyatına karşı ikinci kısmi türevidir. Gamma için deltanın varlık fiyatına göre kısmi türevi de denebilir. (RICHARD, 2004:56).

Gamma;

$$\Gamma = \frac{\partial \Delta}{\partial S} \quad \text{veya} \quad \Gamma = \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} \quad \text{olarak gösterilebilir.}$$

Bir opsiyon çok karda (deep in the money) olduğu zaman deltası 1'e yakın olacaktır ve dayanak varlık fiyatındaki küçük değişimlerden fazla etkilenmeyecektir. Dayanak varlık fiyatındaki değişime rağmen opsiyon halen çok karda kalacağı için gamma 0 (sıfır)'a yakın olacaktır. Aynı durum çok zararda opsiyonlar için de geçerlidir. Deltası, dayanak varlık fiyatındaki küçük değişimlere en duyarlı olan opsiyonlar başa baş opsiyonlardır. Bu yüzden başa baş opsiyonlar diğerlerine nazaran en yüksek gammaya sahiptir. (WILLIAMS ve HOFFMAN, 2001:95-97).

Lambda (Λ): Lambda da, delta gibi dayanak varlık fiyatındaki değişim ile opsiyon fiyatı arasındaki ilişkiyi ölçmektedir. Ancak delta, mutlak değişimler arasındaki ilişkiyi ölçerken, lambda yüzde değişimler arasındaki ilişkiyi ölçmeye yaramaktadır. Diğer bir deyişle, dayanak varlığın fiyatı %1 artarken, opsiyon fiyatındaki yüzde artış lambda olarak adlandırılmaktadır. Dayanak varlık fiyatının opsiyon fiyatına oranının delta ile çarpılması ile lambda değerine ulaşılabilmektedir. Değeri her zaman 1'den büyük olan lambda, aynı zamanda, opsiyon yatırımıyla elde edilen kaldıraç derecesini göstermektedir. Örneğin lambda değeri 5 olan bir opsiyon satın almış bir yatırımcı, ilgili varlığın değeri %1 artış gösterdiğinde, %5 kazanç sağlayabilmektedir. Bununla beraber, olumsuz gelişme olması durumunda, edilen zarar da aynı oranda büyümektedir. (BOLAK, 1998:135-136).

Theta (Θ) : Bir opsiyonun theta'sı opsiyonun fiyatının vadeye kalan zamana bağlı olarak nasıl değiştiğine işaret eder. (CHOUDRY, 2005:165).

$$\theta = \frac{\Delta C}{\Delta T}$$

Theta, zaman boyunca opsiyon fiyatının ne kadar değer kaybedeceğinin bir ölçüsüdür. Opsiyon fiyatını etkileyen diğer bütün faktörlerin sabit kaldığı düşünüldüğünde, theta, genellikle günlük kayıp miktarını ifade etmektedir. Örneğin, piyasada başka bir değişimin olmadığı varsayımı altında, thetası 0,625 olan bir opsiyon her geçen gün 6,25 sent değer kaybedecektir. Geleneksel olarak theta negatif

sayıyla ifade edilmektedir. Bir opsiyon satıldığında, opsiyonun zaman değerinin azalması satıcı için avantajlıdır. Bu yüzden, opsiyon satıcısı pozitif thetaya sahipken, opsiyon alıcısı negatif thetaya sahiptir. (WILLIAMS ve HOFFMAN, 2000: 99).

Vega (K) : Yunan harfi K (kappa) olarak da bilinen vega, oynaklıktaki yüzdelik bir değişim karşılığında bir opsiyonun fiyatında meydana gelen para birimi cinsinden ifade edilen değişimdir. Diğer koşullar sabit kalmak kaydıyla yüksek vega, bir opsiyonu daha maliyetli yapabilir.(LEWINSON, 2007:309).

Veganın opsiyon primine olan katkısı, opsiyonun vadesine kalan gün sayısına göre de farklılık gösterir. Opsiyonun vadesine kalan gün sayısı arttıkça opsiyonun daha geniş fiyat aralığında dalgalanabilme olasılığı yüksektir. Söz konusu ihtimalin yüksek olması sonucunda da dalgalanma oranının prime olan katkısı büyür. Bunun tersi olursa yani opsiyon vadeye yaklaştıkça dalgalanmanın prime olan katkısı azalır. Çünkü opsiyonun vadesine çok az gün kala dayanak varlık fiyatının daha geniş bir aralıkta dalgalanma ihtimali azalır. (Türev Araçlar, 2007:236).

Rho (P) : Yunan harfi P ile gösterilen rho, risksiz faiz oranındaki yüzdelik bir değişim karşılığında bir opsiyonun fiyatında olması beklenen değişimdir. (LEWINSON, 2007:308).

Rho'yu aşağıdaki şekilde formüle edebiliriz;

$$\rho = \frac{\Delta C}{\Delta r}$$

ΔC = Call opsiyonun fiyatındaki değişim

Δr = Faiz oranındaki değişim (BOSTAN, 2007:58)

1.3.2. Opsiyon Primini Etkileyen Faktörler

Tahvil ve hisse senedi alım satımcılarının aksine opsiyon tacirleri, endüstrinin yapısı veya belirli bir firmanın kazancı gibi faktörlerle uğraşmaz. Bunun yerine opsiyon piyasası oyuncuları, prim ile ifade edilen opsiyonun değeri ile sözleşmeye konu olan varlığın fiyatı arasındaki ilişkiye odaklanır. Opsiyon piyasalarının gelişmekte geç kalmasının nedeni, makul değer ne olduğunun tam olarak

bilinmemesidir. Değer, büyük ölçüde opsiyonun uygulanma olasılığına bağlıdır. Fakat 1973 yılından sonra Black-Scholes opsiyon fiyatlama modelinin yayımlanmasıyla, bu olasılığın yanına daha kesin sayısal tahminler eklenmiştir.. Black Scholes'un gözden geçirilmiş ve düzeltilmiş versiyonlarını da içeren çeşitli fiyatlama modelleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Sonuç olarak opsiyon ticareti, alıcı ve satıcıların fiyat açısından cazip olan opsiyonları belirlenmesinde çok miktarda veriye ve yoğun bilgisayar programlarına güvendiği, matematiksel bir iş haline dönüşmüştür. (LEWINSON, 2007:306).

Bir opsiyon priminin ana içeriği asli değer ve zaman değerinden oluşmaktadır. Bu iki değer etkenini oluşturan alt gruplar ise opsiyonun türü, dayanak varlık fiyatı, opsiyonun kullanım fiyatı, opsiyonun vadeye kalan süresi, dalgalanma oranı ve risksiz faiz oranı olarak belirtilmektedir. Asli değeri (intrinsic value) etkileyen faktörler, opsiyonun türü, dayanak varlık fiyatı ve opsiyonun kullanım fiyatı olarak sınıflandırılabilir. Zaman değerini oluşturan faktörler ise opsiyonun vadeye kadar olan süresi, değişkenlik (volatilité, dalgalanma oranı), kar payı (temettü) ve risksiz faiz oranı olarak sınıflandırılmaktadır. (DERELİ, 2008:26).

Aşağıda maddeler halinde bir opsiyonun fiyatını etkileyen faktörler açıklanacaktır.

1.3.2.1.Opsiyonun Türü (Alım/Satım)

Alım opsiyonlarında; dayanak varlığın fiyatı ile kullanım fiyatı arasındaki fark hisse senedinin lehine değiştiğinde, alım opsiyonunun fiyatı yükselecektir, dolayısıyla elde edilecek gelir de artacaktır. Dayanak varlığın fiyatı ile alım opsiyonunun fiyatı arasında doğru orantılı bir ilişki mevcuttur. (DERELİ, 2008:27).

Satım opsiyonlarında; dayanak varlığın fiyatının yükselmesi ile opsiyonun değeri olumsuz etkilenecektir. Dayanak varlığın fiyatı yükseldikçe opsiyonun kullanılmasıyla elde edilecek gelir düşecektir. Ters bir durum ise, satım opsiyonu almış olan yatırımcının beklentisinin gerçekleştiğini ifade etmektedir; yatırımcı, spot piyasada fiyatların düşmesine rağmen elindeki opsiyona konu olan varlığını piyasaya göre daha yüksek fiyattan opsiyonu yazan tarafa satarak kar edecektir. (Türev Araçlar, 2007:226).

1.3.2.2. Dayanak Varlık Fiyatı

Opsiyon primini etkileyen en önemli faktör, opsiyonun dayandığı varlığın spot piyasa fiyatıdır. Opsiyonlar, opsiyonun uygulama fiyatı ile dayanak varlık fiyatının arasındaki ilişkiye göre karda ya da zararda olmaktadır. Örneğin, bir alım opsiyonunda, dayanak varlık fiyatı uygulama fiyatından ne kadar yüksek olursa, opsiyonun asli değeri de o kadar yüksek olacak ve fiyatı artacaktır. Spot piyasa fiyatı, opsiyonun asli değerini etkileyen bir faktördür. Zararda ve başa baş olan opsiyonlarda asli değer sıfır olduğu için, bu opsiyonların primi zaman değerinden oluşmaktadır. Spot piyasa fiyatındaki yükselişler alım opsiyonlarına olan talebi artırırken satım opsiyonlarına olan talebi düşürmekte, dolayısıyla alım opsiyonlarının fiyatı artarken satım opsiyonlarının fiyatı düşmektedir. Spot piyasa fiyatını düşüş eğilimi gösterdiğinde ise durum aksi yönde gerçekleşecektir. (GÖRGÜN, 2009:38).

1.3.2.3.Uygulama (Kullanım) Fiyatları

Opsiyonların asli değerini, dayanak varlık fiyatı ile opsiyonun uygulama fiyatı arasındaki fark belirlemektedir. Bu bağlamda, alım opsiyonlarındaki düşük uygulama fiyatı opsiyon primini yükseltirken, satım opsiyonlarındaki düşük uygulama fiyatı, asli değeri düşüreceğinden dolayı opsiyon primini de düşürecektir. Başka bir deyişle, düşük uygulama fiyatlı bir alım opsiyonunun fiyatı, daha yüksek uygulama fiyatlı bir alım opsiyonundan daha yüksek olacaktır. Ancak bu durum, opsiyonların çok zararda olması durumunda değişebilecek ve her iki opsiyonun da fiyatı eşit olabilecektir. (GÖRGÜN, 2009:39).

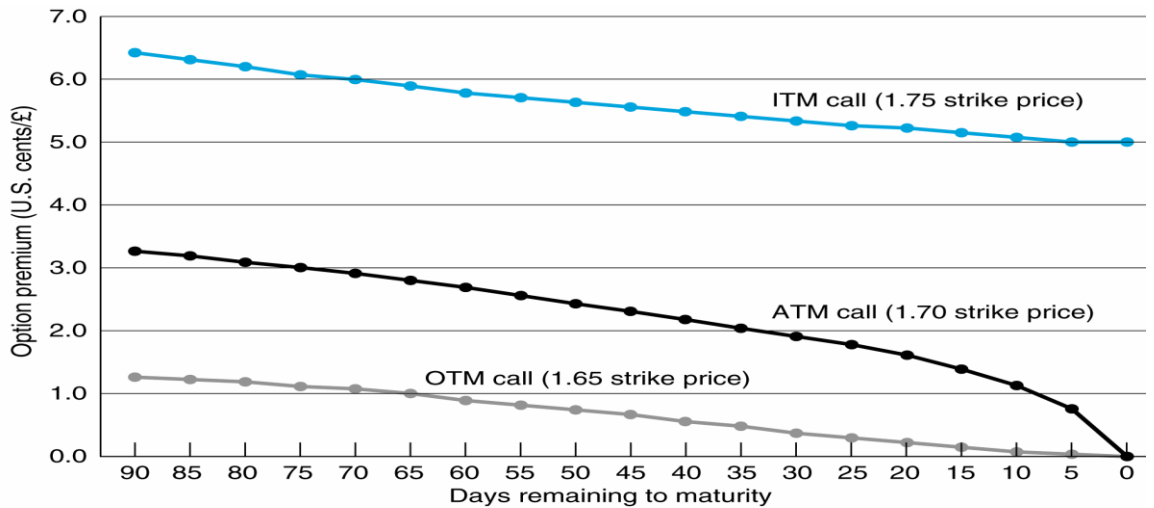
1.3.2.4. Vadeye Kadar Olan Süre

Opsiyon satan yatırımcı, dayanak varlık fiyatının dalgalanmasının az olmasını veya dayanak varlık fiyatının satmış olduğu opsiyonun lehtarına kar sağlamasını engelleyecek yönde hareketlenmesini bekler. Dolayısıyla opsiyonun vadesi ne kadar uzarsa dayanak varlık fiyatının dalgalanma ihtimali ve opsiyonun lehtarına kar sağlayacak yönde hareketlenme ihtimali artar. Bu da opsiyonun değerinin artmasına sebep olur. Çünkü söz konusu ihtimaller arttıkça opsiyonu satan yatırımcının zarar etme ihtimali de artacaktır. (Türev Araçlar, 2007:227).

Dolayısıyla da yatırımcı yaptığı opsiyon satışından zarar etmemek için kendini korumak adına ekstra prim talep eder ve opsiyonun fiyatı yükselir. Vade ne kadar uzun ise, opsiyon primi o kadar fazla olmaktadır. Opsiyon priminin, opsiyonun vadesi yaklaştıkça azalması, "zaman aşımı" (time decay) olarak tanımlanmaktadır. Vadeye yaklaşıldıkça zaman değeri hızla yitirileceğinden, opsiyon primi gerçek değere yaklaşacaktır. Vadede zaman değeri sıfır olduğundan, opsiyon primi, gerçek değeri kadardır. (DERELİ, 2008:30).

Aşağıdaki grafikte, opsiyonun vadeye kalan günün azalmasıyla beraber, zaman değerindeki azalışının, vade sonu yaklaştıkça hızlandığı görülebilir. Opsiyonun vadesi yaklaştıkça, opsiyon satan yatırımcılar, söz konusu riskin gerçekleşme olasılığının azalması sayesinde, opsiyon satmaya daha çok istekli olmaktadır. Bunu gerçekleştirebilmek için de satmak istedikleri opsiyonu daha cazip fiyattan satmak isteyeceklerdir. Örneğin, uzun bir zaman dilimi içerisinde, sigorta ettirilecek arabaya zarar gelme olasılığı, kısa bir zaman dilimi içerisinde zarar gelme olasılığından daha yüksektir. Bu olasılığa karşı sigorta şirketi, kendini korumak adına, uzun vadeli kasko yaptırmak isteyen kişiden daha çok prim talep edecektir. (VOB, Türev Araçlar Lisanslama Rehberi, 2007:270).

Şekil 1.6 : Opsiyon Priminin Vadeye Kalan Güne Bağlı Değişimi



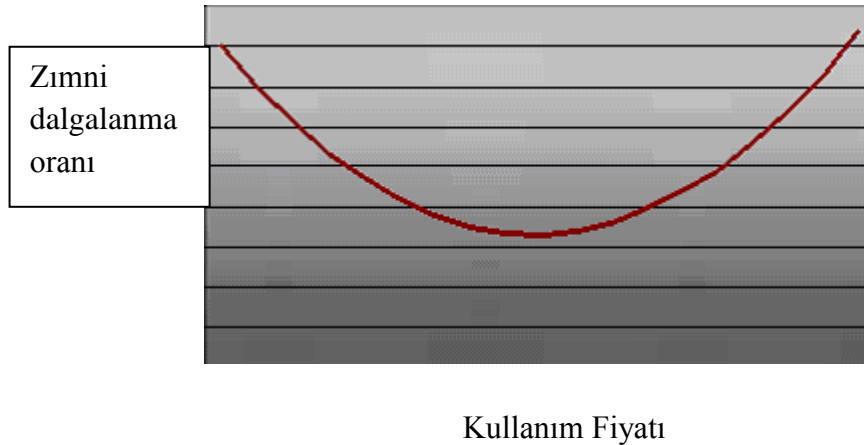
Kaynak: VOB, Türev Araçlar Lisanslama Rehberi,2007:272

1.3.2.5. Değişkenlik (Volatilité, Dalgalanma Oranı)

Değişkenlik, dayanak varlık fiyatlarının aşağı veya yukarı yönde ne büyüklükte hareket edebileceğini ifade etmektedir. Bir varlığın fiyat değişkenliği, o varlık üzerine yazılan opsiyonun satıcısının katlanabileceği zararın ve alıcısının sağlayabileceği karın hem miktarını hem de olasılığını artırmaktadır. Bu nedenle değişkenlik ve opsiyon fiyatı arasında artı yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Değişkenlik, opsiyona konu olan dayanak varlığın getiri dağılımının standart sapması ile ölçülmektedir. Yüksek değişkenlik, opsiyonları çok cazip hale getirmekte ve yüksek değişkenliğe sahip varlıklar üzerine yazılan opsiyonları almak isteyen yatırımcılar genellikle yüksek prim ödemeye razı olmaktadır. (GÖRGÜN, 2009:39).

Dalgalanma, geçmiş fiyat hareketlerine bakarak hesaplanmışsa, buna tarihsel dalgalanma denmektedir. Oysa opsiyon piyasalarında, yatırımcıların gelecekteki dalgalanmaların fiyatlara yansımış hali olan zımni dalgalanma oranları kullanılmaktadır. Asli değeri çok yüksek olan veya aşırı asli değersiz opsiyonların zımni dalgalanması başa baş opsiyonların zımni dalgalanmasından önemli ölçüde yüksektir. Kullanım fiyatlarının çok yüksek veya çok düşük olduğu noktalarda opsiyon, aşırı asli değerli ve aşırı asli değersizdir. Bu nedenle, zımni dalgalanma oranı da en yüksek seviyesindedir. Opsiyonun başa baş olduğu nokta, zımni dalgalanma değerinin en düşük olduğu noktadır. (DERELİ, 2008:28).

Şekil 1.7: Opsiyonun Kullanım Fiyatı ve Zımni Dalgalanma Oranı İlişkisi



Kaynak: VOB, Türev Araçlar Lisanslama Rehberi, 2007

Bir alım opsiyonunda dalgalanma durumunun ele alındığı grafikte; alım opsiyonu, kullanım fiyatı arttıkça daha fazla asli değersiz olmaktadır. Buna paralel olarak, zımni dalgalanma oranı da artış içerisindedir. Diğer taraftan, kullanım fiyatı sola doğru azaldıkça, alım opsiyonunun asli değeri artmakta ve giderek daha fazla asli değerli olmaktadır. (VOB, Türev Araçlar Lisanslama Rehberi, 2007:255).

1.3.2.6. Kar Payı (Temettü)

Temettü oranı sadece endeks opsiyonları ve hisse senedi opsiyonlarında hesaba katılan bir değişkendir. Temettü bir hisse senedinin fiyatının düşmesine sebep olan bir faktördür. Dolayısıyla temettü ödeyen bir şirketin hisse senedinin veya temettü ödeyen şirketlerin hisse senetlerinden oluşan bir endeksin alım opsiyon primi, temettü ödemeyen bir şirketin hisse senedinin veya bu tür hisse senetlerinden oluşan bir endeks üzerine hazırlanan alım opsiyonlarının primlerinden daha düşüktür. Dolayısıyla temettü alım opsiyonunun primini azaltan bir etkidir. (VOB, Türev Araçlar Lisanslama Rehberi, 2007:239).

1.3.2.7.Risksiz Faiz Oranı

Risksiz faiz oranındaki değişimler alım ve satım opsiyonları üzerinde farklı şekilde etkisini gösterir. Risksiz faiz oranındaki artış, opsiyonun kullanım fiyatının bugünkü değerini azaltır. Bu durumda faizlerin artması ile, alım opsiyonu primi artar. Bu aynı zamanda daha düşük bir kullanım fiyatı anlamına da gelir. Bu şekilde opsiyonun primi artar. Faizlerin artması satım opsiyonlarının fiyatının (priminin) düşmesine neden olur. Yukarıda da belirtildiği üzere, faizlerin artması kullanım fiyatının azalması anlamına geldiğinden, satım opsiyonlarında kullanım fiyatının azalması primin düşmesine neden olur. (VOB, Türev Araçlar Lisanslama Rehberi, 2007:230).

1.3.3. Opsiyon Fiyatlama Yöntemleri ve Delta Gamma ile VaR Ölçümü

Albert Einstein, 1905 yılında üç ünlü makalesini yayınlamıştı. Bunlardan bir tanesi şimdiki ünlü ısı transferi denkleminin oluşmasını sağlayan Brownian (1830 yılında İngiliz bir bilim adamı olan Robert Brown, polen tozlarının sudaki hareketini gözlemiş ve rassal olarak hareket ettiğini tespit etmiştir. Bu gözleme bilim

literatüründe “brownian hareketi” adı verilmiştir.) hareketinin istatistiksel mekaniklerinin açıklaması üzerinedir. Black ve Scholes, bir kısmi diferansiyel denklem olan bu ısı transfer denklemini ünlü opsiyon fiyatlandırma formülünü türetmek için kullanmıştır. Finansal opsiyonların esrarını çözen, Brownian hareketi çerçevesi içindeki akıntı terimi olmuştur. (KRITZMAN, 2000:36).

Fischer Black ve Myron Scholes, Einstein’ın türettiği Brownian hareketi ısı transfer denklemini, Merton’ın süreklilik sağlandığında riskten korunan pozisyon anlayışını ve Modigliani-Miller’in arbitrajın yokluğu anlayışını yatırımcının risk tercihlerine bağlı olmayan bir kısmi diferansiyel denklem kurmak için kullanan ünlü makalelerini 1973’de yayınladılar. Bu denklemin çözümü, opsiyon fiyatlandırma için ünlü Black-Scholes formülüdür.(KRITZMAN, 2000:187).

Opsiyon fiyatlaması konusunda ilk çalışmalar 1973 yılında başlamıştır. Fisher Black ve Myron Scholes ilk opsiyon fiyatlama modelini geliştirmişlerdir. Bu nedenle opsiyon fiyatlama modeline iki araştırmacının soyadlarından oluşan ‘Black Scholes opsiyon fiyatlama modeli’ adı verilmiştir. Bu model, Chiago Borsası’nın faaliyete geçmesiyle kullanılmaya başlanmıştır. (TERZİ, 2006:58).

Bu modelden sonra, John Cox, Stephen Ross ve Mark Rubinstein 1979 yılında Binomial Opsiyon Fiyatlama Modelini geliştirmişlerdir. Bu modelle, Black Scholes modeli basite indirgenmiştir. Diğer bir önemli husus da, Black Scholes modeli, Avrupa tipi opsiyonlar ile sınırlı iken, Binomial modelle opsiyonların kullanım alanı genişletilmiştir. Daha sonra Emanuel Derman ve Iraj Kani, 1994 yılında Black Scholes modelini geliştirerek kendi soyadlarını vermiş, Derman Kani modelini geliştirmişlerdir.

Opsiyon fiyatlandırma teorisi, Black ve Scholes’un temettü korumalı Avrupa opsiyonlarının değerlemesi için yayınladıkları rapor ile 1972 yılından bu yana büyük gelişimler göstermiştir. Black ve Scholes sonuç formülüne ulaşabilmek için değerlendirilmiş opsiyonlarda olduğu gibi aynı nakit akımlara sahip temel varlık ve risksiz varlıklardan oluşan “yinelenebilir portföy” kullanmışlardır. Onların türevi matematiksel olarak karmaşık olsa da, aynı mantık üzerinden opsiyonların değerlendirilmesi için basit bir binom modeli vermiştir. (AKKUM, 2000:11).

1.3.3.1. Black-Scholes Opsiyon Fiyatlama Yöntemi

Opsiyon değerlemede kullanılan en temel yöntemlerden ikisi Black-Scholes ve Binomial opsiyon değerlendirme modelleridir. Opsiyon fiyatlama teorisinde en büyük atılım 1973'te Myron Scholes ve Fisher Black tarafından kendi isimlerini taşıyan Black-Scholes Opsiyon Değerleme Modeliyle yapılmıştır. O zamandan bu yana model finansta çok geniş alanlarda kullanılmaya başlamıştır. (BOSTAN, 2007:37).

Black ve Scholes, ilk defa, dayanak varlık ve nakitten oluşan ve dinamik olarak yönetilen basit bir portföyle yapılan risksiz korunma (riskfree hedge) işleminin oluşturulmasıyla, opsiyonların fiyatlandırılabilceğini göstermiştir. Aynı prensip, bugün finansal piyasalarda kullanılan neredeyse bütün opsiyon fiyatlama formüllerinin altyapısını oluşturmaktadır. Black-Scholes formülü, kar payı ödemesi yapmayan hisse senetlerine dayalı Avrupa tipi opsiyonlarını değerlemek için kullanılabilir. (HAUG, 1998:1) Formülün kullanımı, eşitlikleri kısa ve değişkenleri az olduğu için kolaydır. (McMILLAN, 2003:456).

Black-Scholes modeli, bazı varsayımlara dayanmaktadır. Örneğin, dayanak varlık fiyatı ve vade dışındaki tüm değişkenlerin sabit olduğu varsayılmıştır. Buna ek olarak, model aşağıdaki varsayımlara sahiptir. (CHOUDRY, 2001:145).

- İşlem maliyeti ve vergiler yoktur. Piyasa kısa satışa izin vermektedir.
- İşlemler sürekli.
- Açıktan satışa sınırsız izin verilmiştir.
- Dayanak varlık, kar payı ödemesi yapmayan hisse senetleridir.
- Faiz oranı, opsiyonun vadesi boyunca bilinmekte ve sabittir. Borç alma ve borç vermede aynıdır.
- Varlığın volatilitesi bilinmektedir ve sabittir. Bu varsayım farklı varlıklar arasında korelasyona önderlik eder.
- Opsiyon, sadece vade sonunda uygulamaya konabilmektedir.

Avrupa tipi alım opsiyonu fiyatının c , Avrupa tipi satım opsiyonu fiyatının p olduğu durumda formül aşağıdaki gibidir:

c : Avrupa Tipi Call Opsiyonun Değeri

p : Avrupa Tipi Put Opsiyonun Değeri

S : Dayanak Varlık Fiyatı

X : Opsiyonun Uygulama Fiyatı

r : Risksiz Faiz Oranı

t : Vadeye Kalan Süre (Yıl Bazında)

σ : Dayanak Varlık Değişkenliği, Volatilite (Standart Sapma)

\ln : Doğal Logaritma

e : Doğal Logaritmanın Temeli (2,7183)

$N(d_1)$, $N(d_2)$: Kümülatif Normal Dağılım Fonksiyonu olmak üzere;

$$C = S \times N(d_1) - X \times e^{-rt} \times N(d_2)$$

$$P = X \times e^{-rt} \times N(-d_2) - S \times N(-d_1)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(\frac{r + \sigma^2}{2}\right) \times T}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(\frac{r - \sigma^2}{2}\right) \times T}{\sigma \sqrt{T}} = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

Örnek: Avrupa tipi bir alım opsiyonun priminin hesaplanması: (Daigler, R., “Financial Futures & Options Markets, Concepts and Strategies”, College Publishers, 1994)

$S = 98$ \$ (spot piyasa fiyatı)

$K = 100$ \$ (kullanım fiyatı)

$t = 0,25$ (3 ay)

$r = \%5$ (0,05)

$\sigma_s^2 = \%25$ (0,25) (varyans)

$\sigma_s = 0,5$ (standart sapma)

$$d_1 = \frac{\ln(98/100) + [0,05 + 0,5(0,25)]0,25}{0,5\sqrt{0,25}}$$

$$= 0,0942$$

$$d_2 = 0,0942 - (0,5)\sqrt{0,25}$$

$$= -0,1558$$

$$N(d_1) = N(+.0942)$$

$$N(d_2) = N(-.1558)$$

Normal dağılım tablosundan; $N(.09) = .5359$

$$N(.10) = .5398$$

$N(.0942)$, $N(.09)$ ve $N(.10)$ arasında bulunduğu için;

$$N(.0942) = N(.09) + (42/100) (N(.10) - N(.09))$$

$$= .5359 + (42/100) (.5398 - .5359)$$

$$= .5375$$

Aynı şekilde;

$$N(-d) = 1 - N(d)$$

$$N(-.1558) = 1 - N(.1558)$$

$$N(.15) = .5596$$

$$N(.16) = .5636$$

$$N(.1558) = N(.15) + (58/100) (N(.16) - N(.15))$$

$$= .5596 + (58/100) (.5636 - .5596)$$

$$= .5619$$

$$1 - N(.1558) = 1 - .5619$$

$$= .4381$$

$$C = S N(d_1) - K e^{-rt} N(d_2)$$

$$C = 98 (.5375) - 100 e^{-.05(.25)} (.4381)$$

$$C = 9.41 \$$$

Model karmaşık görünmesine rağmen temelde beş ana girdiye dayanarak değerlendirme yapmaktadır. Bunların dördü, cari hisse senedi fiyatı, opsiyonun kullanım fiyatı, risksiz faiz oranı ve opsiyonun vade bitimine kalan süre kolaylıkla elde edilebilir. (ERSAN, 1997:106). Beşinci girdi ise volatilitedir. Black-Scholes modelinin çözümünde volatilité hesaplaması çok önemlidir. Daha öncede söylendiği gibi volatilité getirilerin değişkenliğinin ölçüsüdür. (BOSTAN, 2007:40).

Modelin temel dayanağı, finansal ürünün nakit hesabında kısa pozisyon, alım opsiyonu hesabında ise, uzun pozisyon tutarak risksiz faiz oranında getiri elde eden bir portföy kurma düşüncesidir. (DERELİ, 2008:36).

Opsiyon tutmanın riski, risksiz tahvil ve üzerine opsiyon yazılan hisse senetlerinden oluşan bir portföyle ortadan kaldırılabilir. Opsiyon değerini korumak için, tutulan her iki adet opsiyon için bir adet hisse senedi açığa satımı yapılmalıdır. (<http://politics.ankara.edu.tr/karatepe>).

1.3.3.1.1. Volatilite Çeşitleri

1.3.3.1.1.1. Gelecek Volatilitesi (Future Volatility)

Opsiyon kontratları için fiyatların gelecek dağılımını en iyi tanımlayan volatilitedir. Gelecek volatilitenin bilinmesi, tam olarak olasılıkları bilmeyi sağlar ve bunların teorik fiyatlama modelinin içine koyulmasıyla doğru değer bulunabilir. (NATENBERG, 1994:69).

1.3.3.1.1.2. Tarihsel Volatilite (Historical Volatility)

Tarihsel verilerden volatilitenin hesaplanması için önce değişkenliği ölçülecek varlığın önceki belirli bir zaman aralığındaki fiyat hareketleri gözlemlenmek zorundadır. Bu aralıklar her gün, her ay gibi sabit aralıklar olmak zorundadır. (HULL, 2003:239).

$n+ 1$: Gözlem Sayısı

S_i : i . Aralığın Sonunda Hisse Fiyatı ($i=0,1, \dots, n$)

τ : Yıllardaki Zaman Aralıklarının Sayısı

μ : Beklenen Değer

σ : Volatilite

$$\mu_i = \ln \frac{S_i}{S_{i-1}}$$

μ_i 'nin tahmini standart sapması,

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\mu_i - \bar{\mu})^2} \quad \text{olarak verilebilir. } \bar{\mu}, \mu_i \text{ 'nin ortalamasıdır.}$$

μ_i 'nin standart sapması $\sigma \sqrt{\tau}$ olmak üzere değişken $s, \sigma \sqrt{\tau}$ 'nin bir tahminidir.

Bu σ 'nın $\hat{\sigma}$ olarak kestirilebileceğini gösterir:

$$\hat{\sigma} = \frac{s}{\sqrt{\tau}}$$

Bu kestirimin standart hatası yaklaşık olarak $\hat{\sigma} / \sqrt{2n}$ 'dir. n için uygun bir değer seçmek kolay değildir. Daha fazla bilgi daha fazla doğruluğa götürür ama $\hat{\sigma}$ çok fazla değişir ve eksik bilgi geleceği tahmin etmek için uygun olmayabilir. Genel olarak 90–180 günlük bir geçmiş bilgiyi kullanmak söz konusudur. Bir genel kural da n 'yi volatilitenin uygulanacağı günlerin sayısına denk belirlemektir. Eğer volatilitenin tahmini 2 yıllık opsiyon değerlemeye kullanılırsa, son iki yıllık bilgi kullanılmaktadır. (HULL, 2003:239).

1.3.3.1.1.3. Tahmini Volatilitenin (Forecast Volatility)

Bir kontratın fiyatındaki gelecek fiyat hareketlerinin yönünü ve volatilitelerini tahmin eden çalışmalar vardır. Tahminler herhangi bir periyot için olabilir, fakat genellikle çoğu kontratta opsiyonun kalan yaşamına denk periyotları kapsar. Böyle bir çalışma vadesine üç ay olan bir kontratta gelecek üç, altı ve dokuz ay için volatilitenin tahmin edebilir. Yatırımcı, kontratın gelecek volatilitesi hakkında tahmin yaparken konuyla alakalı diğer dalgalanmaları çok iyi göz önüne almalıdır. (NATENBERG, 1994:70).

1.3.3.1.1.4. Öngörülen Volatilitenin (Implied Volatility)

Öngörülen volatilitenin geçerli opsiyon primlerinden türetilen beklenen değişkenlik tahminidir. (ERSAN, 1997:108).

Öngörülen volatilitenin değişkeni Black-Scholes formülündeki opsiyonun piyasa değerinin standart sapması ile gerçek değerinin standart sapmasını birbirine eşitleyen standart sapmadır. Gerçek standart sapma, öngörülen volatiliteden fazlaysa, o opsiyonun alınabileceğini düşünürler. (KARAN, 2011:656).

1.3.3.1.1.5. Mevsimlik Volatilitenin (Seasonal Volatility)

Bazı tarımsal ürünler örneğin mısır, soya fasulyesi, buğday mevsimlik ağır hava koşullarında ortaya çıkan dalgalanmaya çok duyarlıdır. Böyle koşullar özellikle yaz aylarında kuraklık olduğu zaman ekinin büyük bir kısmını yok edebilir ve fiyatların çılginca dalgalanmasına neden olabilir. Bu nedenle tahıl fiyatları hasat yapılan aylarda önemli bir dalgalanma gösterir. İlkbaharda ise tam tersine dalgalanmada bir azalma görülür. (NATENBERG, 1994:76).

1.3.3.2. Binomial Ağaç Opsiyon Fiyatlama Yöntemi

Binomial opsiyon fiyatlama modeli, birçok karışık opsiyon fiyatlama problemini çözmeye kullanılabilen kolay ancak güçlü bir modeldir ve Black-Scholes modelinin tersine matematiksel olarak kolaydır. (CONROY; 2003). Amerikan tipi opsiyonları değerlemede daha sağlam olan bu model, 1979 yılında John Cox, Stephen Ross ve Mark Rubinstein tarafından geliştirilmiştir. Binomial model, vadeye olan süreyi, her birinde varlık fiyatlarının aşağı veya yukarı hareket edeceği basamaklara bölmektedir ve her basamaktaki muhtemel hareketler, varlığın opsiyon süresi boyunca alabileceği fiyatları temsil eden bir binomial ağaç oluşturmaktadır. (HITCHNER, 2003:927). Oluşan ağacın binomial ağaç olarak adlandırılmasının sebebi; varlık fiyatının her basamakta aşağı veya yukarı hareket etmesidir. Fiyatın ne kadar aşağı veya ne kadar yukarı hareket edeceği değişkenlikle ilgilidir. Ayrıca ağaç, fiyatların her basamakta aşağı veya yukarı hareket etme olasılığını belirtmektedir. (CHRISS, 1996:221). Binomial modeldeki basamaklar çok küçük olduğunda ve Black-Scholes modelinin diğer koşulları karşılandığında; her iki model de aynı sonucu vermektedir. (SHANNON, 2007:598).

Model, opsiyonun yaşamı boyunca opsiyonun dayandığı varlığın fiyat değişimlerinin mümkün rotasını gösteren bir ağaç ortaya koyar. Değerleme tarihinden başlayarak her zaman aralığı veya düğümün üzerinde fiyatların haritası çıkarılır. Varlığın fiyatı herhangi bir düğüm üzerinde azalabilir veya artabilir ve tüm işlemler vadeye kadar her zaman aralığında sürdürülür. Fiyat hareketlerinin büyüklüğü opsiyonun dayandığı varlığın volatilitesi ve zaman aralığının uzunluğu ile belirlenir. Model opsiyonun yaşamı boyunca faiz oranlarını ve volatilitiyi sabit kabul eder. (PATRICK, 2005:184).

Modelin varsayımları aşağıdaki gibi özetlenebilir: (KARAN, 2004:646).

- Piyasalar mükemmeldir. Vergiler ve komisyonlar ihmal edilmiştir. Kısa satış üzerine herhangi bir limit yoktur. Varlıklar sonsuz oranda bölünebilirler.
- Tek bir faiz oranı vardır ve bu faiz oranı üzerinden borç alınıp verilebilir.
- Dönem faiz oranı, hisse senedinin fiyat artış/düşüş oranı bilinmektedir.

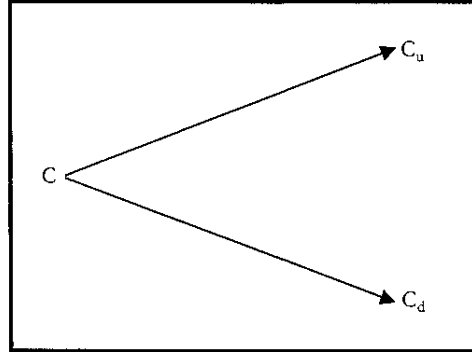
1.3.3.2.1. Tek Dönemli Binomial Dağılım Modeli

Opsiyonun vadesinin dolmasına bir dönem kaldığı varsayılmaktadır. Bu modele göre Δt zaman diliminde hisse senedinin fiyatı ya (p) olasılığı ile u kadar yukarı, ya da $(1-p)$ olasılığı ile kadar aşağı doğru hareket edecektir. Böylelikle hisse senedinin fiyatı;

Fiyat yükseldiğinde : S_U

Fiyat düştüğünde : S_D şeklinde olacaktır.

Şekil 1.8: Tek Dönemlik Binom Modeli



Kaynak: <http://www.baskent.edu.tr/~gurayk/>

Vade sonunda oluşan hisse senedi fiyatına göre bir alım opsiyonunun fiyatı aşağıdaki gibi olacaktır:

$$C_U = \text{Max}[0, S(1 + u) - K]$$

$$C_D = \text{Max}[0, S(1 + d) - K]$$

$$p = (r - d) / (u - d)$$

$$1-p = (u - r) / (u - d)$$

Bu formüllerle bugünkü call (alım) fiyatı (C_0) elde edilir.² (Erol, Ü., “Vadeli İşlem Piyasaları Teori ve Pratik”)

$$C_0 = C_U p + C_D (1 - p) / r$$

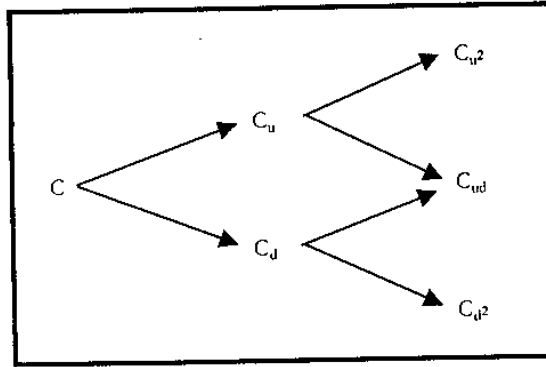
1.3.3.2.2. İki veya Daha Çok Dönemli Binomial Dağılım Modeli

Dönem sayısı ikiye çıktığında da call (alım) opsiyonunun prim fiyatı tek dönemlik modelde kullanılan yöntemlerle hesaplanır.

- İlk dönemin sonunda S_U değerine yükselen fiyat, ikinci dönemin sonunda ya yükselip S_{UU} , ya da düşüp S_{UD} değerini alacaktır.

- İlk dönemin sonunda S_D değerine düşen fiyat, ikinci dönemin sonunda ya S_{DU} değerine yükselecek, ya da tekrar düşerek S_{DD} değerini alacaktır.

Şekil 1.9: İki Dönemlik Binom Modeli



Dolayısıyla ikinci dönemin sonunda üç adet olasılık söz konusu olacaktır. Aynı zamanda, opsiyon fiyatları da hisse senedinin fiyatına bağlı olarak değişecektir:

$$C_{UU} = \text{Max}[0, S(1 + u)^2 - K]$$

$$C_{UD} = \text{Max}[0, S(1 + u)(1 + d) - K]$$

$$C_{DD} = \text{Max}[0, S(1 + d)^2 - K]$$

$$p = (r - d) / (u - d)$$

$$1-p = (u - r) / (u - d)$$

Formüllerden yararlanarak, vadesinin dolmasına iki dönem kalmış bir alım opsiyonunun fiyatı şu şekilde hesaplanabilecektir¹:

$$C_0 = p^2 C_{UU} + 2p(1 - p) C_{UD} + (1 - p)^2 C_{DD} / r^2$$

¹Erol, Ü., "Vadeli İşlem Piyasaları Teori ve Pratik"

İKİNCİ BÖLÜM

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE RÜZGÂR ENERJİSİ

2.1. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ÇEŞİTLERİ

Enerji, bir maddenin, makinenin ya da maddeler sisteminin iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. (BERBEROĞLU, 1982:9).

Enerji konusu ele alınırken, enerji kaynaklarının sınıflandırılması büyük önem taşımaktadır. Çünkü konuya yaklaşım tarzına göre farklı sınıflandırma şekillerine yer verilmesi gerekmektedir. Birleşmiş Milletler enerji kaynaklarını ‘Yenilenemez Enerji Kaynakları’ ve ‘Yenilenebilir Enerji Kaynakları’ şeklinde bir ayrıma tabi tutmaktadır. (YAMAK, 2006:7-8).

Yenilenemez enerji kaynakları madensel kökenlidir. Meydana gelişleri itibariyle yenilenmeleri çok uzun bir süre aldığından, yenilenemeyen enerji kaynakları olarak adlandırılırlar. (ÖZCAN, 2009:13). Bunlar petrol, linyit ve taş kömürü, doğalgaz ve nükleer enerji olarak sınıflandırılmaktadır.

Yenilenebilir enerji, gücünü güneşten alan ve hiç tükenmeyecek olarak düşünülen, çevreye emisyon yaymayan enerji çeşitleridir.

(<http://www.ekodialog.com/Konular/yenilenebilir-enerji-kaynaklari-ruzgar-enerjisi>, 01.04.2013).

Fosil yakıt fiyatlarındaki artış seyri, iklim değişikliği eksenli kaygılar ile birlikte enerji sektöründe gerek arz, gerekse talep tarafında bir dizi yeni yönelimi beraberinde getirmektedir. Bu çerçevede dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik gelişmeler küresel ölçekte ivme kazanmaya başlamıştır.

(<http://www.enerji.gov.tr/index.php?sf=webpages&b=yenilenebilirenerji>,01.04.201).

Yenilenebilir enerji kaynakları çevresel iyileştirme, artan yakıt çeşitliliği, ulusal güvenlik ve bölgesel ekonomik gelişme gibi yararlar sunarak dünya enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılayabilir. Türkiye özellikle hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal ve biokütle olmak üzere önemli miktarda yenilenebilir enerji

kaynaklarına sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynakları potansiyel olarak kömürden sonra ikinci sırada gelmektedir. (<http://www.enerji.gov.tr>, 05.04.2013).

Yenilenebilir enerji kaynakları kısaca açıklanacak olursa;

2.1.1. Güneş Enerjisi

Son yıllarda görülen yakıt fiyatlarındaki artışlar nedeniyle birkaç yıl öncesine kadar ekonomik görülmeyen güneş enerjisi, bazı kullanım alanlarında oldukça ekonomik duruma gelmiştir. Petrol ve kömür gibi birincil enerji kaynaklarına alternatif olarak güneş enerjisi çok umut vericidir. (ÖZCAN, 2009:15).

Türkiye, dünya üzerinde bulunduğu yer itibariyle “güneş kuşağı” olarak adlandırılan ve güneş enerjisinden en iyi faydalanabilen bir bölgede bulunmaktadır. Türkiye’de güneşli bir günde ortalama olarak bir metrekareye gelen güneş ışınımı miktarı, bir litre petrole eşdeğer enerji sağlamaktadır.(TERZİOĞLU, 2011:40).

2.1.2. Su Gücü (Hidroelektrik)

Hidroelektrik santrallerin yapımından önce faydalanılamayan su, santralle birlikte ülke ekonomisine katılmaktadır. Ayrıca hidroelektrik santrallerin kuruluş, işletme, onarım maliyetleri dışında, hammadde masrafı bulunmamaktadır. Enerji üretiminde kullanılan yöntem çevre ile dosttur. Üretim aşamasında çevreye zararlı hiçbir atık oluşmaz. (ŞENPINAR, 2009:49-50).

Ülke nüfusunun hızla artması, sanayileşme, şehirleşme ve küresel iklim değişikliğinin neden olduğu kuraklık sonucunda su kaynaklarına olan talep giderek artmaktadır. Bunun yanı sıra son dönemlerde hidroelektrik enerji üretiminde özel sektörün de devreye girmesi ve sulamaların birliklere devredilmesi ile kamunun dengeleyici yönetimi bir ölçüde ortadan kalkmaktadır. Bu nedenle bu yeni durumda su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, adil paylaşımı ve suyun etkin kullanımını öne çıkan bir sorun olacaktır. (TERZİOĞLU, 2011:38).

2.1.3. Biokütle

Biokütle tanımı, fotosentez yapan bütün organik canlılar için kullanılır. Fotosentez klorofilde meydana gelir. Klorofil, güneş enerjisini kullanarak havadaki

karbondioksit ve suyu, karbonun bileşenlerinden oluşan karbonhidrat, hidrojen ve oksijene dönüştürür. Bu karbonhidratlar yakıldığında tekrar su ve karbondioksit çevrilmiş olurlar. Biokütle, bu yol ile güneş enerjisinin depolanması için doğal batarya görevi görmüş olur. Dünyada da birincil enerji tüketim kaynağı %15'lik oranla biokütledir. (AKKAYA, 2007:45).

Ülkemizin orman, bitki ve hayvan atıklarından oluşan biokütle kaynakları çoğunlukla geleneksel yöntemler kullanılarak enerjiye dönüştürülmektedir. Bu miktar yıllık birincil enerji arzının %4,5'ini oluşturmakta ve dünyadaki trendin aksine giderek azalmaktadır. (TERZİOĞLU, 2011:41).

2.1.4. Yer Isısı Enerjisi (Jeotermal)

Jeotermal, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, kimyasallar içeren sıcak su, buhar ve gazlardır. Jeotermal enerji de bu jeotermal kaynaklardan ve bunların oluşturduğu enerjiden doğrudan veya dolaylı yollardan faydalanmayı kapsamaktadır. (YAMAK, 2006:122).

Türkiye sahip olduğu ısıtma amaçlı jeotermal enerji potansiyeli ile dünyada ilk yedi ülke arasındadır. Jeotermali doğrudan kullanımda da Türkiye dünyada beşinci sırada yer almaktadır. (AKKAYA, 2007:27).

2.1.5. Rüzgâr Enerjisi

Dünyamıza ulaşan enerjinin kaynağı güneştir. Güneşten dünyamıza saatte 100 milyar MW enerji ulaşmaktadır. Güneşten dünyamıza gelen ısı enerjisi; yerçekimi ve elektromanyetik kuvvetler tarafından kullanılır. Dünyamız güneşten yayılan enerjinin sadece küçük bir kısmını tüketmektedir. Tüm fosil esaslı tükenen ve tükenmeyen enerjinin kaynağı güneştir. Güneşten gelen enerjinin yaklaşık %2'lik kısmı rüzgâr enerjisine, önemli bir bölümü de bitkiler tarafından biomass enerjisine dönüştürülmektedir. (YEREBAKAN, 2001:1).

Rüzgâr enerjisi, ısıları farklı olan hava kütlelerinin yer değiştirmesiyle oluşur. Güneşten yeryüzüne ulaşan enerjinin %1-2'si rüzgâr enerjisine dönüşmektedir. Rüzgâr türbinleri, yenilenebilir nitelikte olan hava akımını elektrik enerjisine dönüştürmektedir. (<http://www.enerji.gov.tr> ,24.04.2013).

2.2.RÜZGÂR ENERJİSİ

Karalar, denizler ve havaküre (atmosfer) farklı özgül ısılarına sahip oldukları için, güneşten alınan enerji sonrasında farklı ısılarına dolayısıyla farklı sıcaklıklara sahip olurlar. Sıcaklık dağılımı, coğrafik ve çevresel koşullara bağlıdır. Yer kürede ortaya çıkan sıcaklık ve buna bağlı basınç farklılıkları, rüzgârın oluşmasına neden olmaktadır. Yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına hareket eden hava, “rüzgâr” olarak isimlendirilmektedir. (MEB, 2002:101).

Rüzgâr kinetik enerjisi nedeniyle doğal bir potansiyele “Rüzgâr Enerjisi Doğal Potansiyeli” denir. Bunun bilimin fiziksel kanunlar ve eldeki teknolojik imkânlar dâhilinde enerjiye çevirebilen miktarına Rüzgâr Enerjisi Teknik Potansiyeli ve bu potansiyelin diğer enerji kaynaklarına göre ekonomik olarak kullanılabilen kısmına ise Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli adı verilir. (ÖVET, 2002:22).

Rüzgâr enerjisi hidro-mekanik olarak çalışan değirmen ve basit makineler gibi yenilenebilir enerji teknolojilerinin en önemlilerinden biridir. Mekanik sürtünme etkisi ve aerodinamik akış tarafından üretilen asansör, yüzyıllardan beri enerji üretmek için kullanılmaktadır. (TERZİOĞLU, 2011:42).

2.2.1. Tükenebilir Enerji Kaynaklarından Rüzgâr Enerjisine Geçiş ve Rüzgâr Enerjisinin Tarihi

Tarih boyunca rüzgâr, hem enerji kaynağı olarak hem de taşıma amaçlı olarak kullanılmıştır. Rüzgâr enerjisi M.Ö 5000’li yıllarda Nil Nehri’nde kayıkları hareket ettirmek için kullanılmıştır. Ayrıca Asya medeniyetlerinden Çin, Tibet ve İran’da da kullanıldığı bilinmektedir. Rüzgâr türbinleri kullanımına ait ilk yazılı bilgiler Büyük İskender tarafından M.Ö. 200-300 yıllarında basit yapıdaki türbinler hakkındadır. (KIRIM, 2002:45).

640 yılında Orta Asya ve İran’da çeşitli rüzgâr değirmenleri yapılmıştır. Anadolu’da bulunan birçok rüzgâr değirmeni kalıntısı bölgede rüzgâr enerjisinin yaygın olarak kullanıldığının bir göstergesidir. (POLAT, 2000:13).

Rüzgâr gücü kullanımı haçlı seferleri ile Asya’dan Avrupa’ya geçmiştir. 12. yüzyıl başlarında Fransa’da yaygınlaşan rüzgâr değirmenleri daha sonra İngiltere’de

kullanılmaya başlanmıştır. Aynı dönemde Diyarbakır'da yaşayan Abou-l Iz ilk modern dikey rüzgâr türbinini üretmiştir. (ŞEN, 2000) Avrupa'da 19.yy.'a kadar rüzgâr türbinleri geliştirilmiş ve 19.yy sonunda 25m rotor çaplı 30m kule yüksekliğinde türbinler kullanılmaya başlanmıştır. 1800'lü yıllara gelindiğinde sadece Fransa'da 20.000 rüzgâr mili çalışmaktaydı. Hollanda'da endüstriyel güç ihtiyacının %9'u rüzgâr enerjisi üzerinden sağlanmaktaydı. (ŞAHİN, 2004:24).

Endüstri devrimi ile birlikte, 18. yüzyılda buhar makinelerinin ortaya çıkması sonucunda dünya, enerji ihtiyacı temini için termodinamik işlemlere dayanan makinelerden yararlanmaya başlamıştır. Özellikle kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtların kullanımı ile beraber, bu makineler daha avantajlı bir duruma gelmiştir. İstenildiği anda enerji üretimi olanağı sağlamasından dolayı, rüzgâr enerjisinden daha popüler hale gelmişlerdir. Bu nedenle 19. yüzyılda ve 20. yüzyılın ortalarına doğru rüzgâr enerjisinin önemi azalmıştır. Sadece Amerika, Rusya ve Avustralya gibi nüfusu geniş bir alana yayılmış olan ülkelerde rüzgâr enerjisi çiftçiler tarafından su çekmek için kullanılmıştır. (DEMİR, Rüzgâr Enerjisinin Tarihte İlk Kullanımı, <http://www.melikedemir.com/ret.html>, (23.04.2013)).

Rüzgâr türbinlerinin ilk kullanımı ise 1890'lı yıllarda Danimarka'da gerçekleşmiştir. (http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/wind_history.html, 10.05.2013). 53 metre çapında ve 1,25 MW gücündeki Smith Putnam Rüzgâr Türbini ABD'nin Vermont şehrinde 1939'da kurulmuştur. Bu proje için dönemin en iyi bilim adamları ve mühendisleri bir araya gelmiş olup, bu rüzgâr türbini 1980'lerin MW ölçeğindeki makinelerin çoğundan daha uzun süre kullanılmış ve adeta teknolojik gelişmenin bir simgesi olmuştur. (YEREBAKAN, 2001:61).

Rüzgâr enerjisinden elektrik üretme fikrinin çekiciliği fosil yakıtların ve özellikle de petrolün fiyatıyla orantılı olarak değişmiştir. İkinci Dünya Savaşı'nı izleyen yıllarda petrol fiyatlarındaki düşüş rüzgâr enerjisine ilgiyi azaltmış ancak özellikle 1970'li yıllarda petrol fiyatlarında meydana gelen aşırı artışlar rüzgâr enerjisine yapılan yatırımları artırmıştır. (ÖZCAN, 2009:19).

Günümüzde ise rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretme maliyetlerinde, teknolojik gelişmelere paralel olarak meydana gelen düşüşler ve oluşan çevre bilinci

rüzgâr enerjisi kullanımını tekrar cazip hale getirmiştir. Gelecekte de rüzgâr enerjisinin önemi giderek artacaktır. (ÖZCAN, 2009:19).

2.2.2. Rüzgâr Enerjisi Santrali (RES) İçin Ön Etüt ve Potansiyel Belirleme

Rüzgâr enerjisi dünyanın pek çok bölgesinde yeterli potansiyeli olan ve gelecek için ümit veren bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Rüzgâr türbinleri vasıtasıyla enerjinin elde edilmesi her şeyden önce bölgenin rüzgâr hız ortalamalarına bağlıdır. Rüzgâr potansiyeline sahip yerler, sahil bölgeleri, etrafı açık karasal alanlar, su kütlelerinin kıyıları ve bazı dağlık alanlardır. Rüzgâr enerji projelerinin konumlandırılmasına ilişkin bu coğrafi sınırlamalara rağmen, dünyanın çoğu bölgesinde rüzgâr enerjisi projeleri ile yerel elektrik gereksinimlerinin önemli bir kısmını karşılayabilecek alanlar bulunmaktadır. (UYAR, 2009:16).

Bir rüzgâr enerjisi yatırımı için, kullanılacak olan finansmanın geri dönüşünde ve yatırımın yapılabilirliğinin belirlenmesinde, sağlıklı yapılmış ön etütler ve rüzgâr kaynak değerlendirmesi işin temelini oluşturur. Buna göre, rüzgâr enerjisi yatırımlarında aşağıda özetlenen adımlar önerilir.

1. Saha seçimi: Rüzgâr enerji santrali yatırımı için ilk yapılması gereken iş yeterli rüzgâr kaynağına sahip saha seçimidir. Saha seçimi Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) ile yapılabilir. REPA ile seçilen sahanın uygunluğu rüzgâr göstergeleri incelenerek doğrulanmalıdır. Eğer mümkünse, seçilen saha civarındaki DMİ rüzgâr verileri ve diğer rüzgâr enerjisi amaçlı rüzgâr ölçümleri dikkate alınmalıdır.
2. Seçilen sahada mevcut başvuru durumunun araştırılması gerekmektedir. Daha önceden başvuru yapılmış bir alana yeni başvuru yapılamaz. Rüzgâr türbinlerinin birbirinden etkilenmeyeceği bir yerleşim düzeni uygulanmalıdır.
3. Seçilen sahada arazi yapısı, arazi mülkiyeti, ulaşım imkânları, trafo merkezlerine olan uzaklıkları gibi parametrelerin belirlenmesi gerekmektedir. Arazinin yapısı rüzgâr hızını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Arazi pürüzlülük değerleri verimi etkileyebilmektedir. Arazide pürüzlülük ne kadar çok ise rüzgâr hızı o kadar azalır. Su yüzeyi, rüzgâr hızını daha az etkileyen en pürüzsüz yüzeydir. Uzun ot, çalı

ve çöp gibi pürüzlülük öğeleri rüzgâr hızını azaltma yönünde etkili olur. Araziye ulaşım, arazinin yerleşim birimlerine uzaklığı, GSM şebekelerinin çekip çekmemesi gibi faktörler kurulum ve işletme aşamasında ilave maliyetlere neden olur. Örneğin, yol yapımı km başına 0-80.000 \$ arasındadır. Trafo veya enerji nakil hatlarına uzaklık maliyeti önemli ölçüde etkiler. Enerji iletimi sırasındaki kayıpları da göz önüne aldığımızda seçtiğimiz arazinin enerji nakil hatlarına ve trafo merkezlerine yakın olması önem kazanmaktadır. Nakil hattının maliyeti hattın yerleşimine, uzunluğuna, tipine, gerilim seviyesine ve ayrıca güç santrali kapasitesine bağlıdır. Nakil hattının maliyeti km başına 50.000-100.000\$ arasında değişmektedir. Trafo maliyetleri ise 2.000.000\$'ı geçmektedir. RES lisansının alınabilmesi için diğer enerji santralleri başvurularından farklı olarak santralin kurulacağı arazinin lisans başvurusu yapan kişiye ait olması ya da kamu malı olması gerekmektedir. Tesisin kurulacağı sahanın özel mülkiyete konu olması halinde, mülkiyet ve/veya diğer aynı hakların tesis edilmiş veya yetki sahibi gerçek veya tüzel kişilerce taahhüt edilmiş olduğunun belgelenmesi zorunludur. (BOZTEPE, 2010:66).

4. Seçilen sahada bir uzman tarafından belirlenen rüzgâr ölçüm noktasında standartlara uygun olarak en az 1 yıl olmak üzere enerji amaçlı rüzgâr ölçümlerinin yapılması gerekmektedir.

5. Rüzgâr ölçümü ile elde edilen rüzgâr verilerinin analiz edilmesi ve gerekli raporların hazırlanması ile yatırım kararı alınır. Yatırımın emniyetli olabilmesi için fizibilite raporu hazırlanır. Tüm değişkenler maliyeti ve amortisman süresini etkiler. Değişkenlerin alternatifleri göz önüne alınmalı ve bunlardan en uygun olanı belirlenmelidir. Ek maliyetler türbin maliyetinin %40'ı gibi bir değere sahiptir. (KINCAY,79).

6. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'na (EPDK) lisans başvurusu yapılması gerekmektedir. (BOZTEPE, 2010:66).

2.2.2.1. Rüzgâr Ölçümünün Yapılması ve Rüzgar Hızı Dağılımları

Bir noktadaki rüzgâr potansiyelinin belirlenebilmesi için değişik yöntemler kullanılmaktadır. Herhangi bir nokta için rüzgâr gücü matematiksel olarak aşağıdaki eşitlik ile tanımlanmaktadır. (ADEYOKA ve ADEWALE, 1992:170).

$$P = 1/2 \cdot \rho \cdot u^3$$

Burada; P : rüzgar potansiyeli (W/m^2)

ρ : havanın yoğunluğu (kg/m^3)

u : rüzgar hızı (m/sn)'yi göstermektedir.

Hesaplanan rüzgar gücünün dönüştürülebilecek maksimum miktarı, bu değer 16/27'si kadarıdır. Bu oran Betz maksimumu olarak adlandırılmaktadır. (ADEYOKA ve ADEWALE, 1992:170).

Belirli bir yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı kullanarak, herhangi bir yükseklikteki rüzgar hızı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır. (ADEYOKA ve ADEWALE, 1992:170).

$$P = \frac{U_1}{U_2} = \left(\frac{H_1}{H_2}\right)^{k_1}$$

Burada, H_1 : rüzgar hızının ölçüldüğü yükseklik (m)

H_2 : rüzgar hızının hesaplanacağı yükseklik (m)

u_1 : H_1 yüksekliğinde ölçülen rüzgar hızı (m/s)

u_2 : H_2 yüksekliği için hesaplanacak rüzgar hızı (m/s)

k_1 : pürüzsüzlük katsayısını göstermektedir.

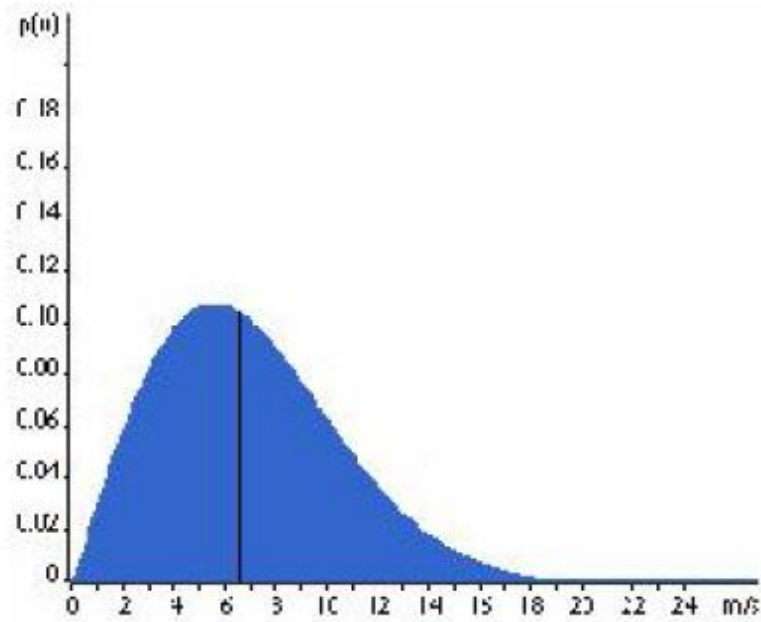
2.2.2.1.1. Weibull Dağılımı

Rüzgar endüstrisinde rüzgar hızlarında görülen değişimleri tanımlayabilmek çok önemlidir. Türbin tasarımcıları türbinlerin tasarımlarını optimize etmek için rüzgar değişim bilgilerine ihtiyaç duyarlar. Rüzgar yükü değişim bilgileri, oluşacak yatırım maliyetlerini minimize etmede önemli ipuçları vermektedir. Türbin yatırımcıları elektrik üretiminden elde edilecek geliri hesaplamada bu bilgiye ihtiyaç duyarlar. Rüzgar hızları için yıllık ortalaması önemlidir. Dar zaman aralıklarında esen fırtınalar yanılmamalıdır. Tipik bir arazinin rüzgar değişimlerini tanımlamak için çoğunlukla Weibull Dağılımı kullanılır. (BOZTEPE, 2010:29).

Rüzgar hızlarının istatistik olarak değerlendirilerek, yıl içindeki şiddetine göre dağılımları çıkartılmalıdır. Rüzgar güç fonksiyonları şeklinde periyodik esintiler olasılık dağılımına açılır. Rüzgar hızları ile bu hızların olasılıkları, farklı eksenlere yerleştirilerek çizilen güç fonksiyon dağılım eğrileri Şekil 2.10'da verilmiştir. Şekildeki eğrinin altındaki alan tam olarak 1'e eşittir. Yatay eksene dik çizilen çizginin soluna doğru olan alandaki mavi bölgenin yarısı saniyede 6,6m'dir. Bu demek oluyor ki rüzgar zamanın yarısında saniyede 6,6m'lik bir hızda esmiştir. Diğer yarı alanda saniyede 6 m'den daha az esmiş olduğu kolayca anlaşılır. Şekil 2.10'da verilen eğriye göre rüzgar; ortalama 7 m/sn.'lik bir hızla esmiştir. Ortalama rüzgar hızı, bu arazide yapılan rüzgar hızı gözlemlerinin gerçekten ortalamasını verecektir. Görüldüğü gibi rüzgar hızı dağılımı simetrik değildir. Bazen yüksek rüzgar olur, fakat bunlar nadiren gerçekleşir. 5,5 m/sn.'lik hızlar en yaygın olarak göze çarpmaktadır. Özel rüzgar hızını elde etme olasılığı ile her ufak rüzgar hızı aralığını çarpıp toplandığında, "ortalama rüzgar hızı" elde edilmektedir. (UÇAR, 2007).

Rüzgar potansiyel analizlerinde, rüzgar hızlarının göstermiş olduğu istatistiksel dağılımlarının analizi sonucu yapılan hesaplamalar kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda rüzgar hız değerlerinin, 2 parametrelili Weibull dağılımına uygunluk gösterdiği belirtilmektedir. (Justus et al., 1978). 2 parametrelili Weibull dağılımı Şekil.2.10'da görülmektedir.

Şekil 2.10: Frekans Histogramı ve Weibull Dağılımı



2 parametrelili Weibull dağılımının matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir. (TROEN and PETERSEN, 1989).

$$f(u) = \frac{k}{A} \left(\frac{u}{A}\right)^{k-1} \exp \left[-\left(\frac{u}{A}\right)^k \right]$$

Burada, u: rüzgar hızı (m/s)

$f(u)$: rüzgar hızı frekansı

A: Weibull büyüklük katsayısı (m/s)

K: Weibull şekil katsayısıdır.

Birikimli Weibull dağılımı, $F(u)$ ise,

$$F(u) = \exp \left[-\left(\frac{u}{A}\right)^k \right]$$

Eşitliği ile tanımlanmaktadır. (TROEN ve PETERSEN, 1989).

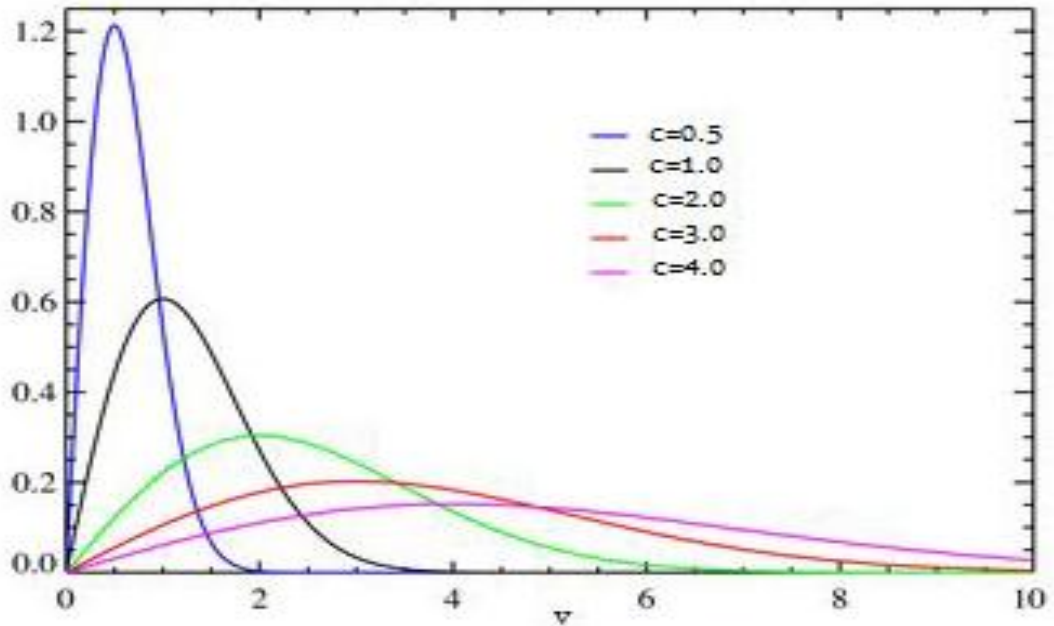
2.2.2.1.2. Rayleigh Dağılımı

Rüzgar hızının istatistiki dağılımı dünya yüzeyinde bölgeden bölgeye değişmektedir. Bu değişimleri mahalli iklimsel şartlar, toprak yapısı, arazi ve yüzey topoğrafyası belirler. Weibull dağılımı değişkenlerin sistematik bir değerlendirme ile tahmin edilmesini sağlar. (BOZTEPE, 2010:30).

Rüzgar türbini imalatçıları genellikle Rayleigh dağılımını kullanarak makinelerinin standart performans değerlerini verirler. Rayleigh dağılımı türbin tasarımcıları için önemli bir referanstır. (UÇAR, 2007).

Rayleigh fonksiyonu Weibull'un basitleştirilmiş bir versiyonu olarak düşünülebilir. Weibull fonksiyonunda şekil parametresi olan k , 2'ye eşitlenirse Rayleigh fonksiyonu elde edilir. (BOZTEPE, 2010:30).

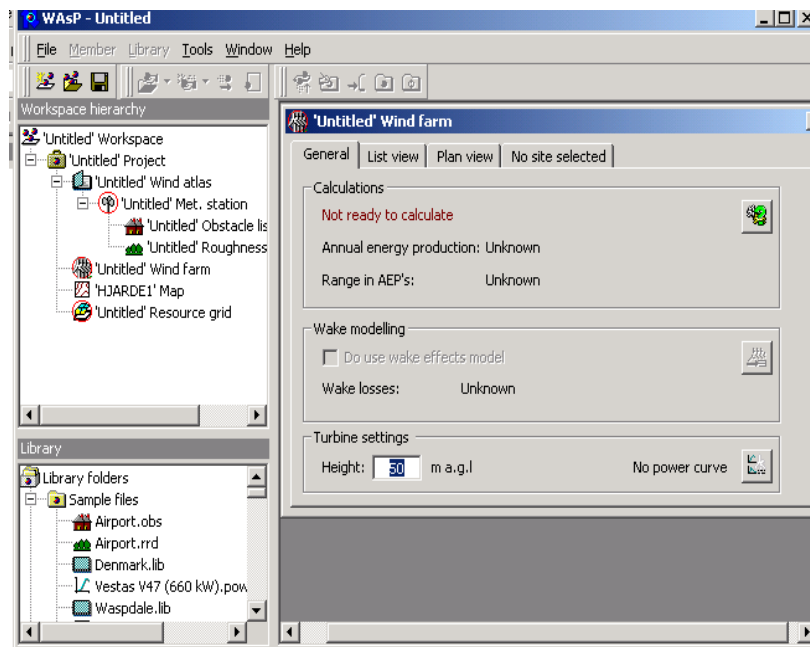
Şekil 2.11: Rayleigh Dağılımına c Parametresinin Değişiminin Etkisi



Kaynak: BOZTEPE, 2010:31

2.2.2.2. Rüzgar Enerji Potansiyelinin WASP (Rüzgar Atlası Analiz ve Uygulama Programı) Kullanılarak Belirlenmesi

Çeşitli ülkelerce hazırlanıp kullanıma sunulan ve bir alandaki rüzgar ölçüm parametrelerini kullanarak rüzgar enerjisi potansiyelinin belirlenmesine yardımcı olan bilgisayar programları mevcuttur. Bu bilgisayar programlarının başında Danimarka RISO Ulusal Laboratuvarında geliştirilmiş olan ve Avrupa kıtasının rüzgar atlasının hazırlanmasında kullanılan WASP (Rüzgar Atlası Analiz ve Uygulama Programı) bilgisayar programı gelmektedir.



WASP bilgisayar programı rüzgar hız ve yön bilgileri ile rüzgar gözlem istasyonu çevresindeki engellerden, arazi yüzey pürüzlülüğü ve arazinin topoğrafik özelliklerinden yola çıkarak bölgesel rüzgar atlas istatistiklerinin ve enerji potansiyelinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. WASP yazılımı ile bir bölgenin rüzgar enerji potansiyelini belirleyebilmek için aşağıda sıralanan işlem basamakları takip edilir:

Rüzgar Ölçüm Verilerinin Değerlendirilmesi; Rüzgar enerji gözlem istasyonlarından belli bir yükseklikten alınan en az bir yıllık rüzgar hızı ve rüzgar yönü ölçüm kayıtlarının bilgisayar ortamında düzenlenmiş hali ve bu

istasyonlara ait 1/25.000 ölçekli harita üzerindeki UTM ile derece-dakika cinsinden belirlenmiş koordinatları WAsP ortamına aktarılıp değerlendirilir ve ilk etapta ölçüm yüksekliğine ait frekans dağılım tablosu elde edilir. Bu tablo yardımıyla ölçüm yüksekliğindeki rüzgarın sektörlere (yönler) göre esme sıklığı, hakim rüzgar yönü, ortalama rüzgar hızı, ortalama enerji yoğunluğu ve rüzgar hız verilerine ait Weibull parametreleri gibi istatistiksel değerler belirlenmiş olur.

Yakın Çevresel Engel Bilgileri; Rüzgar gözlem istasyonunları civarındaki yakın çevresel engeller, ölçülen rüzgar hız ve yön değerlerini kayda değer ölçüde etkilemektedir. Binalar, ağaçlar gibi yakın çevresel engeller rüzgar hız ve yön profilini oldukça değiştirmekte, engel etrafında türbülansa neden olmakta ve rüzgar verilerinin sağlıklı olmasını engellemektedir. Bu nedenle rüzgar gözlem istasyonlarının yeri, civarda fazla engel olmayacak şekilde seçilmelidir. Bir nesnenin ölçüm direğine olan uzaklığı, yüksekliğinin 10 katı kadar mesafe içinde ise bu nesne yakın çevresel engel olarak tanımlanır. Daha uzak mesafedeki nesnelere engel sınıfına girmez ve arazi pürüzlülüğü olarak değerlendirilir. WAsP bilgisayar programı ile en fazla 50 adet engel tanımlanabilse de prensip olarak sayıca 5'ten fazla engel içeren noktalara rüzgar gözlem istasyonu kurulması önerilmemektedir.

Arazi Yüzey Pürüzlülük Bilgileri; Arazi yüzey pürüzlülüğünün değişmesi yüzey sürtünme karakteristiklerini ve dolayısıyla hız profilini değiştirmektedir. Bir alanın yüzey pürüzlülüğü, bu alan üzerindeki pürüzlülük elemanlarının boyutları ve alan içindeki dağılımına bağlı olmaktadır. Karasal alanlar için bitki örtüleri, göller, yerleşim yerleri, doğal arazi yapıları tipik pürüzlülük elemanlarıdır.

2.2.2.3. RES Sahası İçin Rüzgar Atlasının Oluşturulması

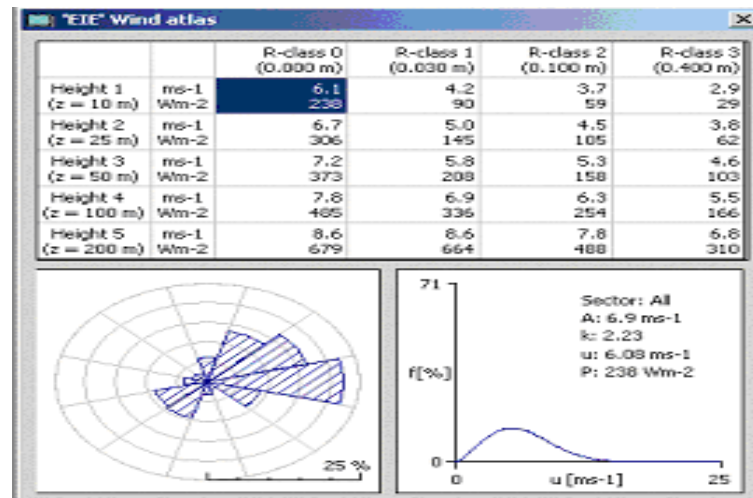
Belirli bir ölçüm yüksekliğine ait yeterli sayıda rüzgar hız ve yön verilerinden elde edilen frekans dağılım tablosu, yakın çevresel engel ve pürüzlülük bilgileri ve santral alanının topoğrafyasını temsil eden 1/25.000 ölçekli sayısallaştırılmış harita kullanarak WAsP bilgisayar programı yardımıyla santral alanına ait rüzgar atlas istatistikleri çıkarılır. Rüzgar atlası, yer seviyesinden belli bir yükseklikte (10m, 30m vb.) ölçülmüş rüzgar verilerinin, yakın çevresel engeller, arazi pürüzlülüğü ve arazinin topoğrafik yapısı ile birlikte değerlendirilmesi sonucu istenilen bir yükseklik

için (türbin hub yüksekliği vb) elde edilen istatistiksel sonuçlardır. Rüzgar atlas istatistiklerinin elde edilmesi ile istenilen herhangi bir yükseklikteki ortalama rüzgar hızı, sektörlere göre rüzgar esme sıklığı, hakim rüzgar yönü, ortalama enerji yoğunluğu, enerji yoğunluğunun hakim olduğu sektör gibi parametreler ile yakın çevresel engeller ve arazi pürüzlülüğünün etkileri belirlenmiş olur.

Örnek Bir Rüzgâr Atlası

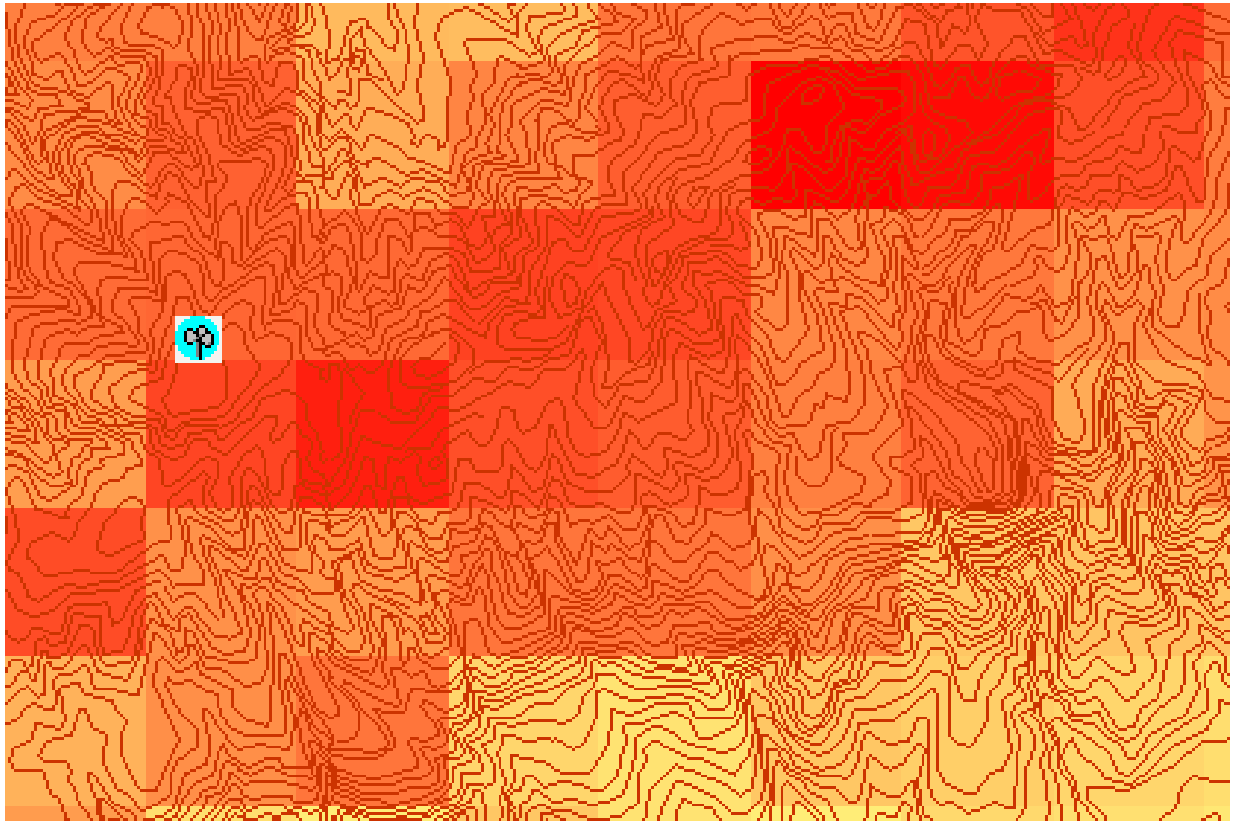
Sect	Rch	Input	Obstacle	Orography	A	k	%	E%
0:	3	0.0%	0°	0.0%	47.2%	-3°	7.5 3.06 27.5	23.6
30:	3	0.0%	0°	0.0%	37.5%	-3°	6.7 2.60 12.9	8.7
60:	3	0.0%	0°	0.0%	33.3%	0°	4.8 1.97 2.5	0.8
90:	3	0.0%	0°	-0.2%	37.3%	3°	4.3 1.89 1.8	0.4
120:	3	0.0%	0°	-0.3%	46.2%	3°	5.0 2.30 2.5	0.8
150:	3	0.0%	0°	0.0%	49.9%	0°	6.6 2.21 4.7	3.5
180:	3	0.0%	0°	0.0%	46.3%	-3°	8.3 2.37 10.8	14.9
210:	3	0.0%	0°	-0.1%	36.6%	-3°	12.7 2.65 6.7	30.6
240:	2	0.0%	0°	0.0%	32.1%	0°	7.1 1.76 1.9	2.3
270:	3	0.0%	0°	0.0%	37.0%	3°	4.2 1.66 2.2	0.6
300:	3	0.0%	0°	0.0%	45.9%	3°	5.4 2.19 6.3	2.6
330:	3	0.0%	0°	0.0%	49.9%	0°	6.3 2.63 20.2	11.4

M= 6.3 m/s E= 292. W/m² 7.2 2.05



Rüzgar türbinlerinin santral sahasına konumlandırılması planlanırken rüzgar atlasından yararlanılmaktadır. WAsP 6.0 ve üstü versiyonlarındaki bilgisayar programları ve rüzgar atlas istatistikleri kullanılarak, sayısal harita üzerinde enerji üretim miktarının yüksek olacağı konumlar renk dağılımından elde edilebilir. Her bir rüzgar türbininin optimum yeri; arazi yapısı, ulaşım imkanları, hakim rüzgar yönü gibi unsurlar da dikkate alınarak bahsedilen renk dağılımları yardımıyla belirlenebilir. Aşağıdaki sayısal haritada kırmızı boyalı yerler enerji üretiminin yüksek, sarı boyalı yerler ise enerji üretiminin düşük olacağı yerleri göstermektedir.

Şekil 2.12: Santral Sahası Enerji Dağılımı



Kaynak: BOZTEPE, 2010:30

2.2.2.4. RES Sahası Yüzey Bilgilerinin Elde Edilmesi

Arazi yüzey pürüzlülüğünün değişmesi yüzey sürtünme karakteristiklerini, dolayısıyla hız profilini değiştirmektedir. Bir alanın yüzey pürüzlülüğü, bu alan üzerindeki pürüzlülük elemanlarının boyutları ve alan içindeki dağılımına bağlı olmaktadır. Karasal alanlar için bitki örtüleri, göller, yerleşim yerleri, doğal arazi

yapıları tipik pürüzlülük elemanlarıdır. Bu pürüzlülük elemanları, rüzgar enerjisi potansiyel belirleme çalışmalarında dört değişik pürüzlülük sınıfıyla tanımlanır. Bir arazinin pürüzlülüğü Z_o (m) pürüzlülük uzunluğu parametresi ile belirtilir.

Rüzgar hızı, yükseklik arttıkça arazi pürüzlülüğüne (α pürüzlülük katsayısı) bağlı olarak logaritmik şekilde artmaktadır. Belirli bir yükseklikte (10m, 30m vb.) ölçülmüş rüzgar hızları kullanılarak, istenilen herhangi bir yükseklikteki (hub yüksekliği vb.) rüzgar hızları aşağıdaki ifade ile hesaplanmaktadır.

$$(V_1/V_2) = (H_1/H_2)^\alpha$$

H_1 : V_1 hızının ölçüldüğü yükseklik

H_2 : V_2 hızının hesaplanacağı yükseklik

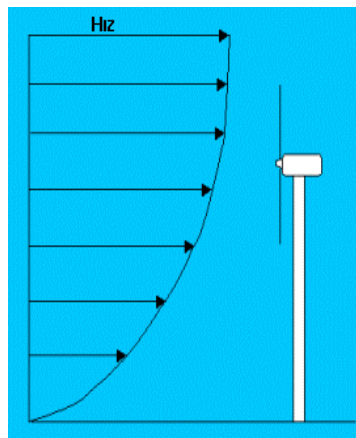
V_1 : H_1 yüksekliğinde ölçülen rüzgar hızı

V_2 : H_2 yüksekliği için hesaplanacak rüzgar hızı

α : Pürüzlülük katsayısı (0.10 - 0.40) dır.

α pürüzlülük katsayısı değeri ne kadar fazlaysa hız profilinin değişimi de o nispette fazla olacaktır. Hız profilindeki değişim ancak türbin hub yüksekliğinin artırılması ile azalmakta ve bu durum da maliyeti artırıcı unsur olmaktadır.

Şekil 2.13: Rüzgar Hızı Dağılımı



2.2.2.5. RES Sahası Topografya Bilgileri Analizi

Topografya rüzgârın yönü ve hızının dağılımında önemli bir rol oynar. Dağ silsileleri, tepeler ve kayalıklar rüzgâr hız ve yön profilini büyük ölçüde etkiler. Dağ silsilelerinin denize paralel, hâkim rüzgâr yönüne dik, orta eğimli (10° - 22°) ve özellikle çıplak olduğu sahalarda enerji üretimi için uygun sahalardır. Zirvede rüzgâr hızı, eğim ve dağ grubunun büyüklüğüne bağlı olarak artar. Bu nedenle, tepelerin üst-ön kısmı tesis için uygundur. Fakat tepenin üst-arka kısmı türbülans nedeniyle göz önüne alınmamalıdır.

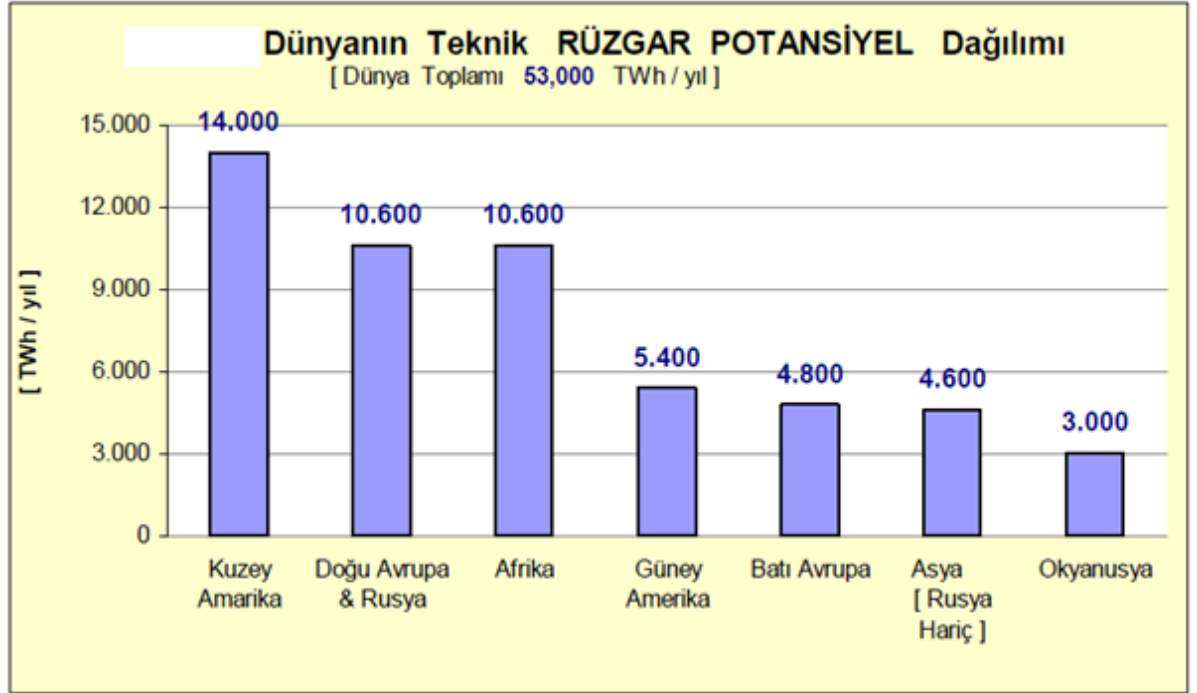
Rüzgâr enerji santrali kurulması düşünülen alanın WAsP bilgisayar programı ile modellenmesi için santral sahasını temsil eden en az 80 km^2 'lik (5 km yarıçapında) alanı gösterebilen paftaların 1/25.000 ölçekli sayısal haritaları hazırlanmalıdır. Sayısal haritanın çok dikkatli hazırlanmış olması rüzgâr enerji potansiyelinin de doğruya yakın bir değer olarak elde edilmesini sağlar.

2.2.3. Dünyada RES Kaynak Potansiyeli

Rüzgâr potansiyeli tespitinde, teknolojik – tarihsel gelişim ve endüstri ile ilgili yönler de dikkate alınmıştır. Yapılan bilimsel hesaplamalarda, dünyadaki potansiyelin çok yüksek olmasından yola çıkılarak, hesaplamalarda yaklaşık değerler kullanılmasının yeterli olacağı sonucuna varılmıştır. Kapasite hesaplamalarında en büyük kısıtların, arazi kullanım imkânı ve yöre şebekesinin teknik seviyesi olarak ortaya çıkmaktadır.

Grubb ve Meyer tarafından yapılan ve “ IEA – World Energy “ tarafından yayınlanmış çalışmada, $5,1 \text{ mt / sn}$. üzerinde rüzgâr kapasitesine sahip bölgelerin, uygulamaya dönük ve toplumsal kısıtlar nedeni ile %4'ün kullanılacağı esasına dayalı çalışmada, dünya potansiyeli 53.000 TWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu değer, dünyadaki dağılımı, Şekil 2.14'de verilmektedir; (AKALIN, 2006:55).

Şekil 2.14: Dünyanın Teknik Rüzgar Potansiyeli Dağılımı

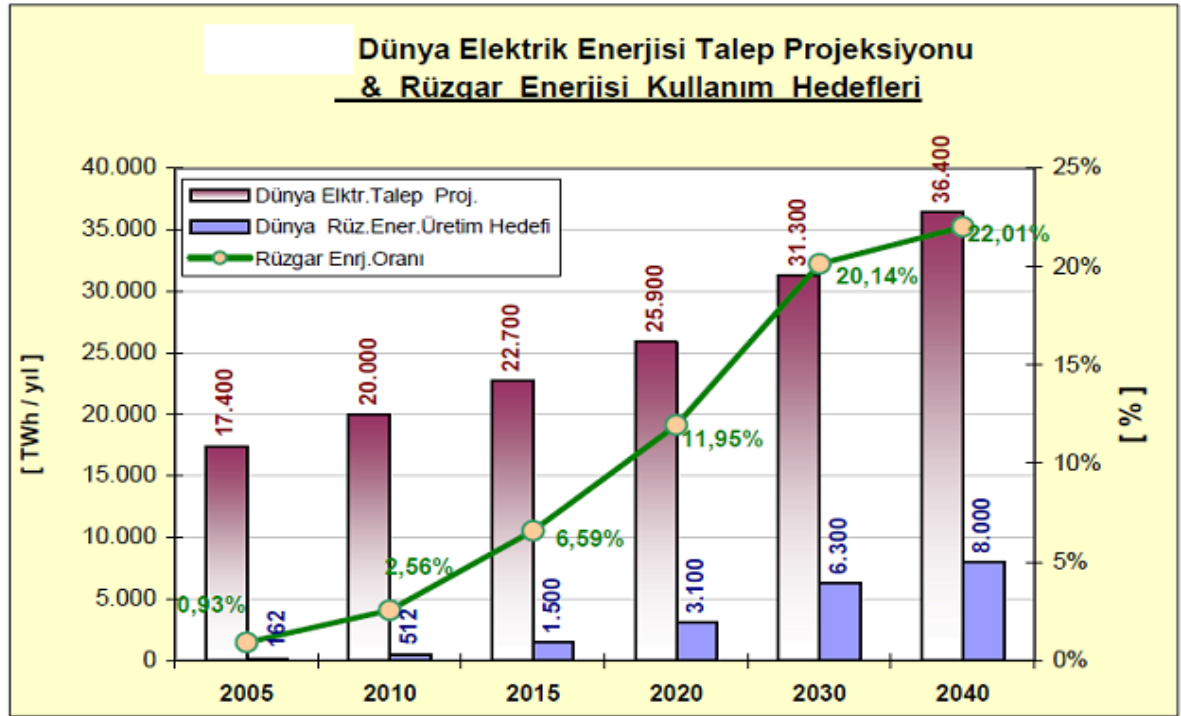


2.2.3.1. Dünyada RES Kullanım Hedefleri

Dünya elektrik enerjisi talebi, sürekli değerlendirilmektedir. 2000 yılında güncelleştirilen Dünya Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu ve Rüzgâr kaynaklı üretim hedefleri, Şekil 2.15'deki gibi yayınlanmıştır.

Aşağıda % 12 hedefine bağlanan, 2020 yılındaki hedeflenen 3.093,4 TWh - yıl Rüzgâr kaynaklı elektrik enerjisinin, küresel ısınma nedeniyle elektrik talebinde beklenen artışın olmaması halinde, daha da yüksek oranlara çıkabileceği söylenebilir. (Bu değer, 2001 tüketiminin %20'si civarındadır).

Şekil 2.15:Dünya Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu ve Rüzgar Enerjisi Kullanımı



Dünyada Rüzgâr Enerjisi konusunda asıl büyüme oranının, Kuzey Avrupa, ABD ve Japonya'da denizsel kapasitelerde olacağı tahmin edilmektedir. Bu potansiyelin, özellikle ABD ve Japonya'da oluşmakta olan Elektrik Enerjisi Talebinin, iki katına yakın (%180) potansiyel içerdiği hesap edilmektedir. (AKALIN, 2002:3).

2.2.3.2.Dünyada Yenilenebilir Enerji Gerekliklik Tablosu

Dünya rüzgâr kaynağı 53 TWh/yıl olarak hesaplanmakta olup, günümüzde toplam rüzgâr enerjisi kurulu gücü 40.301 MW'tır. Bunun üçte biri Almanya'da bulunmaktadır. 2020 yılında 1,245 GW dünya rüzgâr gücü hedefine ulaşmak için gereken yatırım miktarı 692 milyar Euro'dur. Bu süre içinde üretim maliyetlerinin 3,79 E-cents/kWh'dan 2,45 E-cents/kWh'a düşmesi beklenmektedir. Rüzgâr türbinlerinde küresel piyasa 2020 yılına kadar şimdiki 8 milyar Euro'dan 80 milyar Euro yıllık iş hacmine çıkacaktır. Toplam potansiyeli en az 48.000 MW olan, yıllık ortalaması 7,5 m/s'nin üzerindeki bölgelerde günümüz fiyatlarıyla ekonomik olabilecek yatırımlar yapmak mümkündür. (AKALIN, 2002:4).

2.2.4. Türkiye'nin RES Kaynak Potansiyeli

2007 yılında gerçekleştirilmiş olan Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) ile ülkemizde yıllık rüzgâr hızı 8,5 m/s ve üzerinde olan bölgelerde en az 5.000 MW, 7,0 m/s'nin üzerindeki bölgelerde ise en az 48.000 MW büyüklüğünde rüzgâr enerjisi potansiyeli bulunduğu tespit edilmiştir. (AKALIN, 2002:5).

Tablo 2.4: Türkiye Rüzgar Potansiyeli Gücü ve Toplam Rüzgar Potansiyeli

Türkiye Rüzgar Potansiyeli Gücü ve Toplam Rüzgar Potansiyeli							
Rüzgar Kaynak Derecesi	Rüzgar Sınıfı	50 m'de Rüzgar Gücü (W/m ²)	50 m'de Rüzgar Hızı (m/s)	Toplam Alan km ²	Rüzgarlı Arazi Yüzdesi	Toplam Kurulu Güç (MW)	
Orta	3	300 – 400	6.5 – 7.0	16.781,39	2,27	83.906,96	
İyi	4	400 – 500	7.0-7.5	5.851,87	0,79	29.259,36	
Harika	5	500 – 600	7.5-8.0	2.598,86	0,35	12.994,32	
Mükemmel	6	600 – 800	8.0- 9.0	1.079,98	0,15	5.399,92	
Sıradışı	7	> 800	> 9.0	39,17	0,01	195,84	
4-5-6-7 Rüzgar Sınıfı Toplamı				9.569,89	1,3	47.849,44	
3-4-5-6-7 Rüzgar Sınıfı Toplamı				26.351,28	3,57	131.756,40	

Kaynak: AKINSAL, 2009:65

2004 yılı itibariyle sadece 18 MW düzeyinde olan rüzgâr enerjisi kurulu gücünün artırılmasında aşama kaydedilmiştir. 2008 yılı sonu itibariyle rüzgâr kurulu gücümüz 400 MW düzeyine ulaşmıştır. Yenilenebilir Enerji Kanununun yürürlüğe girmesinden sonra birçok yeni rüzgâr projesine lisans verilmiştir. Bu projelerden 1.000 MW Kurulu gücünde santrallerin yapımı devam etmektedir. (AKINSAL, 2009:65).

Yerli Potansiyel Rüzgâr;

Çok Verimli: 8.000 MW,

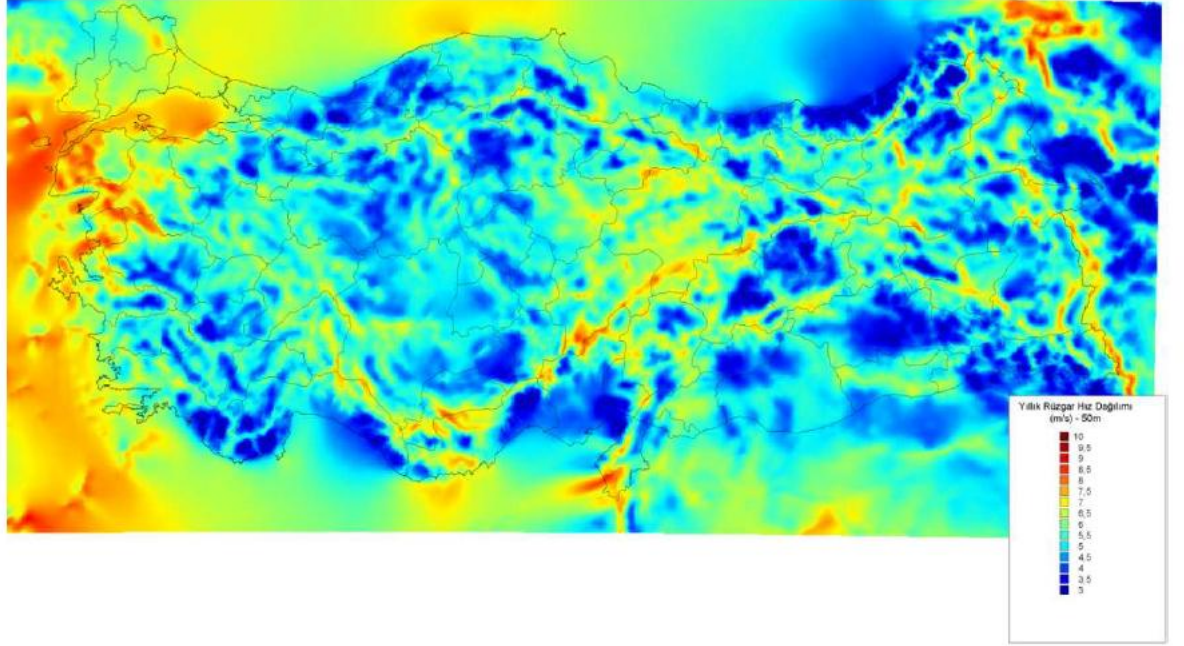
Orta Verimli: 40.000 MW (Güncel-11.11.2008)

Rüzgâr yatırımcıları, projelerinde ihtiyaç duydukları her türlü teknik bilgiye erişebilmektedirler. Rüzgâr enerjisi yatırımlarında büyük artışlar olmaktadır. Rüzgâr santralleri kurulu gücü 20 MW dan 250 MW seviyelerine çıkmıştır. Ayrıca 85.000 MW civarında rüzgâr enerjisine dayalı lisans başvurusu yapılmıştır.

2.2.4.1. Türkiye Rüzgâr Atlası

REPA, Türkiye coğrafyasının tüm kara ve deniz alanlarını kapsayacak şekilde üç ayrı nümerik hava analiz modelinin uzun yıllara ait gerçekleşmiş meteorolojik parametrelerle geriye doğru çalıştırılması sonucu üretilmiş 200m x 200m çözünürlüğe sahip ileri tekniklerle gerçekleştirilmiş bir rüzgâr atlasıdır. REPA, Türkiye coğrafyası üzerinde 200m x 200m'lik alana sahip tüm noktalarda rüzgâr kaynak bilgilerine erişim sağlanmasına imkân tanımaktadır. REPA'nın; rüzgâr enerjisi sektörü aktörleri, yatırımcılar, danışmanlar, planlamacılar, üniversiteler ve rüzgârla doğrudan veya dolaylı olarak ilgisi olan tüm kişi ve kurumlar için faydalı olacağı düşünülmektedir. Özellikle rüzgar enerjisi yatırımı yapmak isteyen yatırımcıların gereksinimleri dikkate alınarak; rüzgar kaynak bilgileri değişik tematik haritalarla entegre edilerek zaman tasarrufu ve maddi tasarruf sağlanması öngörülmüştür. (AKINSAL, 2009:66).

Şekil 2.16: Türkiye Rüzgar Atlası Rüzgar Hızı Yıllık Ortalama 50m



Kaynak: www.epdk.gov.tr

2.2.4.2. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücü ve RES Potansiyeli Karşılaştırılması

Türkiye’deki mevcut rüzgâr enerjisi ve ileride kurulması olası rüzgâr güçlerinin farklı kapasite faktörleri incelenmesi Tablo 2.5’te gösterilmektedir. Bazı güçlerin, Türkiye kurulu gücünden fazla olmasına rağmen, Türkiye elektrik enerjisini talebini karşılamadığı görülmektedir.

Tablo 2.5: Türkiye'deki Mevcut Rüzgar Enerjisi ve İleride Kurulması Olası Rüzgar Güçlerinin Farklı Kapasite Faktörlerine Göre İncelenmesi

	Türkiye Kurulu Gücüne Oranı		%30 Kapasite Faktörü ile İletim Sistemine Veriliş Miktarı		%35 Kapasite Faktörü ile İletim Sistemine Veriliş Miktarı		%40 Kapasite Faktörü ile İletim Sistemine Veriliş Miktarı	
	Kurulu Güç	(%)	MWh	(%)	MWh	(%)	MWh	(%)
İşletmedeki Kapasite	333,35	0,89%	74403,72	0,53%	86804,34	0,62%	99204,96	0,70%
İşletme ve İnşa Halindeki Kapasite	476,15	1,27%	106276,7	0,76%	123989,5	0,88%	141702,2	1,01%
Türbin Tedarik Anlaşması İmzalamış Projeler ile Kapasite	1546,15	4,14%	345100,7	2,45%	402617,5	2,86%	460134,2	3,27%
Lisans Almış Kapasite	3273,95	8,77%	730745,6	5,19%	852536,6	6,06%	974327,5	6,92%
EİE 2015 Planlanan*	15000	40,16%	3348000	23,79%	3906000	27,76%	4464000	31,72%
EİE 2020 Planlanan*	20000	53,55%	4464000	31,72%	5208000	37,01%	5952000	42,30%
Kasım 2007 Yılı Başvuru Miktarı	77781	208,25%	17360719	123,37%	20254172	143,93%	23147626	164,49%
İyi-Sıradışı Sınıfı Rüzgar Kapasitesi	47849,44	128,11%	10679995	75,89%	12459994	88,54%	14239993	101,19%
Orta-Sıradışı Rüzgar Kapasitesi	131756,4	352,77%	29408028	208,97%	34309367	243,80%	39210705	278,63%

Not: Kurulu Güç 37349 MW, Türkiye İletim Sistemine Verilen Toplam Miktar 14072516 MWh kabul edilmiştir.

Kaynak: AKINSAL, 2009:44

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. RÜZGÂR ENERJİSİ SANTRALİ YATIRIMI İÇİN TEKNİK VE FİNANSAL ANALİZ

3.1. RES YATIRIMINDA TEKNİK, FİNANSAL ANALİZ VE RİSKLER

Yenilenebilir enerji kaynaklarından, rüzgâr enerjisi dışı bağımlılıktan uzak, temiz enerji yaratması, işletme giderlerinin nispeten az ve fiyat belirsizliği riskinin asgaride olması nedeniyle yatırım yapılması tercih edilen projelerin başında gelmektedir. Yatırım yapılmadan önce rüzgâr enerjisi santrali kurma ve işletme maliyeti büyük ölçüde bellidir. Rüzgâr enerjisinden elektrik üretim maliyetinin yaklaşık %80'i üstyapı harcamalarından oluşmaktadır. Yatırıma ayrılan sermayenin büyük bir kısmı yatırımın 1. ve 2. yılında harcanmaktadır. Bu nedenle rüzgâr enerjisi yatırımları sermaye yoğun yatırımlardır.

Rüzgâr enerjisi yatırım fizibilitesi çalışmaları iki aşamalı bir çalışmadır. Birinci aşama; yatırımın teknik olarak analiz edildiği teknik analiz aşamasıdır. İkinci aşama; yatırım ömrünün ve yatırımın kabul edilebilirliğinin incelendiği finansal analiz aşamasıdır. Yatırımın ekonomik olup olmayacağı konusunda karar verilmesi bu aşamadadır. Hiçbir yatırımcı karlılığı piyasa getirisi ortalamalarından düşük olan bir projeye sermaye koymak istemeyecektir. Yatırımın ekonomik faydasının ve/veya karlılığının iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde projenin uygulaması gerçekleştirilmiş ve üretim aşamasındaki yatırımın ekonomik fayda sağlamadığı ortaya çıkmış olup uzun vadeli taahhütlerin altında bulunulması nedeniyle de yatırımın geri dönülmezliği zorlaştırılmış olacaktır.

3.1.1. RES Yatırımının Teknik Analizinin Yapılması

Türkiye'de rüzgâr santrallerinin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Santralin hangi bölgeye inşa edileceği kararı Rüzgâr Enerjisi Atlası yardımıyla alınmaktadır. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'na (EPDK) yapılan santral kurma başvurularında bazı bölgeler için tek başvuru bazı bölgelerde (rüzgâr gücünün yüksek olduğu bölgeler) birden fazla başvuru yapılmıştır. Tekli başvurular, yatırımcıların gerekli zorunlu uygulamaları yerine getirmelerinden sonra lisans almasının kolay olduğu başvurulardır, çoklu başvurularda yapılacak yarışma sonucu devlete en çok katkı

payı ödemeye razı olan yatırımcı lisans alma hakkını elde edecektir. (Katkı payı bir maliyet oluşturacağından yatırımcılar elde edecekleri gelirden ne kadarlık kısmından vazgeçeceğini iyi hesaplamak zorundadırlar).

Yatırımcı tarafından santral kurmak için tespit edilen rüzgâr sahasında en az bir sene rüzgâr ölçümü yapılmalıdır. Ölçümler sahanın belli bölgelerine dikilen 50m-80m ölçüm direkleri ile yapılmaktadır. Yapılan ölçümlerin doğru ve net olması yatırımın verimliliğine baz teşkil edecektir. Ölçümdeki ufak hatalar rüzgâr gücünün rüzgâr hızıyla doğru orantılı olması nedeniyle yatırımın ekonomik karlılığını etkileyecektir. Bu yüzden alınan ölçümlerin en yakın meteoroloji istasyonu tarafından kayıt edilen rüzgâr ölçümleriyle karşılaştırılması, ölçüm rakamlarını teyit etmeye yarayacaktır. Ayrıca yatırım projesinin geleceğe yönelik analizinin yapılabilmesi için yine aynı meteoroloji istasyonundan geçmiş 10-20 yıllık veri setleri satın alınır. Yine tarihsel modelleme ve diğer modelleme programları kullanılarak projeksiyon rüzgar verileri elde edilir. Bu veriler ile gelecekte elde edilecek tahmini rüzgâr enerjisi rakamları elde edilir. Rüzgâr ölçümü tamamlandıktan sonra “micrositing” raporları hazırlanır. Kurulacak olan santralde haritasal ve çevresel kısıtlar dikkate alınarak optimum enerjiyi elde etmek amacıyla türbin yerleşimlerini yardımcı olacak raporların hazırlanması gerekmektedir. Yapılan rüzgâr ölçümleri WAsP, Windfarmer, Winpro gibi yazılım programları kullanılarak rüzgârın kapasitesi ölçülür. Programlar sayesinde ortaya çıkan kapasite faktörü kurulacak olan santralin ne kadar enerji üreteceğini gösterecektir. Üretime konu olacak türbinlerin seçilmesi ve yerleştirilmesi de hazırlanan bu raporların neticesinde karara bağlanacaktır. Rüzgâr ölçümlerinin sonuçlandırılmasından sonra yine mühendislik ve inşaat firmalarının birlikte çalışması sonucunda tesis maliyeti hazırlanır. Başlıca tesis maliyet kalemleri birkaç örnek kalem ile aşağıda verilmiştir.

İnşaat İşleri;

- Yol maliyeti
- Saha hazırlama
- Rüzgâr türbini temelleri
- Rüzgâr türbini kablo kanalları
- ...

Elektromekanik ekipman; (teşvik kapsamı dikkate alınmalı)

- Rüzgâr Türbini
- Rüzgâr türbini kulesi + kanat
- Elektrik tesisat
- Ünite trafosu
- ...

Nakil Hattı ve Şebeke Bağlantısı;

- Şebeke bağlantısı
- Elektrik Nakil Hattı bedeli
- ...

Proje Geliştirme Masrafları;

- Met mast
- Proje ve rapor bedelleri
- Dizayn masrafları
- Mühendislik masrafları
- ...

İşletme Giderleri;

- Arazi kira giderleri
- Bakım giderleri
- İdari personel giderleri
- Sigorta giderleri
- ...

Diğer;

- ...

Tesis maliyetini daha önce de belirtildiği üzere en yüksek maliyet kalemi olan türbin bedelleri oluşturmaktadır. Her ne kadar teknolojinin gelişimi arttıkça türbin üretim maliyetlerinin de ters orantılı olarak azalması avantaj sağlasa da tamamen ithalata yönelik bir yatırım olduğundan 2012 yılsonu itibariyle anons edilen teşvik kalemleri tartışılır.

3.1.2. RES Yatırımının Finansal Analizinin Yapılması

Rüzgâr enerjisi yatırım fizibilitesinde teknik fizibilitenin önemi kadar finansal fizibilitenin de önemi büyüktür. Her iki fizibilite çalışması tek başlarına bir anlam ifade etmez, iyi bir yatırım fizibilitesinden bahsediliyorsa bunun hem teknik hem de finansal fizibilitesinin iyi yapılmış olması gerekmektedir.

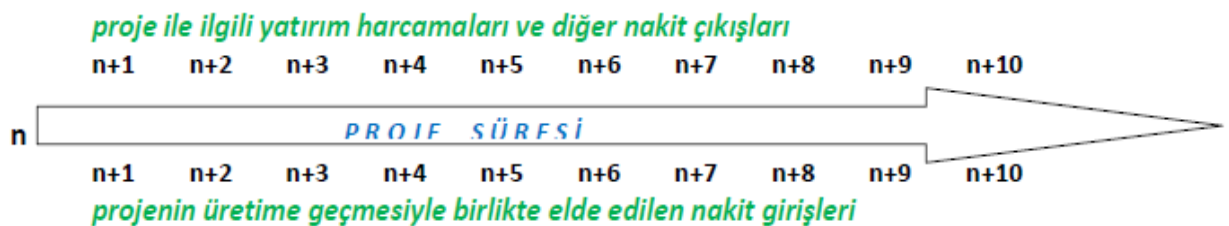
Rüzgâr enerjisi yatırımı teknik analiz sonucu elde edilen veriler (net enerji üretimi, türbin maliyeti, inşaat maliyeti vb.) toplandıktan sonra finansal fizibilite süreci başlar. Projenin bütün finansal analizleri yapıldıktan sonra yatırımın ekonomik olarak karlı bulunması durumunda yatırımı uygulama kararı alınır ve yapım aşamasına geçilir.

Makroekonomik riskler, sürdürülebilirlik, pazarın yaşam eğrisi, gelecekte yapılması muhtemel değişiklikler ve projelerin yatırım üzerindeki etkileri göz önünde bulundurularak finansal analiz yapılır.

3.1.2.1. RES Yatırımının Nakit Akım Tablosunun Oluşturulması ve Ekonomik Karlılığının Hesaplanması

Rüzgâr enerjisinin yatırım karı proje ile ilgili nakit giriş ve çıkışlarının bugüne indirgenmiş değerleri arasındaki fark olarak gösterilir.

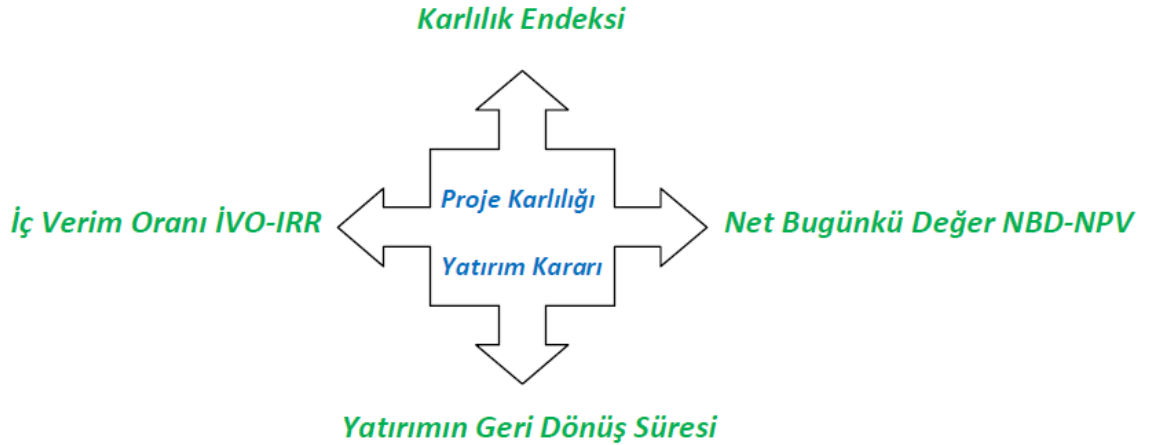
Şekil 3.17: Proje Süresince Yapılan Nakit Giriş Çıkışları



Finansal analiz yapılırken makroekonomik büyüme, enflasyon, kurlar, satış hacmi, pazar etkisi, çıktı ve girdi fiyatları diğer bütün varsayımlar dikkate alınır. Yatırım projesinin finansal analizi yapılırken oluşturulan finansal projeksiyonlar neticesinde net nakit akım tablosu elde edilir. Projeksiyonlar, gelirler, işletme giderleri, yatırım ve amortisman giderleri, finansman gelir ve giderleri, vergiler, işletme sermayeleri dikkate alınarak gelir tablosu oluşturulur ve nihai nakit akımı elde edilir.

Enflasyon, kurlar, satış hacmi, pazar etkisi, çıktı ve girdi fiyatları, makroekonomik büyüme gibi değişkenlerden yola çıkılarak oluşturulan finansal projeksiyonlardan yola çıkılarak net nakit akım tablosu oluşturulur. Oluşan nakit akımı tablosu üzerinden projenin ekonomik karlılığı hesaplanır. Aşağıda fizibilite çalışmalarına endeks teşkil edecek başlıca finansal oranlar vardır.

Şekil 3.18: Fizibilite Çalışması İçin Gerekli Finansal Oranlar



NBD-NPV: Yatırım süreci döneminde proje nakit girişleri ve çıkışlarının bugünkü değerini gösterir.

$$\text{NBD} - \text{NPV} = + \text{DEĞER}$$

Kazancımızın yapılacak olan yatırım değerinden yüksek olacağı anlamına gelir.

$$\text{NBD} - \text{NPV} = - \text{DEĞER}$$

Yatırım giderlerinin elde edilecek gelirlerden daha fazla olacağı anlamına gelir.

$$NBD - NPV = 0$$

Yatırım projesinin başa baş noktasında olduğunu gösterir.

İç Verim Oranı İVO-IRR: Projenin yapılabilir olması için yatırımcıya sağlayacağı minimum getiri oranını gösterir. Elde edilen yatırım getiri oranı piyasa gösterge iskonto oranı ile kıyas edilir.

Yatırımın Geri Dönüş Süresi: Proje getirisinin yatırım bedelini geçtiği zamana verilen addır. Kısa dönüş süreleri her zaman tercih edilecektir. Ancak burada paranın zaman değeri de dikkate alınmalıdır.

Karlılık Endeksi: Projenin en basit anlamda karlılığını gösteren orandır. Her zaman 1'in üstünde olması tercih edilir.

Sermaye Maliyeti: Projenin sermayedarları tarafından kullanılan kaynağın ortalama maliyetini gösterir. Yatırımcıların beklediği sermaye getiri oranıdır.

3.1.2.2. Duyarlılık Analizi ile RES Yatırımı Karlılığını Etkileyen Faktörlerin Hesaplanması

Finansal fizibilite oransal olarak ortaya konduktan sonra projenin duyarlılık analizi yapılır. Projenin varsayımlarının oluşturan temel göstergelerde değişiklikler yapılarak projenin sağlayacağı nakit akımları tekrar hesaplanır. Böylece projenin karlılığını hangi etkenlerin ne kadar etkileyeceği ortaya konulur. Varsayılan etkenlerin başında kur, enflasyon, faiz oranları, işletmenin faaliyetinin geçici olarak durması gibi bütün kayıp ve kazançların etkisi ölçülür.

3.1.2.2.1. Yatırımın Finansmanı

Yatırımın uygulama kararı alınmasından sonra yatırımın sermaye ihtiyacının nasıl karşılanacağı karara bağlanır. Yatırımın tamamen öz kaynaklar ile mi yapılacağı yoksa dış kaynaklardan sağlanacak finansman ile mi yapılacağı kararı alınır. Rüzgâr enerjisi santralleri sermaye yoğun yatırımlar olduğundan sermaye ihtiyacı kredi temin edilerek giderilir. Yapılan finansal analizler içerisinde sermayenin maliyeti hesaplandığı için rüzgâr enerjisi yatırımının kredi maliyetleri ve nakit akımına etkileri hali hazırda hesaplanmış olacaktır.

Dış kaynaklardan temin edilecek olan finansman için yatırımcının hem finansman öncesi hem finansman aşamasında hem de finansman sonrası, temin edilecek dış finansmanı yönetme kabiliyeti, yatırımın getirisini etkilemesi açısından önem arz edecektir.

3.1.2.2.2. Yatırımın Risk Analizinin Yapılması ve Sonuçlar

Bugün enerji teknolojileri konusunda alınan kararlar, enerji alanında gelecekte izlenmesi gereken yöntemlere yol gösterecektir. Artan enerji ihtiyacının karşılanabilmesi ve mevcut durumun devamı için finansal kaynaklara her zaman ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle enerji planlamalarının çok dikkatli hazırlanması gerekmektedir. Planlamalar yapılırken yatırım yapılacak sistemin günümüz şartları gereğince çevre dostu olması gerekliliği, sistemin verimliliği ve sürdürülebilirlik karakteristikleri göz önünde bulundurulmalıdır. (BOZTEPE, 2010:15).

Çevre dostu olmayan projelere finansman bulmak zorlaştığından, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik tüm çalışmalar ön plana çıkmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji projelerinin finansal risk yönetim araçlarının değerlendirilmesi oldukça önem kazanmıştır, sistemle alakalı riskler ve engeller ele alınmaya başlanmıştır. (BEŞKARDEŞLER, 2006).

Risk Analizi, potansiyel problemleri önceden belirleyerek, durumu proaktif şekilde yönetmek ve planlamak için kullanılan bir süreçtir. Herhangi bir plan, proje veya operasyonda meydana gelebilecek sorunları veya aksayacak yönleri ortaya çıkarmayı, fizibilite yapmayı, gelecekte ortaya çıkabilecek tehditleri değerlendirmeyi, bunların olasılığını ve derinliğini saptamayı, mevcut faaliyetlerin gelecekte de başarıyla devam etmesini sağlamak için risklere karşı önlemleri içeren bir plan geliştirmeyi, yapılan planın belli alanlarını korumak için önlemler geliştirip uygulamaya koymayı, takımları planın korunması işine dâhil etmeyi kapsar. (BOZTEPE, 2010:15).

3.2. RES'LERİN REEL OPSİYONLAR YÖNTEMİYLE FİYATLANDIRILMASI

Rüzgâr Enerjisi ile elektrik üretim projelerinde rüzgârın hızı sürekli olarak değiştiğinden, rüzgârdan üretilen elektriğin miktarı da sürekli değişmektedir. Dolayısıyla yatırımların lokasyonu, Türkiye'nin rüzgâr haritası göz önünde bulundurulduğunda üretimi birebir etkilemektedir. Esen rüzgârın hızına göre zaman zaman elektrik üretimi duracağı göz önünde bulundurulurken, rüzgâr türbinlerinin şehir şebekesine yakın inşa edilmesi maliyetlerin düşürülmesi açısından son derece önem arz etmektedir. Yenilenebilir enerjiye talebin artmasının yanı sıra özellikle rüzgâr enerjisi ile elektrik üretimi büyük popülerlik kazanmıştır. Rüzgâr türbinlerinin üretiminin az sayıda firma tarafından devam ettirilmesi ve ileri teknoloji gerektirmesi nedeniyle bu yatırımlar büyük rakamlara mal olmaktadır. Ülkemizde türbinlerin sadece kule kısımlarının üretimi mümkünken, projelerin neredeyse tamamında türbin temini yurt dışından sağlanmaktadır. Özellikle son on yılda talep çok hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Planlama firmalarının son zamanlardaki araştırmaları da rüzgâr enerjisi ile elektrik üretim piyasasının giderek büyüyeceğine işaret etmektedir. Sonuç olarak; kapasite faktörü, şehir şebekesine yakınlık, yatırım gideri (CAPEX) ve faaliyet gideri (OPEX) gibi parametreler yatırım maliyetini etkileyen başlıca faktörlerdir. (TERZİOĞLU, 2011:75).

Ele alınan projede finansmanın tamamen öz sermaye tarafından karşılanacağı öngörülmüştür. Bunun yanı sıra proje finansmanında dış kaynak kullanımı olmayacağından geri ödeme planı proje değerlemesinde göz önünde bulundurulmayacaktır. (TERZİOĞLU, 2011:75).

3.2.1. Finansal Modelleme

3.2.1.1. İndirgenmiş Nakit Akımları

Oluşturulan modelde geleceğe yönelik varsayımlar göz önünde bulundurulurken elde edilen çizelgeler aşağıdaki kriterler doğrultusunda meydana gelir. Ele alınan projede gerekli olan parametreler ve girdiler şöyle sınıflandırılabilir;

1. Kapasite & Üretim parametreleri

2. Satış Fiyatı

3. Ana harcamalar
4. Operasyonel harcamalar
5. Amortisman & Vergiye ilişkin nakit çıkışları

Tezde, Rüzgâr Enerjisi ile Elektrik Üretim Projesi'nin Kurulu gücü ve projenin değerlendirilmesi boyunca kapasite kullanım oranı belirlenecektir.

Yıllık üretilen toplam elektrik enerjisine ulaşabilmek için, kapasite faktörü ile yıllık toplam çalışma saati çarpılması ile elde edilen kapasite faktörü kWh olarak hesaplanacaktır. Bir sonraki aşamada ise yıllık ortalama üretim hesaplanacaktır. Yıllık ortalama üretim kapasitesi hesaplanırken çeşitli bakım onarım işlerinin yapılması için tesisin yılda 20 gün bakım için kapalı olacağı öngörülmüştür. (TERZİOĞLU, 2011:77).

Yıllara göre elektrik satış fiyatlarının basit ortalaması alınarak kilowatt-saat başına elektrik satış fiyatı belirlenecektir. Yıl boyunca TCMB tarafından açıklanan USD/TRY kurları incelenerek ele alınan fiyatlar TL cinsinden hesaplanacaktır.

Yatırım giderleri için üç adet harcama kalemi öngörülmüştür;

1. Türbin maliyetleri
2. İnşaat maliyetleri
3. İletim hattının maliyeti

Rüzgâr Enerjisi ile elektrik üretim projelerinde türbin inşası maliyetleri MW başına hesaplanır ve günümüzde pazar maliyeti MW başına 3 milyon US doları civarındadır.

Kurulu gücü 32 MW olan bir rüzgâr enerjisi ile elektrik üretim projesinin operasyonel harcamaları genellikle 3,75 \$/mwh – 4,25 \$/mwh civarındadır. (TERZİOĞLU, 2011:78).

Türkiye’de 500 KW üstü RES yatırımlarında uygulanan vergi oranı % 20’dir. Bu vergi oranı ile 5 yıl içerisinde meydana gelecek birikmiş kayıp miktarı vergi ödemeleri ile dengelenecektir. Buna rağmen, kayıpları taşıma karşılığı, hesaplamayı kolaylaştırmak için bu projede hesaplanmayacaktır. Türk Vergi Mevzuatı dikkate alınarak rüzgâr enerji santralinde kullanılan türbinlerin ortalama kullanım sürelerinin 10 yıl olduğu belirlenmiştir. Bu çıkarım sonucu, basit amortisman yöntemine göre yıllık %10 yıpranma (depreciation) oranı modele uygulanacaktır. Bu on yıllık süre sonunda oluşan hurda değeri sıfır olarak alınacaktır. (TERZİOĞLU, 2011:78).

3.2.1.1.1. İndirgeme Oranının Hesaplanması

Ele alınan rüzgâr enerjisi santrali modellemesinde yatırım giderleri ve net nakit akımlar için indirgeme oranı ya da diğer adıyla fırsat maliyeti şu şekilde hesaplanır;

$$WACC = CE * WE + CD * WD (1 - t)$$

Burada;

WACC: Fırsat Maliyeti, İndirgeme oranı

CE: Öz kaynak Maliyeti

WE = E/(D+E): Toplam Sermaye Yapısındaki Öz kaynağın Ağırlığı

CD: Borç Maliyeti

WD = D/(D+E): Toplam Sermaye Yapısındaki Borcun Ağırlığı

t: Kurumlar Vergisi Oranı

İndirgenmiş nakit akımları değerlemesini basitleştirmek adına proje finansmanında dışarıya karşı yükümlülükleri yani borç yükümlülüklerini 0 kabul edip, tüm finansman mevcut öz kaynaklar tarafından sağlanacaktır. Bu varsayımlar ışığında, yukarıdaki hesaplamadaki “WD” sıfır kabul edilmiştir. Böylelikle formülde denklemin sağ tarafındaki ikinci terim sıfır olmuş olur. Hiçbir borç almayacağımızın kabulünden dolayı WE’nin de bir olması ile proje için indirgeme oranını “CE“ öz kaynak maliyetine eşitlemiş olmaktadır. (TERZİOĞLU, 2011:79).

Öz kaynak maliyeti ise şu şekilde formüle edilir;

Öz kaynak Maliyeti=Risksiz İskonto Oranı +Sistematik Risk Oranı * Beklenen Getiri

Yukarıdaki formülden anlaşılacağı gibi öz kaynak maliyeti hesabı yapabilmek için üç parametreye ihtiyaç vardır;

- Risksiz İskonto Oranı
- Sistematik Risk Oranı
- Beklenen Risk Primi

Risksiz iskonto oranının tespiti için, Türkiye’de cari piyasa faiz oranı dikkate alınmıştır. Cari piyasa faiz oranı dikkate alındığında öz kaynak maliyeti hesaplamasında kullanılan risksiz oran %5 olarak alınmıştır.

Ele alınan proje, firmanın borç almayacağı varsayımı altında incelendiğinden öz kaynak maliyetini hesaplamak için sistematik risk (Beta) oranına ihtiyaç duyulmaktadır.

Proje süresince hiç borç almayacakları varsayılan bu iki şirketin sistematik risk oranının hesaplanmasında “Bottom – up ” esastan başlayarak sonuca gidilen test yöntemi kullanılmıştır. (TERZİOĞLU, 2011:79).

$$\text{Beta} = \text{Beta}_{\text{geçmiş}} / (1 + (1-t) * (D/E))$$

Betanın tespitinde kullanılan Bottom – up yöntemi için yukarıda da görüldüğü gibi şu parametrelere ihtiyaç vardır;

- Borç / Öz kaynak Oranı
- Geçmiş Beta Oranı
- Marjinal Vergi Oranı

Örnek iki firma için Beta oranı tespit edildikten sonra Ağırlıklı Ortalama Sermaye Maliyeti için son olarak beklenen risk priminin de tespit edilmesi gerekmektedir.

$$\text{Beklenen Risk Primi} = \text{Gelişmiş Sermaye Piyasası Taban Primi} + \text{Ülke Primi}$$

Öz kaynak Maliyeti = Risksiz Oran + Beta * Beklenen Risk Primi

Proje kapsamında ele alınan parasal değerlerin nominal değil reel değerleri alınmalıdır. Bunun içindir ki projede indirgeme oranı olarak kullanılan oranın enflasyondan arındırılması gerekmektedir. Reel indirgeme oranı şöyle hesaplanabilir;

Reel İndirgeme Oranı = $[(1 + \text{Nominal İndirgeme Oranı}) / (1 + \text{Enflasyon Oranı})] - 1$

3.2.1.1.2. İNA Değerlemesinin Sonuçları

Rüzgâr Enerjisi ile Elektrik Üretim projesinin ciro hesaplamaları yapılırken elektrik satış fiyatı ile yıllık ortalama elektrik üretimi çarpılır. Önümüzdeki 10 yıl boyunca elektrik satış fiyatının devlet alım garantisi kapsamında olduğu göz önünde bulundurulduğunda yıllık yaklaşık ciro hesaplanmaktadır. OPEX (faaliyet gideri), faiz, vergi ve amortisman öncesi kar (EBITDA) hesaplanır. Amortisman gideri, toplam türbin inşa maliyetinin basit amortisman yöntemi uygulaması ile 10 yıla bölünerek hesaplanır. EBITDA değerinden amortisman gideri çıkarıldığında ise EBIT (Faiz ve vergi öncesi kar) değeri karşımıza çıkmaktadır. Vergiye ilişkin nakit çıkışları ise EBIT değerinin vergi oranı kadar yüzdesi alınarak elde edilmektedir. EBIT değerinden vergi gideri de düşüldüğünde projenin net yıllık faaliyet karı elde edilmektedir. Çalışmada, yatırımcı vergi muafiyetinden faydalandığından EBIT değeri, yıllık net faaliyet karına eşit çıkacaktır.

Net nakit akımı hesabını yapmak istediğimizde amortisman giderlerinin yıllık olarak CAPEX (yatırım harcamaları) çıkarılmaktadır. Proje finansmanı tamamen öz kaynak ile karşılandığından türbin maliyeti ilk sene gider olarak karşımıza çıkacaktır. Net nakit akımları hesaplandıktan sonra net bugünkü değer (NPV) hesaplamasına geçilir. (TERZİOĞLU, 2011:79).

3.2.1.2. Reel Opsiyonların Değerlemesi ve Yorumu

Reel opsiyonlarla değerlendirme yönteminde indirgenmiş nakit akımları modeli ile bulunan net bugünkü değerler pozitif veya negatif çıksa da en azından bir süre beklemek gerekmektedir. Yönetim devam ettirilmelidir. Yatırım açısından öngörülemeyen piyasaya, projeye ve sürece ait gelişmelerde, önümüzü görmek amacıyla bekleme stratejisi bu gelişmeleri ortaya koyarak proje yatırım algısını olumlu kılabilmektedir. (TERZİOĞLU, 2011:79).

Dördüncü bölümde rüzgâr enerjisi santrali değerlemek için binom ağacı modeli kullanılacaktır. Ayrıca, proje yatırımı yapmama hakkı saklı bulundurulduğundan proje değerlemesinde proje, alım opsiyonu olarak değerlendirilecektir. Varsayımlarda bulunan parametreler altında yeni oluşturulan indirgenmiş nakit akımları modelindeki net bu günkü değer negatif çıkması halinde de alım opsiyonu sıfır olarak kabul edilecektir. Sıfır kabul edilmesinin nedeni ise alım opsiyonunun negatif sonuç vermesi halinde uygulamaya konulmayacak olmasıdır.

Değerlemenin ilk aşamasında binom ağacının yukarıları (u) ve aşağılarını (d) tespit etmek gerekmektedir. Yukarı ve aşağıların tespiti için kWh başına elektrik fiyatlarının volatilitésinin bilinmesi gerekmektedir.(ARNOLD ve CRACK, 2003:115).

İkinci aşamada belirlenen yukarı yönlü senaryonun ve aşağı yönlü senaryonun, opsiyon değeri formülünde kullanmak amacıyla gerçekleşme olasılıkları tespit edilecektir. (ARNOLD ve CRACK, 2003:115).

Bir yıl bekleme karşılığında elektrik satış fiyatlarında oluşan aşağı ve yukarı yönlü senaryolar göz önünde bulundurularak her iki senaryo için bugünkü değerler tespit edilecektir. Bunun için de binom ağacı modelinde bulunan elektrik satış rakamları indirgenmiş nakit akışları modeline gömülecektir. (TERZİOĞLU, 2011:80).

Her iki elektrik satış fiyatı senaryosu indirgenmiş nakit akışları modeline gömüldüğünde yukarı ve aşağı yönlü senaryodaki net bugünkü değer ortaya çıkmaktadır.

Net bugünkü değer negatif çıktığı durumda opsiyon uygulamaya konulmayacak ve opsiyon değeri sıfır olacaktır. Net bugünkü değer pozitif çıkması

halinde ise opsiyon değeri olarak net bugünkü değeri alınacaktır. Projenin beklenen opsiyon değerinin tespiti için hem yukarı ve aşağı yönlü senaryodan çıkan opsiyon değerlerinden hem de yukarı ve aşağı yönlü olasılıklardan faydalanılacaktır. (TERZİOĞLU, 2011:80).

Rüzgâr enerji santrali yatırım projesi bilinen en geleneksel değerlendirme yöntemi olan indirgenmiş nakit akımları yöntemi ile değerlendirildiği takdirde projenin gelecek yıllık periyotlarda oluşturduğu nakit akımlarını elde edilmektedir. Bu net nakit akım değeri indirgenmiş nakit akımları değerlemesine tabi tutulduğunda projenin yatırımcının aleyhinde/lehinde işleyeceğini düşünerek yatırımdan vazgeçme/yatırımı sürdürme kararı verilir. Yalnız, indirgenmiş nakit akımları değerlendirme yönteminde gelecek nakit akımlarını tespit edilirken varsayımlar statik veriler ve açıklamalardan yola çıkarak belirlenir. Bu da reel piyasalarda ağırlığını giderek arttıran ve işleyişini tamamen beklenti üzerine kuran vadeli işlemlerin göz ardı edildiğini gösterir. (TERZİOĞLU, 2011:80).

İndirgenmiş nakit akımları değerlendirme yönteminde, yatırım projesinin gelirini tespitinde en güçlü parametre olan kilowatt-saat başına elektrik satış fiyatı belirlenir. İki senaryodaki her iki kilowatt-saat başına elektrik satış fiyatını indirgenmiş nakit akımları finansal modeline yerleştirildiğinde, yatırım projesinin ne kadarlık bir net nakit akımla gerçekleşeceği elde edilmektedir.

Sonuçta elde edilen verilerden yola çıkılarak yatırım sürecine başlama, devam etme ya da bekleme kararı verilecektir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. MUĞLA BÖLGESİNDE ÖRNEK BİR RES YATIRIMI VE RES YATIRIMINDA REEL OPSİYONLARIN KULLANIMI ÜZERİNE BİR İNCELEME

4.1. UYGULAMANIN AMACI

Rüzgâr Enerjisi ile elektrik üretim projeleri üretim ve kapasite kullanım ile alakalı dinamikleri barındırdıklarından, üretimin sürekli değişkenlik göstereceğini göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Bu açıdan santralin kurulacağı lokasyon büyük önem taşımaktadır. Esen rüzgârın hızına göre bazen elektrik üretimi duracağı göz önünde bulundurularak, rüzgâr türbinlerinin elektrik enerjisi ile çalışmaya devam etmesi için şehir şebekesine yakın inşa edilmesi, maliyetlerin düşürülmesi açısından son derece önem arz etmektedir.

Yenilenebilir enerjiye talep artması ve rüzgâr enerjisi ile elektrik üretiminin popülerlik kazanmasının yanı sıra rüzgâr türbinlerinin üretiminin az sayıda firma tarafından devam ettirilmesi ve ileri teknoloji gerektirmesi nedeniyle bu yatırımlar büyük rakamlara mal olmaktadır. Yatırım maliyetini etkileyen faktörler olarak kapasite faktörü, şehir şebekesine yakınlık, yatırım maliyeti ve faaliyet gideri gibi parametreler yatırım maliyetini başlıca etkileyen faktörlerdir.

Ele alınan projede finansmanın tamamen öz kaynaklar tarafından karşılanacağı öngörülmüştür. Bunun yanı sıra proje finansmanında dış kaynak kullanımı olmayacağından borcun geri ödeme planı, proje değerlemesinde göz önünde bulundurulmayacaktır.

4.2. VERİLER

Oluşturulan modelde yatırımın ekonomik ömrü dikkate alınarak tespit edilen varsayımlar göz önünde bulundurularak elde edilen çizelgeler aşağıdaki kriterler doğrultusunda meydana gelir. Ele alınacak projede gerekli olan parametreler ve girdiler şöyle sınıflandırılabilir;

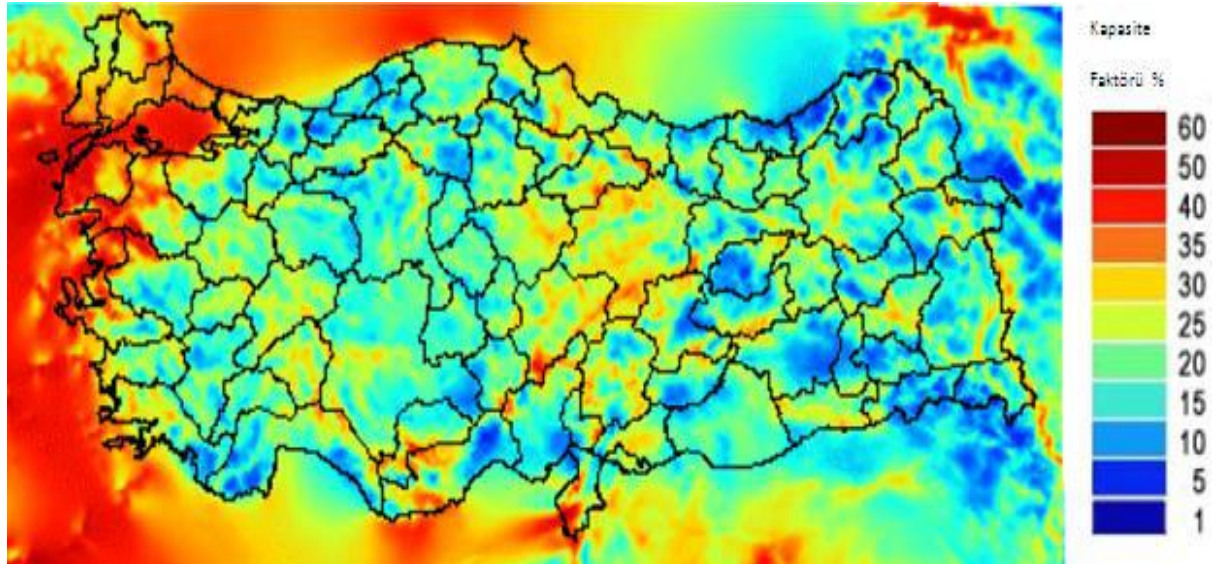
1. Kapasite & Üretim parametreleri
2. Satış Fiyatı
3. Ana harcamalar
4. Operasyonel harcamalar
5. Amortisman & Vergiye ilişkin nakit çıkışları (TERZİOĞLU, 2011:76).

Muğla ilinin Bodrum ilçesinde gerçekleşecek olan Rüzgâr Enerjisi ile Elektrik Üretim Projesi'nin kurulu gücü 500 KW olacaktır.

Türk Vergi Mevzuatı'na göre maksimum 500 KW gücünde rüzgâr türbini kurulması lisansa tabi değildir. (ÇALIŞKAN, 2011:31).

Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi Bodrum'da yapılacak olan projenin uygulaması boyunca kapasite kullanım oranı %20 - %30 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu oran %30 olarak alınacaktır.

Şekil 4.19: Türkiye Rüzgar Enerjisi Kapasite Haritası



Tüm tesisin yılda 20 gün bakım onarım çalışmaları için kapalı tutulacağı öngörülmüştür. (365-20= 345 iş günü) Geri kalan günlerde günde 24 saat çalıştığı durumda yıllık toplam çalışma saati $345 \times 24 = 8280$ saat olmaktadır.

Teoride 500 KW'lık bir santral yılda 8280 saat çalıştığında;

$500 \text{ KW} * 8280 \text{ saat} = 4.140.000 \text{ kWh}$ elektrik üretimi gerçekleştirebilmektedir. Ancak yukarıdaki haritada görüldüğü gibi Muğla- Bodrum'daki kapasite faktörünü de göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

Yıllık üretilen toplam elektrik enerjisine ulaşabilmek için, kapasite faktörü ile yıllık toplam çalışma saati çarpılması ile elde edilen kapasite faktörü kWh olarak hesaplanmıştır. Ele alınan projede bu değer 2484 ($\%30 * 8.280 \text{ saat}$) saat olarak hesaplanmıştır. Bir sonraki aşamada ise yıllık ortalama üretim hesaplanmıştır. Yıllık ortalama üretim kapasitesi $1.242.000 \text{ kWh}$ ($500 \text{ kWh} * \%30 * 8280 \text{ saat}$) olarak elde edilmiştir. Bu hesaplamalar için tüm tesisin yılda 20 gün bakım için kapalı olacağı öngörülmüştür. (TERZİOĞLU, 2011:76).

Bir başka hesaplama ile $4.140.000 \text{ kWh} * \%30 = 1.242.000 \text{ kWh/yıl}$ ortalama üretim kapasitesini göstermektedir. (Net Elektrik Üretimi).

4.3.ANALİZ VE BULGULAR

Aşağıdaki çizelgede son beş yılda perakende satış lisansına sahip dağıtım şirketlerinin sahibi olduğu veya iştirak ilişkisinde bulunduğu üretim şirketi veya şirketlerinden elektrik enerjisi satın alışlarında ülke ortalama elektrik toptan satış fiyatları yer almaktadır:

Tablo 4.6:Türkiye Elektrik Satış Fiyatları

YIL	FİYAT (Kr/kWh)
2009	12,82
2010	13,32
2011	14,07
2012	12,39
2013	15,44

Kaynak: EPDK <http://www.epdk.gov.tr/index.php/elektrik-piyasasi/tarifeler?id=95>)

$$\begin{aligned} \text{Yıllara göre elektrik satış fiyatı basit ortalaması} &= \frac{68,04}{5} = 13,608 \text{ Kr/ kWh} \\ &= 0,13608 \text{ TL/kWh} \end{aligned}$$

Sabit yatırım tutarı için üç adet harcama kalemi öngörülmüştür;

1. Türbin maliyetleri
2. İnşaat maliyetleri
3. İletim hattı maliyeti

Rüzgâr enerjisi ile elektrik üretim projelerinde türbin inşası maliyetleri MW başına hesaplanmaktadır. Ülkemizde tamamı yerli üretim rüzgâr türbini satışı yapılmamaktadır. Bu yüzden türbin alımları daha pahalıya mal olmaktadır. Santral kurulumu için kullanılan türbinlerin maliyeti “ev tipi” türbinlerden fazladır. MW başına 3 milyon \$, RES projesi için malzeme maliyeti olarak ele alınmaktadır.

Bu çalışmada, 500 KW’lık türbin maliyetinin, yapılan piyasa araştırması sonucu kurulum ve nakliye ücreti dâhil 400.000 Euro olduğu saptanmıştır. (www.ecoenerji.net).

01.05.2013 tarihli TCMB serbest piyasa Euro alış fiyatı 2,36 TL’dir. Kurulum ve nakliye bedelinin de dâhil edildiği 500 KW’lık rüzgar türbini fiyatı $400.000 * 2,36 = 944.000$ TL olarak alınacaktır. Dolayısıyla türbin maliyeti türbin inşa maliyetine eşit olmaktadır.

Rüzgâr Enerjisi ile elektrik üretim projesinin operasyonel giderleri kWh başına maliyetin %20-%25’lik bir kısmına tekabül etmektedir. Türbin üreticileri bu maliyetleri yeni türbinlerde düşürebilmek için çalışmalarını sürdürmektedirler. Bu maliyet kalemleri aşağıdaki gibidir;

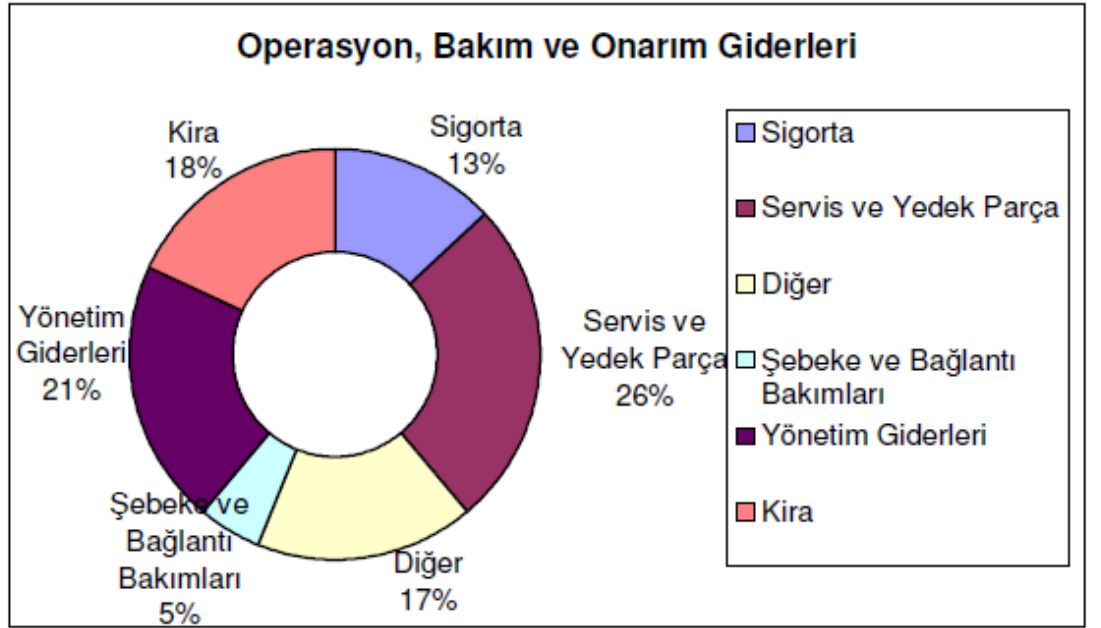
- a) Sigorta maliyetleri
- b) Periyodik bakımlar
- c) Tamir

d) Yedek parça

Bu maliyet kalemlerinden sigorta ve periyodik bakım maliyetleri önceden tahmin edilebilir, ancak tamir ve yedek parça maliyetlerinin önceden tahmini çok güçtür. Ayrıca bu maliyetler türbinin yaşı arttıkça artmaktadır. Almanya, İspanya, İngiltere ve Danimarka'daki deneyimlere göre üretilen her kWh elektrik başına bu giderlerin toplamı 1,2–1,5 Euro olarak gerçekleşmiştir. (<http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-3-economics-of-wind-power/chapter-1-cost-of-on-land-wind-power/operation-andmaintenance->, 10.05.2013).

Aşağıdaki şekilde Almanya' da ortalama operasyon, bakım ve onarım maliyetlerinin maliyet kalemleri arasında yüzde dağılımı görülmektedir.

Şekil 4.20: Almanya'da Kurulu Rüzgar Enerjisi Santrallerinde 1997-2001 Yılları Arası Ortalama Operasyon, Bakım ve Onarım Maliyetleri



Kaynak: <http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-3-economics-of-wind-power/chapter-1-cost-of-on-land-windpower/operation-andmaintenance-costs-of-wind-generated-power.html> , ÖZCAN, 2009:37).

Şekil 4.20'den yola çıkılarak operasyon maliyetlerinin kWh başına maliyetin %20'sini kapsadığı görülmektedir. Proje maliyeti 944.000 TL olduğundan (944.000 * %20= 188.800) 188.800 TL toplam faaliyet gideridir. Şekildeki kalemlere harcanacak miktarlar;

- a) Sigorta Maliyetleri (%13): 4908,8 TL
- b) Servis ve Yedek Parça (%26): 9817,6 TL
- c) Şebeke ve Bağlantı Bakımları (%5): 1888 TL
- d) Yönetim Giderleri (%21): 7929,6 TL
- e) Kira (%18): 6796,8 TL
- f) Diğer (%17): 6419,2 TL olarak belirlenmiştir.

Türkiye'de uygulanan kurumlar vergisi oranı % 20'dir. 500 KW ve altındaki rüzgâr türbini yatırımlarında Türk Vergi Kanunu'na göre vergi muafiyeti uygulanmaktadır. Türkiye vergi yönetmeliği dikkate alınarak rüzgâr enerji santralinde kullanılan türbinlerin ortalama kullanım süreleri 10 yıldır. Bu çıkarım sonucu, basit amortisman yöntemine göre yıllık %10 yıpranma (depreciation) oranı modele uygulanacaktır. Bu on yıllık süre sonunda oluşan hurda değeri sıfır olarak alınacaktır.

Projede gerçekleştirilecek türbin yatırımında kullanılacak opsiyon sözleşmesinin, projenin gerçekleştirilebilirliğine etkisini anlamak için öncelikle indirgenmiş nakit akımları yöntemine göre analizi yapılacak, net nakit akımı ve net bugünkü değeri hesaplanacaktır. Daha sonra opsiyon sözleşmesi satın alınması durumunda aşağı ve yukarı yönlü senaryolar için belirlenen olasılıklara göre paranın zaman değerini dikkate alan net nakit akımı ve net bugünkü değer hesaplamaları yapılacaktır. Bulunan sonuçlar matematiksel olarak karşılaştırılarak opsiyon sözleşmesinin yatırımın yapılabilirliğine etkisi araştırılacaktır.

4.3.1. İndirgeme Oranının Hesaplanması ve Sonucu

Ele alınan rüzgâr enerjisi santrali modellemesinde yatırım giderleri ve net nakit akımları için indirgeme oranı şu şekilde hesaplanır;

$$WACC = CE * WE + CD * WD (1 - t)$$

Burada;

WACC: İndirgeme oranı (fırsat maliyeti)

CE: Öz kaynak Maliyeti

WE = E/(D+E): Toplam Sermaye Yapısındaki Öz kaynağın Ağırlığı

CD: Borç Maliyeti

WD = D/(D+E): Toplam Sermaye Yapısındaki Borcun Ağırlığı

t = Kurumlar Vergisi Oranı

İndirgenmiş nakit akımları değerlemesini basitleştirmek adına proje finansmanında dışarıya karşı borç yükümlülükleri 0 kabul edilip, tüm finansman öz kaynaklarla sağlanacaktır. Bu varsayımlar ışığında, yukarıdaki hesaplamadaki “WD” sıfır kabul edilecektir. Böylelikle formülde denklemin sağ tarafındaki ikinci terim sıfır olur. Hiçbir borç alınmadığı durumun kabulünden dolayı WE’nin de bir olması ile proje için indirgeme oranını “CE“ öz kaynak maliyetine eşit olmaktadır. (ARNOLD ve CRACK, 2003).

Öz kaynak maliyeti ise şu şekilde formüle edilir;

Öz kaynak Maliyeti=Risksiz iskonto oranı + Sistemik Risk Oranı * Beklenen Getiri

Yukarıdaki formülden anlaşılacağı gibi öz kaynak maliyeti hesabı yapabilmek için üç parametreye ihtiyaç vardır;

- Risksiz İskonto Oranı
- Sistemik Risk Oranı
- Beklenen Risk Primi

Risksiz oranın tespiti için, TCMB cari piyasa faiz oranı göz önünde bulundurulmuştur. (Bu tür projelerde, 10 yıl vadeli devlet tahvillerinin faiz oranı da kullanılabilir.) Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası web sitesinden alınan verilere göre öz kaynak maliyeti hesaplamasında kullanılan risksiz iskonto oranı ortalama %5 olarak alınmıştır.

Ele alınan proje, söz konusu olan firmanın borç almayacağı (yatırımın finansmanının tamamının öz kaynaklarla sağlanacağı) varsayımı altında incelendiğinden öz kaynak maliyetini hesaplamak için sistematik risk (Beta) oranına ihtiyaç duyulmaktadır.

$$\text{Beta} = \text{Beta}_{\text{geçmiş}} / (1 + (1-t) * (D/E))$$

Betanın tespitinde kullanılan Bottom – up yöntemi için aşağıdaki parametrelere ihtiyaç duyulmaktadır;

- Borç / Öz kaynak Oranı
- Geçmiş Beta Oranı
- Marjinal Vergi Oranı

Cihad Terzioğlu'nun yaptığı çalışmadan alınan bilgilerle, Beta katsayısı hesaplamasında temsili iki şirket verileri yer almıştır. Bu veriler sonucu;

A şirketi için Beta:

$$\text{Beta}_{\text{A şirketi}} = 1,98 / (1 + (1 - 0,36) * 0,0654) = 1,90$$

B şirketi için Beta:

$$\text{Beta}_{\text{B şirketi}} = 2,61 / (1 + (1 - 0,40) * 0,7937) = 1,77$$

Bu iki firma için basit ortalama usulü ile Beta:

$$(1,90 + 1,77) / 2 = 1,84 \text{ olarak hesaplanmıştır. (TERZİOĞLU, 2011:80).}$$

Ağırlıklı Ortalama Sermaye Maliyeti için son olarak beklenen risk priminin de tespit edilmesi gerekmektedir.

$$\text{Beklenen Risk Primi} = \text{Gelişmiş Sermaye Piyasası Taban Primi} + \text{Ülke Primi}$$

Taban priminin şu anki oluşan öz sermaye pazarındaki değeri: %2,60'tır, ülke priminin değeri ise %5,25'tir. (<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>, updated data, 10.05.2013).

Öz sermaye değeri hesaplanacak olursa;

Öz kaynak Maliyeti = Risksiz İskonto Oranı + Beta * Beklenen Risk Primi

$$= 5 \% + (1,84 * (2,60 \% + 5,25 \%)) = 19,444 \%$$

Proje kapsamında ele alınan parasal değerlerin nominal değil reel değerleri alınmalıdır. Bunun içindir ki projede indirgeme oranı olarak kullanılan oranın enflasyondan arındırılması gerekmektedir. Bu reel indirgeme oranı şöyle hesaplanabilir;

$$\text{Reel İndirgeme Oranı} = [(1 + \text{Nominal İndirgeme Oranı}) / (1 + \text{Enflasyon Oranı})] - 1$$

Yıllık enflasyon oranı için yıllık bazda TÜFE rakamları alınacaktır. TÜİK verilerine göre 2012 yılı gerçekleşen enflasyon oranı % 6,16'dır.

$$\text{Reel İndirgeme Oranı} = [(1 + 19,444 \%) / (1 + 6,16 \%)] - 1 = 12,51 \%$$

Reel İndirgeme Oranı hesaplamalarda kolaylık sağlaması açısından %12 alınacaktır.

Projede 2014 yılı tahmini elektrik satış fiyatı 13,608 kuruş olarak alınacaktır. Bu fiyat EPDK verilerine göre son beş yılın elektrik satış fiyatının basit ortalamasıdır ve sabit kalacaktır.

$$0,13608 \text{ TL} * 1.242.000 \text{ kWh} = 169.011,36 \text{ TL (Bir yıllık türbin getirisi, ciro)}$$

$$169.011,36 * 10 = 1.690.113,6 \text{ TL (10 yıllık türbin getirisi)}$$

(Hesaplanan ikinci amortisman değeri, birinci değer ile net faaliyet karının toplanması ile bulunmuştur. $150.131 = 94.400 + 55.731$)

Net Bugünkü Değer (NBD) ve Net Nakit Akımı (NNA) Hesaplanacak Olursa;

r: iskonto oranı (%12)

n: dönem sayısı (10 yıl olduğu durumda)

$$[1-(1+r)^n] / [-r.(1+r)^n] = [1-(1+0,12)^{10}] / [-0,12.(1+0,12)^{10}] = 5,69 \text{ ise;}$$

$$\text{NBD} = (169.011) * (5,69) = 961.673 \text{ TL nakit girişlerinin net bugünkü değeri}$$

$$\text{NBD} = 944.000 + (18.880 * 5,69) = 1.051.427 \text{ TL nakit çıkışlarının net bugünkü değeri}$$

$$\text{Net Nakit Akımı (NNA)} = 961.673 - 1.051.427 = - 89.754 \text{ negatif net nakit akımı elde edilmektedir.}$$

İndirgenmiş Nakit Akımları Değerlemesi ve Sonucu

Rüzgâr Enerjisi ile Elektrik Üretim projesinin ciro hesaplamalarını yaparken elektrik satış fiyatı, yıllık ortalama elektrik üretimi çarpılarak elde edilir. 10 yıl boyunca elektrik satış fiyatının devlet alım garantisi kapsamında olduğu göz önünde bulundurulduğunda yıllık yaklaşık 169.011 TL ciro hesaplanmaktadır. Faaliyet gideri, daha önce 18.880 olarak hesaplanmıştır. Faiz, vergi ve amortisman öncesi kar (FVAÖK) 150.131 TL olarak hesaplanmıştır. Amortisman tutarının, toplam türbin inşa maliyetinin basit amortisman yöntemi uygulaması ile 10 yıla bölüldüğünde 94.400 TL olarak gerçekleşeceği hesaplanmıştır.

Faiz, vergi ve amortisman öncesi kar değerinden amortisman tutarı çıkarıldığında ise faiz ve vergi öncesi kar (FVÖK) değeri 55.731 TL olarak karşımıza çıkmaktadır. Vergiye ilişkin nakit çıkışları, faiz ve vergi öncesi kar değerinden vergi tutarı çıkarılarak elde edilmektedir. Hesaplanan vergi tutarı, faiz ve vergi öncesi kar değerinden düşülerek projenin net yıllık faaliyet karı elde edilmektedir. Ancak 500 KW ve altı türbin yatırımlarına devlet teşvik amaçlı vergi muafiyeti sağladığından,

çalışmada vergi oranı düşülerek herhangi bir hesaplama yapılmamış, bu yüzden faiz ve vergi öncesi kar değeri, net kara eşit çıkmıştır.

Net nakit akımlarının hesaplanmasında, amortisman tutarından yıllık yatırım tutarı çıkarılmaktadır. Proje finansmanı tamamen öz kaynak ile karşılandığından 944.000 TL tutarındaki türbin maliyeti ilk sene yatırım gideri olarak karşımıza çıkmaktadır. Net nakit akımları hesaplandıktan sonra net bugünkü değer (NPV) hesaplamasına geçilmektedir. Daha önce de hesaplandığı üzere, indirgeme oranı bir diğer deyişle fırsat maliyeti %12 olarak ele alınmıştır. Görüldüğü üzere NPV değeri negatif olarak karşımıza çıkmaktadır. (-89.754 TL)

Brealey, Myers ve Allen (2006) net bugünkü değer (NPV) kuralının yatırım hakkında karar vermede yol gösterici olduğunu ve yatırımın NPV değeri pozitif çıkarsa kabul edilebileceğini tanımlamıştır. Yukarıdaki İNA modellemesinde de görüldüğü gibi, projenin NPV değeri -89.754 TL'dir. Bu da yönetimin bu koşullar altında bu projeyi üstlenmeyeceğini gösterir.

4.3.2. Projenin Reel Opsiyonlar Yöntemiyle Değerlemesi ve Sonucu

Reel opsiyonlarla değerlendirme yöntemi ile yatırım sürecinde yönetsel esneklik gösterilip gösterilemeyeceği belirlenmektedir. Diğer bir ifade ile indirgenmiş nakit akımları modeli ile bulunan net bugünkü değerler pozitif veya negatif çıksa da en azından bir süre beklemek gerekmektedir. Yönetim devam ettirilmelidir. Yatırım açısından öngörülemeyen piyasaya, projeye ve sürece ait gelişmelere karşı bekleme stratejisi proje yatırım algısını olumlu kılabilir. (TERZİOĞLU, 2011:76).

Yatırım yapma-yapmama hakkı yatırımcıda saklı olduğu için proje değerlendirilmesinde proje, alım opsiyonu olarak değerlendirilecektir. Varsayımlarda bulunulacak parametreler altında yeni oluşturulan indirgenmiş nakit akımları modelindeki net bugünkü değer negatif çıkması halinde alım opsiyonu sıfır olarak kabul edilecektir. Sıfır kabul edilmesinin nedeni alım opsiyonunun negatif sonuç vermesi halinde uygulamaya konulmayacak olmasıdır.

Bu aşamada Muğla ilinin Bodrum ilçesinde kurulacak olan bir rüzgâr elektrik santralının reel opsiyonlar yöntemiyle fiyatlandırılması “Binomial Ağaç Modeli” ile gerçekleştirilecektir.

Model, açıklanacağı gibi opsiyonun yaşamı boyunca opsiyonun dayandığı varlığın fiyat değişimlerinin mümkün rotasını gösteren bir ağaç ortaya koyar. Değerleme tarihinden başlayarak her zaman aralığı veya düğümün üzerinde fiyatların haritası çıkarılır. Varlığın fiyatı herhangi bir düğüm üzerinde azalabilir veya artabilir ve tüm işlemler vadeye kadar her zaman aralığında sürdürülür. Fiyat hareketlerinin büyüklüğü opsiyonun dayandığı varlığın volatilitesi ve zaman aralığının uzunluğu ile belirlenir. Model opsiyonun yaşamı boyunca faiz oranlarını ve volatilitayı sabit kabul eder. (PATRICK ve McGRAW, 2005:184).

Modelin varsayımları aşağıdaki gibi özetlenebilir: (KARAN, 2011:646).

- Piyasalar mükemmeldir. Vergiler ve komisyonlar ihmal edilmiştir. Kısa satış üzerine herhangi bir limit yoktur. Varlıklar sonsuz oranda bölünebilirler.
- Tek bir faiz oranı vardır ve bu faiz oranı üzerinden borç alınıp verilebilir.
- Dönem faiz oranı, hisse senedinin fiyat artış oranı ve hisse senedinin fiyat düşüş oranı bilinmektedir. (Bu değerler dönemsel değişiklik gösterebilir).

Bu çalışmanın ilk aşamasında opsiyonun vadesinin dolmasına bir dönem kaldığı varsayılmaktadır. Bu modele göre Δt zaman diliminde elektrik enerjisi satın alış fiyatı ya (p) olasılığı ile u kadar yukarı, ya da $(1-p)$ olasılığı ile d kadar aşağı doğru hareket edecektir. Dolayısıyla tek dönemli binomial ağaç yöntemi kullanılacaktır.

Değerlemenin ilk aşamasında binom ağacının yukarılarını (u) ve aşağılarını (d) tespit etmek gerekmektedir. Yukarı ve aşağıların tespiti için de kWh başına elektrik fiyatlarının volatilitesine sahip olmak gerekmektedir.

Volatilitate hesaplamasında varyans ve standart sapma değerleri kullanılacağından, bu değerlerin önceden tespit edilmesi faydalı olacaktır:

Varyans Formülü;

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2$$

Standart Sapma Formülü;

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

YIL	$(Y_i - \bar{Y})^2$	$(Y_i - \bar{Y})^2$	$(Y_i - \bar{Y})^2$
2009	$(12,82 - 13,608)^2$	$(-0,788)^2$	0,620
2010	$(13,32 - 13,608)^2$	$(0,288)^2$	0,083
2011	$(14,07 - 13,608)^2$	$(0,462)^2$	0,213
2012	$(12,39 - 13,608)^2$	$(-1,218)^2$	1,483
2013	$(15,44 - 13,608)^2$	$(1,832)^2$	3,356

$$\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 (Y_i - \bar{Y})^2 = \frac{5,755}{5} = 1,151 = \sigma^2$$

$$\text{Standart Sapma} = \sqrt{\sigma^2} = 1,072$$

Tek dönemli ($\Delta t = 1$) binomial ağaç yöntemine göre yukarı (u) ve aşağıların (d) tespiti için kWh başına elektrik fiyatlarının volatilitesi:

$$U = e^{\sqrt{\sigma} \cdot \Delta t} = e^{\sqrt{1,072} \cdot 1} = 2,92$$

$$d = e^{-\sqrt{\sigma} \cdot \Delta t} = e^{-\sqrt{1,072} \cdot 1} = 0,34$$

İkinci aşamada belirlenen yukarı yönlü ve aşağı yönlü senaryoların, opsiyon değeri formülünde kullanılması amacıyla gerçekleşme olasılıklarının tespit edilmesi gerekmektedir. Aşağıda alt ve üst senaryoların gerçekleşme olasılıkları hesaplanacaktır:

$$\text{NOT: } \mu = \sum \mu_i \quad \mu_i = \ln \frac{S_i}{S_{i-1}}$$

S_i : i. dönemde değişkenin fiyatı

S_{i-1} : i. dönemde değişkenin beklenen değeri olmak üzere

RES projesi ve opsiyon fiyatlaması bir yılı kapsamaktadır. μ değeri daha uzun vadeli projeler için beklenen değeri ifade ettiğinden, çalışmada 0'a yakın bir değer olarak (ihmal edilebilir seviyede) 0,0006 olarak alınacaktır.

Üst ve Alt Senaryoların Gerçekleşme Olasılıkları

Üst Senaryonun Gerçekleşme Olasılığı:

$$P_u = \frac{e^{\mu \Delta t} - d}{u - d} = \frac{e^{0,0006 \cdot 1} - 0,34}{2,92 - 0,34} = \frac{1,0006 - 0,34}{2,92 - 0,34} = \frac{0,6606}{2,58}$$

$$\boxed{P_u = 0,26}$$

Alt Senaryonun Gerçekleşme Olasılığı:

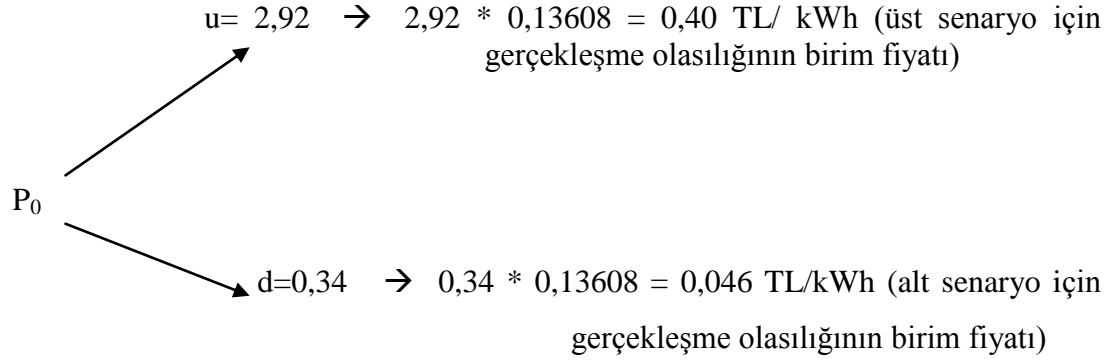
$$P_d = 1 - P_u = 1 - 0,26 = 0,74$$

$$\boxed{P_d = 0,74}$$

Birinci binom ağacı, yönetimin projeyi bir yıl ertelediği farz edilerek bir yıl sonraki elektrik fiyatları üzerine beklenen senaryoları gösterir. Bunun için bir sonraki dönemin tahmini elektrik fiyatlarına ihtiyaç duyulacaktır. Beklenen elektrik fiyatlarının tespit edilmesi sonucu oluşan elektrik satış fiyatı üzerine projenin yatırımı ve inşası bakımından yönetim nihai kararı verecektir.

Tahmini elektrik fiyatı (P_0), EPDK'dan alınan veriler doğrultusunda, son beş yılın elektrik fiyatları basit ortalaması ile 13,608 kuruş bulunmuştur. ($P_0=0,13608$ TL/kWh)

Binom Ağacı Modeli Oluşumu;



Bir yıl bekleme karşılığında elektrik satış fiyatlarında oluşan aşağı ve yukarı yönlü senaryoları göz önünde bulundurarak her iki senaryo için de bugünkü değerler tespit edilecektir. Bunun için, binom ağacı modelinde bulunan elektrik satış fiyatları indirgenmiş nakit akımları modeline yerleştirilecektir. Yukarı yönlü senaryoda elektrik fiyatı 0,40 TL/kWh için indirgenmiş nakit akımları tablosu şu şekildedir;

(Hesaplanan ikinci amortisman değeri, birinci değer ile net faaliyet karının toplanması ile bulunmuştur. $477.920 = 94.400 + 383.520$)

Net Bugünkü Değer (NBD) ve Net Nakit Akımı (NNA) Hesaplanacak Olursa;

r: iskonto oranı (%12)

n: dönem sayısı (10 yıl) olduğu durumda

$$[1-(1+r)^n] / [-r.(1+r)^n] = [1-(1+0,12)^{10}] / [-0,12.(1+0,12)^{10}] = 5,69 \text{ ise;}$$

$$\text{NBD} = 496.800 * 5,69 = 2.826.792 \text{ (gelirin net bugünkü değeri)}$$

$$\text{NBD} = 944.000 + (18.880 * 5,69) = 944.000 + 107.427 = 1.051.427$$

(faaliyet giderlerinin net bugünkü değeri)

Net Nakit Akımı (NNA) = $2.826.792 - 1.051.427 = 1.775.365$ TL üst senaryo gerçekleşirse elde edilecek net nakit girişi.

Aşağı yönlü senaryo gerçekleşirse, 0,046 TL/kWh elektrik fiyatı üzerinden hesaplanan indirgenmiş nakit akımları tablosu aşağıdaki gibidir;

(Hesaplanan ikinci amortisman değeri, birinci değer ile net faaliyet karının toplanması ile bulunmuştur. $94.400 + (-56.148) = 38.252$)

Net Bugünkü Değer (NBD) = $57.132 * 5,69 = 325.081$ TL nakit girişlerinin net bugünkü değeri

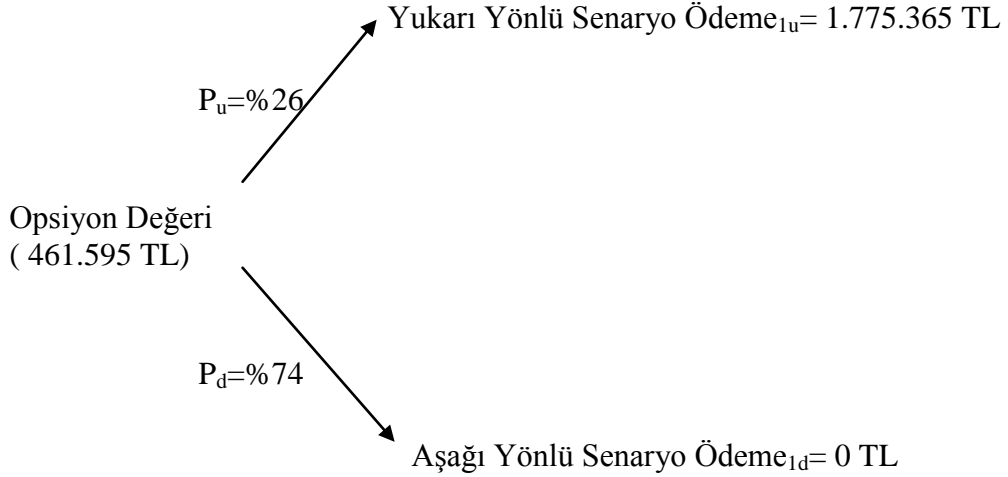
NBD= $944.000 + (18.880 * 5,69) = 944.000 + 107.427 = 1.051.427$ nakit çıkışlarının net bugünkü değeri

Net Nakit Akımı (NNA) = $325.081 - 1.051.427 = -726.346$ TL alt senaryo gerçekleşirse elde edilecek net nakit akımı (sonuç eksi (-) değer çıktığı için sıfır kabul edilecektir.)

$$\begin{aligned} \text{Opsiyon Değeri} &= [(\text{Ödeme}_{1u} \times p_u) + (\text{Ödeme}_{1d} \times p_d)] \\ &= (1.775.365 * 0,26) + \underbrace{(-726.346 * 0,74)}_{0 \text{ kabul edilecektir.}} \\ &= 461.595 \text{ TL opsiyon fiyatı} \end{aligned}$$

Her iki elektrik satış fiyatı için senaryolar indirgenmiş nakit akımları modelinde değerlendirildiğinde yukarı yönlü senaryoda net bugünkü değer 1.775.365 TL çıkarken aşağı yönlü senaryoda net bugünkü değer -726.346 TL çıkmaktadır.

Net bugünkü değer negatif çıktığı durumda opsiyon uygulamaya konulmayacak ve opsiyon değeri sıfır olacaktır. Net bugünkü değer sıfır çıkması halinde ise opsiyon değeri olarak net bugünkü değer alınacaktır. Projenin, beklenen opsiyon değerinin tespiti için hem yukarı ve aşağı yönlü senaryolardan çıkan opsiyon değerlerinden hem de yukarı ve aşağı yönlü olasılıklardan faydalanılacaktır. Projenin beklenen opsiyon değerine dair binom ağacı modeli aşağıdaki gibidir.



Reel opsiyon kullanımı durumunda, projenin olası elektrik birim fiyatlarına göre indirgenmiş nakit akımları değerlendirildiğinde ve Kilowatt-saat başına elektrik satış fiyatının 0,13608 TL olduğu durumda, bu rakam, yukarı ve aşağı yönlü senaryolarda sırasıyla 0.40 TL ve 0.046 TL olarak hesaplanmıştır. Bu iki senaryodaki her iki kilowatt-saat başına elektrik satış fiyatı, indirgenmiş nakit akımları finansal modeline yerleştirildiğinde sırasıyla %26 olasılıkla 1.775.365 TL'lik veya %74 olasılıkla -726.346 TL'lik bir net nakit akım gerçekleşeceği görülmüştür. Alt senaryonun gerçekleşmesi durumunda -726.346 TL'lik negatif net nakit akımı elde edileceğinden alım opsiyonu sıfır kabul edilmiştir. Bunun sebebi, alım opsiyonunun negatif sonuç vermesi durumunda uygulamaya konulmayacak olmasıdır.

SONUÇ

Günümüzde, iklim değışiklikleri (dengesizlikleri), küresel ısınma gibi önlenemeyen doğal koşullardan en çok etkilenen yatırımlar; güneş, rüzgar, jeotermal ve su gücü enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarıyla üretimi sağlanan reel yatırımlardır. Söz konusu yatırımlarda, tesis kurulum sürecinden sonra üretimin başlaması ve devamlılığı açısından doğal koşullara bağımlılık oldukça fazladır. İklim değışikliklerinin giderek artması, doğal koşullara bağımlı olarak sağlanan üretim sürecinde belirsizlikle birlikte riski de arttırmaktadır. Yatırımcı, söz konusu riskten kaçınma/korunma ihtiyacı hissetmekte bu yüzden finansal piyasaların önemli bir ayağı olan opsiyon piyasalarına yönelmekte, reel opsiyon kullanımına başvurmaktadır.

Temiz enerji üretiminin, kaynağını yenilenebilir enerjiden alması, yatırımcıya saha seçimi ve kurulum sürecinden sonra uzun vadeli getiri sağlayan rüzgar elektrik santrali yatırımları giderek yaygınlaşmaktadır. Ülkemizde, Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'na santral kurulumu için yapılan başvurular gün geçtikçe artmaktadır. Devlet gerek lisans alımı gerekse vergi uygulaması yönünden yatırımcıyı temiz enerjiye yönleltmek amacıyla çeşitli teşviklerde bulunmaktadır.

Vadeli işlemlerin ortaya çıkması, bu işlemlerin yer aldığı piyasaların oluşması ve yaygınlaşmasında temel güdü "riskten kaçınma"dır. Dünyada yaşanan ekonomik krizler, artan belirsizlik ortamı riskten kaçınma arzusunu tetiklemektedir. Vadeli işlemler piyasasının önemli bir ayağını oluşturan opsiyon piyasaları da aynı güdü ile oluşmuş, yatırımcıya riskten korunma ve belirsizliğin getirdiği dezavantajlara karşı önlem alma fırsatı tanımıştır.

Vadeli işlemler piyasasında yer alan opsiyonlar, finansal yatırım aracı olarak kullanılmasının yanı sıra, daha somut hali ile reel yatırımlarda da kullanılmaya başlanmıştır. Finansal yatırım aracı olarak opsiyon kullanımı ile reel yatırımlarda kullanılan reel opsiyonların da temelinde riskten kaçınma güdüsü vardır. Bu güdüyü ortaya çıkaran riskler, yatırımların karlılığını etkileyen faktörler; küresel ısınma, doğal afetler, iklim dengesizlikleri gibi kısmen öngörülen ya da öngörülemeyen durumların oluşma ihtimalidir.

Bu çalışmada, Muğla-Bodrum ilçesinde kurulacak örnek bir RES yatırımı konu alınmıştır. Yatırımcı, rüzgâr enerjisi santrali yatırımı için sağlanan teşviklerden de yararlanmak amacıyla 500 KW'lık bir RES yatırımı yapacaktır. 500 KW üzerindeki yatırımlara uygulanan %20'lik vergi oranı ve lisans bedelleri bu yatırımda teşvik nedeniyle herhangi bir nakit çıkışına sebep olmayacaktır.

Yapılan piyasa araştırması sonucu 500 KW'lık bir RES'in kurulum ve nakliye bedelleri dâhil 944.000 TL'lik bir yatırım tutarına sahip olduğu anlaşılmıştır.

Proje finansmanı tamamen öz kaynakla finanse edilecek olup; herhangi bir dış kaynak kullanımı olmayacaktır. Bu nedenle yatırım tutarının geri ödeme planı fayda/maliyet açısından proje değerlemesinde göz önünde bulundurulmamıştır.

Türkiye Rüzgâr Enerjisi Kapasite Haritası'ndan alınan verilerle Muğla-Bodrum ilçesinde rüzgar kapasite faktörünün %20-%30 arasında olduğu görülmüştür. Çalışmada bu oran, %30 olarak alınmıştır. Tesisin, 1.242.000 kWh'lik yıllık ortalama üretim kapasitesine sahip olacağı anlaşılmıştır. EPDK'dan alınan verilerle, son beş yılın elektrik toptan satış fiyatlarının basit ortalaması alınarak 0,13608 TL/kWh elektrik fiyatı ile tesisin yıllık üretiminin 169.011 TL'lik bir nakit girişi sağlayacağı hesaplanmıştır.

Tesisin nakit çıkışlarını oluşturacak bakım, onarım ve operasyon giderlerinin, başlangıç yatırım harcamaları dışında ne kadarlık bir paya sahip olduğu RES yatırımları için hesaplanan oranlardan yola çıkılarak belirlenmiştir. Bu tutar, yıllık faaliyet gideri olarak adlandırılmış ve 18.880 TL/yıl olarak hesaplanmıştır.

RES'lerde kullanılan türbinlerin ortalama kullanım süreleri 10 yıldır. Basit amortisman yöntemine göre yıllık %10 yıpranma payı modele uygulanmıştır. Bu 10 yıllık süre sonunda hurda değer sıfır olarak alınacaktır.

Yatırım değerlemesi, paranın zaman değerini dikkate alan "indirgenmiş nakit akımları yöntemi" ile yapılmıştır.

Projenin indirgenmiş nakit akımları yöntemiyle değerlendirilmesi sonucu - 89.754 TL'lik bir negatif net nakit akımı elde edilmiş, yönetimin bu koşullar altında projeyi üstlenmeyeceği sonucuna ulaşılmıştır.

Bu noktada; reel opsiyonların yatırım planlaması sürecine katılması ile yatırım sürecinde yönetsel esneklik gösterilip gösterilemeyeceği belirlenmek istenmiştir. Bir diğer deyişle, indirgenmiş nakit akımları yöntemi ile bulunan negatif net nakit akıma rağmen bir süre bekleme sonucu, olası riskler de hesaba katılarak yapılan reel opsiyon alımı ile sürece ait gelişmelerin yatırımın yapılabilirliğini ne ölçüde etkileyebileceği görülmek istenmiştir.

Muğla-Bodrum’da kurulacak bir RES’in reel opsiyonlar yöntemiyle fiyatlandırılması “binomial ağaç yöntemi” ile gerçekleştirilmiştir. Model, opsiyonun yaşamı boyunca varlığın fiyat değişimlerinin mümkün rotasını gösteren bir ağaç ortaya koymaktadır.

Değerlemenin ilk aşamasında binom ağacının yukarıları ve aşağıları tespit edilmiştir. Bunun için öncelikle volatilité hesaplaması yapılmış, bu hesaplamada EPDK verilerinden faydalanılarak son beş yılın elektrik fiyatları göz önünde bulundurulmuştur. Ağacın yukarıları ve aşağıları hesaplandıktan sonra, yatırımın karar aşamasında karşılaşılabilecek durumlara göre alt ve üst senaryoların gerçekleşme olasılıkları belirlenmiş, bu olasılıklara karşılık gelen elektrik birim fiyatları hesaplanmıştır. Bu iki senaryodaki her iki kilowatt-saat başına elektrik satış fiyatı, indirgenmiş nakit akımları finansal modeline yerleştirildiğinde sırasıyla %26 olasılıkla 1.775.365 TL’lik ve %74 olasılıkla -726.346 TL’lik bir net nakit akım gerçekleşeceği görülmüştür.

Bütün bu değerlendirmeler sonucunda; negatif bir net nakit akım ile yatırımdan vazgeçilen “indirgenmiş nakit akımları değerlendirme yöntemi”nin aksine, “reel opsiyonlar değerlendirme yöntemi” ile alım opsiyonu satın alınarak bir yıllık bekleme kararı verilebilir. Beklenen süreç sonunda elektrik satış fiyatı, %26’lık gerçekleşme olasılığıyla üst senaryo yönünde gelişirse derhal yatırım kararı verilir.

KAYNAKÇA

KİTAPLAR

ADEYOKA, L.O. and ADEWALE, A.A; (1992), “*Wind Energy Potential of Nigeria, Renewable Energy*”.

AKALIN, Atilla; (2002), “*Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli ve Kullanım Hedefleri*”

ARNOLD, T. ve CRACK, T. F, (2003), “*Option Pricing in the Real World: A Generalized Binomial Model with Applications to Real Options*”, Barclays Global Investors & University of Richmond, USA.

AYTEKİN, Y.Haluk, (2008), “*Ansiklopedik Bankacılık ve Finansal Terimler Sözlüğü*”, Palme Yayıncılık; Ankara

BOLAK, Mehmet; (1998) “*Finans Mühendisliği: Kavramlar ve Araçlar*”, Beta Yayınları.

CEYLAN, Ali; “*Finansal Teknikler*”, Ekin Kitabevi, 1998.

CHAMBERS, Nurgül, (2009) “*Türev Piyasalar*”, Ekim 2009.

CHOUDRY, Moorad. (2001) “*Bond and Money Markets: Strategy, Trading, Analysis.*” Bath: JPMorgan Chase&Co.

CHOUDRY, Moorad. (2005) “*Fixed-Income Securities and Derivatives Handbook: Analysis and Valuation.*” New Jersey: Bloomberg Pres, 2005.

CHRISS, Neil; (1996) “*Black-Scholes and Beyond: Options Pricing Models*”, McGraw-Hill Professional.

ÇAVAŞ, M., “*Bireysel Yatırım Araçları*”, Yeni Yüzyıl Kitaplığı.

DAIGLER, Robert T., (1994) “*Financial Futures & Options Markets- Concepts and Strategies*”, Harper Collins College Publishers

EROL, Ü., “*Vadeli İşlemler Piyasaları Teori ve Pratik*”

ERSAN, İhsan (1997) “*Finansal Türevler*”, Literatür Y., İstanbul

FİNANSAL VADELİ İŞLEMLER PİYASALARINA GİRİŞ, Vadeli İşlemler Piyasası Müdürlüğü, İMKB, Kasım 2002

FİNANSAL YÖNETİM LİSANSLAMA EĞİTİM KILAVUZU, TSPAKB

FONTANILLS, George; (2005) *“The Options Course: High Profit & Low Stress Trading Methods”*, John Wiley and Sons, Second Edition

HAUG, Espen Gaarder; (1998) *“The Complete Guide to Option Pricing Formulas”*, McGraw-Hill Professional.

HITCHNER, James R.; (2003) *“Financial Valuation”*, John Wiley and Sons.

HOWCROFT, Barry and Storey, Christopher, (1989) *“Management and Control of Currency and Interest Rate Risk”*, Cambridge, Woodhead-Faulkner Limited.

HOWELL, Sydney, Andrew Stark, Davis Newton, Dean Paxon, Mustafa Cavus, Jose Pereir ve Kanak Patel. *“Real Options; Evaluating Corporate Investment Opportunities in a Dynamic World”*. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

HULL, John C.; (2003) *“Options, Futures and Other Derivatives”*. Fifth Edition, New Jersey: Prentice Hall.

KARAN, Mehmet Baha, (2011) *“Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi”* Ankara: İlksan Matbaası.

KARAN, Mehmet Baha, (2004) *“Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi”*, Gazi Kitabevi, Ankara

KRITZMAN, Mark P.; (2000) *“Puzzles of Finance”*, New Jersey: John Wiley and Sons.

LEWINSON, Marc, (2007), *“Finansal Piyasalar Kılavuzu”*, Liberte Yayıncılık; Ankara

McMILLAN, Lawrence G.; (2003), *“Options as a Strategic Investment”*, Prentice Hall Press, Second Edition, 2003

IEO (2010), *“US Energy Information Administration”*, International Energy Outlook.

KOLB, Robert W.; (1995) *“Understanding Options”*, John Wiley and Sons.

KOLB, Robert W.- OVERDAHL, James A.; (2007), *“Futures, Options and Swaps”*, Wiley Blackwell, Fifth Edition.

MEB, *“Enerji”*, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, 2002.

McCAFFERTY, Thomas A., *“All About Options”*, McGraw-Hill

MICHAEL- Hoffman, Amy; (2000) *“Fundamentals of the Options Market”*, McGraw-Hill Professional.

NATENBERG, Sheldon. (1994) “*Option Volatility & Pricing: Advanced Trading Strategies and Techniques*” New York: McGraw-Hill.

PATRICK J. Cusatisand Martin R. Thomas, (2005) “*Hedging Instruments and Risk Management: How to Use Derivatives to Control Financial Risk in Any Market*, New York: McGraw-Hill.

SAUNDERS, A.,& CORNETT, M. M. (2007). “*Financial Markets and Institutions - An Introduction to the Risk Management*” New York: McGraw-Hill Companies

SEN, B. ve CRAWFORD, G, (1996) “*Derivatives for Decision Makers: Strategic Management Issues*”, New Jersey: John Wiley and Sons.

SHANNON, P. Pratt- Niculita, Alina V.; (2007) “*Valuing a Business*”, McGraw-Hill Professional.

ŞAHİN. A.D.,(2004), “*Progress and recent trends in wind energy*”, Science Direct, 29 April 2004.

WALKER, J.F. ve JENKINS, N. (1997), “*Wind Energy Technology*”, 11-15, 20-23.; New York

TEZLER

AKALIN, İlker Osman; (2006) “*Hisse Senedi Üzerine Opsiyon Sözleşmeleri ve Türkiye Uygulaması*”, Marmara Üniversitesi, Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü, Sermaye Piyasaları ve Borsa Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi; İstanbul

AKINSAL, Akın , (2009) “*Rüzgâr Enerjisi ve Türkiye Rüzgâr Potansiyeli Rüzgâr Enerjisinde Değişken ve Sabit Fiyat Tarifeleri ve Enerji Depolama Teknikleri*”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Mühendisliği ABD Elektrik Mühendisliği Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi; İstanbul

AKKAYA, Sibel; (2007) “*Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Önemi ve Bir Rüzgâr Enerjisi Uygulaması*”, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

BOSTAN, İbrahim, (2007), “*Yatırım Projelerinin Analizinde Reel Opsiyonların Kullanılması ve Bir Uygulama*”, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD Sayısal Yöntemler Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi; İstanbul

BEŞKARDEŞLER, S. (2006), “*Proje Süreç ve Maliyet Risk Analizi ve Uygulaması*”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, İzmir.

BOZTEPE, Aliye Aybige, (2010), “*Risk Yönetimi Temelli Rüzgâr Enerjisi Ekonomisi*”, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Mühendisliği ABD Elektrik Tesisleri Programı Yüksek Lisans Tezi; İstanbul

COŞKUN, Metin; (2001), “*Risk Yönetim Aracı Olarak Opsiyonlar ve İMKB’de Risk Yönetim Stratejilerinin Uygulanması*”, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi.

DERELİ, Gül, (2008) “*Opsiyonlar ve Opsiyon Stratejileri Tezsiz Yüksek Lisans Dönem Projesi*” Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Tezsiz Yüksek Lisans Programı; Ankara

DÜNDAR, Cihan, (1997), “*Bandırma, Bodrum, Bozcaada ve Çeşme Bölgeleri İçin Rüzgâr Enerjisi Potansiyellerinin Belirlenmesi*”, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı Yüksek Mühendislik Tezi; Ankara

GÖKÇINAR, Receb Enes, (2008), “*Rüzgâr Enerjisi Fayda Maliyet Analizi ve Hibrit Sistemler*”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği ABD Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı Yüksek Lisans Tezi; İstanbul

GÖRGÜN, Mehmet Fatih, (2009), “*Egzotik Opsiyonlar: Hava Durumu Opsiyonları Üzerine Bir İnceleme*”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Finansman Programı Yüksek Lisans Tezi; İzmir

GÜRBÜZ, Özgür, (2010), “*Elektrik Enerjisi Üretiminde Rüzgâr ile Nükleer Enerji Kaynaklarının Maliyet Yönünden Karşılaştırılması*”, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi; İstanbul

KIRIM, S., (2002). “*Rüzgâr Enerjisi ve Uygulamaları*”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ÖVET, L. (2002), “*Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli ve Kullanım Alanları*”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

ÖZCAN, Hasan Hüseyin, (2009), “*Rüzgâr Enerjisi Yatırımları ve Isparta İlinde Kurulabilecek Rüzgâr Enerjisi Santralinin Ekonomik Analizi*”, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD Yüksek Lisans Tezi; Isparta

POLAT, U., (2000). “*Rüzgâr Santralleri ve Bağlantılarının İncelenmesi*”, Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

SARIOĞUZ, Selahattin, (2007), “*Sigorta Sektöründe Risk Yönetimi, Alternatif Risk Transfer Yöntemleri, Şirketler İçin Bir Öneri: Hava Durumu Opsiyonları*”, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD Finansman Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

TEKBACAK, Serkan; (2010) “*Opsiyonlar ve Döviz Opsiyonlarının Merkez Bankalarında Döviz Kuruna Müdahale Aracı Olarak Kullanımı*”, Uzmanlık Yeterlilik Tezi”, Nisan 2010, TCMB

TERZİ, Aslı, (2006), “*Gerçek Opsiyonlar ve Değerleme Yöntemleri*”, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi; İstanbul

TERZİOĞLU, Cihad , (2011), “*Rüzgâr Enerjisi ile Elektrik Üretim Projesinin Reel Opsiyonlar Yöntemi ile Değerlemesi*” , Yıldız Teknik Üniversitesi Matematik Mühendisliği ABD, Matematik Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi; İstanbul

TÜRKÇÜ, S. İ. ,(2005), “*Türkiye'nin Rüzgâr Enerjisi Politikaları ve Enterkonnekte Sistemlere Entegrasyonu*”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi; Ankara

UÇAR, S. ,(2007), “*Rüzgâr Enerjisiyle Elektrik Üretimi ve Kayseri İli İçin Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi*”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi; Ankara

UĞUZ, Seyfullah, (2005), “*Rüzgâr Enerjisi ile Elektrik Üretimi*”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi; Ankara

YAMAK T., (2006) “*Türkiye'nin Alternatif Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Ekonomik Analizleri*”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul

DERGİLER

AKKAYA, G. Cenk; (2010) “*Hava Durumu Türevleri ve İklim Risklerine Karşı Potansiyel Faydaları Üzerine Bir İnceleme*” Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi, Journal of Entrepreneurship and Development, Dokuz Eylül Üniversitesi, İ.İ.B.F.

AKKUM, T., (2000), “*Döviz Opsiyonları ve Opsiyon Fiyatlama Modelleri*”, İ.Ü. İşletme Fakültesi Dergisi, Cilt 29, 11.

ALTAŞ, Gökben, (2012) “*Gelişmekte Olan Ülkelerde Türev Piyasaları*”, Sermaye Piyasasında Gündem Dergisi, Eylül 2012 Sayı: 121, ISSN:1304-8155, Türkiye Sermaye Piyasaları Aracı Kuruluşları Birliği; İstanbul

ATEŞ, G.; (2004), “*Gelişmekte Olan Piyasalarda Kredi Temerrüt Swapları*”, Active Bankacılık ve Finans Dergisi

YUMURTACI, Gülçe, (2012), “*Opsiyon Sözleşmeleri*” , Sermaye Piyasasında Gündem Dergisi, Eylül 2012 Sayı: 121, ISSN:1304-8155, Türkiye Sermaye Piyasaları Aracı Kuruluşları Birliği; İstanbul

ARAŞTIRMA YAYINLARI

BAĞCI, H. (2006). “*Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası. 6 1, 2011 tarihinde Türev Araçlar Lisanslama Rehberi*”

BERBEROĞLU, C.Nejat; (1982) “*Türkiye'nin Ekonomik Gelişmesinde Elektrik Enerjisi Sorunu*”, E.İ.T.İ.A Yayını No:245/165, Eskişehir

CHORAFAS, Dimitris N.; (2008) “*Introduction to Derivative Financial Instruments, McGraw-Hill Professional*”, Syf 153.

CONROY, Robert M.; (2003) “*Binomial Option Pricing, University of Virginia Darden School Foundation*”
http://faculty.darden.virginia.edu/conroyb/derivatives/binomial%20option%20pricing%20_f-0943_.pdf, 10.05.2013.

ÇALIŞKAN, M., (2011) “*Rüzgar Enerjisi ve Santralleri Semineri*”, Rahmi Koç Müzesi Konferans Salonu - İstanbul (27.05.2011)

DEMİR, Melike; (2009) “*Rüzgâr Enerjisinin Tarihte İlk Kullanımı*”
<http://www.melikedemir.com/ret.html>

GÜNDÜZ, L., TUTAL, M., “*Türev Ürünlerinin Muhasebeleştirilmesi: Türkiye Uygulaması Üzerine Bir Öneri*”

KARATEPE, Yalçın; (2000) “*Türev Piyasaları: Futures – Opsiyon – Swap*”, Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayını, No:587

KAYGUSUZ, S. Yüksel, (1998) “*Finansal Türev Ürünlerinde Muhasebe Esasları*”, Sermaye Piyasası Kurulu.

KINCAY, “*Rüzgâr Enerjisi, III. Bölüm*”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Yayınlanmamış Ders Notları.

ÖZKAN, M. (2011, 2 6). “*Vadeli İşlemler Piyasası*”. 6 1, 2011 tarihinde
<http://www.danismend.com/konular/maliisleryon/MLYVADELI%20ISLEMLER%20PIYASASI.HTM>

SERMAYE PİYASASI KURULU (2007). “*Sermaye Piyasası Kurulu. 5 28, 2011 tarihinde Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası - Yatırımcı Bilgilendirme Kitapçıkları*”
<http://www.spk.gov.tr/displayfile.aspx?action=displayfile&pageid=77&fn=77.pdf>

SERMAYE PİYASASI KURULU (2010). *T.C. Başbakanlık Sermaye Piyasası Kurulu. 6 2, 2011 tarihinde Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası A.Ş.:*
<http://www.spk.gov.tr/indexcont.aspx?action=showpage&menuid=8&pid=2>

SERMAYE PİYASASI VE BORSA TEMEL BİLGİLER KILAVUZU, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Yayınları, 2002

SERMAYE PİYASASI KURULU VADELİ İŞLEM VE OPSİYON SÖZLEŞMELERİ YATIRIMCI BİLGİLENDİRME KİTAPÇIKLARI Ankara, Mart 2007

SEVİL, G., (2001) “*Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitésinin Tahmini ve Portföy Hesaplamaları*”, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları

ŞEN, Z., (2000), “*Rüzgar türbinin tarihi gelişimi süreci*”, 3. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, Kasım 2000, İstanbul.

ŞENPINAR A., GENÇOĞLU M. T., (2009)“*Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkileri Açısından Karşılaştırılması*”,
<<http://web.firat.edu.tr/daum/docs/42/10%20YEN%C4%B0LENEBİL%20ENERJ%C4%B0%20--Ahmet%20C5%9Eenp%C4%B1nar-%C3%B6dendi-6%20syf--49-54.doc>>, (23.04.2013)

TİCARET BORSACILIĞINDA YENİ GELİŞMELER, TOBB, 1994

TOMPKINS, R., “*Options Explained*”, Stockton Pres

TÜREV ARAÇLAR LİSANSLAMA EĞİTİM KILAVUZU, TSPAKB

TÜRKSOY, F. ,(2001), “*Rüzgâr Verisi Ölçüm ve Analizi, Rüzgâr Enerjisi Sempozyumu*”, 87-88, 95-98, 101-102; İzmir

ULUEREN M., (2001), “*Küresel Isınma BM İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü*”, www.mfa.gov.tr/turkce/grupe.

UYAR, T.S., (2009), “*Dünyada ve Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Kullanımında Gelişmeler*”, *Rüzgar Enerjisi*
http://www.emo.org.tr/ekler/231d0fc7a165f72_ek.pdf?dergi=, 07.04.2009

VADELİ İŞLEM VE OPSİYON BORSASI, TÜREV ARAÇLAR LİSANSLAMA REHBERİ, Mart 2007

VADELİ İŞLEMLER PİYASASI MÜDÜRLÜĞÜ (İMKB), (2002); “*Finansal Vadeli İşlem Piyasalarına Giriş*”, İMKB Yayınları, 2002.

VADELİ İŞLEM VE OPSİYON BORSALARININ KURULUŞ VE ÇALIŞMA ESASLARI HAKKINDA YÖNETMELİK, 23.02.2001, Madde 31, Madde 32
<http://www.mevzuat.adalet.gov.tr/html/20669.html>, 20.07.2009.

WMO (2002), “*WMO Statement on the Global Climate in 2002*”, World Meteorological Organization – PressRelease, WMO-No:684,
www.wmo.ch/web/Press/Press684.pdf.

YAŞARAN, E. (2011). “30.05.2011 tarihinde Vadeli Piyasa (Future) İşlemler” :
bilgilenetim.com/dosyalar/vadelipiyasa.doc

YATIRIMCI REHBERİ, Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası, Ocak 2007

YEREBAKAN, Metin. (2001), “Rüzgar Enerjisi”, İstanbul Ticaret Odası, 33:7-8,70-9. İstanbul

YILDIRIM, Sevil D., (1997) “Establishment and Design of a Financial Futures-Options Market in Turkey”, Capital Markets Board of Turkey

YILMAZ, Mustafa Kemal, (1998) “Hisse Senedi Opsiyonları ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası 'nda Uygulanabilirliği”, İMKB

YILMAZ, Mustafa Kemal, (1995) “Menkul Kıymetler Piyasasında Vadeli İşlemler ve Opsiyonlar Kullanılarak Oluşturulan Bazı Temel Stratejiler”, İMKB

İNTERNET KAYNAKLARI

www.ecoenerji.net

www.acikders.org.tr

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Terimler Sözlüğü,
www.tcmb.gov.tr/yeni/iletisimgm/sozluk.htm

İMKB, Sermaye Piyasası ve Borsa Temel Bilgiler Kılavuzları,
www.imkb.gov.tr/Training/TrainingSets.aspx

Vobjektif, Nisan 2012, VOB

<http://www.vob.org.tr/VOBPortalTur/detailsPage.aspx?tabid=627>

<http://www.baskent.edu.tr/~gurayk/>

<http://www.spk.gov.tr/displayfile.aspx?action=displayfile&pageid=77&fn=77.pdf>

<http://www.investorglossary.com/covered-option.htm>, 20.07.2009.

<http://www.businessdictionary.com/definition/naked-option.html>, 20.07.2009.

http://www.tspakb.org.tr/tr/Portals/0/ETM_KILAVUZLAR/2012/turev_araclar_TEMMUZ_2012.pdf

<http://www.epdk.gov.tr/index.php/elektrik-piyasasi/tarifeler?id=95>

<http://politics.ankara.edu.tr/karatepe>

<http://www.ekodialog.com/Konular/yenilenebilir-enerji-kaynaklari-ruzgar-enerjisi.html>

<http://www.enerji.gov.tr/index.php?sf=webpages&b=yenilenebilirenerji>

U.S. Department of Energy, EnergyEfficiencyandRenewableEnergy,
[http://www1.eere.
energy.gov/windandhydro/wind_history.html](http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/wind_history.html)

<http://www.eie.gov.tr/YEKrepa/MUGLA-REPA.pdf>

<http://www.eie.gov.tr>

<http://www.tucsa.org/images/yayinlar/sunumlar/MUSTAFA-CALISKAN.pdf>

<http://www.teias.gov.tr/KAPASITE%20PROJEKSIYONU%202005.pdf>[http://www.
cimo.com.tr/category.php?id_category=52](http://www.cimo.com.tr/category.php?id_category=52)

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : DİDEM ÖZCAN

Doğum Yeri : ANKARA

Doğum Yılı : 20.02.1988

İletişim : ddmozc@hotmai.com

EĞİTİM VE AKADEMİK BİLGİLER

Lise 2002-2004 : GÖLBAŞI ANADOLU LİSESİ (ANKARA)

Lise 2004-2006 : MİLAS ANADOLU LİSESİ (MUĞLA)

Lisans 2006-2010 : HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ, İİBF, İKTİSAT

Yabancı Dil : İNGİLİZCE

MESLEKİ BİLGİLER

01.02.2013- : Bodrum Kaymakamlığı Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı - Sosyal Yardım ve İnceleme Görevlisi

05.2011-12.2012 : Adal Otelcilik Yatçılık Gıda İnşaat Taşımacılık Emlak Tekstil Kuyumculuk İthalat İhracat Sanayi Turizm ve Ticaret Limited Şirketi, Şirket Müdürü ve Ortağı

05.2011- 04.2012 : Gündoğan İstanbul Palace Hotel, İşletme Müdürü