

T. C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

**ENERJİ VADELİ İŞLEMLERİ VE TÜRKİYE'DE
ELEKTRİK PİYASASINA İLİŞKİN BİR
UYGULAMA**

DOKTORA TEZİ

EBRU DEMİRCİ
2502040125

Tez Danışmanı:
PROF. DR. MEHMET ŞÜKRÜ TEKBAŞ

İSTANBUL, 2010

ÖZ

ENERJİ VADELİ İŞLEMLERİ VE TÜRKİYE'DE ELEKTRİK PİYASASINA İLİŞKİN BİR UYGULAMA

EBRU DEMİRCİ

Dünyada son on yılın en önemli tartışmalarından biri olan enerji ürünleri ülkelerin ekonomik ve politik stratejilerinin belirlenmesinde etkin rol oynamaktadır. Enerji piyasalarında yaşanan krizlerin ülke ekonomilerine olan etkisinin artmasıyla risk yönetiminin ve risk yönetim araçlarının önemi fark edilmiştir. Özellikle ham petrol fiyatlarında yaşanan şoklar hem ülkelerin hem de enerji piyasalarında rol alan firmaların enerji arz güvenliği ve fiyat riskine karşı gerekli tedbirler almaları ve geleceğe yönelik olarak ciddi yatırımlar yapmaları gerekliliği ortaya çıkarmıştır. Enerji kaynaklarına sahip ve arz eden ülkelerdeki yaşanan sorunlar ve gelişmekte olan ülkelerin artan enerji talebiyle enerji fiyatlarında kontrolü zor fiyat dalgalanmalarına meydana gelmekte ve bu durum hem ülkelerin hem de firmaların taşıdıkları enerji fiyat riskinin artmasına neden olmaktadır. Tüm dünyada enerji özellikle elektrik piyasalarında deregülasyon (serbestleşme) çalışmalarının artmasıyla, fiyatlar serbest piyasa koşullarında belirlenmeye başlamıştır. Deregülasyon çalışmaları ile beraber enerji piyasalarında faaliyet gösteren alıcı ve satıcılar, bu piyasalarda oluşacak fiyat dalgalanmalarının olumsuz etkisinden korunmak için etkin risk yönetim araçlarına ihtiyaç duymaktadırlar. Tezin temel amacı, dünyada ve Türkiye'de enerji piyasalarının değerlendirmesini yaparak Türkiye'de elektrik piyasasına yönelik deregülasyon çalışmalarının başlamasıyla beraber kurulması planlanan finansal piyasalarda fiyat riskinden korunmak isteyen yatırımcılar için kullanabilecekleri türev ürünler arasında yer alan Avrupa tipi alım opsiyon sözleşmesinin fiyatının belirlenmesine yönelik olarak öneri sunmaktır. Black-Scholes ve Monte Carlo Simülasyon modelleri kullanılarak Avrupa tipi alım opsiyon sözleşmesi fiyatı belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgular incelendiğinde yüksek değişkenliğe sahip elektrik fiyatları için opsiyon fiyatının belirlenmesinde Monte Carlo Simülasyonu gibi esnek modellerin kullanılması önerilmektedir.

ABSTRACT

ENERGY DERIVATIVES AND AN APPLICATION IN TURKISH ELECTRICITY MARKET

EBRU DEMİRCİ

Energy, arguably one of the most influential powers in the last decade, has played a crucial role in making economical and political strategies of countries. The importance of risk management and its tools has been realized due to devastating effects of energy market crisis on the economies of countries. Particularly, shocks of the crude oil prices have required both countries and businesses operating in energy markets to take precautions against securing the supply of energy as well as to invest heavily to hedge future price risks. The problems faced in exporting countries with sources of energy and the gradual increase in energy demand of developing countries create fluctuations in price, which contributes to the price risk both countries and businesses bear. The deregulation movement in energy markets around the world leads prices to be determined in free markets specifically in electricity energy markets. Following the deregulation movement, traders need effective risk management tools to hedge against the price fluctuations in energy markets. It is aimed in this study to examine the energy markets in both in Turkey and in the world in details and present some advice for investors to take precautions against the price risk through the determination of price of European-type options as a derivative financial product expected to start to be traded in Turkish financial markets, following the deregulation of Turkish energy market. The price of a European-type option is determined through the Black-Scholes and Monte Carlo simulation models. The study reveals that flexible models such as Monte Carlo simulation model are better tools to estimate the price of an option in highly volatile electricity markets.

ÖNSÖZ

Gelişen ve hızla büyüyen dünya ekonomisine uyum sağlamak zorunda olan gelişmekte olan ülkelerin enerji politikaları her geçen gün değişmektedir. Enerji talepleri karşısında ortaya çıkan arz sıkıntısı gelişen ekonomileri sıkıntıya sokmaktadır. Türkiye de gelişen ekonomisiyle enerji politikalarında ciddi değişimler gerçekleştiren ülkeler arasında yer almaktadır. Son günlerde elektrik piyasasında gerçekleştirilen özelleştirmelerle elektrik piyasasında serbestleşme politikasını benimseyen Türkiye gelecek yıllarda elektrik piyasasına yönelik olarak sektör katılımcılarının ve yatırımcıların taşıdıkları risklerden korunmak amacıyla oluşturulacak elektrik piyasasına yönelik hazırlıklar yapmaktadır.

Çalışmanın temel amacı, gelecek yıllarda oluşturulacak olan bu piyasada alınıp satılması hedeflenen türev ürünlerden biri olacak olan opsiyon sözleşmelerinin fiyatının belirlenmesine yönelik olarak öneri sunmaktır. Opsiyon sözleşmesinin fiyatının belirlenmesinde öncelikli olarak oluşturulması hedeflenen finansal piyasanın yatırımcılara iyi tanıtılması ve etkin bir şekilde işlemesi için gerekli düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Çalışmanın bir diğer amacı da yapılması gereken düzenlemeleri ilişkin olarak bazı öneriler sunmaktır.

Çalışmamın her aşamasında tezime göstermiş olduğu destekten dolayı başta tez danışmanım Prof. Dr. Mehmet Şükrü TEKBAŞ'a, Finans Anabilim Dalı öğretim üye ve yardımcıları ile Ulaştırma ve Lojistik Yüksek Okulu öğretim üye ve yardımcılarına ne kadar teşekkür etsem azdır. Tezimin yazım aşamasında sonsuz desteklerinden dolayı aileme ve yakın arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Ebru Demirci,
İstanbul, 2010

İÇİNDEKİLER

ÖZ	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR LİSTESİ	1
GİRİŞ	2
1. DÜNYA ENERJİ PİYASALARI VE ÖZELLİKLERİ	5
1.1. PETROL PİYASASI	8
1.1.1. Petrolün Tanımı ve Petrol Piyasasının Genel özellikleri	8
1.1.2. Petrol Fiyatları	13
1.1.3. Petrol Fiyatları ile İlgili Çalışmalar.....	15
1.1.4. Dünya Ham Petrol Rezervi, Ham Petrol Üretimi ve Tüketimi	16
1.1.5. Petrol Piyasasında Geleceğe Yönelik Tahminler	19
1.2. DOĞALGAZ PİYASASI	20
1.2.1. Doğalgaz Fiyatı.....	26
1.3. ELEKTRİK PİYASASI	27
1.4. TÜRKİYE’DE ENERJİ PİYASALARI	35
1.4.1. Petrol Piyasası	35
1.4.2. Doğalgaz Piyasası	37
1.4.3. Elektrik Piyasası.....	41
2. ENERJİ PİYASALARINDA RİSK YÖNETİMİ VE ENERJİ TÜREV ÜRÜNLER ...	57
2.1. ENERJİ PİYASALARINDA RİSKLER	57
2.1.1. Pazar Riski	58
2.1.2. Kredi Riski	58
2.1.3. Operasyonel Risk	59
2.1.4. Likidite Riski	59
2.1.5. Politik Risk.....	60
2.1.6. Teknoloji Riski.....	61
2.1.7. Baz Riski	62

2.2.	ENERJİ PİYASALARINDA RİSK YÖNETİMİ	63
2.3.	ENERJİ TÜREV ÜRÜNLERİ.....	69
2.3.1.	Vadeli Sözleşmeler	69
2.3.2.	Futures.....	72
2.3.3.	Opsiyon Sözleşmeleri	74
2.3.3.1.	Tavan, Taban ve Tünel Opsiyonları.....	76
2.3.3.2.	Swap Opsiyonu (Swaption)	78
2.3.4.	Egzotik Enerji Opsiyonları.....	79
2.3.4.1.	Asya Opsiyonları.....	80
2.3.4.2.	Hatırlatma (Lookback) Opsiyonları	81
2.3.4.3.	Engelli (Bariyer) Opsiyonları.....	82
2.3.5.	Çoklu Emtia (Multi Commodity) Opsiyon Sözleşmeleri.....	83
2.3.5.1.	Spread Opsiyonlar	83
2.3.6.	Swing Opsiyonlar.....	85
2.3.7.	Bir Varlığı Diğer Bir Varlıkla Değişirme Hakkı Veren Opsiyon Sözleşmeleri (Option to Exchange one asset for another).....	86
2.3.8.	Sepet Opsiyon Sözleşmeleri.....	86
2.3.9.	Enerji Swap Sözleşmeleri	87
2.3.9.1.	Basit Enerji Swapı.....	89
2.3.9.2.	Diferansiyel Swap Sözleşmeleri	89
2.3.9.3.	Katılım Swap Sözleşmeleri	90
2.3.9.4.	Marjin Swap Sözleşmeleri (Marjin/Crack)	91
2.3.9.5.	Double-up Swap Sözleşmeleri	91
2.3.9.6.	Curve-lock ve Backwardation Swap Sözleşmeleri	92
2.3.9.7.	Uzatılabilir Swap Sözleşmeleri (Extendible)	92
3.	ENERJİ PİYASALARINDA TÜREV ÜRÜN SÖZLEŞMELERİNİN FİYATLAMASI..	94
3.1.	ELEKTRİK SPOT FİYATLARIN ÖZELLİKLERİ VE MODELLENMESİ.....	98
3.1.1.	Ortalamaya Geri Dönme Süreci	100
3.2.	ENERJİ VADELİ SÖZLEŞMELERİNİN FİYATLAMASI.....	102
3.3.	OPSIYON SÖZLEŞMELERİNİN FİYATLAMASI.....	105
3.3.1.	Opsiyon Fiyatını Etkileyen Unsurlar	106
3.3.2.	Dayanak Varlığın Fiyatı ve Kullanım Fiyatı.....	107
3.3.3.	Vadeye Kalan Süre.....	108
3.3.4.	Üzerine Opsiyon Yazılan Dayanak Varlığın Fiyat Değişkenliği	109

3.3.5. Risksiz Faiz Oranı	111
3.3.6. Opsiyon Fiyatlama Modelleri	111
3.3.6.1. Black-Scholes Modeli	111
3.3.6.2. Binomial Model	120
3.3.6.3. Monte Carlo Simülasyonu	129
4. TÜRKİYE’DE ELEKTRİK FİYATLARINA YÖNELİK BİR UYGULAMA	132
4.1. ÇALIŞMANIN AMACI	132
4.2. VERİ SETİ VE KISITLAR	135
4.3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ.....	136
4.3.1. Spot fiyatların modellenmesi	136
4.3.2. Değişkenliğin Test Edilmesi	139
4.4. MONTE CARLO SİMÜLASYONUNUN DEĞİŞKENLERİ VE OLUŞTURULMASI.....	142
4.5. BULGULAR.....	143
4.5.1. Black-Scholes Modeli Bulguları	143
4.5.2. Monte Carlo Modeli Bulguları.....	145
SONUÇ	148
KAYNAKÇA.....	155
EK 1: Otokorelasyon Analiz Sonuçları.....	164
EK 2: Şubat-Mart-Nisan-Mayıs-Haziran Aylarına İlişkin Opsiyon Kar Zarar Durumu.....	165
ÖZGEÇMİŞ	166

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Dünyada ham petrol fiyatları(ABD Doları).....	15
Tablo 2: Dünya Ham Petrol Rezervleri (Milyar Varil/Yıllık)	16
Tablo 3:Dünya Toplam Ham Petrol Tüketimi (Bin Varil / Gün)	17
Tablo 4: Dünya Toplam Ham petrol Üretimi (Bin Varil / Gün).....	18
Tablo 5: 2006-2025 yılları arasında Enerji Tüketimi (Kattilyon/Btu).....	19
Tablo 6:Dünya Doğalgaz Rezervleri (Trilyon Kübik feet)	21
Tablo 7: Dünya Doğalgaz Üretimi (Milyar Kübik feet)	21
Tablo 8: Dünya Doğalgaz Tüketimi (Milyar Kübik feet)	22
Tablo 9: 2000 – 2008 Arası Dönemde LNG, US Henry Hub ve UK NBP Fiyatları (ABD Doları/Ton).....	27
Tablo 10: Türkiye'nin Ham Petrol İthal Ettiği Ülkelerin Ham Petrol Fiyatları (ABD Doları/Varil).....	36
Tablo 11: BOTAŞ'ın Arz-Talep Senaryosu(Yıllık/bmc).....	39
Tablo 12: Politik Risk Çeşitleri.....	60
Tablo 13: Petrol Futures Sözleşmesi Örneği.....	65
Tablo 14: Petrol ve Doğalgaz için Fiyat Riski ve Risk Yönetim Stratejileri	68
Tablo 15: Enerji Türevler Ürünleri	69
Tablo 16: NYMEX PJM Enterkonneksiyon Aylık Puant Elektrik Futures Özellikleri	73
Tablo 17: Swap Ödeme Tablosu	78
Tablo 18:Para ve Enerji Piyasaları Arasındaki Farklar.....	95
Tablo 19: Elektrik Türev Ürün Modelleri	97
Tablo 20:Spot Fiyat Modellerinin Karşılaştırılması	99
Tablo 21:Diğer Değişkenler Sabit Kalmak Şartıyla Opsiyon Fiyatının Faktörlere Tepkisi.....	107
Tablo 22: Avrupa Tipi Alım Opsiyon Primi ve Net Kâr/Zarar Durumu (kWh/Krş)144	
Tablo 23: Bir Haftalık Fiyat Değişimi (kWh/Krş).....	146
Tablo 24: Monte Carlo Simülasyonu Net Kâr / Zarar Durumu (kWh/Krş).....	146

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Elektriğin Fiziki Akışı	28
Şekil 2: Türkiye Elektrik Piyasası Yapılanma Süreci	42
Şekil 3: Dengeleme ve Uzlaştırma Piyasası.....	46
Şekil 4: Opsiyonun Zaman Değerinin Vadeye Kalan Güne Bağlı Olarak Değişimi	109

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1: Enerji Ürünleri Fiyat Tahminleri	20
Grafik 2: Türkiye'nin Gelecek Elektrik Üretim Tüketim Tahmini.....	45
Grafik 3: Türkiye'de Kaynak Bazında Kurulu Güç Gelişimi	51
Grafik 4: Türkiye, ABD, İngiltere Elektrik Fiyatları (yıllık, \$).....	56
Grafik 5: Tavan ve Taban Opsiyon Sözleşmesi Grafiği	77
Grafik 6: Avrupa tipi ve Hatırlatma Opsiyon prim Karşılaştırması.....	82
Grafik 7 :Kullanım Fiyatı ve Değişkenlik İlişkisi (Volatility Smile)	111
Grafik 8: 1 Ocak 2010- 2 Temmuz 2010 Dönemi için Ortalama Elektrik Fiyat Grafiği (Krş/kWh)	136
Grafik 9: 1 Ocak 2010-2 Temmuz 2010 Dönemi Puant Elektrik Fiyat Grafiği (Krş/kWh)	137
Grafik 10: İlk On Gün için Saatlik Fiyat Grafiği (Kuruş/kWh).....	138
Grafik 11: Gerçek ve Modellenen Fiyatların Grafiği.....	139

KISALTMALAR LİSTESİ

AB : Avrupa Birliği

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

API: Amerikan Petrol Enstitüsü

BOTAŞ : Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi

btu : İngiliz Isı Birimi

CBOT : Chicago Ticaret Odası

CME : Chicago Ticaret Borsası

DPT : Devlet Planlama Teşkilatı

EPDK : Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

EÜAŞ: Türkiye Elektrik Üretim A.Ş.

ICE : Kıtalararası Borsa

IEA : Uluslararası Enerji Ajansı

IPE : Uluslararası Petrol Borsa

LNG : Sıvılaştırılmış Doğal Gaz

Mwh : Mega Watt Saat

MYTM: ve Milli Yük Tevzi Merkezi

NYMEX: New York Emtia Borsası

OECD: İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı Komisyonu

OPEC: Petrol İhraç Eden Ülkeler

OTC: Tezgah Üstü Piyasalar

PJM: (Pennsylvania, New Jersey, and Maryland) Pensilvanya, New Jersey ve Maryland

PMUM: Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi

PYS: Piyasa Yönetim Sistemi

TEDAŞ: Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.

TEK: Türkiye Elektrik Kurumu

TEİAŞ: Türkiye Elektrik İletim A.Ş.

TETAŞ: Türkiye Elektrik Toptan Satış A.Ş.

VOB: Vadeli İşlemler Borsası

WTI: West Texas Intermediate

GİRİŞ

Dünyada hızla gelişen sanayinin en önemli gereksinimi olan enerji uzun yıllardır ülkelerin ekonomik politikalarına yön vermektedir. Enerjinin elde edilmesinde kullanılan kaynakların arzı üretimin sürekliliği açısından önem teşkil etmektedir. Enerjinin elde edilmesinde temel kaynak olarak kullanılan ham petrol, doğalgaz ve kömür üretiminin yetersiz kalması sebebiyle son yıllarda alternatif enerji kaynakları arayışına sebep olmuştur. Her geçen yıl alternatif enerji kaynakları olan termik enerji, güneş enerjisi, nükleer enerji, rüzgar enerjisi ve hidro enerji gibi kaynakların kullanımı artmaktadır. Ülkelerin alternatif enerji kaynaklarından hangisinden enerji elde edeceği belirledikleri enerji politikalarına bağlıdır. Her bir enerji kaynağının için farklı üretim biçimi, yatırım ve bakım maliyeti söz konusudur. Bu enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlığı, kaynak tedariki ve alt yapıya uygunluğu da ülkeler arasında farklılık göstermektedir.

Enerji kaynaklarının günlük hayatta da vazgeçilmez ve kullanımı çok yaygındır. Enerji kaynaklarının kullanımı, ülkelerin teknolojik alt yapısı ve konumları ile ilgilidir. Ükelere göre değişiklik gösterse petrol, doğal gaz ve elektrik kullanımı en yaygın enerji kaynaklarıdır. Enerji kaynaklarının kullanım yaygınlığı açısından ilk sırada yer alan petrol en çok otomotiv ve petrokimya endüstrilerine kullanılmaktadır. Global ekonomiye etkisi açısından da en önemli enerji kaynağı olma özelliği de göstermektedir. Doğal gaz ise, ısınma, aydınlatma ve enerji üretimi açısından oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu enerji kaynakları belirli üretim bir süreçlerinden sonra direkt enerji sağlayabilecek türev ürünlere dönüşmektedirler. Bir diğer önemli enerji kaynağı olan elektrik ise doğal bir enerji kaynağı değildir. Başka bir temel enerji kaynaklarının kullanımı ile elde edilen elektrik su veya rüzgâr gibi yenilenebilir kaynaklarla da elde edilebilmektedir. Güneş enerjisi ve nükleer enerji temelde elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Elektrik üretiminde kullanılan en yaygın enerji kaynakları, linyit, su ve doğal gazdır.

Bu enerji kaynaklarının üretiminden tüketiciye ulaşana kadarki süreç hem enerji sektöründe faaliyet gösteren firmalar hem de ülkeler için çok farklı riskleri beraberinde taşımaktadır. Enerji piyasalarında yaşanan fiyat riski enerji talebinin arttığı birçok gelişmekte olan ülke için ağır bir yük getirmektedir. Enerji ürünlerinin taşıdıkları risklerden kaynaklanarak finansal piyasalarda riskten korunmak için türev ürünlerinin kullanımı yaygın bir şekilde gerçekleşmektedir. Son yıllarda özellikle elektrik piyasasında yaşanan serbestleşme sürecinde birçok ülkede elektrik piyasası kurularak türev ürünler yatırımcılara sunulmaktadır. Türkiye’de elektrik piyasasına yeniden yapılandırma sürecine girmiştir. Son günlerde artan özelleştirmelerle hem üretim hem de dağıtım faaliyetlerinde rekabetçi bir ortamın oluşturulmaya çalışılmakta ve tüketiciye düşük maliyetli elektrik sağlanması hedeflenmektedir.

Bu çalışmada, elektrik piyasalarına dayalı olarak kullanılan türev ürünlerin Türkiye’de uygulanabilirliği irdelenerek Avrupa tipi alım opsiyon sözleşmesi fiyatının belirlenmesine yönelik olarak en uygun fiyatlama modeli belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın birinci bölümünde dünyada ve Türkiye’de enerji piyasaları incelenmiştir. Enerji piyasalarının mevcut durumu ve gelişimi irdelenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde ise, enerji piyasalarında karşılaşılan risk türleri, riskten korunma yöntemleri ve türev ürünler ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, enerji türev ürünlerin fiyatlamasına ilişkin modellere anlatılmıştır. Modellerin oluşturulmasında önemli olan değişkenlerin belirlenmesine yönelik olarak ayrıntılı bilgiler verilmiştir. Modellerin oluşturulmasında kullanılacak olan değişkenlerin belirlenmesi tezin amacı açısından önem teşkil etmektedir. Elektrik piyasasında değişkenliğin yüksek olmasından dolayı oluşan sıkıntıların giderilmesine yönelik olarak spot fiyat modelleri söz konusudur. Spot fiyat modellerine ilişkin olarak yazında birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar doğrultusunda en çok kullanılan ve tartışılan model olan ortalamaya geri dönme süreci spot fiyatların modellenmesinde kullanılmıştır.

Çalışmanın son bölümünde elektrik enerjisi için Avrupa tipi alım opsiyon sözleşmesi fiyatı belirlenmiştir. Avrupa tipi alım opsiyon sözleşmesi fiyatı iki farklı model kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Opsiyon sözleşmelerinin vadesi Black-Scholes için 7 gün, Monte Carlo Simülasyonunda ise 1 gün olarak belirlenmiştir. Simülasyon modeli elektrik enerjisi kullanıcılarının tüketim hacmini esas alarak oluşturulmuştur. Monte Carlo simülasyonu ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde yönteminin opsiyon sözleşmesinin fiyatının belirlenmesinde esneklik sağlaması açısından avantaj teşkil ettiğinin altı çizilmiş ve yeni bilgisayar yazılımları ile uygulanabilirliği açısından en uygun yöntem olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Türkiye’de oluşturulması hedeflenen elektrik piyasasına yönelik olarak geliştirilmesi planlanan türev ürünler arasında yer alan opsiyon sözleşmelerinin fiyatının belirlenmesinde öncelikli olarak gerekli veri setinin oluşturulması ve spot fiyatlarının modellemesine yönelik çalışmaların yapılması önerilmektedir.

1. DÜNYA ENERJİ PİYASALARI VE ÖZELLİKLERİ

Enerji, günümüzde teknolojinin gelişmesi ile beraber insanların ihtiyaçların karşılanmasında, dünya ekonomisinde her geçen gün artan bir öneme sahiptir. Bu bağlamda enerji kaynakları ve bu kaynakların ülkeler açısından yönetilmesi, enerji kaynaklarının tüm dünyadaki dengesi, derinlemesine incelenmesi gereken konulardan biridir. Enerji kaynaklarını dört temel kategoride incelemek mümkündür:

- Fosil yakıtlar (Kömür, Petrol ve Doğalgaz)
- Nükleer Enerji (Elektrik üretimi için)
- Hidroelektrik Enerji (Elektrik üretimi için)
- Yenilenebilir Enerji (Güneş, Rüzgâr, Jeotermal ve Biyoyakıt)

Fosil yakıtlar, hidrokarbon içeren kömür, petrol ve doğal gaz gibi doğada oluşan enerji kaynaklarıdır. Mineral yakıt olarak da bilinen enerji kaynağı, fosillerin oksijensiz ortamda milyonlarca yıl boyunca, yer kürenin altındaki yüksek sıcaklıklarda kayaların sıkıştırılması ve çözülmesi ile oluşmaktadır. Fosil yakıtlar endüstriyel alanda çok geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.

Nükleer enerji, atomun çekirdeğinden elde edilen enerji türüdür. Özellikle elektrik üretiminde kullanılan nükleer enerji, santrallerinin kuruluş maliyetleri ve oluşan atıkların çevreye zarar vermemesi için alınan önlemlerin maliyetleri yüksek olduğu için fazla tercih edilmemektedir. Nükleer enerji santrallerinin çevreye verdiği zarar fosil yakıtlarına göre daha azdır. Bunun yanında santraller gelişen teknoloji ile daha güvenilir hale getirildiği için nükleer enerjinin kullanımı her geçen gün artmaktadır.

Hidroelektrik enerji, sudaki enerjinin elektriğe dönüştürülmesi ile oluşturulan enerji türüdür. Hidroelektrik enerjinin önemli avantajları, fosil yakıtların aksine atık oluşturmama ve hava kirliliği yaratmamasıdır. Dezavantajları ise, doğal düzeni bozarak insanların ve hayvanların yaşam alanlarında değişiklikler yaratmasıdır.

Santrallerin kurulduğu bölgelerde doğal ortamlarının değişmesinden dolayı özellikle hayvanların yaşamlarına devam etmeleri ciddi sıkıntılar yaratmaktadır.

Yenilenebilir enerji türlerini kısaca incelemek gerekirse;

Güneş enerjisi, güneş ışığının enerjiye dönüştürülmesi ile oluşturulan enerji türüdür. Güneş enerjisi teknolojisi çevreye hiç zarar vermeyen bir enerji türü olması açısından önemlidir. Dünyada en çok Filipinler ve Endonezya'da kullanılan bu teknoloji güneşe bağımlılığı nedeniyle her ülke için kullanışlı değildir.

Rüzgâr Enerjisi, rüzgârın kullanılmasıyla elde edilen elektrik enerjisidir. Son yıllarda kullanım potansiyeli en çok artan yenilenebilir enerji türüdür. Çevreye kirletmeye ve ucuz bir enerji türü olması nedeniyle birçok ülke tarafından tercih edilmektedir. Rüzgâr enerjisinden elde edilen elektriğin maliyeti ilk yatırım harcamasından sonra sifıra yakındır.

Günümüzde rüzgâr enerjisinden üretilen toplam güç 159.213 MW civarındadır. Dünyada rüzgârdan enerji üretiminin %36,3'ü Almanya'da gerçekleştirilmektedir. Almanya toplamda 14.612 MW güç üretmektedir ve Almanya'nın elektrik enerjisi ihtiyacının % 5,6'sını karşılamaktadır. Rüzgâr gücünden en çok yararlanan diğer ülkeler sırasıyla İspanya, ABD, Danimarka, Hindistan, Hollanda, İtalya, Japonya, Birleşik Krallık ve Çin'dir. Diğer tüm ülkeler toplamda 3.756 MW'lık güç üretimi ile % 9,3 paya sahiptirler¹.

Jeotermal Enerji, yeryüzünün derinliklerinde oluşan buhar ve sıcak suyun kullanılarak enerjiye dönüştürülmesidir. Birçok alanda kullanımı mevcut olan jeotermal enerjinin ısınma, elektrik, balıkçılık, tarım ve endüstri gibi alanlarda kullanımı yaygındır.

¹ http://tr.wikipedia.org/wiki/R%C3%BCzgar_enerjisi#D.C3.BCnyadaki_durum

Biyoyakıt enerji ise bitki ve bitki türevi ürünlerden elde edilen enerji türüdür. Elektrik, yakıt ve kimyasal alanlarda kullanılan biyoenerji özellikle şeker kamışı, mısır, keten tohumu ve soya fasulyesi gibi tarım ürünlerinden elde edilmeye çalışılmaktadır.

Enerji sektörü son yıllarda hızla büyüyen ve öneminin her geçen yıl arttığı bir sektör olarak birçok yatırımcının dikkatini çekmektedir. Enerji sektörü birbiri ile bağlantılı 4 temel fonksiyondan oluşmaktadır. Bu fonksiyonlar²:

- Üretim
- Nakliye ve depolama
- Rafine ve işleme
- Satış ve dağıtım

Bütün enerji sektörü bu dört fonksiyonun çevresinde hareket etmektedir. Bu dört fonksiyonun her biri karmaşık riskleri içinde barındırmaktadır. Şirketlerin, bu riskleri azaltmak için her bir fonksiyon için birbirine bağımlı çeşitli stratejiler geliştirmeleri gerekmektedir. Örneğin nakliye ve depolama fonksiyonu, petrol ve doğalgaz için çok önemli iken, elektrik için depolama mümkün olmamaktadır. Satış ve dağıtım fonksiyonu özellikle elektrik piyasasında önemli fonksiyonlardan biridir. Depolama işleminin genellikle kaynaklara ve son kullanıcılara yakın yerlere yapılması tercih edilmektedir. Enerjiyi nakledebilmek için tüm dünyada binlerce kilometre uzunluğunda boru hatları döşenmiş ve döşenmeye devam etmektedir. Deniz aşırı ülkeler için ise özellikle doğalgaz için daha yoğun bir boru taşıma hattı kurulmakta ve doğalgaz talep eden ülkelere kilometrelerce boru hatları döşenmektedir. Boru hatlarının yanı sıra tankerlerle taşımacılık da söz konusudur. Rafineri ve hammaddeyi işleme ülkelerin kendi iç piyasalarında gerçekleştirdikleri bir fonksiyondur.

²Global Association of Risk Professionals (GARP), **Foundations of Energy Risk Management, An Overview of the Energy Sector and Its Physical and Financial Markets**, John Wiley & Sons, Inc, 2009, s.2

Enerji piyasasında gerçekleşen fonksiyonları enerjiyi arama, üretmesi, taşınması ve depolaması işlemleri “yukarı (upstream)”, rafinaj, dağıtım ve pazarlamadan oluşan kısım da “aşağı (downstream)” olarak adlandırılmaktadır³.

1.1. PETROL PİYASASI

1.1.1. Petrolün Tanımı ve Petrol Piyasasının Genel özellikleri

Petrol, 19. yüzyılda gaz yağı elde etmek amacıyla insanların ilgisini çekmiş ve petrolün o günden bu yana yaşanan teknolojik ve sınaî gelişmeler ile beraber önemi daha da artmıştır. 1859 yılında Edwin Drake, ABD'nin Pennsylvania eyaletinde ilk petrol üreten kuyuyu kurduktan sonra uzun bir serüven başlamıştır. 1901 yılında İran'da petrolün bulunmasıyla petrolde Ortadoğu Bölgesi'nin önemi keşfedilmiştir. 1960'da ise ham petrol fiyatlarını kontrol altında tutmak amacıyla OPEC (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü) kurulmuştur.

Dünya petrol üretiminin denetimini elinde tutarak politik ve ekonomik güçlerini arttıran OPEC ülkeleri, ham petrol rezervlerinin üçte ikisine ve doğal gaz rezervlerinin de üçte birine sahip bulunmaktadır. OPEC içinde yer alan ülkeler: İran, Irak, Kuveyt, Suudi Arabistan, Venezüella, Katar, Endonezya, Libya, Birleşik Arap Emirlikleri, Cezayir, Nijerya, Ekvator, Gabon ve Angola'dır⁴. Bu ülkeler petrol fiyatlarında yaşanan yükselişlerle hem kendilerine hem de diğer ülkelerin finansal piyasaları ciddi miktarlarda kaynak yaratmaktadırlar.

Petrolün günümüzde bu kadar etkili olmasının en temel sebeplerinden biri de otomobil ve uçaklar için yakıt olarak kullanılmasıdır. Sanayi üretiminde temel girdilerinden biri haline gelen petrol koyu renkli, yapışkan ve yanıcı bir sıvıdır. Dünyada pek çok çeşit petrol sınıflandırması vardır. Bu sınıflandırmayı etkileyen en

³ GARP, a.g.e., s. 2.

⁴ (çevrimiçi) http://www.opec.org/opec_web/en/about_us/25.htm, erişim tarihi 15 Mart 2010

önemli faktörler petrolün özgül ağırlığı, viskozitesi (akmaya karşı direnç) ve içerdiği kükürt miktarıdır⁵.

Amerikan Petrol Enstitüsü (API) tarafından yapılan ve özgül ağırlığa bağlı API gravite tanımı, bütün dünyada petrolün sınıflandırılması için genel kabul görmüştür. Gravite, uluslararası bir birim olup genelde 10 ile 48 arasında değişmektedir. Gravite, petrolün yoğunluğu anlamına gelmemekte, petrolün özgül ağırlığı olarak ifade edilmektedir. Ham petrolün üretilmesinde ve işlenmesinde önemli bir diğer faktör de, akmaya karşı direnç olarak tanımlanan viskozitedir. Düşük viskoziteli petrolerin üretimi, taşınması, işlenmesi daha kolay ve ekonomik olduğundan dünya ticaretinde bu tür petroler tercih edilmektedir. Petrol, içerdiği kükürt miktarı açısından da sınıflandırılır. Bu konuda belirlenmiş kesin sınırlar yoktur. Bununla birlikte, genelde kükürt yüzdesinin %0,5'in altında olması durumunda, petrol kükürtsüz kabul edilir⁶.

Kuyulardan çıkarılan ham petrol, boru hatları ile toplama bölgelerindeki tanklara, buradan da en yakın rafinerilere taşınmaktadır. Ham petrol, rafinerilerde çeşitli petrol ürünlerine (likit gaz, benzin, motorin, gazyağı, fuel-oil, asfalt, madeni yağ vb.) dönüştürülmekte ve daha sonra bu ürünler akaryakıt dağıtım organları aracılığıyla nihai tüketiciye sunulmaktadır. Bunların yanı sıra petrokimya, ilaç, demir çelik gibi endüstriler için de temel girdi olarak kullanılabilen ürünler üretilmektedir.

Dünyada ham petrol ticareti artmaya başladığında ölçü standardının belirlenmesinde değişik yöntemler kullanılmıştır. Standardın belirlenmesinde viski ve şarap ticaretinde kullanılan tahta varillerin hem taşınma hem de kolay bulunuyor olması ham petrol ölçü standardını belirlemiştir. Bu standart 42 ABD galon (158.9873 litre) olarak kabul edilmiştir⁷. Dünyada yerel ham petrol çıkaran ülkeler petrol için kendileri teknik bir standart ölçü birimi belirleyememektedirler. Bunun en önemli

⁵ H. Bayraç, (Çevrimiçi) www.tek.org.tr/dosyalar/BAYRAC-ENERGY.pdf. Erişim tarihi 1 Mart 2010. s. 3.

⁶ (Çevrimiçi) <http://www.pigm.gov.tr/uretimi.php>. Erişim tarihi 1 Mart 2010.

⁷ (Çevrimiçi) http://en.wikipedia.org/wiki/Barrel_volume. Erişim tarihi 1 Mart 2010.

sebeplerinden biri, ham petrol çıkaran şirketlerin ortakları genellikle Amerikan şirketleridir. Tüm dünyada tek ve aynı standart kullanılmaktadır.

Dünya petrol fiyatları arz ve talebe göre belirlenmektedir. Talep düzenli olarak artmaktadır. Buna karşın arzın talebi karşılamasında hissedilen en küçük sorun fiyatlara olumsuz yansımaktadır. Arz-talep dengesinin neredeyse 'bıçak sırtında' olduğu petrol dünyasında, günlük fiyatlar iki ayrı piyasada oluşmaktadır. Bunlardan ilki petrolün fiziksel olarak el değiştirdiği fiziksel piyasalar, diğeri ise petrol üzerine yazılmış kontratların işlem gördüğü borsalardır. İster ham petrol olsun, isterse de benzin, motorin gibi temel petrol ürünleri olsun, bunların hem fiziksel hem de kontrat piyasası bulunmaktadır.

Fiziksel piyasalarda gerçekleştirilen işlemler Platts adlı kurum tarafından raporlanmaktadır. Platts, New York merkezli 1909 yılından bu yana beş kıtayı kapsayan bir ağıdır. Enerji piyasalarında oluşan haber ve fiyatlandırma ile ilgili olarak en şeffaf şekilde bilgilendirme sağlayan dünyanın en büyük, saygın ve bağımsız kuruluşudur⁸.

Platts, her günün sonunda hem bölgesel, hem de ham petroller ve ürünler bazında bir "uzlaşma" fiyatı açıklanmaktadır. Bu fiyat, petrol endüstrisinde fiziksel alımlarda "endeks" fiyatını oluşturmaktadır. Ülkeler ya da kurumlar arasındaki alışverişlerde de fiyatlama Platts artı (veya eksi) olarak belirlenmektedir. Platts, başta Kuzey Batı Avrupa, Akdeniz, Kuzey Amerika, Dubai ve Singapur olmak üzere tüm önemli petrol bölgelerindeki hemen tüm ham petrol ve petrol ürünleri için ayrı ayrı fiyatları gün sonunda açıklamaktadır. Ham petrol ve doğalgaz ürünlerinin işlem gördüğü vadeli sözleşme piyasaları aşağıdaki gibidir:

- New York Mercantile Exchange-NYMEX
- Hong Kong Futures Exchange-HKEX
- Philadelphia Board of Trade-PBOT
- Intercontinental Btchange (ICE)

⁸(Çevrimiçi) <http://www.platts.com/Overview.aspx>, Erişim tarihi 1 Mart 2010

Vadeli sözleşme piyasaları olarak Londra'daki ICE ile ABD'deki NYMEX en önde gelen iki piyasadır. Ham petrol kontratları Dubai, Tokyo ve Singapur'da da işlem görmesine karşın, bu piyasalar ilk iki piyasa kadar belirleyici ve yüksek işlem hacimlerine sahip değildir. NYMEX, Kuzey Amerika'nın tek ham petrol ticaretinin yapıldığı piyasasıdır. Ayrıca dünyanın en büyük emtia vadeli işlemlerinin yapıldığı piyasa özelliğine de sahiptir. Dünyada yapılan işlemlerin yaklaşık %80'i bu piyasada gerçekleşmektedir. Bu piyasa son birkaç yılda daha da büyüyen bir işlem hacmine sahiptir. İşlem hacmine göre en önemli vadeli kontratları⁹:

- Crude Oil (West Texas Intermediate)
- Natural Gas (Henry Hub)
- Unleaded Gasoline (New York Harbor)
- Heating Oil (No.2)'dir.

Enerji vadeli işlem piyasalarında en büyük oyuncular petrol şirketleriyken, günümüzde özellikle 11 Eylül'den sonra bu durum değişmiştir. Küresel olaylar domino taşı gibi birbirini etkileyerek enerji piyasasının ön plana çıkmasına sebep olmuştur. Özellikle Amerika'nın petrole olan bağımlılığının her geçen gün artması nedeniyle enerji piyasalarına ilgi de büyümüştür. Enron skandalı ile beraber enerji piyasalarına olan ilgi daha da artmıştır. Enron, 1985 yılında ABD'de birkaç şirketin birleşmesi sonucu kurulmuş olan ve ülkenin en büyük doğal gaz dağıtıcısı olarak faaliyet gösteren firmasıydı. Enerji piyasalarında çok hızlı büyüyen ve ABD'nin en büyük doğal gaz tedarikçisi haline gelen Enron şirketi, enerji piyasalarının liberalleşmesi için de çok ciddi uğraş vermekteydi. Enron şirketi, enerji piyasası gibi dinamik bir piyasada taşıdığı riskleri ve zararları yatırımcılarına göstermemek için yasadışı olarak muhasebe kayıtlarıyla oynamıştır. Bu durumun ortaya çıkmasıyla beraber hisse senetleri hızla değer kaybeden Enron şirketi 2002 yılında batmaktan kurtulamamıştır. Bu durum ABD'de büyük yankı uyandırmış ve enerji piyasaları yatırımcılar tarafından keşfedilmeye başlanmıştır.

⁹Peter C. Fusaro, "Introduction to Energy Financial Risk Management", Der. P. Fusaro, **The Professional Risk Managers' Guide to the Energy Market**, New York: McGraw-Hill. 2008, s.8.

NYMEX piyasasında daha az sülfüre sahip olan “sweet crude oil” vadeli sözleşmeleri 1983 yılından beri işlem görmektedir. Opsiyon sözleşmeleri ise 1986 yılında işlem görmeye başlamıştır. Her bir vadeli işlem 1000 varil olarak gerçekleşmektedir. Bir başka deyişle 37,55\$’a tek bir sözleşme almak demek 37,550 ABD Dolarlık ham petrolü kontrol etmek anlamına gelmektedir. Günümüzde yaklaşık olarak 100,000 sözleşme (100.000.000 varil) işlem görmektedir. Bu durum şu anda günlük 70.000.000 varillik petrol arzını aşmaktadır. NYMEX 1993 yılında MYMEX ACCESS elektronik sistemine geçerek bir günde 20 saatten fazla işlem yapılmasına olanak sağlamıştır.

Tüm dünyada son 150 yılda artan sanayileşme ve gelişme, enerji ihtiyacını ve talebini de büyük ölçüde arttırmıştır. Çin, Kore, Filipinler ve Hindistan gibi gelişmekte olan ekonomilere bağlı olarak enerji ihtiyacının 2030 yılına kadar en az %44 oranında artacağı tahmin edilmektedir. Dünyanın enerji talebinin yüzde 80’i kömür, petrol ve gaz gibi fosil yakıtlardan sağlamaktadır. Ancak fosil yakıtlar, yenilenebilir kaynaklar değildir ve bir gün bu kaynakların biteceği tüm dünya tarafından kabul edilmektedir.

Öte yandan fosil yakıtların çevreye verdiği zarar tüm dünya tarafından endişe ile karşılanmaktadır. Fosil yakıtların kullanımı sonrasında ortaya çıkan karbon ve benzeri gazların atmosfere salınması, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin başlıca sebebi olarak kabul edilmektedir. Bilim adamları, tüm dünyada sera etkisi yaratan gazların atmosfere salınımının bir an önce azaltılması gerektiğini belirtmektedir. Fosil yakıtların kullanımının azaltılması konusundaki baskılar, alternatif enerji kaynakları arayışını hareketlendirmektedir. Güneş, rüzgâr ve su kaynaklarının enerji üretiminde kullanılması konusundaysa bazı temel sorunlar sürmektedir. Bu kaynakların kullanımını sağlayacak teknolojiler hâlâ yaygın olarak kullanılmamaktadır. Ayrıca yüksek maliyet de diğer büyük engellerden biridir. Hidroelektrik dışındaki yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşmasının en az 25 yıl alacağı tahmin edilmektedir.

1.1.2. Petrol Fiyatları

Petrol fiyatlarını etkileyen iki temel değişken vardır. Bu değişkenler; gravite ve petrolün içerdiği sülfür miktarıdır. Petrolün kalite açısından önemini gösterdiği için bu iki değişken petrol fiyatının belirlenmesine temel teşkil etmektedir¹⁰.

Fiyatın belirlenmesinde kullanılan matematiksel formül aşağıdaki gibidir:

$$\text{Varil Başına Petrol Fiyatı} = \text{Varil Başına Baz Fiyat} + A * \text{API}^{11} - B * S\%$$

Varil Başına Baz Fiyat: ABD 0⁰API Sweet Petrol

API: Amerikan Petrol Enstitüsü

A: Gravite Ölçüm Faktörü

B: Sülfürün durumunu gösterir düşürücü faktör (Markdown factor for presence of sulfur)

A ve B faktörleri kimyasal işlemler sonucunda elde edilmektedir.

S: Sülfür Oranı

Son dönemlerde giderek artan petrol fiyatları, özellikle petrol ithal eden ülkeler ve tüketiciler açısından haklı kaygılara neden olmaktadır. Petrol fiyatlarının gelecek dönemlerdeki seyri ile ilgili olarak çeşitli analizler yapılmakta ve fiyatların seyrine dair çeşitli senaryolar üretilmektedir. Petrol fiyatlarını etkileyen faktörler incelendiğinde temel başlıklar aşağıdaki şekilde özetlenebilir¹²:

- Ekonomik etkenler
 - Rezervlerin durumu
 - Arz ve talep dengesi
 - Taşıma maliyetleri
 - Diğer yatırım maliyetleri

¹⁰ GARP, a.g.e., s. 40.

¹¹ Amerikan Petrol Enstitüsü (API) tarafından çıkarılan ve özgül ağırlığa bağlı API gravite tanımı, bütün dünyada petrolün sınıflandırılması için genel kabul görmektedir.

¹²T.C.Başbakanlık, Devlet Planlama Teşkilatı, **Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2010, Petrol ve Petrol Ürünleri Sanayii, Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, Ankara, 2007, s.54.

- Politik etkenler
 - Piyasa düzenlemeleri
 - Siyasi riskler
 - Karteller
 - Çevre kirliliği düzenlemeleri
- Coğrafi etkenler
 - Rezervlerin homojen olmayan dağılımı
 - Tanker (ya da ihrac yolu) sağlayabilme olanağı
 - Hava durumu, mevsimsel etkenler
- Diğer etkenler
 - Ürünlerin kalitesi
 - Piyasanın tercihleri
 - Alternatif ürünlerin varlığı/yokluğu
 - Rafinaj-taşıma kısıtlamaları
 - Borsa spekülörleri
 - Üretici ülkelerdeki etnik kökenli hareketler
 - Sabotajlar

Yukarıdaki etkenler petrol fiyatlarını farklı ölçüde etkilemektedir. Petrol piyasasının büyük oyuncularını ise;

- OPEC (özellikle Suudi Arabistan)
- OPEC dışı (Rusya Federasyonu Norveç, Meksika, v.b.)
- Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)
- Amerika Birleşik Devletleri (ABD)
- Büyük Petrol Şirketleri
- Uluslararası Borsalar (NYMEX, IPE)
- Uluslararası Yayınlar (Platts, Bloomberg, v.b.)
- Petrol alım-satım şirketleri
- Diğer (Özellikle bankalar)

Dünya ham petrol fiyatlarının eğimi aşağıdaki Tablo1’de görülebileceği gibi yıllar itibariyle dalgalı bir seyir izlemektedir. Geçmiş yıllarda bu dalgalı seyir birçok petrole bağımlı ülkede ciddi sorunlar yaratmıştır.

Tablo 1: Dünyada ham petrol fiyatları(ABD Doları)

Ham Petrol Türü	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
İngiltere Brent 38 API	23,26	41,39	60,93	56,66	98,42	34,33	78,88
ABD WTI	24,79	45,32	64,21	56,29	97,90	46,17	77,90
Dünya Ortalama	23,17	35,16	55,12	54,63	92,93	34,57	78,65

Kaynak: http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/pet_pri_wco_k_w.htm

Dünyadaki petrol rezervleri her geçen yıl artan talebi karşılayabilecek durumda olsa da, özellikle gelişmiş ülkeler petrol kaynakları yerine alternatif enerji kaynakları arayışlarına devam etmektedirler.

1.1.3. Petrol Fiyatları ile İlgili Çalışmalar

Dünyada petrol fiyat değişimlerinden etkileyen bir çok faktörün yanı sıra ülkelerin bu değişimlerden etkilenmesi, son yüzyıl içerisinde araştırmacılar tarafından ilgiyle takip edilmiş ve bu konuda çok geniş bir yazın oluşmasına sebep olmuştur. Petrol fiyat değişimleri ile ilgili olarak temel çalışmalardan biri Hamilton’un çalışmasıdır¹³. 1983 yılında yapılan çalışmada, ABD ekonomisinin 1948-1972 yılları arasında yaşadığı durgunluk dönemine petrol fiyat değişimlerinin etkisi incelenmiştir. Hamilton çalışmasında, ham petrol fiyat yükselişlerinin GSMH büyüme oranının düşmesinde, işsizlik ve enflasyon oranının yükselmesinde etken olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmanın ardından ABD ekonomisi ağırlıklı olmak üzere, özellikle gelişmekte olan ülkelerin makro ekonomik değişkenler üzerinde ham petrol fiyat değişimlerinin etkisini inceleyen çalışmalar yapılmıştır. Çalışmalar incelendiğinde, ham petrol fiyat değişkenliğinin artmasının riski arttırdığı ve ülkelerin finansal piyasalarını negatif yönde etkilediği, yatırım ve zenginliği azalttığına dair sonuçların ortaya çıktığı görülmüştür.

¹³ Bakınız, James D. Hamilton, “Oil and the Macroeconomy since World War II”, **The Journal of Political Economy**, Vol.91, No.2, April 1983.

Türkiye’de bu konuda yapılan çalışmalar çok az sayıdadır¹⁴. Yapılan çalışmaların sonuçları, ham petrol fiyat değişkenliğinin Türkiye’nin makro ekonomik değişkenleri üzerinde etkisinin oluşmadığı yönündedir. Diğer yandan petrol fiyatının uzun dönemde altın fiyatı cinsinden meydana getirdiği hareketlerin GSYİH üzerinde negatif bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

1.1.4. Dünya Ham Petrol Rezervi, Ham Petrol Üretimi ve Tüketimi

2009 yılı itibariyle dünyadaki petrol rezervi 1342 milyar varil civarındadır. Bu rezervin en büyük kısmının ise Ortadoğu Bölgesi’nde olduğu bilinmektedir. Ortadoğu Bölgesi’nde Suudi Arabistan %35, İran %18 ve Irak %15’lik kısmına sahiptir. Kuzey Amerika Bölgesi, dünya rezervinin %15,2’ine sahipken, bölgenin en büyük rezervleri %84 ile Kanada ve %10’luk kısmıyla da Amerika Birleşik Devletleri’nde bulunmaktadır.

Tablo 2: Dünya Ham Petrol Rezervleri (Milyar Varil/Yıllık)

Bölgeler	2006	Pay(%)	2007	Pay(%)	2008	Pay(%)	2009	Pay(%)
Kuzey Amerika	213	16,51	213	16,14	212	15,88	210	15,64
Güney ve Orta Amerika	103	7,99	103	7,81	110	8,25	123	9,14
Avrupa	16	1,27	16	1,20	14	1,07	14	1,02
Avrasya	78	6,02	99	7,51	99	7,42	99	7,37
Ortadoğu	743	57,50	739	56,14	748	56,18	746	55,58
Afrika	103	7,93	114	8,66	115	8,62	117	8,72
Asya Pasifik	36	2,78	33	2,53	34	2,58	34	2,53
Toplam	1293	100	1317	100	1332	100	1342	100

Kaynak: <http://tonto.eia.doe.gov>

¹⁴Aykut & Bengi Kibritçioğlu, **Ham Petrol ve Akaryakıt Ürünü Fiyat Artışlarının Türkiye’deki Enflasyonist Etkileri**, TC Başbakanlık Hazine Müsteşarlığı Ekonomik Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, 1999, s.? ve Barış Kablamacı, “Dünya Ham Petrol Fiyat Değişimlerinin Makro Ekonomik Etkileri: Türkiye Örneği”, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 2008, s.?

Tablo 3:Dünya Toplam Ham Petrol Tüketimi (Bin Varil / Gün)

Bölgeler	2006	Pay(%)	2007	Pay(%)	2008	Pay(%)	2009	Pay(%)
Kuzey								
Amerika	25.027	29,37	25.135	29,18	23.890	27,86	22.937	50,55
Güney ve Orta								
Amerika	5.746	6,74	5.946	6,90	6.149	7,17	253	0,56
Avrupa	16.442	19,30	16.132	18,73	16.128	18,81	14.497	31,95
Avrasya	4.265	5,01	4.271	4,96	4.350	5,07	0	0
Ortadoğu	6.041	7,09	6.393	7,42	6.775	7,90	0	0
Afrika	3.041	3,57	3.129	3,63	3.235	3,77	0	0
Asya Pasifik	24.641	28,92	25.133	29,18	25.224	29,42	7.691	16,95
Toplam	85.202	100	86.138	100	85.752	100	45.378	100

Kaynak: <http://tonto.eia.doe.gov>

Dünyada petrol rezervi açısından %9,14 ile üçüncü büyük kaynağa sahip olan bölge Güney ve Orta Amerika'dır. Bu bölgede yaklaşık %80'lik payla Venezüella en büyük paya sahiptir. Bu bölgede Nijerya ve Libya'nın rezerv açısından önemi günden güne artmaktadır.

Dünya ham petrol tüketimi incelendiğinde en büyük tüketimin Kuzey Amerika Bölgesi'nde gerçekleştiği görülmektedir. Bölgenin petrol tüketiminde birinci sırayı %80'lik bir payla ABD alırken ikinci sırayı Kanada almaktadır. Asya Pasifik bölgesinde petrol tüketiminin fazla olmasının temel nedeni Çin'dir. OECD ülkelerinden sonra ham petrol tüketimi konusunda dünyanın en büyük üçüncü ülkesi olan Çin'in ekonomik büyümesi ile beraber ham petrol talebinde artış olmuştur. Asya bölgesinde Çin'den sonra Japonya, Tayland ve Hindistan'ın da petrol tüketiminde ağırlığı fazladır. 2009 yılında Çin enerji tüketiminde %7,2 büyürken ABD %2,8 küçülmüştür.

2009 yılında ABD, 1982 yılından bu yana en büyük talep düşüşünü yaşamıştır. Dünya petrol tüketimi 1983 yılından bu yana en büyük günlük düşüş -%0,6 oranında-

2009 yılı içinde yaşarken OECD Ülkeleri dışındaki ülkelerde düşüş eğilimi daha düşük gerçekleşmiştir¹⁵.

ABD dünyadaki en büyük ham petrol piyasasına sahiptir. Üretici olarak dünyada üçüncü sırada yer almasına rağmen ihtiyacının yarısından fazlasını ithal etmektedir.

Tablo 4: Dünya Toplam Ham petrol Üretimi (Bin Varil / Gün)

Bölgeler	2006	Pay(%)	2007	Pay(%)	2008	Pay(%)	2009	Pay(%)
Kuzey Amerika	15.327	18,13	15.380	18,22	15.049	17,62	15.331	18,22
Güney ve Orta Amerika	7.317	8,66	7.236	8,57	7.406	8,67	7.467	8,87
Avrupa	5.676	6,72	5.414	6,42	5.186	6,07	4938	5,87
Avrasya	12.158	14,39	12.607	14,94	12.527	14,67	12.899	15,33
Ortadoğu	25.187	29,80	24.553	29,09	25.838	30,26	24.398	28,99
Afrika	10.359	12,26	10.713	12,69	10.794	12,64	10.594	12,59
Asya Pasifik	8.494	10,05	8.491	10,06	8.584	10,05	8.531	10,14
Toplam	84.517	100	84.394	100	85.384	100	84.159	100

Kaynak: <http://tonto.eia.doe.gov>

Dünya ham petrol üretimi incelendiğinde en büyük üretime sahip bölgenin Ortadoğu Bölgesi olduğu görülmektedir. Bu bölgede yer alan Suudi Arabistan en büyük üreticilerden biridir. Bir diğer büyük üretici olan Rusya Federasyonu, Avrasya bölgesinde önemli bir konumdadır. Avrasya bölgesinde son yıllarda hızlanan petrol arama çalışmaları sonucunda Kazakistan ve Azerbaycan'ın da üretici olarak önemi artmıştır. Kuzey Amerika Bölgesi'nde ABD'nin ham petrol üretiminde yaklaşık payı %80 civarındadır. Petrol üretimi belli başlı ülkelerin kontrolünde olduğundan, bu bölgelerde yaşanan ekonomik ya da sosyal olaylar petrol üretimini ve fiyatlarını yüksek oranda etkilemektedir.

Dünyadaki üretimin yaklaşık %44'lük payı OPEC ülkeleri tarafından yapılırken OECD ülkelerinin payı %22 civarındadır¹⁶.

¹⁵ BP, 2009 Sektör Raporu, s. 2.

¹⁶ A.g.e., s. 8

1.1.5. Petrol Piyasasında Geleceğe Yönelik Tahminler

Dünya enerji talebinin 2030 yılına kadar %44 oranında artması beklenirken, OECD dışındaki ülkeler için artışın %73, OECD ülkelerinde ise %15 civarında olması beklenmektedir¹⁷. Yapılan tahminler incelendiğinde, talepteki artış oranının her geçen yıl yaşanan ekonomik gelişmelerle azaldığı gözlenmiştir.

Önümüzdeki 25 yıllık dönemde dünya petrol talebinin yıllık ortalama %1,6 oranında artması beklenmektedir. Bu artışın en önemli kaynağı ulaşım sektöründeki talep artışı olacaktır. Şu andaki petrol tüketiminin %47'si ulaşım sektöründen kaynaklanırken bu oranın 2030 yılında %54'e ulaşacağı tahmin edilmektedir. 2002 yılında dünya petrol talebinde %59'luk paya sahip OECD ülkelerinin 2030 yılında bu payının %43 seviyesine düşmesi beklenmektedir¹⁸.

Tablo 5: 2006-2025 yılları arasında Enerji Tüketimi (Katrilyon/Btu)

Bölgeler	2006	2010	2015	2020	2025	2030
OECD	241,7	242,8	252,4	261,3	269,5	278,2
OECD Dışı	230,8	265,4	299,1	334,4	367,8	400
Toplam	472,5	508,2	551,5	595,7	637,3	678,2

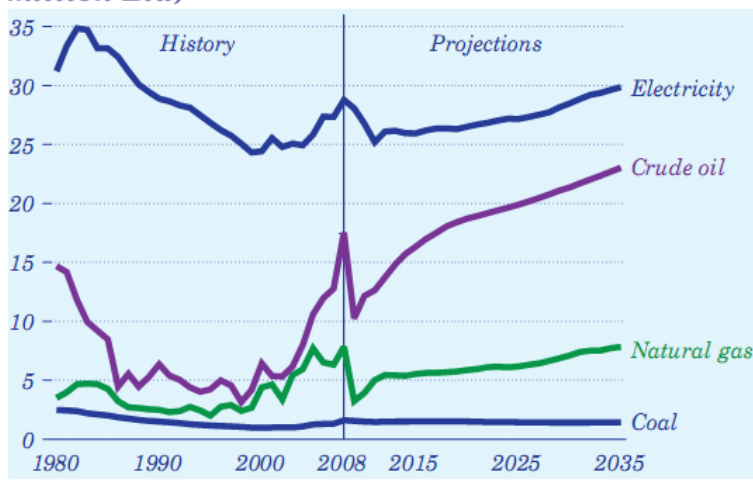
Kaynak: <http://tonto.eia.doe.gov>

Yukarıdaki Tablo 5'de OECD dışındaki ülkelerin enerji tüketimindeki payının her geçen daha fazla artacağı tahmin edilmektedir. Bu paydaki artışın en önemli nedeni ekonomisi büyümekte olan Çin ve Hindistan'dır. Enerji talep artışının artması dünya ekonomisinin gelecek dönemlerde daha iyi bir seyir izleyeceğine dair beklentiyi de taşımaktadır.

¹⁷ International Energy Outlook, 2009, s. 1

¹⁸ T.C.Başbakanlık, Devlet Planlama Teşkilatı, a.g.e., s.81.

Grafik 1: Enerji Ürünleri Fiyat Tahminleri



Kaynak: Annual Energy Outlook 2010 Early Release Overview Aralık 2009, s.3.

Yukarıdaki Grafik 1’de gelecek yıllar itibariyle enerji ürünlerinde beklenen fiyat artışları görülmektedir. Ham petrol fiyat artışının dünyada beklenen ekonomik büyümeyle beraber yükseleceği tahmin edilirken, kömürde önemli bir fiyat değişimi olmayacağı düşünülmektedir. Son yıllarda çevreye olan duyarlılığın artması nedeniyle ülkelerin kömüre olan taleplerinde değişim ön görülmemektedir.

1.2. DOĞALGAZ PİYASASI

Birçok açıdan dünyada ikinci büyük enerji kaynağı doğalgazdır. Doğalgazda, ürün standardı, gazın ısı değerine bağlı olarak belirlenmektedir¹⁹.

Dünyada toplam enerji tüketiminin %24’ünü karşılayan doğalgaz, stratejik olarak önemli bir ekonomik kaynaktır. Yeryüzünde mevcut teknoloji ile ispat edilen 180 trilyon metreküp toplam doğalgaz rezervi bulunmaktadır. Günümüzde bu rezervin sadece 3 trilyon metreküplük kısmı çıkartılıp tüketilmektedir. Doğalgaz rezervlerinin yaklaşık 60 yıl daha dünya talebini karşılayabileceği tahmin edilmektedir. Uluslararası düzeyde doğalgaz ticareti ise İkinci Dünya Savaşı sonrasında artmaya başlamıştır.

¹⁹ (Çevrimiçi) <http://www.pigm.gov.tr/uretimi.php>

Tablo 6:Dünya Doğalgaz Rezervleri (Trilyon Kübik feet)

Bölgeler	2006	Pay(%)	2007	Pay(%)	2008	Pay(%)	2009	Pay(%)
Kuzey Amerika	276	4,52	283	4,58	309	4,99	308	4,94
Güney ve Orta Amerika	250	4,10	240	3,89	261	4,21	266	4,26
Avrupa	200	3,28	180	2,91	172	2,77	169	2,70
Avrasya	1.952	31,88	2.014	32,55	2.014	32,43	1.993	31,88
Ortadoğu	2.565	41,89	2.566	41,46	2.548	41,03	2.591	41,44
Afrika	485	7,93	484	7,83	489	7,88	494	7,90
Asya Pasifik	391	6,40	419	6,78	415	6,69	430	6,88
Toplam	6.124	100	6.189	100	6.212	100	6.254	100

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy June 2009

Dünya doğalgaz piyasası incelendiğinde, doğalgaz rezervlerinin Ortadoğu ve Avrasya Bölgesi'nde toplandığı görülmektedir. Orta Doğu toplam dünya rezerv miktarı olan 2591,653 Trilyon m³ doğalgazın % 41,4'üne sahiptir. Avrasya Bölgesi'nde 1993,8 m³ ile %33,88'lik payla ikinci sıradadır. Başka bir deyişle, dünya üzerindeki keşfedilmiş doğalgaz rezervlerinin %74'e yakın bir kısmı Orta Asya Cumhuriyetleri ve Avrasya bölgesinde, özellikle Rusya Federasyonu'nu da içine alan Eski Sovyetler Birliği Bölgesi'nde ve Orta Doğu'da bulunmaktadır.

Dünya doğalgaz rezervlerine ülkeler bazında bakıldığında Rusya Federasyonu'nun % 25,2'lik bir oranla dünyanın en büyük doğalgaz rezervlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu ülkeyi % 15,7 ile İran ve % 14,4 ile Katar takip etmektedir.

Tablo 7: Dünya Doğalgaz Üretimi (Milyar Kübik feet)

Bölgeler	2006	Pay(%)	2007	Pay(%)	2008	Pay(%)
Kuzey Amerika	26.133	26,11	26.792	25,91	27.269	25,78
Güney ve Orta Amerika	4.863	4,86	5.059	4,89	5.199	4,92
Avrupa	11.427	11,42	11.098	10,73	10.716	10,13
Avrasya	28.191	28,17	28.895	27,94	29.221	27,63
Ortadoğu	11.205	11,20	11.948	11,55	12.592	11,91

Afrika	6.117	6,11	6.545	6,33	6.832	6,46
Asya Pasifik	12.135	12,13	13.082	12,65	13.941	13,18
Toplam	100.074	100	103.423	100	105.774	100

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy June 2009

Dünyanın doğalgaz üretim hacmi incelendiğinde, düşük düzeyde bir rezerve sahip olmasına rağmen en çok üretimin Kuzey Amerika Bölgesi'nde yapıldığı görülmektedir. Kuzey Amerika Bölgesi'nde en büyük paya Kanada sahiptir.

Dünya doğalgaz ticaretine bakıldığında ise Rusya Federasyonu'nun doğal gaz ticaretinde oldukça önemli bir ihracatçı olduğu gözlenmektedir. 2009 yılında gerçekleştirilen dünya doğalgaz ihracatı içerisindeki payı % 24 olan Rusya Federasyonu, bu ihracatının tamamını Avrupa'ya yapmıştır. Avrupa ülkelerinin diğer önemli doğalgaz tedarikçileri ise Norveç, Hollanda ve Cezayir'dir. Doğalgaz rezervleri açısından oldukça önemli bir konumda bulunan İran'ın üretiminin hemen hepsi yerel tüketime gitmekte ve elinde bulundurduğu rezervlerle kıyaslandığında oldukça düşük bir miktarda ihracatı Türkiye'ye bulunmaktadır. Dünya doğalgaz ticareti içerisinde oldukça önemli bir yere sahip olan bir diğer ülke de Kanada'dır. Kanada dünya ticaretinde yaklaşık %10'luk bir paya sahiptir ve ihracatının tümünü ABD'ye yapmaktadır.

ABD son yıllarda bulduğu doğalgaz rezervleri ve uyguladığı yeni teknoloji ile doğal gaz piyasasında ciddi anlamda rekabeti artırıcı bir politika ile ön plana çıkmaktadır. Bu yeni teknoloji ile önümüzdeki 3 yıl içerisinde ABD'nin doğal gaz ihracatçısı haline geleceği ve üretimde Rusya'yı geçmesi beklenmektedir. Bu durum özellikle Avrupa'da çok güçlü bir konumda olan Rusya'nın politikalarını etkilemektedir.

Tablo 8: Dünya Doğalgaz Tüketimi (Milyar Kübik feet)

Bölgeler	2006	Pay(%)	2007	Pay(%)	2008	Pay(%)
Kuzey Amerika	27.191	26,13	28.316	26,28	28.485	25,83
Güney ve Orta Amerika	4.520	4,34	4.580	4,25	4.705	4,27
Avrupa	20.229	19,44	20.106	18,66	20.494	18,59
Avrasya	23.647	22,72	24.160	22,42	24.317	22,05

Ortadoğu	10.264	9,86	10.674	9,91	11.652	10,57
Afrika	2.899	2,79	3.079	2,86	3.238	2,94
Asya Pasifik	15.310	14,71	16.826	15,62	17.368	15,75
Toplam	104.063	100	107.743	100	11.0262	100

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy June 2009

Dünya doğalgaz tüketimi incelendiğinde, en çok tüketimi %25,83 payla Kuzey Amerika Bölgesi yaparken ikinci sırada %22,05 payla Avrasya Bölgesi yer almaktadır. Avrupa Bölgesi de %18,59 payla üçüncü sırada yer almaktadır. Doğalgaz tüketiminde dördüncü sırada yer alan Asya Pasifik Bölgesi'nde özellikle Japonya ve Güney Kore'nin ağırlığı fazladır.

Doğalgaz tüketimi konusunda Kuzey Amerika Bölgesi'nde ilk sırayı ABD alırken, Avrasya Bölgesi'nde ise en fazla doğalgaz tüketimi Rusya Federasyonu ve Kazakistan gerçekleştirmektedir. OECD ülkelerinin doğalgaz tüketiminde payı %49,7'dur. Dünya doğalgaz tüketiminde önemli bir paya sahiptir.

Sıvılaştırılmış doğalgaz (LNG), dünyada doğalgazdan üretilen bir başka önemli enerji türüdür. Özellikle cam sanayi, turizm, tekstil ve döküm sanayisinde kullanılan LNG, doğalgazın sıvılaştırılmış bir türüdür. Ülkelerarası ticarete çok fazla kullanılan ve yaygın bir dağıtım ağı olan LNG'nin en büyük avantajı gemilerle uzak ülkelere taşınabilmesidir. LNG pazarı Asya –Pasifik ve Atlantik Bölgesi olmak üzere iki büyük bölgeden oluşmaktadır. Bu bağlamda Japonya ve Güney Kore gibi enerji tüketimi çok olan ülkelerin ilk tercihlerinden biri olmaktadır.

Büyük yatırımlar gerektiren LNG zinciri, dünyada büyük firmalar (Esso, Shell, BP, Mobil, Chevron, Gulf and Texaco - Beş Kız Kardeş) tarafından yönetilmektedir. Büyük firmaların sahip olduğu tanker kapasiteleri ve kurdukları terminallerin sağladığı rekabet avantajı daha küçük firmaların bölgesel LNG ticareti yapmalarına sebep olmuştur²⁰.

²⁰ James, T. Jensen, "The LNG Revolution", **The Energy Journal**, Vol. 24 No. 3, 2003, s. 37.

LNG fiyatlarının son yıllarda, taşıma maliyetlerinin yüksekliği ve gazlaştırma gibi bazı işletme maliyetleri nedeniyle doğalgaz fiyatlarından yüksek seyrettiği gözlenmektedir. Bunun yanı sıra doğalgaz fiyatlarındaki artış eğiliminin LNG fiyatlarını da doğrudan etkilediği açıktır. LNG talebinin genelde doğalgaz üretim alanlarına erişimi olmayan ülkeler tarafından yapıldığı göz önünde bulundurulursa, aradaki fiyat farkına rağmen LNG talep edilmesinin sebebi de açıklık kazanmaktadır. Doğalgazın okyanus ötesi taşınmasında önemli bir paya sahip olan LNG ticareti, ülkelerin enerji taleplerini etkilemektedir. Birçok LNG kontrat fiyatı petrol fiyatına endekslenmiştir.

Doğalgaz piyasasını etkileyen faktörler arasında arz ve talebin yanı sıra, Rusya Federasyonu ve Ortadoğu arasındaki jeopolitik dengeyi, alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesi, emisyon kontrollerinin öneminin ve global ekonomide refahlık düzeyinin artmasını sayabiliriz²¹.

Son yıllarda çevre kirliliği ile ilgili olarak yapılan anlaşmalar çerçevesinde, özellikle Avrupa'da çevreye daha az zararlı olan doğalgaz tercih edilmeye başlanmıştır. Bu durum Rusya Federasyonu'nu yeni doğalgaz boru hatları yatırımlarına yönlendirmiştir.

Dünyada doğalgazın ülkeler arasında taşınarak daha fazla alanda kullanılması için büyük yatırımlar söz konusudur. Doğalgaz ithalatçısı ülkeler için her geçen gün önemi artan bir konu da, özellikle boru hatları ile taşınan doğalgazın arz güvenliğidir. Dönemsel olarak değişen taleplere karşılık doğalgazın kesintisiz olarak temin edilmesinde yaşanan sıkıntılar, doğalgaz ithal eden ülkeleri kullanılan enerji kaynaklarını çeşitlendirme konusunda zorlamaktadır.

Günümüzde bölgesel olarak sağlanan arzdan kaynaklanan sorunlar, özellikle Avrupa Bölgesi'ndeki ülkelerin doğalgaz piyasasının daha geniş alanlara yayılarak uluslararası ve bağımsız bir piyasa olması gerektiği konusunda hem fikir olmalarına

²¹ GARP, a.g.e, s.50

sebepe olmuştur. Bunun yanında bu ülkeler birbirleriyle işbirliği yaparak birden fazla ortaklı büyük projeler örneğın Nabucco gibi çalışmalar yapmaktadırlar.

Doğalgaz piyasası genellikle bölgesel olarak gelişme gösterirken, birden fazla noktadan gelen doğalgazın bir noktada toplanıp daha sonra birden fazla alıcıya dağıtılması yoluyla yapılan ticaret merkezlerine “Doğalgaz Hub”u adı verilmektedir. Doğalgaz hub’ları alıcıların, nakliyecilerin, satıcıların arasındaki gaz ticaretini yönlendiren, fiyatın oluştuğu merkezlerdir.

Spot piyasa işlemleri için uygun bir ortam oluşturan hublar, daha fazla alıcının görece ucuz arz kaynaklarına ulaşmasını sağlarken, satıcılara da doğal gaz için anlık en uygun fiyatı sunan alıcılara ulaşma imkânı sağlamaktadır²².

ABD Henry Hub, 12 boru hattını birbirine bağlayan ve 3 adet yer altı depo tesisiyle dünyadaki en büyük hublardan biridir. Likidite oranı oldukça yüksek olan bir piyasadır. Doğalgaz vadeli sözleşmelerinin en çok işlem gördüğü piyasadır.

Avrupa’da ise ulusal gaz piyasasını ilk özelleştiren İngiltere olmuştur ve Avrupa’daki en büyük gaz hubuna sahip NBP (İngiliz İletim Sistemi) gaz kontratları IPE’de işlem görmektedir. Bu piyasanın sanal bir hub olma özeliği vardır ve fiziksel olarak bu işlem İngiliz Ulusal İletim şirketi tarafından yapılmaktadır²³.

Tüketilen doğalgazın büyük oranda ithalat yolu ile karşılandığı ülkelerde depolama tesislerinin yapımına önem verilmesi gerekmektedir. Ülkelerin, Avrupa piyasalarında doğalgazda oluşan rekabetle mücadele edebilmek için depolama tesislerinin olması ve Nabucco gibi uluslararası projelerle “hub” olabilme iradesine ve siyasi gücüne ulaşarak yeni bir yapılanma içine girmeleri gerekmektedir.

²² Volkan Özdemir, “Doğalgaz Ticareti ve Avrupa Gaz “Hub”ları”, **16. Uluslararası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı Bildiriler Kitabı**, 12-14 Mayıs, 2010, s.288

²³ Özdemir, **a.g.e.**, s.289

1.2.1. Doğalgaz Fiyatı

Genelde doğalgaz fiyat formülleri petrol ürünlerine bağlıdır. Doğalgaz fiyatları bazen farklı kriterlere de bağlı olabilmekte, bu durumda petrol fiyatlarına bağımlılık yüzdesi daha düşük olmaktadır. Doğalgaz fiyatları, fiyat formüllerinde yer alan farklı yüzdelerde petrol ürünlerinin fiyat artışıyla orantılı olarak artmaktadır²⁴.

Petrol-doğalgaz fiyat ilişkisini inceleyen çalışmalar incelendiğinde, fiyat ilişkisi daha çok enerji kaynakları açısından ülkelerin pazar mücadelelerine göre yön almaktadır. Teknolojik gelişmelerle 2000'li yıllarda yükselmeye başlayan doğalgaz fiyatlarının petrol fiyatlarından etkilenmesi de azalma eğilimi göstermiştir. Özellikle doğalgazın uluslararası seviyede taşınabilir olması petrol ile doğalgaz arasındaki rekabeti daha da arttırmıştır. 2010-2030 yılları arasında petrol ve doğalgaz fiyatlarına ilişkin yapılan tahminlerde 2009 yılı IEA tarafında yayınlanan raporda, petrol fiyatlarının doğalgaz fiyatlarına olan oranın 1,5-2 arasında değişeceği ön görülmüştür²⁵.

Petrol ve doğalgaz fiyatlarının oluşmasında arz ve talep yönlü ekonomik faktörlerin ilişkisi önemlidir. Piyasadaki petrol ve doğalgaz davranışları incelendiğinde, geçmiş petrol fiyatlarındaki değişimin doğalgaz fiyatlarındaki değişimi sürüklediği ortadadır. Ham petrol fiyatı dünya piyasasında belirlenirken, doğal gaz piyasası bölgesel olarak belirlenmektedir. Sonuç olarak, yurt içinde oluşan doğal gaz piyasası küresel oluşan ham petrol piyasasına göre daha küçüktür ve doğalgaz fiyat değişimlerinin küresel olarak belirlenen petrol fiyatına etki edebilmesi muhtemel görünmemektedir. Petrol fiyatlarının uzun vadede doğal gaz fiyatlarını etkilediği, ancak doğal gaz fiyatlarının aynı etkiyi göstermediği gözlenmiştir²⁶.

²⁴ Botaş Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş., **Sektör Raporu 2008**, s. 15

²⁵Okan Yardımcı, Volkan Ediger, "Petrol Fiyatlarının Doğalgaz Fiyatları Üzerindeki Etkisi: Tüketici için Fırsatlar ve Tehditler", **16. Uluslararası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı Bildiriler Kitabı**, 12-14 Mayıs, 2010, s.222.

²⁶Jose A. Villar, Frederick L. Joutz, "The Relationship Between Crude Oil and Natural Gas Prices", **Energy Information Administration (EIA) Manuscript**, October 2006 s. 2

Tablo 9: 2000 – 2008 Arası Dönemde LNG, US Henry Hub ve UK NBP Fiyatları (ABD Doları/Ton)

Yıllar	LNG (Japonya)	US Henry Hub	UK NBP
2000	4.72	4.23	2.71
2001	4.64	4.07	3.17
2002	4.27	3.33	2.37
2003	4.77	5.63	3.33
2004	5.18	5.85	4.46
2005	6.05	8.79	7.38
2006	7.14	6.76	7.87
2007	7.73	6.95	6.01
2008	12.55	8.85	10.79

Kaynak: BP 2009 Raporu, s.31

Yukarıdaki Tablo XX incelendiğinde LNG ve doğal gaz fiyatlarının yıllar itibariyle artış eğilimi gösterdiği ve LNG fiyat artışlarının diğerlerine göre daha fazla olduğu görülebilmektedir. LNG ve doğal gaza olan talep artışı, petrolde yaşanan fiyat değişkenliği gibi etkenler fiyatların %100'ün üzerinde artmasına sebep olmuştur.

1.3. ELEKTRİK PİYASASI

Elektrik, başka bir enerji kaynağını kullanarak elde edildiği için genellikle ikincil enerji kaynağı olarak tanımlanmaktadır²⁷.

Dünyada yirmi yıl kadar önce başlayan elektrik piyasasına yönelik yeni düzenlemeler günümüze kadar devamlı genişleyerek devam etmektedir. Elektrik piyasasını yeniden yapılandırma sürecinde ülkeler kendilerine en uygun modelleri seçerek, rekabetçi bir ortam yaratarak, fiyatları düşürerek tüketici yararına yeni gelişmiş piyasa oluşturmayı hedeflemektedirler. Rekabetin olduğu piyasalarda elektrik üreticisi olan firmalar da gelişen teknolojiyi takip ederek gerekli yatırımları yapmaya zorlanmaktadır.

Elektriğin bazı özellikleri onu diğer ürünlerden ayırmakta ve zor bir ürün haline getirmektedir. Elektriğin depolanması oldukça masraflı ve depolanması için gerekli olan hidroelektrik pompa ve pil gibi teknolojiler yeterli kapasiteye sahip değildir. Depolanma maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle elektrik için oluşan arz ve talebin her saniye

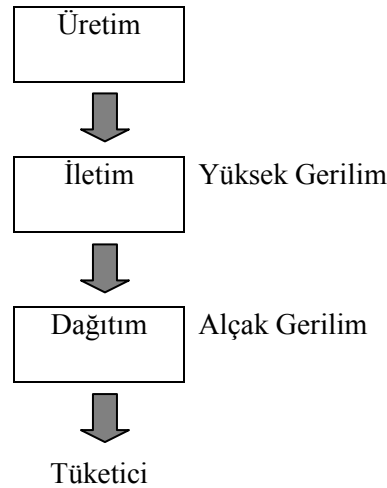
²⁷ GARP, a.g.e, s.35

dengelenmesine gerek duyulmaktadır. Elektrikte yaşanacak açık ya da fazla sadece bir kaç müşterinin elektriğe olan taleplerini etkilemeyecek bütün sistemi de sıkıntıya sokacaktır. Kısa vadede elektrik talebi, elastik olmayan bir yapı gösterir. Bu durum, sistem operatörünün, gerçek zamanlı olarak arz-talep dengelemesi yapmak için zorunlu olarak tüketim kısıntısına gitmesini gerekir²⁸.

Elektrik, doğalgaz ve telekomünikasyon sektörleri doğal tekel olma özelliği gösteren sektörlerdir. Birden fazla firma yerine tek bir firmanın daha düşük maliyetle hizmet/mal sağlayabilmesi durumu doğal tekel olarak adlandırılmaktadır.

Belirli özellikler doğal tekelleri diğer mal ve hizmet üreten endüstrilerden ayırt etmektedir. Doğal tekellerin tamamı hizmet sunarlar ve hizmetlerin bir mal gibi stoklanması mümkün değildir. Bu nedenle, tüketici talebinin zirvede olduğu zamanlarda talebi karşılamak üzere kapasite fazlasına ihtiyaç vardır. Aynı zamanda doğal tekellerde hizmetler genellikle tüketiciye bir boru hattı ya da tel aracılığıyla ulaştırılır²⁹.

Aşağıdaki şekilde elektriğin fiziki akışı görülmektedir.



Şekil 1: Elektriğin Fiziki Akışı

²⁸Severin Borenstein, James Bushnell, “Electricity Restructuring: Deregulation or Reregulation?”, **Working Paper No: CPC00-14**, University of California, Berkeley, 2000, s. 7.

²⁹Recep Çakal, “Doğal Tekellerde Özelleştirme ve Regülasyon”, T.C. Devlet Planlama Teşkilatı Yayınları, Uzmanlık Tezi, No: 2455, 1996, s. 18.

Üretim aşamasında, başka bir enerji türü (petrol, doğal gaz, kömür, nükleer güç, su gücü, yenilenebilir yakıt, rüzgâr tribünleri, vb.) elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Elektriğin maliyeti üretilirken kullanılan enerji türünün fiyatı, firmanın sermaye maliyetleri, genel yönetim giderleridir. Elektriğin üretimi sırasında kullanılan teknolojiye göre maliyetlerde değişiklikler oluşmaktadır. Fosil yakıtlarla üretim yapıldığında elektriğin maliyeti artmaktadır. Nükleer santrallerin ilk yatımı yüksek olmasına rağmen en ucuz elektrik üreten tesislerdir.

İletim, elektrik piyasasının en önemli aşamasıdır. Elektrik santrallerinde üretilen elektriğin yüksek gerilim hatları üzerinden dağıtım hatlarına veya doğrudan iletim hattına bağlı olan tüketicilere ulaştırılması işidir. İletim sisteminin üretim sistemi ile entegrasyonu önemlidir. İletim sisteminde, farklı bölgelerdeki elektrik üreticilerin şebekeye elektrik aktarması sağlanırken, arz güvenliği de (uygun voltaj, sistem güvenliği, vb.) en etkin şekilde yapılmalıdır. Elektrik piyasasında özellikle iletimin tek bir kurum tarafından yapılması gerekliliği (fiziksel imkânsızlıktan dolayı) tartışma konularından biridir.

Dağıtım, alçak gerilimli elektrik akımının nihai tüketiciye ulaştırılmasıdır. Dağıtım sisteminde birden fazla alçak gerilimli elektrik taşıyan kablolardan oluşan yeni bir hattın kurulmasının zor ve maliyetli olması doğal tekel olma özelliği göstermektedir.

Elektrik üretim piyasası doğal tekel olarak kabul edilmese de, belli yerlerde ve belli zamanlarda, üretim şirketleri/toptan satış şirketleri, hatta küçük üreticiler, pazar güçlerini kullanabilmektedirler. Birçok ülkede, elektrik piyasasında pazar gücünün kullanılması sonucunda elektrik fiyatları yükselmiş ve elektrik toptan satış piyasasının rekabete açılması tüketicinin aleyhine sonuçlar vermiştir. Örneğin Kaliforniya'da üreticilerin elektrik toptan satış piyasasındaki pazar güçlerini kullanmaları sonucunda elektrik fiyatları çok yükselmiş ve diğer bazı etkenlerin de eklenmesi elektrik piyasasını kriz boyutuna taşımıştır.

Rekabeti sağlayan iyi düzenlenmiş ve etkin işleyen elektrik piyasasında elektrik enerjisi fiyatı piyasada bir başka deyişle arz talep eğrisinin kesiştiği noktada

belirlenir. Arz eğrisi elektrik enerjisi üretiminin kısa vadeli marjinal maliyet eğrisidir. Piyasa fiyatı, talebi karşılayan en son kWh elektrik enerjisi üretmek için gereken kısa vadeli marjinal maliyete eşittir.

Birim elektrik fiyatı, elektrik enerjisinin son kullanıcıya satış fiyatı olup, dağıtım şirketi tarafından satın alınan elektrik enerjisinin ortalama fiyatına göre yine düzenleyici otorite tarafından belirlenen “fiyat tavanı” (price cap) ile düzenlenir.

Elektrik fiyat ortalamaları günlük, haftalık ve yıllık olarak değişmektedir. Fiyat sıçramalarına sıklıkla rastlanmaktadır. Elektriğin fiyat davranışı, elektrik piyasalarının ekonomik esaslarına göre değişiklik göstermektedir. Bu esaslar³⁰:

- Günlük, haftalık ve yıllık talep davranışı,
- Bölgesel olarak arz durumu,
- İletim sisteminin yeterliliği,
- Bölgesel elektrik piyasalarının kuralları ve katılımcıların davranışlarıdır.

Tam rekabetçi elektrik piyasasında talebi karşılayacak yeterli üretim kapasitenin olması durumunda elektrik enerjisinin spot fiyatı marjinal santralin üretim maliyetine eşittir. Elektrik talebin mevcut kapasiteyi geçtiği durumda; fiyat tüketim tarafının piyasaya yeterli katılımı sağladığında tüketicinin bir birim elektrik için ödemeye istekli olduğu seviyeden belirlenir.

Sağlıksız bir serbestleşme sürecinde yapılan hatalar nedeniyle aşırı yükselen satış fiyatını kontrol altına alarak düşürmeyi hedefleyen tavan fiyat uygulamalarının ve çeşitli sebeplerle düzenleyici otoritenin etkisiz kalmasının ne gibi sonuçlar doğurabileceği, 2000 ve 2001 yılında ABD'nin California eyaletinde yaşanan elektrik krizinde her boyutuyla gözler önüne serilmiştir³¹.

³⁰ Blake Johnson, Graydon Barz, “Selecting Stochastic Processes in the Management of Uncertainty”, Der. Vincent Kaminski, **Energy Modelling, Advances in the Mangement of Uncertainty**, 2. Baskı, İspanya, 2005, s. 10.

³¹Bkz. Severin Borenstein, “The Trouble with Electricity Markets: Understanding California’s Restructuring Disaster”, **The Journal of Economic Perspectives**, 16/1, 2002, s. 191-211

Elektrik enerjisini diğer emtialardan ayıran bir başka özellik de iklim koşullarına göre talebin değişkenlik göstermesidir. Bu durum elektriğin anlık akım olarak tüketiciye ulaşırken talep tahminlerinin etkin bir şekilde yapılmasını gerekli kılmaktadır. Elektrik yük tahmin modellerinin en doğru ve en hızlı şekilde yapılabilmesi, üreticiden tüketiciye her kurumu ilgilendirmektedir. Yük tahmini, elektrik hizmetleri sağlayan kamu ve özel şirketler için elektrik yük üretimi ve satın alımındaki, yük değiştirmedeki ve alt yapı gelişimindeki önemli kararların alınmasına yardımcı olmaktadır. Özellikle üretim santrallerinin çeşitliliği, değişken talepli elektriğin arz-talep dengelenmesinde oluşacak fiyatları etkileyecektir. Örneğin elektrik talebinin en yoğun olduğu dönemlerde fosil yakıtlı üretim santrallerinin, diğer zamanlarda ise hidroelektrik santrallerinin kullanılması, elektrik fiyatının düşmesine neden olacaktır. Gelişmiş piyasalarda elektrik enerjisi fiyatı üreticinin satmak istediğini ve tüketicinin elektrik enerjisi için ödeme isteğini veya tüketimini azaltma isteğini yansıtır. Piyasa şartları dâhilinde her durumda alıcı ve satıcı arasındaki arz talep dengesi fiyatı belirler. Elektrik piyasasında gerçek zamanlı üretim ve tüketim elektrik fiyatının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Elektrik piyasasının faaliyetlerinde hem firmaların hem de piyasanın karar verme süreçlerinin temelini en doğru elektrik talep tahminini yapmaktır. Elektrik enerjisi talebi temel olarak ekonomik büyüme, nüfus artışı ve kentleşmenin yanı sıra enerji verimliliği uygulamaları ve iklim değişikliklerinden kaynaklanan etkenlere bağlı olarak değişmektedir.

Elektrik piyasasında talep ihtiyacına göre ayarlamalar yapılması gerekliliği nedeniyle belli zaman aralıklarında farklı tanımlamalar ortaya çıkmıştır. Bu tanımlardan bir tanesi puant talebidir. Puant güç, yıl içinde kullanılan en yüksek güç değeridir; santralin tepe gücü anlamında da kullanılmaktadır. Sistem karakteristiğini belirten en önemli faktörlerden olan puant değeri ani ve saatlik olarak, günlük, aylık ve yıllık

dönemler için tespit edilmektedir. Puant büyüklüğü mevsimlere göre değişmektedir³².

Arz ve talep arasındaki dengenin sistem içinde sürekli olarak kontrol altında olması oldukça önemli bir konudur. Bu durum üretim ile iletimin dikey bir şekilde birleştirilmesine neden olmaktadır. İletim sisteminde, hatların ve trafoların inşa ve bakım maliyetlerinin yanı sıra, elektrik kayıplarından kaynaklanan maliyetler de söz konusudur. Elektriğin son tüketicilere perakende arzı genellikle bölgesel dağıtım firmaları tarafından yapılmakla birlikte, bazı endüstriyel tüketicilere doğrudan iletim hattı üzerinden hizmet verilebilmektedir.

Dünya elektrik üretiminde, petrol ile nükleer enerji kaynakları zaman içerisinde birbirini yerine kullanılabilir hale gelmiştir. Elektrik üretiminde nükleer enerji ile petrol arasında yaşanan rekabet yıllar içerisinde büyümüştür. 2000’li yıllarda elektrik üretiminde petrolün payı %7,2 iken nükleer enerjinin payı da %16,2’ye yükselmiştir. Elektrik üretiminde, gelişen teknoloji, düşük maliyetler, verimlilik ve çevresel etkenler petrol yerine doğal gaz ve nükleer enerjinin kullanımını yaygınlaştırmıştır³³.

Dünyada başlıca elektrik piyasalarını kısaca incelemek gerekirse, bunlardan en eski ve Avrupa’nın en büyük piyasası olan İskandinav Piyasasıdır. Dünyanın üçüncü en başarılı piyasası olan İskandinav Piyasası (Nord Pool) Norveç, İsveç, Finlandiya ve Danimarka ülkelerinden oluşan dünyanın en açık elektrik pazarıdır. Elektrik, piyasa katılımcıları arasında yapılan anlaşmalar çerçevesinde piyasada oluşturulan havuzdan ya da havuz dışından yapılabilir³⁴.

³²Emir Çetinkaya, Neslihan Adanalı “Türkiye Elektrik Piyasası Reform Süreci ve Elektrik Vadeli İşlem Sözleşmeleri”, **VOB Objektif Dergisi**, 2009, s.43

³³ Bkz. Ferenc L. Toth, Hans-Holger Rogner, “Oil and Nuclear Power: Past, Present, and Future”, **Energy Economics** Vol.28, 2006, s.1 – 25.

³⁴Per Christer Lund, Asmund Drivenness, Bjorn Tjomsland, Per Otto Larsen, Chapter 5 “Nordic Electricity Markets”, Der. Peter Fusaro, **The Professional Risk Managers' Guide to the Energy Market**, McGraw-Hill, USA, 2008

İskandinav Elektrik Borsası'nın spot piyasasına "Elspot" adı verilmektedir. Piyasa, havuzda faaliyet gösteren katılımcıların yer aldığı ve bir sonraki gün için olan bir spot piyasadır. Piyasa katılımcıları saatlik olarak bir sonraki günün her saati için teklif verirler³⁵. Piyasa gün içinde de fiyat ayarlamaları yapmaktadır. Elektrik fiyatının belirlenmesi ve teslimatı arasındaki zaman diliminde katılımcılar fiyat ayarlaması yapabilmektedir.

İskandinav Elektrik Borsası, 20 ülkeden 330 firmanın işlem yaptığı ve elektrik arzı açısından en güvenilir piyasa olma özelliğine sahiptir. Ülkeler arasında gerekli elektrik arzın sağlanması hızlı bir şekilde yapılmaktadır. Piyasa, 2009 yılında 287 TWh yani 10,8 milyar Euro'luk bir işlem hacmine ulaşmıştır. Elektrik türev ürünleri açısından aktif olarak işlem yapılan İskandinav Piyasası, katılımcılarına 6 yıla kadar vade tanımaktadır. Spot piyasada fiziksel teslimat söz konusudur. İskandinav Piyasası'nın önemli özelliklerinden biri de başka ülkelere danışmanlık hizmeti vermesidir. Fransa, Almanya Romanya, Bulgaristan, Türkiye, Hindistan Japonya ve Güney Afrika gibi ülkelere elektrik piyasası serbestleşmesine yönelik olarak danışmanlık ve eğitim hizmetleri vermektedir.

Pennsylvania-New Jersey Interconnection (PJM)³⁶ piyasası dünyanın en büyük toptan satış piyasası ve Kuzey Amerika'nın en büyük iletim şebekesini işletmektedir. 1997 yılından beri 13 şehrin kısmen ya da tamamen elektrik arzının sağlanmasında 500'den fazla katılımcının rol aldığı gelişmiş elektrik piyasalarından biridir. PJM'de vadeli ve gerçek zamanlı olmak üzere iki farklı piyasa söz konusudur.

PJM piyasasında konumsal marjinal fiyatlandırma yöntemi kullanılır. Her bir konuma ilişkin fiyatlar, o alandaki marjinal enerji fiyatını esas alarak ve sistem kısıtlarını ve kayıplarını göz önünde tutarak belirlenir³⁷.

³⁵Dünya Genelinde Uygulanan Elektrik Ticaret Rejimlerinden Örnekler, Elektrik Piyasası Düzenleme, İzleme ve Değerlendirme Dairesi Başkanlığı, Ocak 2003. s. 17

³⁶Dağıtım yaptığı bölgeler: Indiana, Kentucky, Michigan, Ohio, West Virginia, Pennsylvania, New Jersey ve Maryland.

³⁷PJM Manuel, (Çevrimiçi), <http://www.pjenergy.com/contributions/pjm-manuals/pdf/m19.pdf>

Diğer önemli piyasalardan biri de İngiltere ve Galler'in Elektrik Düzenlemeleri (NETA)'dır. İngiltere, elektrik sektörünün yeniden yapılandırılması konusunda dünyada öncü konumundadır. 1988 yılında başlayan yeniden yapılandırma sürecinde, İngiltere öncelikle elektrik sektöründeki dikey bütünleşik yapıyı tamamen birbirinden ayırtmıştır. Kamuya ait elektrik üretim santralleri tamamen özelleştirilerek elektriğin toptan fiyatının herhangi bir regülasyona uğramadan belirlendiği bir piyasa oluşturulmaya çalışılmıştır. Piyasanın arz tarafının tamamen özelleştirilmesiyle tüketicilere ulaşmak için aracı olarak kullanılacak perakende arz şirketleri sisteme entegre edilmiştir. Böylece tamamen bağımsız bir elektrik piyasası oluşturulmaya çalışılmıştır. Sistemin iletim ve dağıtım kısımları ise ayrı ayrı tekeller oluşturularak özelleştirmeler yapılmıştır. Sektörün faaliyetlerini denetlemek üzere özerk bir yapıya sahip olan bir elektrik piyasası düzenleyici kurumu oluşturulmuştur. İngiltere'de bireysel tüketiciler dahi ihtiyaç duydukları elektriği istenilen şirketten kolayca temin edebilecek bir noktaya gelmiştir³⁸.

Yukarıda ele alınan elektrik piyasalarının yanı sıra büyük ve geniş işlem hacmine sahip diğer piyasalar şunlardır:

- Arjantin Elektrik Piyasası
- Avustralya Elektrik Piyasası
- Ontario (Canada) Elektrik Piyasası
- Tokyo Elektrik Piyasası
- ERCOD (Texas) Elektrik Piyasası

NYMEX piyasası elektrik türev ürünlerini ilk defa 1996 yılında piyasaya sunmuştur. Enerji türev piyasalarında elektrik ürünleri petrol ve doğalgaza oranla daha az ilgi görmüştür. Elektrik vadeli işlemlerinin yapıldığı piyasalar aşağıdaki gibidir.

³⁸Ayrıntılı bilgi için bkz. Ünal Zenginobuz, Serhan Oğur, **Türkiye Elektrik Sektöründe Yeniden Yapılanma, Özelleştirme ve Regülasyon, Devletin Düzenleyici Rolü: Türkiye'de Elektrik ve Telekomünikasyon Sektörlerinde Özelleştirme ve Rekabet**, TESEV Yayınları, İstanbul. 1999.

- New York Mercantile Exchange-NYMEX (delistedin2002)
- Pennsylvania New Jersey Maryland (PJM)
- Nordic Power Exchange-NORDPOOL
- European Energy Exchange-EEX
- Amsterdam Power Exchange-APX
- Paris Power Exchange-POWERNEXT

1.4. TÜRKİYE'DE ENERJİ PİYASALARI

Özellikle son on yıllık dönemde enerji piyasalarında yaşanan hızlı gelişmeler ülkelerin ekonomilerini etkilemektedir. Ülkelerin üretimlerinde temel girdi niteliği taşıyan enerji ürünlerinin (petrol, doğal gaz ve elektrik) fiyatında meydana gelen yükseliş veya azalışlar, ekonominin büyümesi, üretim hacmi ve mal fiyatları gibi pek çok değişkeni etkilemektedir. Ülkelerin enerji piyasalarında yaşanan bu hareketlilik karşısında gerekli tedbirleri almaları kaçınılmaz bir gerçektir.

1.4.1. Petrol Piyasası

Türkiye'nin gelişen ekonomisi ile beraber özellikle petrol ürünlerine olan bağımlılığı da artmaktadır. Petrol ürünlerine ihtiyacının %90'ını ithal eden ülkemiz açısından son dönemlerde yaşanan petroldeki fiyat istikrarsızlıkları, toplumun her kesiminden geniş bir kitleyi etkilemektedir. Dünyadaki enerji tüketiminde petrol, doğalgaz ve kömürün payı %90'a ulaşmaktadır. Petrolün tek başına payı %36,84 civarındadır. Türkiye ise tükettiği enerjinin %40'ını petrolle karşılamaktadır. Dışarıya petrol açısından bu kadar bağımlı olan Türkiye'nin hem ulusal ekonomi, dış ilişkiler ve ulusal güvenlik konularının birbiri ile bağlantılı olarak değerlendirilmesi gerektiği uzmanlar tarafından ifade edilmektedir.

Tüm dünyada son yıllarda yükselen petrol fiyatları özellikle petrol ithal eden ülkelerin petrol arama ve üretim çalışmalarına hız vermelerine neden olmuştur. Petrol arama çalışmalarının önemli bir bölümü denizlerde ve okyanuslarda

yapılmaktadır. Dünya petrol rezervinin üçte ikisini içinde barındıran Ortadoğu, Kuzey Afrika ve Hazar Denizi'nin yanı sıra Karadeniz'de de arama çalışmalarına hız verilmiş ve bu aramalara Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO)'da katılmıştır. Türkiye petrol arama çalışmalarındaki rolünü, çevresindeki ülkelerle yaptığı anlaşmalarla arttırmaya çalışmaktadır. Türkiye bölgenin kaynaklarının en yüksek katma değere ve bu kapsamda uç ürünlere dönüştüğü bir enerji merkezi olma politikasını da benimsemektedir³⁹.

Son dönemlerde petrol fiyatlarında yaşanan hareketlilikte, bölgede yaşanan siyasi istikrarsızlık, savaş ve arz-talep dengelerinde yaşanan sorunların etkisini görülmektedir. Bir diğer faktör ise, petrol ve doğalgaz rezervlerinin zamanında ve sürekli bir şekilde tüketiciye ulaştırılmasında üretim noktalarının birbirine uzak olması nedeniyle oluşan taşıma ve lojistik problemleridir.

Türkiye'nin ham petrol ithal ettiği ülkelerin ham petrol fiyatları aşağıdaki Tablo 10'da görülmektedir.

Tablo 10: Türkiye'nin Ham Petrol İthal Ettiği Ülkelerin Ham Petrol Fiyatları (ABD Doları/Varil)

Ham Petrol Türü	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
İran Hafif 34 API	23,55	35,73	57,07	53,77	94,96	35,11	78,24
Irak Kerkük 36 API	21,75	34,62	54,91	52,51	92,23	35,60	78,52
Libya Es Sider 37 API	23,25	39,21	58,94	56,83	96,79	36,66	79,95
Suudi Arabistan Arab. Medium 31 API	22,85	30,60	52,86	51,53	90,27	32,16	76,43
Rusya Ural 32 API	23,36	36,14	56,07	52,36	93,98	34,20	78,48

Kaynak: EPDK Petrol Piyasası Sektör Raporu 2009, s. 5.

Yukarıdaki Tablo 10 incelendiğinde Türkiye'nin ham petrol ihtiyacını en uygun Irak Kerkük'ten karşıladığı görülmektedir. Türkiye kendisine yakın bölgelerden ham

³⁹ T. C. Başbakanlık, Devlet Planlama Teşkilatı, a.g.e., s.8.

petrol ithalatı gerçekleştirerek rafinelere bu ham petrolü işleyip nihai tüketiciye ulaştırmaktadır.

1.4.2. Doğalgaz Piyasası

Türkiye’de birincil enerji kaynaklarından biri olan doğalgazın kullanım oranı sürekli artmaktadır. Özellikle elektrik santrallerinde, sanayi tesislerinde, gübre üretiminde ve konutlarda kullanılan doğalgazın birincil enerji kaynakları arasında payı %22’ye yükselmiştir. Petrol, kömür ve doğalgazı içeren fosil kökenli enerji kaynaklarının tüketiminde ise bu oran %30 civarındadır⁴⁰.

Türkiye’de depolama tesislerinin yetersizliği, günlük ve mevsimsel talep dalgalanmalarının bertaraf edilmesi ve arz güvenliği konularında sıkıntı yaratmaktadır. Bu nedenle çeşitli projeler gündeme gelmektedir. Bu projelerden bir tanesi Tuz Gölü Yeraltı Depolama Projesidir. Bu proje için Dünya Bankası’ndan kredi desteği sağlanmış ve ön çalışmalar tamamlanmıştır. Tesisin depolama kapasitesi 1 bmc/yıl⁴¹ olarak öngörülmektedir. Bu proje ile önümüzdeki yıllarda ortaya çıkması beklenen doğalgaz arz açığına çözüm getirilmesi hedeflenmektedir.

Muhtemel bir depolama yetersizliği ve anlık bir arz güvenliği sorununun ortaya çıkması halinde, bu gelişmeden olumsuz olarak etkilenecek kesim sanayi ve elektrik üretimi olacaktır. Doğalgaz talebinde ağırlıklı unsur elektrik üretimidir. Nitekim BOTAŞ verilerine göre, toplam gazın yaklaşık %56’sı elektrik üretiminde, %22’si sanayi üretiminde, %21’i konutlarda kullanılmaktadır. Türkiye’nin toplam elektrik üretiminin yaklaşık %56’sinin doğal gaz santralleri tarafından karşılandığı dikkate alındığında, doğalgazda arz güvenliğinin önemi ortaya çıkmaktadır.

Türkiye’nin doğalgazla ciddi anlamda ilk tanışması önceden de TPAO’nun çok cüzi bir üretimi olmakla birlikte, 1984 yılında Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği ile yapılan doğalgaz anlaşması ve buna bağlı olarak SSCB’nin gaz ihraç kuruluşu

⁴⁰ İGDAŞ, 2008 Yılı Faaliyet Raporu, s. 21.

⁴¹ Yılda bir milyar metreküp

Gazeksport'la o tarihte Türkiye'nin ham petrol boru hatlarından sorumlu devlet kuruluşu BOTAŞ arasında yapılan ticarî kontrat (Doğalgaz alım-satım sözleşmesi) ile olmuştur. Bu sözleşme ile "BOTAŞ Boru Hatları ile Petrol Taşıma AŞ", faaliyetlerine doğalgazın ithali ve taşınmasını da katmış, 9 Şubat 1990 tarihinde çıkarılan 397 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile de bu konuda tekel statüsü kazanmış, bu konumu 4646 Sayılı Doğalgaz Piyasası Kanunu'nun kabulüne kadar devam etmiştir⁴².

Türkiye'de doğalgaz ve petrolün taşınmasını sağlamak üzere iki temel boru hattı koridoru mevcuttur. Bunlardan birincisi Hazar ve İran Körfezi kaynaklarının geçiş güzergâhı olan Doğu-Batı Koridoru, ikincisi Rusya ve Mısır'ın kaynaklarını taşıyan Kuzey - Güney Koridoru'dur. Söz konusu hatlar;

- Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC); Türkiye-Rusya
- Kerkük-Ceyhan; Irak-Türkiye
- Azerbaycan-Türkiye
- Türkiye-Yunanistan-İtalya
- Nabucco⁴³
- Hazar Geçişli Türkmenistan-Türkiye
- Irak-Türkiye
- Mavi Akım
- Samsun-Ceyhan
- Mısır-Türkiye olarak sıralanmaktadır⁴⁴.

Türkiye'de doğalgazın ülke içinde dağıtımından belli başlı şirketler sorumludur. Bu şirketler; İstanbul'da İGDAŞ, Ankara'da EGO, İzmit'te İZGAZ, Adapazarı'nda

⁴²

(çevrimiçi),

http://www.enerji2023.org/index.php?option=com_content&view=article&id=113:enerj-doalgaz-ve-tuerkyenn-enerj-guevenlnde-rolue-ii&catid=15:stratej&Itemid=236, Erişim tarihi 1 Mart 2010

⁴³ Nabucco hattı, Türkiye'den çıktıktan sonra terminal ülke Avusturya'ya kadar sırasıyla Bulgaristan, Romanya ve Macaristan'dan geçecektir.

⁴⁴Bülent Gökdemir, **Türkiye Doğalgaz Sektörünün Yeniden Yapılandırılması: Sekiz Yıllık Deneyimin Arz Güvenliği ve Rekabet Politikası Perspektifinden Değerlendirilmesi**, Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı, Matsa Basımevi, Ankara. 2009, s.17.

AGDAŞ, Eskişehir’de ESGAZ, Bursa’da BURSAGAZ’dır. BOTAŞ’a ait üç dağıtım şirketi olan BURSAGAZ, ESGAZ ve İZGAZ özelleştirilmiştir. Ankara’da EGO’nun özelleştirilmesi için çalışmalar devam etmektedir.

BOTAŞ’ın doğalgaz talep senaryosuna göre 2020 yılına kadar arz miktarında düşüş, talep miktarında yükseliş beklenmektedir. Talepte yaşanacak yükselişin karşılanabilmesi için Türkiye’nin enerji koridoru olma projelerinin hızla devreye girmesi gerekmektedir. Türkiye, enerji konusunda özellikle Orta Asya ve Orta Doğu’daki doğalgaz rezervlerinin Avrupa’ya taşınması konusunda kritik bir merkezdir ve Türkiye’de bir borsa kurulması konusunda çalışmalar devam etmektedir.

Tablo 11: BOTAŞ’ın Arz-Talep Senaryosu(Yıllık/bmc)

	2008	2009	2010	2015	2020
Arz	45,5	49	51	40,7	40,7
Talep	36,4	40,5	44,5	56,9	66,6

Kaynak: BOTAŞ, http://www.botas.gov.tr/dogalgaz/dg_arztalep_sen.asp

Doğalgaz arz güvenliğini sağlamak amacıyla ve Sovyetler Birliği’nin doğalgazı politik bir silâh olarak kullanabileceği tereddüdünün de etkisiyle, Cezayir ile yılda 2 milyar metreküp doğalgaz eşdeğeri LNG (sıvılaştırılmış doğalgaz) alımına ilişkin bir sözleşme imzalanmış, alınacak LNG’yi depolamak ve yeniden gazlaştırmak için Marmara Ereğlisi’nde 1994 yılında bir ithal terminali inşa edilmiştir. Bilahare Cezayir’den alınan gaz miktarı anlaşma ile iki katına çıkarılmış, Nijerya ile de 1,2 milyar m³ LNG alımına dair yeni bir anlaşma imzalanmıştır. SSCB’nin dağılmasından sonra da, Rusya Federasyonu ile iki alım anlaşması daha yapılmış olup, bütün bu anlaşmalar çerçevesinde Türkiye’ye doğalgaz ithali devam etmektedir⁴⁵.

⁴⁵ H. Nadir Bıykoğlu, “Enerji, Doğalgaz ve Türkiye’nin enerji Güvenliğindeki Rolü –II” (Çevrimiçi), http://www.enerji2023.org/index.php?option=com_content&view=article&id=113:enerji-doalgaz-ve-tuerkyenn-enerj-guevenlndek-rolue-ii&catid=15:stratej&Itemid=236

LNG İthal Terminali ile Türkiye'nin giderek artan doğalgaz talebinin bir kısmının daha LNG ile karşılanabilmesi ve doğalgaz arz kaynaklarının çeşitlendirilmesi amaçlanmakta, bu paralelde Cezayir, Nijerya, Katar, Mısır, Yemen, Norveç, Trinidad gibi ülkelerden LNG temin edilmesi planlanmaktadır. Bu amaçla 2001 yılında İzmir-İzmir Aliğa'da LNG Terminalinin kurulmuştur.

Yapılan anlaşmalar al-veya-öde yükümlülüğü içermektedir. Yerine getirilmeyen alım yükümlülüklerinde alıcının, genellikle, doğalgaz bedelinin %75'ini ödemesi gerekmektedir. Bununla birlikte alınmayan miktarın gelecek yıllarda satın alınmasını mümkün kılacak telafi hükümleri mevcuttur. Telafi uygulaması bazı anlaşmalarda süre sınırlamasına bağlanmıştır. Anlaşmalarda doğalgaz bedeli, genellikle sabit bir fiyat ile belirli değişkenlere endekslenmiş değişken fiyatlar üzerinden hesaplanmaktadır. Anlaşmalarda sabit değişkenler; en düşük baz fiyatı ve fiyata doğrudan eklenen asal katsayılarıdır. Değişken parametreler ise çeşitli nitelikte ham petrol ve doğalgaz fiyatları; üretici ülkelerin ham petrol fiyat ortalamaları; ABD tüketici fiyat endeksi gibi bazı fiyat endeksleridir⁴⁶.

AB ile enerji politikası uyuşan Türkiye'nin bölgede enerji merkezi olma hedefi, diğer taraftan da AB'nin tedarikçi ve taşıma güzergâhlarının sayısını artırma isteği, her iki taraflı enerji işbirliklerinde yakınlaştıran temel unsur olmuştur. Türkiye'nin mevcut ve tamamlanması öngörülen proje aşamasındaki boru hatları ve elektrik iletim şebekeleri, doğalgaz ve elektrik sektörlerinde AB'nin enerji iç pazarının tam anlamıyla entegrasyonun sağlanmasında önemli bir katkı sağlayacaktır. AB enerji tek pazarı için başlangıçta üye ülkelerinin gaz ve elektrik şebekelerinin entegrasyonunu amaçlarken, günümüzde komşularıyla da entegre olmak istemektedir. Türkiye sadece yukarıda bahsi geçen boru hatlarıyla AB'nin entegrasyon hedefine hizmet etmiş olmayacak, aynı zamanda toprakları üzerinden geçecek elektrik iletim hatları sayesinde Hazar ve Orta Doğu'dan Balkanlara ve oradan da Avrupa'ya elektrik iletilmesinde de köprü görevi görecektir. Böylece Türkiye yakın gelecekte UCTE

⁴⁶Gökdemir, a.g.e., s.24

(Elektrik İletimi Koordinasyon Birliği) adı verilen AB elektrik ağına elektrik ihraç edebilecek duruma gelecektir⁴⁷.

1.4.3. Elektrik Piyasası

Elektrik enerjisi sektöru Türkiye ekonomisinin yaklaşık %2,5 ini oluşturmaktadır. 2005-2009 yılları arasında %4,7 bileşik büyüme oranıyla artan elektrik talebinin 2009-2018 yılları arasında %6,3 ile % 7 bandında artması beklenmektedir⁴⁸.

Türkiye, bulunduğu coğrafyayı kapsayan, aynı zamanda en büyük senkron sistemlerinden biri olan ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity) Avrupa'nın büyük bir bölümünü kapsayan sistemdir. Türkiye'nin Balkanlar ve Güneydoğu Avrupa ilişkileri kapsamında öncelik verilen hedefi de ENTSO-E şebekesi ile senkron bağlantısının sağlanmasıdır. Bu bağlamda son dönemlerde sistemin frekans kalitesinin arttırılması başta olmak üzere önemli ilerlemeler sağlanmış ve yakın gelecekte senkron bağlantısının gerçekteşmesi beklentisi önemli oranda artmıştır. ENTSO-E'ye üye ülkeler ve Türkiye için 2010-2020 yılları arasında bekleyen talep büyüme oranları karşılaştırıldığında Türkiye'nin yüksek büyüme potansiyeli açık bir şekilde görölmektedir⁴⁹.

Türkiye enerji politikası AB enerji politikasına paralel olarak rekabet, arz güvenliği ve çevre koruma üçgeninde bir denge sağlanarak tüketicilere ödenebilir, kaliteli kesintisiz ve çevreye duyarlı bir şekilde elektrik enerjisi sağlamayı hedeflemektedir.

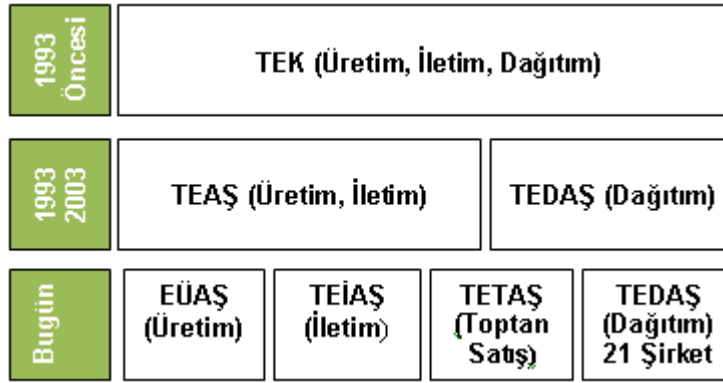
Türkiye elektrik piyasası, tüm dünyada olduğu gibi tam serbestleşme yolunda uzun zamandır yapılan çalışmaların sonuçlarına ulaşmak üzeredir. Bu çalışmalar her yıl kademeli olarak gerçekteştirilmiştir. Serbestleşme sürecinin bir parçası olarak serbest

⁴⁷ Azu Yorgan, "Küresel Enerji Denkleminde Türkiye", (çevrimiçi) http://www.bilgesam.org/tr/index.php?option=com_content&view=article&id=371:kuresel-enerji-denkleminde-turkiye&catid=131:enerji&Itemid=146, Erişim tarihi 1 Mart 2010

⁴⁸ Deloitte, "Türkiye Elektrik Enerjisi Piyasası Beklentiler ve Gelişmeler", **Sektör Raporu**, 2010, s.3.

⁴⁹ Deloitte, **a.g.e**, s. 5.

tüketici⁵⁰ sınırı her geçen yıl kademeli olarak düşürülmüştür. Türkiye, 2012 yılında serbest tüketici sınırı tamamen kaldırılmasını planlamıştır. Serbest piyasa modeline geçme aşamasında olan Türkiye elektrik arzının talebe göre yüksek olduğu piyasa şartlarını sağlamayı hedeflemektedir. Bu konuda gerekli yatırımları yapma sürecine girmiştir. Elektrik piyasasında yeterli miktarda arzın sağlanması, toptan ve perakende elektrik satışında rekabet ortamının yaratılması anlamına gelmektedir. Aşağıdaki Şekil 2’de Türkiye’deki elektrik piyasasının yıllar itibariyle serbestleşme politikasıyla oluşan yeni yapılanması görülmektedir.



Şekil 2: Türkiye Elektrik Piyasası Yapılanma Süreci

Türkiye, elektrik sektöründeki bütün faaliyetleri bir çatı altında, 1970 yılında çıkarılan 1312 sayılı Kanun ile kurduğu Türkiye Elektrik Kurumu (TEK), görülmüştür. Özelleştirme politikaları çerçevesinde TEK, Bakanlar Kurulunun 12.08.1993 tarih ve 93/4789 sayılı Kararı ile, Türkiye Elektrik Üretim-İletim A.Ş. (TEAŞ) ve Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ) adı altında iki ayrı İktisadi Devlet Teşekkülü olarak yeniden yapılandırılmıştır. 1994 yılında ise TEAŞ ve TEDAŞ tüzel kişiliklerine kavuşmuşlardır. Elektrik dağıtım ve perakende satış sektöründe rekabete dayalı bir piyasanın oluşturulması için, dağıtım bölgeleri baz alınarak kamu mülkiyetindeki elektrik işletmelerinin yeniden yapılandırılması suretiyle elektrik enerjisi dağıtım hizmetlerinin özelleştirilmesine karar verilmiş ve TEDAŞ 02.04.2004 tarih ve 2004/22 sayılı Özelleştirme Yüksek Kurulu Kararı ile

⁵⁰Kurul tarafından belirlenen elektrik enerjisi miktarından daha fazla tüketimde bulunması veya iletim sistemine doğrudan bağlı olması nedeniyle tedarikçisini seçme serbestisine sahip gerçek veya tüzel kişiyi ifade etmektedir. <http://www.epdk.org.tr/mevzuat/yonetmelik/elektrik/serbest/STY.pdf>

özelleştirme kapsam ve programına alınmıştır. Dağıtım bölgeleri yeniden belirlenerek, Türkiye 21 dağıtım bölgesine ayrılmıştır. 2010 yılı içinde ihale süreci başlamış olan Boğaziçi, Dicle, Gediz ve Trakya dağıtım bölgelerinde özelleştirilmesi beklenmektedir. 5784 sayılı “Elektrik Piyasası Kanununun ve Bazı Kanunlarda Değişiklik yapılmasına Dair Kanun” ile özelleştirmede yaşanan gecikmeler nedeniyle geçiş dönemi 31.12.2012 tarihine kadar uzatılmıştır.

Elektrik sektörünün yeniden yapılandırılması dinamik bir süreçtir ve ülkeler bu süreç içerisinde gerekli altyapı ve hukuki düzenlemeleri yapmalıdırlar. Türkiye'nin enerji politikası incelendiğinde, elektrik sektöründe olması gereken dinamik sürece girilmiştir. Bu konudaki en önemli gelişmelerden biri “Enerji Özelleştirme Paket”inde olmuştur. TEDAŞ, 20 dağıtım bölgesinden beş tanesini özelleştirmiş ve 4 tanesi için hala görüşmelere devam etmektedir. 13 tane olan elektrik santralleri de özelleştirme kapsamına alınmıştır. Dağıtım, üretim ve perakende satış faaliyetlerinin birlikte yürüten dağıtım şirketlerinin 01.01.2013 tarihine kadar bu faaliyetleri ayrıştırması ve bu tarihten itibaren söz konusu faaliyetleri ayrı tüzel kişiler altında sürdürmesi beklenmektedir.

Elektrik üretim kapasitesinde 2001 yılında %78 olan kamu payı 2009 yılında % 46 seviyelerine kadar gerilemiştir. İletim sistemi tamamen TEİAŞ işletmesinde devam ederken, toptan satış piyasasında 2001 yılında %100 kamunun kontrolünde olan yapı, 2009'da % 20'si arz talep dengesini yansıtan ve üreticilerin fiyat tekliflerinden piyasa fiyatının belirlendiği dengeleme piyasasının işlem görmesiyle sağlıklı fiyat mekanizmasına ilk adımın atıldığı bir hale gelmiştir. 2009 yılı itibariyle piyasa açıklık oranı% 65 seviyesine ulaşmıştır. 2010 yılında ihalesi yapılan son 4 bölgenin de devir süreçlerinin tamamlanmasıyla dağıtım sektöründeki özel sektör payı yaklaşık % 46'ya ulaşacaktır.

Türkiye, toplam elektrik üretiminin önemli bir kısmını doğalgaz santrallerinden karşılamaktadır. Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) rakamlarına göre, Türkiye'de toplam kurulu gücün yaklaşık %48'ini doğalgaz santralleri oluştururken, toplam

elektrik üretiminin %49,6'sı doğalgaz santrallerinden karşılanmaktadır. Doğalgazın elektrik üretimindeki önemi Türkiye için kritik bir durum teşkil etmektedir.

Türkiye’de, 03.03.2001 tarihli Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren 4628 sayılı Elektrik Piyasaları Kanunu’nu ile dikey ayrıştırma sürecinin yasal temeli oluşturulmuştur. Kanunun yürürlüğe girmesinde sonra, doğrudan iletim sistemine bağlı tüketiciler ile kanunun yürürlüğe girmesinden itibaren 24 ay sonra geçerli olmak üzere, bir önceki yıla ait toplam elektrik enerjisi tüketimleri 9.000.000kWh’tan fazla olan tüketiciler serbest tüketici olarak kabul edilmiştir⁵¹.

Elektrik piyasaları, üretim, iletim ve dağıtımın tekel halinde yürütüldüğü yapıdan, bağımsız yapılara geçiş olarak bilinen “dikey ayrıştırma süreci⁵²” ile serbest piyasa yapısına kavuşturulmaya çalışılmaktadır. Bu sürecin yaşandığı piyasalarda bulunan elektrik tüketicileri, pek çok farklı koşulun yanı sıra dönemsel tüketim miktarına göre de sınıflandırılmaktadır. Serbest tüketiciler, şebeke kısıtları ile karşılaşmadıkları sürece bağlı buldukları dağıtım sistemi işleticisinin tedarik ettiği elektrik enerjisi yerine, diledikleri toptan satış şirketi ile ikili anlaşma yaparak seçtikleri kaynaktan, yine kendi belirledikleri niteliğe sahip elektrik enerjisi temin edebilirler. Dönemsel tüketimleri serbest tüketicilik limitinin altında olan kullanıcılar, “elektrik sistemi perakende tüketicisi” olarak adlandırılırlar. Serbest piyasa yapısına tam olarak geçilmemiş bölgelerde bulunan perakende tüketiciler, dağıtım sistemi işleticisi tarafından kendilerine sunulan tarife ve fiyatlandırmaya tabidirler⁵³.

Türkiye için elektrik üretiminin ekonomik büyümenin %5,5’larda ve nüfus artışının %1,4’lerde gerçekleşeceği varsayıldığında, elektrik tüketimi TEİAŞ’ın baz senaryosuna göre 2015 yılına kadar yıllık ortalama %8,4 artışla 351 TWh, talep

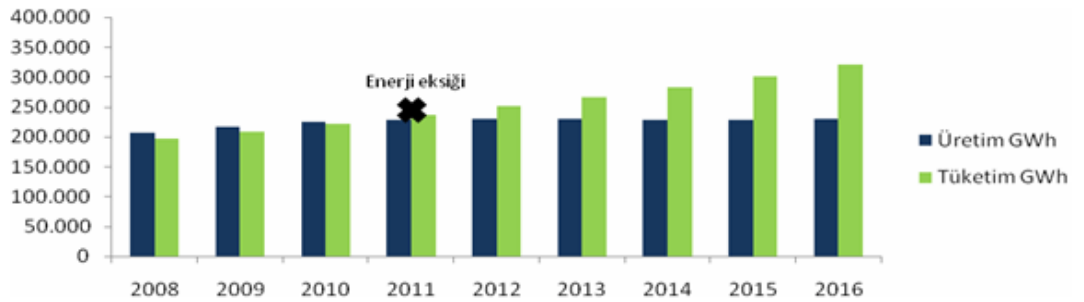
⁵¹4628 sayılı Elektrik Piyasaları Kanunu – Geçici Madde 7, 3/3/2001 tarih ve 24335 mükerrer sayılı Resmi Gazete

⁵² Dikey ayrıştırma süreci, elektrik üretimi, iletimi, dağıtımı ve tüketicilere perakende sunumun tek bir şirket (genellikle kamu) tarafından idare edilmesi yapısından üretim, iletim ve perakendenin parçalara ayrılması ve sektörün rekabete açılması anlamına gelmektedir.

⁵³Hasan Gökçalp Cinbiş, Feza Carlak, “Serbest Olmayan Elektrik Tüketicilerinde Rekabet”, **16. Uluslararası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı Bildiriler Kitabı**, 12-14 Mayıs, 2010, s.132

düşük olursa 2015 yılına kadar yıllık ortalama %6,3 artışla 301 TWh'ya ulaşacağı öngörülmektedir. Türkiye, TEİAŞ'ın yüksek talep senaryosuna göre 2009 yılında, düşük talep senaryosuna göre ise 2011 yılında elektrik sıkıntısı ile karşı karşıya kalacaktır. Ancak, bu senaryolarda mevcut inşaatı devam eden ve lisanslı projelerin devreye girdiği varsayılmıştır. Nitekim lisanslı projelerin bir kısmı bugün yatırım yapılmamasından dolayı iptal edilmektedir. Bu veriler doğrultusunda, enerji sıkıntısıyla karşılaşmamak için yıllık ortalama 2,5-3 milyar \$ yatırım yapılması gerekmektedir. Türkiye'nin şu an itibariyle elektrik piyasasının hukuki ve teknik alt yapısı yatırımcılar açısından gerektiği ölçüde belirgin değildir. TEİAŞ'ın bu durumunun devam etmesi durumunda, yakın gelecekte gereken altyapıyı ve hizmeti sağlamakta yetersiz kalma olasılığı çok yüksektir. TEİAŞ'ın piyasaya yönelik olarak karar alma süreçlerinde çabuk hareket edemediği dikkate alınır, gelecek dönemlerde yaşanacak sorunların çözülmesi zor görülmektedir. Bu yatırımın yapılabilmesi ve gerekli arzın sağlanması için elektrik piyasasında özelleştirme sürecine hız verilmiştir. Aşağıdaki Grafik 2'de Türkiye'nin 2016 yılına kadar tahmini üretim ve tüketim grafiği görülebilir. Tüketim miktarının 2011 yılından sonra artacağı tahmin edilmekte fakat üretim miktarında bu artışı karşılayabilecek bir artış tahmin edilmemektedir.

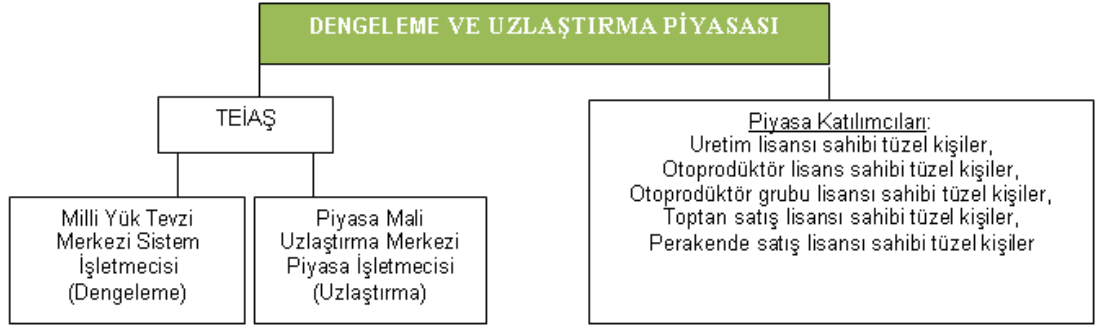
Grafik 2: Türkiye'nin Gelecek Elektrik Üretim Tüketim Tahmini



(Kaynak: TEİAŞ)

Aşağıdaki Şekil 3'de yeni oluşturulan Elektrik Borsası'nı işletme görevi verilen Dengeleme ve Uzlaştırma Piyasasının (PMUM) yapısı görülmektedir. Mali

Uzlaştırma Merkezi'nin borsa yapılanması olarak tasarlanmaktadır. Sistemin şeffaf, tarafsız ve bağımsız işlemesi yatırımcılara güven telkin edilmesi açısından çok önemlidir. Elektrik Borsası'nı işletmekle görevli bulunan PMUM'un tam bir tarafsızlık içerisinde ve yeterli kapasite ile işleri yapabilmesi ancak bağımsız olması halinde mümkün olabilecektir⁵⁴.



Şekil 3: Dengeleme ve Uzlaştırma Piyasası

3.11.2004 tarihinde yürürlüğe giren Elektrik Piyasası Dengeleme ve Uzlaştırma Yönetmeliği 01.08.2006 tarihi itibarıyla nakit uzlaşma ile uygulanmaya başlamıştır. Piyasa katılımcıları elektrik enerjisi ticaretini TEİAŞ'ın yönetiminde kurulan iki ayrı birimde, Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi (PMUM) ve Milli Yük Tevzi Merkezi (MYTM) kontrolünde, Piyasa Yönetim Sistemi (PYS) yazılımı üzerinden yapmaya başlamışlardır. Yeni yönetmelikle elektrik piyasasına getirilen en önemli değişiklik uzlaştırmanın saatlik yapılması ve katılımcılara denge sorumluluğunun getirilmesidir. Piyasa mekanizması iki temel bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler:

Gün Öncesi Planlama, elektrik üreticisi olan firmaların her gün bir sonraki gün için planladıkları üretimi ve tüketim tahminlerini PYS yazılımına bildirmeleridir. Fiyatın belirlenmesinde teklifler fiyat sıralamasına girmektedir. Tekliflerin sisteme

⁵⁴ Fatma Çiftlik, "Elektrik Borsası", 16. Uluslararası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı Bildiriler Kitabı, 12-14 Mayıs 2010, s.114.

girişinden sonra Akım Ayar Aygıtı (Dispatch Tool) adı verilen modül, o günün tamamında (24 saat) oluşacak toplam maliyeti minimum seviyeye taşımaktadır.

Dengeleme Güç Piyasası, piyasa katılımcıları saat 14:00 -16:30 arasında Dengeleme Güç Piyasasında faaliyet göstermektedirler. Bu piyasanın amacı, sistemin gerçek zamanda dengede tutulmasını ve sistemin güvenliğinin sağlanmasıdır. Gerçek zamanlı olarak daha önce üretim ve tüketim miktarları dengelenmiş olsa da sapmaları dengelemektir. Sapmalardan kaynaklanan dengeyi tekrar düzeltmek için MYTM sunulan teklifleri kullanmaktadır. Bu piyasa oluşan anlık talep değişikliklerine karşılık oluşan marjinal bir piyasadır.

Elektrik sektöründe programlanmış olan ithalat ve/veya üretimin gerçekleştirilememesi, önceden tahmin edilen talep miktarının oluşmaması ya da ihracat ve/veya talep miktarında önceden beklenmeyen bir gelişmenin olması durumunda, dengeleme ihtiyacı doğmaktadır. Dengeleme ihtiyacı belirlenirken, piyasa katılımcılarının aktif elektrik enerjisi açık veya fazlaları, sisteme verilen ve/veya sistemden çekilen aktif elektrik enerjisi miktarları, ikili anlaşma miktarlarında bulunan alış ve satış miktarları ve kabul edilen yük alma/atma teklif miktarları dikkate alınmaktadır⁵⁵.

Yeni sistemle beraber serbest tüketiciler tedarikçilerini seçme hakkına sahiptirler TEDAŞ haricinde özel sektörden de elektrik alabilmektedirler. Piyasada tüketici olarak dağıtım şirketleri yer alırken, uzun dönemde tüm tüketicilerin de piyasaya girişini sağlayarak daha etkin bir piyasa oluşturması amaçlanmıştır. Özellikle serbest tüketici hakkını kullanan tüketici sayısının artması piyasanın canlanmasına ve gelişmesine katkı sağlayan önemli bir unsurdur.

⁵⁵ Çetinkaya, E. ve N. Adanalı, **a.g.e.**, s. 48.

Elektrik piyasasının baş aktörleri olan İletim Sistemi İşletmecisi, Piyasa İşletmecisi ve Sistem İşletmecisi'nin ne kadar bağımsız, tarafsız, ne kadar uzman ve ne kadar iyi hesap veriyor olduğunun bilinmesi gerekmektedir. İletim faaliyetini yürütmekte görevli bulunan Türkiye Elektrik İletim A.Ş. kendisine verilen görev gereği hem sistemi hem de piyasayı işletmek durumundadır. TEİAŞ'ın şu anki alt yapısı ve hukuki durumu itibariyle bu görevleri yerine getirmesi zor görünmektedir⁵⁶.

Kamunun sadece düzenleme ve denetleme yaptığı rekabetçi piyasada mümkün olan ölçüde serbest piyasanın işleyişine müdahale edilmemesi ve hangi durum şartlarda ve hangi süreyle piyasaya müdahale edileceğinin açık ve net olarak konulması piyasaya güven verilmesi ve şeffaflık açısından son derece önemlidir⁵⁷.

Dengeleme ve Uzlaştırma Yönetmeliği (DUY) ile birlikte elektrik ticareti saatlik periyotlarla yapılmakta ve her saat için marjinal fiyatlar belirlenmektedir. Piyasa katılımcılarının her saat için üretim programı verme ve bu programa uyma yükümlülükleri bulunmaktadır. Bu durumda piyasa katılımcılarının bir sonraki günün üretim miktarını saatlik olarak önceden tahmin etmeleri gerekmektedir. Gün sonrası bazlı saatlik teklif uygulamasında yaşanan sorunlar piyasa katılımcılarına zorluklar çıkarmakta, işleyişi etkilemektedir⁵⁸.

PMUM, DUY hükümleri çerçevesinde, gerçekleşen alım-satımlar ile sözleşmeye bağlanmış miktarlar arasındaki farkları esas alarak, piyasada faaliyet gösteren tüzel kişilerin borçlu ya da alacaklı oldukları tutarları hesaplamak suretiyle, mali uzlaştırma sistemini çalıştırır. DUY sisteminin çalışma prensibi, ayın başı ile sonu arasındaki ilk 30 gün boyunca YAL (Yük Al) ve YAT (Yük At) sistemiyle müşteri ile üreticinin arasında elektrik akımı gerçekleşmektedir. Ayın bitiminden 6 gün sonra tahmini bildirim yapılır ve 12'sin de düzeltmeler yapılmaktadır. 14'ün de uzlaştırma sistemi tekrar devreye girmekte ve fiyat belirlenmektedir. Ayın 15'inden sonrasında

⁵⁶Çiftlik, Fatma, **a.g.e.**, s.133.

⁵⁷Deloitte, **a.g.e.**, s. 16.

⁵⁸Ozan Korkmaz, Mehmet Küçükbeycan, Ahmet Cihat Toker, Derya Alyamaç, "Hidroelektrik Santraller için Elektrik Üretim Tahmin Modeli", **16. Uluslararası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı Bildiriler Kitabı**, 12-14 Mayıs 2010, s.234.

ödeme yapılmaktadır. PMUM'den hizmet alan tüzel kişiler, DUY uyarınca ve bu yönetmeliğin hükümleri doğrultusunda belirlenen bir ücreti öderler.

DUY ile düzenlenmiş olan gün öncesi piyasasının devreye girmesi ve özelleştirmelerin sonucu olarak elektrik piyasasında kamu ağırlığının düşmesi ve perakende satış piyasasında rekabetin artması ile birlikte elektrik fiyatlarının düşeceği ve piyasanın işleyişinin daha verimli olacağı öngörülmektedir. Fiyat mekanizması olağan şartlarda herhangi bir müdahaleden uzak olmalı ve arz talep dengesini yansıtmalıdır.

Elektrik sektöründe düzenleyici kurumların üstlerinden ya da üst düzey politik kurumlardan kararlar için onay almasına gerek olmaması yani bağımsız olmaları büyük önem taşımaktadır. Düzenleyici kurulun üyelerinin her hükümet değişikliğinde değişmemeleri, uzun bir dönem için atanmaları ve mali özerkliğe sahip olmaları bağımsızlıklarını peçinlemektedir. Elektrik Piyasası Kanunu'nda ise, Kurul'u oluşturacak yedi üyenin tamamının Bakanlar Kurulu'nca atanacağı görülmektedir ki, bu durum söz konusu Kurul'un siyasi otoriteden bağımsızlığına ve dolaylı olarak özerkliğine gölge düşürmektedir.

Rekabet kurumları ile elektrik sektörüne özel düzenleyici kurumlar arasında nasıl bir görev paylaşımı yapılacağı tartışmalı bir konudur. Her ülkenin kendine özgü hukuki altyapısı, geçmiş regülasyon tecrübeleri ve kurumların karşılaştırmalı avantajları söz konusu paylaşımın nasıl yapılacağını belirlemektedir. Tüm ürün ve hizmet piyasalarında rekabetin korunması konusunda uzmanlık, tecrübe birikimi ve kurumsal kültüre sahip olan rekabet kurumlarının, elektrik piyasalarının da rekabetçi olmayan davranışlara karşı korunması ve birleşme/devralmalara izin verilmesinden sorumlu olmaları yerinde olacaktır. Düzenleyici kurumların ise, sektöre özel konulardaki uzmanlıklarından dolayı sektördeki teknik regülasyonlardan sorumlu olmaları uygun olmaktadır. Rekabet kurumları ile sektöre özel düzenleyici kurumların (özellikle üçüncü şahısların şebekeye erişimi gibi konularda) işbirliği

içinde çalışmaları, teknik standartların oluşturulması ve uygulanması sırasında rekabetin bozulmaması ya da engellenmemesi için önem arz etmektedir.

Türkiye’de kurulu güç gelişimi Grafik 3 incelendiğinde 1985 yılından itibaren yılda ortalama 1.463MW ilave kapasitenin devreye girdiği görülmektedir. Yeni yatırımlar kaynakları itibariyle incelendiğinde 1987-1993 yılları arası “hidroelektrik yatırım dönemi”, 1998-2005 yılları arası da “doğal gaz yatırım dönemi” olarak sınıflandırılabilir.

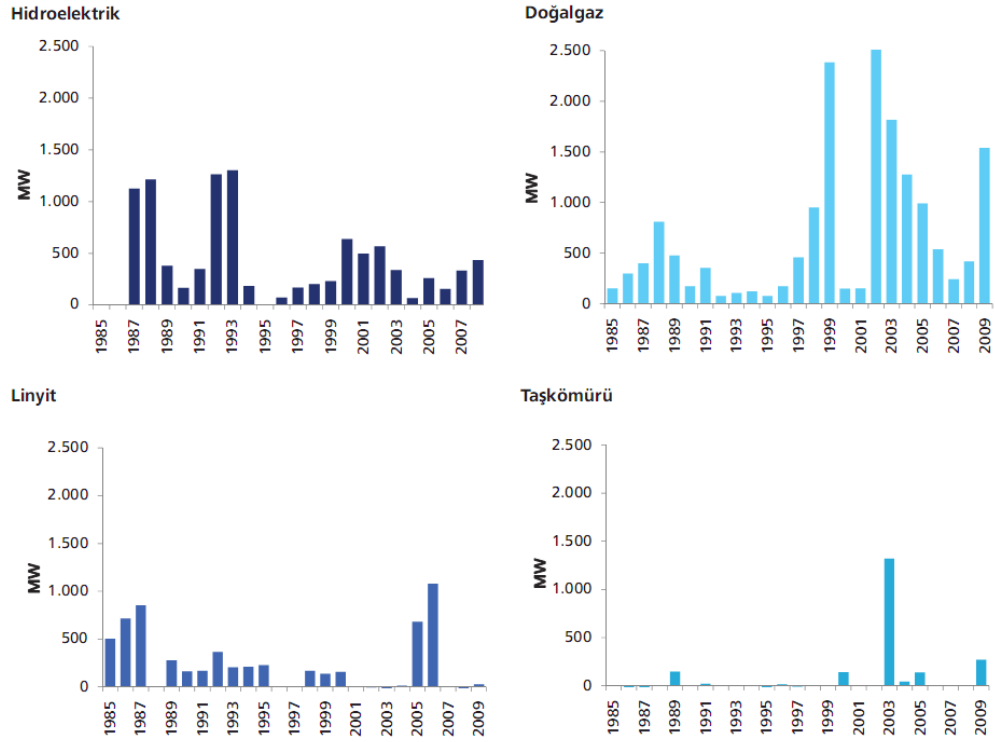
Yakıt tipi bazında kurulu güç gelişimi detaylı incelendiğinde, özellikle doğal gaz yatırımlarının son dönemde artış gösterdiği görülmektedir. Taşkömürü kurulu gücünde 2003, 2005 ve 2009 yıllarında; yerli linyitte ise 1985-1987 ile 2005-2006 yılları arasında önemli artışlar yaşanmaktadır. Hidroelektrik santraller ise yoğun olarak inşa edildikleri 1987-1993 döneminin ardından 2000 yılından itibaren tekrar yatırım odağı olduğu görülmektedir. Doğal gaz fiyatlarında yaşanan dalgalanma Türkiye’yi alternatif elektrik enerjisi kaynaklarına yönlendirmiştir. Kömür ve linyitten elde edilen elektrik enerjisinin maliyeti düşük olmasına rağmen çevreye verdiği zarar yüzünden Avrupa’da çok fazla talep edilmemektedir. Çevreye daha az zararlı temiz kömür çalışmaları devam etmektedir.

Türkiye’de yenilenebilir kaynaklara dayalı elektrik üretimi son yıllarda yoğun ilgi görmektedir. Yatırımlar için elverişli alanların bulunması sebebiyle özellikle rüzgar ve hidroelektrik santrallerin yapımına hızla devam edilmektedir. 2010 yılının ilk yarısı itibariyle kurulu rüzgar gücü 1.000MW aşmış ve yeni yatırımlar teşvik edilmektedir. Hidroelektrik santrallerin yapımı sürerken doğaya verdikleri zarardan ötürü tamamlana bazı santraller faaliyete geçememiştir.

Türkiye’de 2009 yılı itibariyle kurulu güç 19 termik ve 106 adet hidroelektrik santraliyle 89,45TWh’lik elektrik üretimi gerçekleştirirken EÜAŞ 2009 yılında Avrupa’nın en büyük üretim şirketleri arasında yer almaktadır. Elektrik üretiminde

kamu payının 2009 yılı itibariyle %50 seviyesinden daha aşağıda olması hedeflenmektedir.

Grafik 3: Türkiye’de Kaynak Bazında Kurulu Güç Gelişimi



Kaynak: Deloitte, **Sektör Raporu**, s.7.

Türkiye elektrik piyasasının işleyişi ile ilgili olarak uzmanlarla yapılan görüşmeler sonucunda piyasaya yönelik genel değerlendirmeler kısaca özetlenmiştir.

- Türkiye’de elektrik üretim santrallerin kurulmasında en önemli faktör tesislerin yerlerinin belirlenmesidir. Bu bağlamda önceden ciddi çalışmaların yapılması gerekliliği Türkiye’nin yapılan yatırımlardan maksimum verimi alması açısından önemlidir.
- Türkiye’de elektrik üretim santralleri konusunda farklı alternatiflerin değerlendirilmesi özellikle ucuz elektrik üretimi için hidroelektrik ve kömür santrallerinin yatırımlarının artması gerekliliği tartışılan konulardan biridir.

Belli dönemlerde elektrik arzının güvenliğinin sağlanması için “mobil santraller” kurulması gerekliliği konusu birçok kurum ve uzman tarafından tartışılmaktadır. Türkiye’de ilk mobil santral Samsun’da kurulmuş ve faaliyete geçmiştir. Mobil santrallerin kurulmasının çevreye verdiği zarar tartışılmakta ve daha temiz enerji kaynakları ile elektrik üretimi yapılması önerilmektedir. Sektördeki rekabet, arz güvenliği ve çevre koruması hedefleri birbirleriyle çelişebilmekte ve öncelikleri değişebilmektedir.

- Türkiye’nin doğalgaz konusunda dışa bağımlı olmasından dolayı kaynaklanabilecek riskleri azaltmak için doğal gazla dayalı elektrik üretim payının düşürülmesi ve yerine daha ucuz olan yerli linyit ve taş kömürü kaynakları ile hidroelektrik potansiyeli değerlendirilmesi gerekmektedir.
- Türkiye’nin yenilenebilir kaynaklarının ve nükleer güce dayalı elektrik üretiminin payının artırılması gerekmektedir.
- Türkiye’de bölgesel bazda elektrik kullanımlarının belirlenerek dağıtım bedellerinin tek bir fiyat üzerinde değil bölgesel olarak belirlenmesi önerilmektedir.
- Türkiye, elektrik enerjisine olan ihtiyacına yönelik olarak daha ayrıntılı ve uzun dönemli analizler yaparak enerji politikasını belirlemelidir. Arz fazlasının ya da açığının özellikle depolanamayan elektrik enerjisinde çok iyi belirlenmesi gerekmektedir.
- Türkiye’de kullanılan “düzenlemeye tabi tarife sistemi” ile nihai tüketicinin elektrik fiyatı ve zam oranları TEDAŞ tarafından belirlenmektedir. Ticari bir işletme için birim başına ödeyeceği fatura tutarını⁵⁹ aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

Elektrik Birim Fiyatı (Kr/Kw/ay) : 21.4879

⁵⁹Fiyat bilgileri, TEDAŞ’ın açıkladığı 2010 yılı tarife bilgilerinden yararlanarak hazırlanmıştır. Ayrıntılı bilgi için <http://www.tedas.gov.tr/265,2010tarifeleri.html>

Dağıtım Bedeli	:	3.129
Perakende Satış Hizmet Bedeli (PSH)	:	0.181
İletim Bedeli	:	0.44
Fonsuz Tarife	:	25.2379
TRT Payı ⁶⁰	:	0.43
Enerji Fonu ⁶¹	:	0.215
Fonlu Tarife	:	25.883
Belediye Tüketim Vergisi (BTV) ⁶² (%5)	:	1.074
KDV'siz Fiyat	:	26.957
KDV (%18)	:	4.852
FATURA BEDELİ	:	31.809

- Türkiye’de kullanılan tarife çeşitleri ikiye ayrılmaktadır. Bunlar⁶³:

-Tek Terimli Tarife: Tüketilen elektrik enerjisi için kilovat / saat (kWh) miktarı üzerinden bedel alma esasına dayalı tarife sınıfıdır. Tek terimli tarifeden elektrik enerji alan müşteriye, yazılı müracaatı halinde gündüz, gece ve puant dönemleri için ayrı ayrı belirlenen çok zamanlı tarife uygulanır.

-Çift Terimli Tarife: Tüketilen elektrik enerjisi için kilovat / saat (kWh) miktarı üzerinden alınan bedel ile buna ek olarak sözleşme gücü karşılığı kilovat (kW) miktarı üzerinden alınan bedel alma esasına dayalı tarife sınıfıdır. Çift terimli tarifeden elektrik enerjisi alacak müşteri, çekilen gücün en yüksek anlık değerinin belirlenmesi için demandmetreli⁶⁴ sayaç monte etmek zorundadır. Çift terimli tarife sınıfında çok zamanlı tarife uygulanması da söz konusudur.

Elektrik kullanımın zamanlaması ve miktarına göre tüketiciler farklı fiyat tarifelerinden yararlanmaktadırlar. Örneğin, kullanılan elektrik gücü sabitse çift

⁶⁰ TRT Payı, Birim Fiyatın %2’si olarak hesaplanmaktadır.

⁶¹ Enerji Fonu, Birim Fiyatın %1’i olarak hesaplanmaktadır.

⁶² BTV, Birim Fiyat üzerinden hesaplanmakta ve %1 ila %5 arasında değişmektedir.

⁶³ Bakınız (Çevrimiçi) www.epdk.gov.tr/mevzuat/kurul/elektrik/284_2/284_2.doc

⁶⁴ Demand değeri, tüketicilerin kullandıkları sayaçlar tarafından ölçülmektedir. Sayaçlarda belli zaman aralıkları ile (15 dakika-yarım-bir saat) ölçülen akım değerini ifade etmektedir.

terimli tarifeyi kullanmak doğru olabilir. Vardiyalı çalışan bir kurum iseniz çok zamanlı tarife uygun olabilir.

- Türkiye elektrik piyasasında önemli bir konu haline gelen “serbest tüketici” ile elektrik piyasası hareketlenmiştir.

Serbest tüketici limitinin 2010 yılı için yıllık 100 000 kilovat / saat olmasıyla serbest tüketici sayısı ciddi oranda artmıştır. Özel tüketici sıfatını almak için TEİAŞ’a başvuru yapılması gerekmektedir. 2009 yılında 450 civarında firmanın elektrik tüketimini özel sektör tarafından karşılanmıştır. Serbest tüketiciler arasında en çok alışveriş merkezleri, hastaneler ve oteller dikkat çekmektedir. Serbest tüketiciler, elektrik maliyetlerinden yaklaşık %20 civarında tasarruf sağlamaktadırlar.

Serbest tüketiciler ile yapılan ikili anlaşmalarda tüketiciden kaynaklanabilecek dengesizliklerden PMUM’ye karşı tedarikçisi sorumludur. Bu sebeple, tedarikçinin üretiminde meydana gelebilecek aksaklıklardan kaynaklanabilecek enerji üretememe gibi durumlardan tüketicinin etkilenmesi söz konusu değildir.

- Türkiye’de elektrik yük profili saatlik bazda belirlenerek saatlik fiyatlar “elektrik fiyatı*kWh*yük profili” olarak hesaplanmaktadır. Yük profil oranları TEDAŞ tarafından belirlenmektedir. Belirlenen yük profil oranlarında düzenlemeler yapılmalı ve kullanıcıların özelliklerine göre yeniden belirlenmelidir⁶⁵.
- Türkiye’de elektrik tüketiminin belirlenmesine yönelik olarak uzun zamandır yapılan çalışmalardan biri olan akıllı sayaçların kullanımının artırılması ve bu sayaçlarla en az 2 yıllık verinin hafızada tutularak tüketicilerin yük

⁶⁵ Bu konuda ayrıntılı yük profili belirlenmesine yönelik olarak bakınız: http://data.ukedc.rl.ac.uk/browse/edc/Electricity/LoadProfile/doc/Load_Profiles.pdf

dağılımlarının belirlenmesi elektrik üretimi ve tüketiminin tahmin edilmesi açısından önemlidir.

- Türkiye’de elektrik akımı yüksek ve alçak gerilim hatları ile iletilmektedir. Gerilim hatlarından kaynaklanan kayıplar hem üreticiyi hem de tüketiciye yansıtılmaktadır. Oluşan kayıpların analiz edilerek kayıpların azaltılması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.
- Türkiye’de elektrik fiyatları gün içinde üç dönem olarak değerlendirilmektedir. Puant elektrik talebinin en yoğun olduğu zaman dilimidir. Puant dönemleri, günlük, haftalık, aylık ve yıllık belirlenmektedir. Türkiye için kullanılan zaman dilimleri aşağıdaki gibidir:
 - Gündüz: 6.00-17.00
 - Puant: 17.00-22.00
 - Gece: 22.00-6.00

Türkiye’de kullanılan puant sistemi haneler dikkate alınarak yapılmış bir düzenlemedir. Bu düzenlemenin Türkiye’nin gelişen sanayisi de dikkate alınarak yeniden analiz edilerek düzenlenmesi gerekmektedir. Sanayinin yoğun olduğu bölgelerde puant sistemi standardın dışında farklı olarak belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır. TEDAŞ tarafından yayımlanan 2008 yılı elektrik tüketim ve dağıtım istatistiklerine göre Türkiye toplam tüketimin yaklaşık % 46’sı sanayi,% 24’ü mesken ,% 15’i ticarethane ve %15’i diğer olarak gerçekleşmiştir.

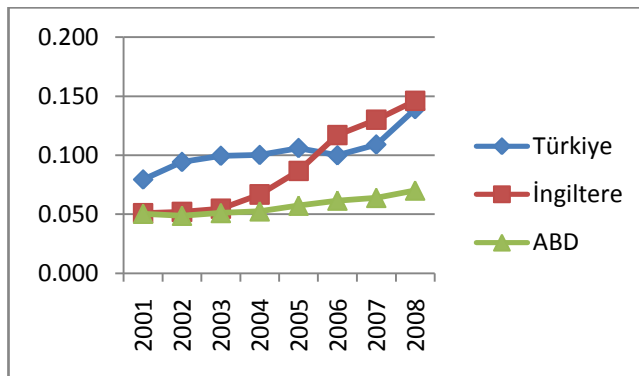
Türkiye’de elektrik piyasası ve ticaret ortamı daha da geliştikçe standart ürünler ortaya çıkacak ve standart ürünlerin alınıp satıldığı ve elektrik borsasının kurulması kaçınılmaz hale gelecektir. Bağımsız iletim sistemi işletmecisi ve bağımsız piyasa işletmecisinin oluşturulması çalışmaları devam etmektedir. Hali hazırda TEİAŞ bünyesinde faaliyet gösteren Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi’nin temel görevi

piyasanın tesis edilmesi ve işletilmesi olan özerk bir yapıya sahip bir kuruluş olarak yapılandırılması piyasa gelişimi açısından büyük önem arz etmektedir⁶⁶.

Türkiye'nin Avrupa Birliği ile entegrasyona ve sorumluluk ilkeleri itibariyle bir emisyon kotası belirlemesi ya da karbon vergisi yoluyla ilgili politikaları uygulamaya alması durumunda enerji sektörünün çehresinin büyük ölçüde değişmesi beklenmektedir⁶⁷.

Ulusal İklim Değişikliği Belgesinde⁶⁸, 2010 yılı için enerji sektöründe %7 oranında emisyon miktarında azalma hedeflenmiştir. Türkiye'nin önümüzdeki dönemlerde bu hedefe yönelik politikalar geliştirmesi beklenmektedir. Türkiye, enerji verimliliğine yönelik olarak "enerji verimliliği stratejisi" hazırlanarak enerji verimliliği çalışmalarında rol alacak paydaşlar görev ve sorumluluklar, idari çerçeve düzenlemeler, finans mekanizmaları, mevzuat eksiklikleri, hedefler, sorunlar, fırsatlar ve riskler belirlenmelidir. Türkiye'nin 2000-2008 yılları arasında elektrik fiyatları ABD ve İngiltere ile karşılaştırmalı olarak Grafik 3'de gösterilmektedir. Türkiye'nin elektrik fiyatları İngiltere ile aynı seviyede olduğu görülmektedir. Son yıllarda bütün ülkeler için artan talep karşısında elektrik fiyatlarında yükselme eğilimi görülmektedir.

Grafik 4: Türkiye, ABD, İngiltere Elektrik Fiyatları(yıllık, \$)



Kaynak: <http://www.eia.doe.gov/emeu/international/elecprii.html>

⁶⁶Deloitte, a.g.e, s.14.

⁶⁷A.e, s. 28.

⁶⁸ Ayrıntı için bakınız, (Çevrimiçi) [www.dpt.gov.tr/.../8286/UlusalIklimDegisikligiStratejisi\(2010-2020\).pdf](http://www.dpt.gov.tr/.../8286/UlusalIklimDegisikligiStratejisi(2010-2020).pdf)

2. ENERJİ PİYASALARINDA RİSK YÖNETİMİ VE ENERJİ TÜREV ÜRÜNLER

2.1. ENERJİ PİYASALARINDA RİSKLER

Enerji piyasalarında oluşan riskler incelendiğinde en önemli riskin doğadan kaynaklandığı görülmektedir. Doğal afetler, hava sıcaklıkları, fırtınalar gibi durumlar enerji piyasasında riskleri arttırmakta ve bu risklerin kontrolü de mümkün olamamaktadır. Doğadan kaynaklanan risklerin yanı sıra enerji piyasasında oluşan riskleri aşağıdaki kategorilerde incelemek mümkündür:

- Pazar riski
- Kredi riski
- Operasyonel risk
- Likidite riski
- Politik risk
- Teknoloji riski

Petrol, doğalgaz ve elektrik piyasasında en önemli risk fiyat riskidir. Fiyatlarda yaşanan değişkenlik, bu piyasaların ne kadar hareketli olduğunu biraz da olsa göstermektedir. Elektrik fiyatları diğer ürünler ile karşılaştırıldığında değişkenliğin en yüksek olduğu piyasa olarak karşımıza çıkmaktadır. Fiyat hareketliliği bu tür varlıklarda arz ve talepten çok fazla etkilenmektedir. Doğalgaz ve elektrik fiyatlarının değişkenliği birçok sebepten ötürü daha fazladır. Hava koşullarına göre değişen talebin oluşturduğu dalgalı üretim ve bu ürünlerin pahalı olmasından dolayı değişkenlik daha yüksektir. Bunun yanı sıra bu ürünlerin talep değişkenliğinin ani olması ve fakat buna karşın hızla yer değiştirememesi ve depolarının sınırlı olması fiyatlardaki oynaklığı tetiklemektedir. Bu durum, ülkelerin fiyat hareketliliğini yönetmek için bazı önlemler almasına sebep olmaktadır. Ülkeler ellerinde bulunan rezervleri daha dikkatli kullanma ve taşıma ve ulaşım kapasitelerini artırma yoluna gitmeye çalışmaktadırlar. Bunun yanı sıra maliyetlerin yüksek olması, ülkeleri bazı tasarruf tedbirleri almaya yönlendirse de yeni alternatif enerji arayışlarını da ortaya

çıkarmaktadır. Özellikle son yıllarda, enerji ürünlerinin fiyat değişkenliğinde arz ve talepteki ve hava koşullarındaki değişimin yanı sıra, ülkelerin politikaları çok önemli rol oynamaya başlamıştır.

2.1.1. Pazar Riski

Enerji fiyatlarının belirlenmesinde temel problemlerden biri arz ve talepteki değişimlerin fiyat üzerindeki etkisinin çok büyük olmasıdır. Pazar riski enerjinin ve enerjiyi kullanan kaynakların fiyatlarındaki dalgalanmalardan ortaya çıkmaktadır. Örneğin doğalgaz fiyatlarının ve bu fiyatlardaki değişkenliğin kış dönemlerinde daha yüksek olması, hava koşullarına göre değişen bir durumdur. Hava koşullarının tahmin edilmesindeki tutarlılık, talep ve arzdeki dengeyi de çok etkilemektedir. Belli dönemler için yapılan tahminler ve beklentiler gerçekleşirken, bazı dönemlerde arz ve talebi tahmin etmek ve yönetmek çok güç olmaktadır. Pazar riski, aynı zamanda enerji piyasasında bölgesel farklılıklardan da çok etkilenmektedir.

Elektrik piyasasında arz ve talep dengesinin anlık gerçekleşmesi ve hava sıcaklıklarından kaynaklanan arz talep dalgalanması uluslararası elektrik piyasalarının talep ve fiyat tahminlerini farklı şekilde etkilemektedir.

2.1.2. Kredi Riski

Kredi riski, enerji piyasasında faaliyet gösteren şirketlerin birbirleri ile yaptıkları ticaret sonucunda, malların teslimatının yapılıp yapılamaması durumunun oluşturduğu risktir. Enerji şirketleri kredi riski ile farklı şekillerde karşılaşabilirler. Örneğin elektrik üretimi yapan bir şirket, ürettiği elektriği sattığı zamandan ödeme yapılan zamana kadar oluşan fiyat farkını satışı yaptığı firmaya yansıtamayabilir. Bu durum birçok ülke tarafından da ayrıca düzenlenmiştir. Bazı durumlarda elektrik şirketi ödemeyi erteleyerek üretici firmayı da zor durumda bırakmaktadır. Kimi zaman bu durum tüm sektörün arzını etkileyen bir düzeye de gelebilmektedir.

2.1.3. Operasyonel Risk

Enerji piyasasında faaliyet gösteren şirketlerin karşılaştıkları birçok operasyonel risk mevcuttur. Şirketler, üretimden son tüketiciye kadarki süreçte, farklı operasyonel risklerle karşı karşıya kalmaktadırlar. Kimi zaman boru hatlarında taşınacak doğalgaz ya da petrole ilişkin olarak alıcının istediği kalite seviyesinde problem ortaya çıkmaktadır. Bu durum alıcı ile satıcı arasında ciddi sıkıntılar doğurmaktadır. Taşınan ürünün kalitesinin riski enerji firmalarının karşılaştıkları önemli operasyonel risklerdendir.

Bir diğer operasyonel risk, depolama riskidir. Depolama ile ülkelerin boru hatlarını kullanarak taşıdıkları doğalgaz ve petrolde karşılaşılan riskleri azaltmaları söz konusu olmaktadır. Taşınan ürünün hacminin boru hatlarının optimum taşıma kapasitesinden fazla olması durumunda, ürünün depolanması gerekliliği ortaya çıkabilmektedir. Ya da taşınan ürünün ülkenin talebini karşılamaması durumunda da depolama gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Talepte yaşanan değişimlere karşılık ülkelerin depolanmış petrol ve doğalgaz stoklarının olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Elektrik piyasasında depolama yapılamaması, genellikle elektrik üretiminin yapıldığı belli bölgelerin oluşmasına neden olmuştur. Son kullanıcılar oluşan bu bölgelere göre konumlarına en yakın olan bölgeden elektrik sağlamaktadır.

Bir diğer risk unsuru ise *model riski (İnsan hatası)*'dir. Enerji piyasasında hem fiziksel piyasaya hem de fiyatlara ilişkin olarak karmaşık birçok model oluşturulmaktadır. Modeller oluşturulurken geleceğe ilişkin tahminler ön plandadır. Bu tahminlerde yapılan en küçük hata, firmalar için yüksek maliyetlere sebep olmaktadır.

2.1.4. Likidite Riski

Likidite riski, herhangi bir sektörde faaliyet gösteren şirketin karşılaştığı en önemli risklerden biridir. Fiyat hareketliliğinin yüksek düzeyde yaşandığı enerji piyasalarında

likidite riski sık sık ortaya çıkmaktadır. Enerji piyasasında üretim yapan şirketler, kendi aralarında ürün swap anlaşmaları yaparak bu likidite riskinden kurtulmaya çalışmaktadırlar.

2.1.5. Politik Risk

Politik risk, yatırımcıların kontrol edemedikleri ve yapmış oldukları faaliyetin dışında gerçekleşen bir risktir.

Enerji türev piyasası gibi değişkenliğin yoğun olduğu piyasalarda pazar riski ve ticari risklerin yanı sıra politik riskin önemi her geçen gün artmaktadır. Bu durum bu ürünleri üreten ülkelerin jeopolitik konumlarının öneminden kaynaklanmaktadır. Politik riskin yönetiminde çeşitlendirme uzun vadeli kontratlarda pek işe yaramamaktadır⁶⁹. Enerji piyasasında politik riskin yönetimi dengelerin her an değişmesi nedeniyle kısa vadeli olarak yapılması uygundur.

Politik riskin oluşması enerji kaynağının bulunduğu ülkenin yönetim biçimiyle çok ilişkili değildir. Politik risk, ülkenin ekonomik ve politik durumları sonucu ortaya çıkmaktadır. Örnek olarak, Belco Petrol Şirketi'nin 1980'de Peru'da yaşadığı veya Enron Şirketi'nin 1990'larda Hindistan'da yaşadığı sıkıntılar gösterilebilir. Her iki olayda da değişen hükümetler ülkelerinde daha milliyetçi bir yönetim tarzı belirleyerek şirketlerin problem yaşamalarına sebep olmuşlardır. Sadece 3. Dünya ülkeleri değil İngiltere, Fransa ve İtalya gibi gelişmiş ülkeler de kamulaştırma yaklaşımını benimseyerek şirketlerin farklı problemler yaşamalarına sebep olmuştur.

Tablo 12: Politik Risk Çeşitleri

	Devlet Riskleri	İstikrarsızlık
Firmaya Özgü Riskler	<ul style="list-style-type: none">• Ayrımcılık• Kamulaştırma• Kontrat İhlalleri	<ul style="list-style-type: none">• Sabotaj• Kaçırılma• Firmaya boykotlar

⁶⁹ Berlin, a.g.e, 2003, s.2

Ülke Riskleri

- Ulusalçılık
- Mevzuat değişiklikleri
- Paranın değiştirilemezliği
- Grevler
- Ülkedeki boykotlar
- Sivil savaşlar

Kaynak: Wagner, D.

Şirketler politik risklerini, sigorta, stratejik birleşmeler ve ortaklıklarla çözümlenebilirler. Faaliyet gösterdikleri ülkelerin hükümetleri ile dikkatli bir şekilde iyi ilişkiler kurmak, ülkedeki değişimleri görerek değerlendirmeler yapmak, yerel üreticiler ve dağıtıcılarla ortaklıklar yapmak, ülkenin ekonomisinde bir pay sahibi olmak gibi stratejik hareketlerin petrol şirketleri açısından önemi büyüktür. Eğer firmalar rüşvet, yolsuzluk ve çevreyi kirleten faaliyetlerde bulunurlarsa şirketlerin o ülkedeki varlıkları tehlike girebilir⁷⁰.

Politik riskin yanı sıra bir başka risk faktörü olarak ele alınabilecek bir faktör de jeopolitik risktir⁷¹. Enerjinin özellikle nakil edilmesi sırasında ve çıkarılması sırasında yaşanan beklenmedik olaylar enerji piyasalarında etkili olmaktadır. Özellikle Irak'ın işgalinden sonra petrol yataklarına ve boru hatlarına yapılan saldırılar piyasada fiyatların yükselmesine neden olmaktadır.

2.1.6. Teknoloji Riski

Teknoloji riski; hem aynı türden hem de farklı türden enerji üretim tesisleri için söz konusudur. Daha iyi teknolojiyi geliştirenler ya da seçenler diğerlerine karşı önemli bir rekabet silahı elde etmiş olurlar. Bazı enerji türlerine; mesela güneş enerjisi konusunda yoğun bir biçimde beyin gücü ve para tahsis edilmektedir. Bu da bu türün önünü açmaktadır. Ayrıca enerjinin etkin kullanımı konusu da maliyeti düşürmesi ve

⁷⁰ Berlin, a.g.e, 2003, s.14

⁷¹ Larry, a.g.e, 2008, s.13

çevreye olan zararı azaltması açısından önemli bir husustur. Bir enerji firması sıralanan risklerin herhangi birini bünyesinde barındırabilir⁷².

Teknoloji riskini önemli hale getiren en önemli unsur alternatif enerji kaynaklarına olan yatırımların artmasıdır. Örneğin yeşil, fosil, biyomas, nükleer, hidrojen gibi kullanılabilirliğinin artması diğer enerji türlerinin arz ve talebini çok fazla etkileyecektir. Fosil enerji kaynakları açısından ABD’de gelişen teknoloji ile çıkarılan doğalgaz dünyadaki bu konudaki politik dengeyi de etkilemektedir. Bir tek kaynağa bağımlı kalmak istemeyen ülkelerin kaynak çeşitlendirme çalışmaları teknolojinin gelişmesi ile paralellik göstermektedir.

2.1.7. Baz Riski

Baz riski, fiyat riski ile ilişkilidir. Bu ilişki enerji vadeli işlem piyasalarında yatırım yapmak isteyen ticari olmayan katılımcıların yatırımları için anahtar kabul edilebilir. Baz, aynı varlığın piyasa fiyatı ile enerji vadeli fiyatı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Baz riski, fiziksel bir emtiaya (Örneğin, Afrika ham petrolü ABD’de limanına gelmesi) finansal bir ürünle (NYMEX vadeli kontrat) korunma yapıldığı zaman çok önemli bir hale gelmektedir. Baz riski yalnızca finansal varlık ve fiziksel varlık arasında oluşan farklılığı değil kalite farklılığını da yansıtmaktadır.

Baz riskini faiz oranları, depolama maliyeti, ulaştırma maliyeti yükseltirken, spot piyasada yerel arz eksikliği, vadeli kontrattan sağlanan pozitif nakit akışlarının oluşması azaltmaktadır. Baz riskinin küçülmesi, vadeli sözleşmelerin yatırımcı tarafından kullanılmasını cazip hale getirmektedir⁷³.

Dünya petrol piyasası büyük ölçüde tedarikçi olan Körfezin rolü düşünüldüğünde düşük maliyetli olan tanker taşımacılığına dayanmaktadır. Petrol fiyatının belirlenmesinde baz riski önemli bir tartışma konusu değilken doğalgaz taşımacılığında farklı bölgeler ve farklı fiyat oluşumundan dolayı maliyetler

⁷²Faruk Dağlı, “Enerji Yatırımlarında Risk ve Yönetimi”, **16. Uluslararası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı Bildiriler Kitabı**, 12-14 Mayıs 2010, s.110.

⁷³ (Çevrimiçi), <http://www.ericbenhamou.net/documents/Encyclo/Basis%20risk.pdf>

yükselmektedir. ABD’de Henry Hub piyasasında baz riski gelecekteki hareket tahminleri yapabilmek için düzenli olarak izlenmektedir⁷⁴.

Fiziksel olarak enerji türünün konumu, gönderilme zamanını, kalitesi ve farklı karakteristik özelliklerinden kaynaklanarak fiyat farklılığı yaratabilir. Baz riskin olması tek fiyat imkânını ortadan kaldırmaktadır. Aynı tür petrolün farklı zamanlarda ve farklı bir konumlara gönderilmesi farklı fiyat oluşumuna sebep olmaktadır.

2.2. ENERJİ PİYASALARINDA RİSK YÖNETİMİ

Vadeli işlem piyasalarının ana işlevi riskten korunma sağlamasıdır. Bu açıdan risk korunmasının vadeli işlem kontratları ile nasıl yapıldığı özel önem taşıyan bir konudur. Enerji piyasasında karşılaşılan riskleri yönetebilmek için vadeli işlemlerin rolü, dünyada belli başlı olarak kullanılan petrol, doğalgaz ve elektrik tüketimi ve üretimi açısından her geçen gün artmaktadır. Bu piyasalardaki fiyat hareketliliğinden dolayı oluşan risklerin yönetimi bütün dünyadaki hükümetlerin özellikle son dönemlerde öncelikleri haline gelmiştir.

Enerji piyasalarına olan bu yoğun ilgi ile enerji piyasalarına yönelik araçlar oluşturulmuştur. Her geçen gün artan enerji vadeli işlem hacmi yatırımcıların bu piyasaya olan ilgisini de göstermektedir. Ülkelerin enerjiye olan taleplerindeki artışlarla beraber enerji ürünlerindeki fiyat değişkenliği, maliyetlerin artmasına sebep olurken ülkelerin taşıdıkları yükü de arttırmıştır. Bu yüzden enerji vadeli işlemleri kullanarak spot piyasada oluşan risklerden korunma stratejileri hem ülkeler hem de firmalar için önemini her geçen gün arttırmaktadır.

Enerji piyasasında özellikle petrolde yaşanan fiyat artışlar için piyasa katılımcıları “savaş primi” ifadesini kullanırken, oluşan bu primin daha sonra düzelmesi beklenirken aynı şekilde devam ettiği gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak “savaş priminin” yerini “yeni primlerin” alması gösterilmiştir. Özellikle Asya bölgesinde

⁷⁴Jensen, J.T., a.g.e, s.13

yaşanan ekonomik gelişme sonucu enerji kaynaklarına olan talebin artışı, fiyatlardaki risk priminin hala yüksek olmasına sebep olmaktadır ⁷⁵.

Enerji piyasalarında risk yönetimi farklı araçlarla yapılmaktadır. Enerji firmaları enerji türev ürünleri ile taşıdıkları riskleri, daha fazla riski göze alarak kar sağlamak isteyen yatırımcılara transfer edip maliyetlerini düşüren esnek ve güvenilir stratejilere dönüştürebilmektedirler.

Enerji firmaları için vadeli kontratların kullanımı taşınan risklerden korunmak için tek yöntem değildir. Firmalar örneğin dikey entegrasyon stratejisiyle, üretimden satışa kadarki süreçteki safhalar arasındaki etkileşimi kullanarak fiyat riskini kontrol edebilmektedirler. Bu stratejiler genellikle firmaların kendi bünyesinde petrol ve doğalgaz rezervi olması gerekliliği üzerine kurulmuştur. Özellikle petrol endüstrisinde, farklı safhalarda faaliyet gösteren firmalar entegre olmuşlardır. Farklı alanda faaliyet gösteren rakip firmalar ile birleşme ve satın alma yoluna giderek fiyatları kontrol altında tutmayı hedeflemektedirler ⁷⁶.

Firmaların taşıdıkları fiyat riskini, stok kontrolünü etkin şekilde yaparak da yönetebilmeleri mümkün olmaktadır. Bu stratejide en önemli ve firmaları en fazla uğraştıran problem petrol ve doğalgaz için depolama maliyetlerinin yüksek olmasıdır. Elektrik ise, depolanamama ve depolanması durumunda da maliyeti en yüksek olan ürün olma özelliği göstermektedir.

Enerji sektöründeki firmalar için fiyat değişkenliğinden kaynaklanan problemlerin çözülmesinde belirli bir fiyattan uzun vadeli olarak yapılan anlaşmalar önemli bir araçtır. Örneğin petrol taciri ile rafineri yöneticisi ham petrolü varil başına 80\$'dan olmak üzere anlaşma yaptıkları takdirde ve ham petrol fiyatlarında önemli bir düşüş yaşanması durumunda, rafineri rekabet avantajını kaybederek benzin üretmek

⁷⁵ Larry, a.g.e, 2008, s.11

⁷⁶ Robert, L. Pirog, Derivatives, Risk Management, and Policy in the Energy Markets, Report or Congress, **Congressional Research Service**, 2003, s. 3.

zorunda kalacak ya da ödeme güçlüğü çekecektir. Tam tersi olması durumunda ise petrol taciri sıkıntıya düşecektir. Ham petrolü spot fiyattan satmak isteyecektir.

Uzun vadeli kontratların fiyat riskini azaltmak bir tarafa, geri ödeme riskini yükselttiği gözlenmiştir. Geri ödememe riskine karşılık firmaların sigorta, maddi tazminat gibi yöntemlerle bu riskten kurtulmaları gerekmektedir. Firmaların piyasada faaliyet gösterirken güvenli ve güçlü firmalarla çalışmalarında yarar vardır. Enerji piyasalarında geçmiş yıllarda ne kadar büyük firmaların sıkıntılar yaşadığı hatta yok oldukları örneklerle aşikârdır.

Aşağıdaki Tablo 13’de futures kullanan bir rafinerinin spot ve kontrat fiyat değişimleri karşısında elde ettiği nakit girişlerini ve nakit çıkışlarını görmek mümkündür.

Tablo 13: Petrol Futures Sözleşmesi Örneği

TARİH	VARİL FİYATI		SÖZLEŞME HAREKETLERİ	NAKİT GİRİŞİ/CIKISI
	WTI SPOT	ARALIK FUTURES SÖZ.		
Ocak	26\$	28\$	Rafineri 10 Sözleşme (Her biri 1000 varil) için alır. (Başlangıç Teminatı öder.)	(22.000)
Mayıs	20\$	26\$	Mark to market (26-28)*10000	(20.000)
Eylül	20\$	29\$	Mark to market (29-20)*10000	(30.000)
Ekim	27\$	35\$	(35-29)*10000	(60.000)
Kasım	35\$	35\$	-Rafineri petrol alır. (fiziki teslimat) -Sözleşme satarak başlangıç marjını geri alır.	(350.000) 22.000

Kaynak: Derivatives and Risk Management in the Petroleum, Natural Gas and Electricity Industries, **Energy Information Administration**, U.S. Department of Energy, 2002, s. 11.

Rafineri fiziki teslimat yerine sözleşmeyi satması durumunda 70.000\$ net nakit girişi yaratacaktır. WTI spot piyasasında oluşan fiyat, sözleşme fiyatından daha düşük olsaydı yatırımcılar futures sözleşmesini satarak işlem yapma, tam tersi durumunda futures sözleşme için fiziki teslimatı borsadan isteme hakkına sahiplerdir. Yatırımcıların vadeli borsadan ucuz elde ettikleri ham petrolü spot piyasada satma imkânları bulunmaktadır.

Enerji piyasası, fiyat farklılıklarından yararlanılarak çok yüksek seviyelerde kar sağlanan bir piyasa olma özelliği göstermektedir. Bu durum enerji borsalarına, son yıllarda özellikle sektörün içinden olmayan birçok yatırımcı ve firmanın özellikle bankaların ilgisini arttırmıştır. Enerji piyasasında bu hareketliliğin en önemli sebebi fiziki teslimat şartı gerektirmeden yaşanan fiyat hareketliliğinden kar sağlamak isteyen amacıyla işlem yapan yatırımcıların varlığıdır. Piyasada yaşanan fiyat riskine karşı spekülâtif hareketlerin artmıştır.

Geçmiş yıllarda enerji piyasalarında yaşanan fiziksel hareketler önemli iken, günümüzde bu piyasa risk yönetimi açısından önemli bir türev araç haline gelmiştir. Spekülâtif fonlar, enerji türev piyasasını ekonomik güç ve yön verme aracı olarak da kullanmaya başlamışlardır. Enerji piyasasında fiziksel teslimatın eski önemini yitirmesi, bu piyasanın irrasyonel hareket etmesine sebep olmaktadır. OPEC Basket fiyatı ile NYMEX piyasasında oluşan fiyatlar arasındaki farklılık bu durumu ortaya koymaktadır⁷⁷.

Enerji borsalarında yapılan işlemlerin artmasında ve birçok yatırımcının piyasaya katılmasında en önemli faktörlerden biri de internet üzerinden enerji ticaretinin yapılabilmesi olmalıdır. Dünya ilk defa enerji piyasalarında 1999 yılında “Enron Online⁷⁸” ile fiziksel ve finansal işlemler yapmaya başlamıştır. Enron Online işlemlere başlamasından sonra “Ice Tradespark” gibi elektronik işlemlerin

⁷⁷ A.g.e., s.9.

⁷⁸ Enron Online, hem piyasada işlem yapılmasına olanak verirken Enron Şirketi de oluşturulan sözleşmenin bir tarafı olarak da işlem yapabilmekteydi. Bu durum piyasada fiyatların belirlenmesinde firmaya ciddi avantajlar yaratmıştır.

yapılabildiği sistemler devreye girmiştir. 2002 yılında NYMEX’de OTC piyasalarda işlem görmeye başlayınca artık 24 saat işlem yapılabilir hale gelmiştir. 2005 yılında ise elektronik mesaj sistemine geçilerek aracı kuruluşların etkisinin önemi arttırılmaya çalışılmıştır. NYMEX piyasasında işlem gören kontratlar fiziksel değil nakit uzlaşma ile işlem görebilmektedir. Fiziksel teslimatlar daha çok spot piyasa işlemlerinde gerçekleşmektedir. Vadeli piyasalardaki nakit uzlaşma, piyasa katılımcılarının çeşitliliğini arttırmaktadır.

Enerji piyasalarında oluşan risklerin yönetilmesi konusu sadece enerji ile uğraşan firmaların ya da spekülatif amaçla kar sağlamak isteyen yatırımcıların değil, özellikle enerjide bağımlı olan (özellikle petrol) ülkelerin ciddi bir şekilde ülke politikası olarak stratejik kararlar almasını gerektirmektedir. Stratejik politikaların oluşturulmasında en önemli kısıtlardan bir tanesi, hükümetlerin belirlediği stratejinin kamuoyu tarafından nasıl algılandığıdır. Kamuoyunda fiyat riskinden korunma işlemlerinin profesyonel uzmanlar tarafından iyi analiz edilerek yapılmaması ya da hiçbir strateji geliştirilmemesi durumunda kaybedilecek kaynağın ülkede yaratacağı “bütçe açığının” büyümesi tepkilere yol açmaktadır. Diğer taraftan yapılan korunma işlemleri için ödenecek olan opsiyon primi yada vadeli kontratlarının teminatları yerine “hastane yapmak” gibi çeşitli eleştirilerle karşı karşıya kalmaktadır⁷⁹.

Enerji tezgâh üstü (OTC) piyasasında geliştirilen ürünler pek çok farklı şekilde kullanılmaktadır. OTC ürünler genellikle, baz riski ortadan kaldırmak, yüksek hacimli işlemler yapabilmek, uzun vadeli teminatlı işlemler ve başlangıç teminatı olmadan kar sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. OTC piyasa katılımcıları organize piyasa katılımcılarına göre daha fazla riskle karşı karşıya kalmaktadırlar. OTC piyasalarında, organize piyasalara göre daha düşük işlem maliyetleri olması avantaj iken likidite ve şeffaflık önemli dezavantajdır. OTC piyasaların sağladığı avantajlar düşünüldüğünde, ülkelerin enerji ürünlerinin fiyat riskinden korunmak için OTC piyasaları tercih etmeleri daha akılcıdır.

⁷⁹ A. Daniel James, “Hedging Government Oil Price Risk”, **IMF Working Paper**, WP/01/185, s.11.

Çeşitli ülkelerin enerji piyasalarında yaşanan fiyat riski ile ilgili gerekli eğitimi sağlamak üzere Birleşmiş Milletler ve Dünya Bankası kontrolünde eğitimler düzenlemektedir. da eğitimler konusunda gerekli desteği sağlamaktadır.

Tablo 14’de piyasa katılımcıların karşılaştıkları fiyat riskini hangi türev ürünle nasıl korunma yapacakları özet şeklinde verilmiştir. Farklı türev sözleşme alternatifleri ile enerji piyasası katılımcıları fiyat riskinden korunabilmektedirler. Rafineri firmalarının bazılarının karları direkt olarak ham petrol ile rafine edilen ürün arasındaki fiyat farkına (spread) bağlıdır.

Tablo 14: Petrol ve Doğalgaz için Fiyat Riski ve Risk Yönetim Stratejileri

Katılımcılar	Fiyat Riski	Türev Ürünlerde Risk Yönetimi Stratejileri
Petrol Üreticileri	Düşük Ham Petrol Fiyatı	-Ham Petrol Vadeli Söz. sat -Satım Opsiyonu Al
Petrol Rafine İşletmecisi	Yüksek Ham Petrol Fiyatı	Ham Petrol Vadeli Söz. ya da alım opsiyonu alma
	Düşük Ham Petrol Fiyatı	Emtia için Vadeli Söz. ya da Swap Söz. Sat ya da Satım Opsiyonu Al
	Zayıf Kar Marjı	Crack Spread Al*
Depolama Firmaları	-Yüksek Satın Alım Fiyatı -Düşük Satış Fiyatı	Vadeli Söz. Al ya da Sat
Yerel Dağıtım Şirketleri	-Değişken Fiyatlar -Yüksek Ham Madde Fiyatı	Vadeli Söz. ya da Alım Opsiyonu Al, Baz Söz. Al
Elektrik Şirketleri	-Zayıf Kar Marjı	Spark Spread Al**
Hava ve Deniz Yolu Şirketleri	-Yüksek Yakıt Fiyatı	-Swap Söz. Al

Kaynak: Derivatives and Risk Management in the Petroleum, Natural Gas and Electricity Industries, **Energy Information Administration** . US Department of Energy 2002, s. 13.

*Crack Spread: Ham petrol vadeli sözleşme alıp aynı anda ürün sözleşme satılması

**Spark Spread: Doğalgaz vadeli sözleşmesinin alıp elektrik vadeli sözleşmesinin satılması

2.3. ENERJİ TÜREV ÜRÜNLERİ

Türev ürünler genel olarak incelendiğinde likidite, güvenlik, şeffaflık, esneklik gibi birçok karakteristik özellik göstermektedir. Türev ürünler kullanımı incelendiğinde ürünler seçimi firmalar tarafından maliyetlerine, kazançlarına, firmaların amaçlarına ve koşullarına göre oluşturulan stratejiler açısından farklılık göstermektedir.

1840'lı yıllarda Chicago'da tarım ürünlerinin alıcı ve satıcılar tarafından fiyat riskinden korunmak amacıyla kullanılmaya başlanılan türev ürünler, günümüzde 5 milyar doları bulan işlem hacmine ulaşmıştır. İşlem hacmi her geçen gün artmaktadır. Enerji piyasalarında en çok kullanılan türev ürünleri vadeli sözleşmeler (forward), futures, opsiyon ve swap'tır.

Tablo 15: Enerji Türevler Ürünleri

Fiziksel			Finansal		
Standart	Egzotik		Varlık	Standart	Egzotik
	Fiyat Bazlı	Volumetrik		Gelecek Vadeli Söz.	Amerikan Op.
Futures	Amerikan Op.	Swing Opsiyonu	Depolama	Vadeli Söz.	Asya Op.
Vadeli Söz.	Asya Op.		İletim	Swap Söz.	Swap Op.
Swap	Spread Op.		Elektrik Santralleri	Avrupa Op.	Spread Op.
Avrupa Opsiyonu	Swap Op.				

Kaynak: Alexander Eydeland and Krzysztof Wolyniec, Energy and Power Risk Management, New Development in Modelling, Pricing and Hedging, John Wiley & Sons Inc., s.19

Yukarıdaki Tablo 15'de enerji türev piyasalarında kullanılan ürünleri görmek mümkündür.

2.3.1. Vadeli Sözleşmeler

En temel türev ürünlerinden biri vadeli sözleşmelerdir. Vadeli sözleşmeler, gelecekte belli bir tarihte belli bir fiyattan herhangi bir varlığın alınıp satılmasına yönelik yapılan sözleşmelerdir. Spot piyasadaki işlemlerin gelecekte gerçekleştirilmesi işlemidir⁸⁰.

Vadeli sözleşmeler, tezgah üstü piyasasında işlem gören ve belli standartları olmayan sözleşmelerdir. Bu sözleşmeler genellikle taraflar arasında ya da tarafların temsilcileri tarafından gerçekleştirilir. Taraflardan biri gelecekte belli bir tarihte bir varlığı belli bir fiyattan almak (uzun pozisyon), diğer taraf ise aynı koşullarda satmak (kısa pozisyon) için anlaşma yapmaktadır.

Vadeli sözleşmelerde tarafların sözleşme süresince piyasada meydana gelebilecek değişikliklere karşı esnek olma imkânları vardır. Tarafların ihtiyaçlarına göre koşulları belirlenebilen bu sözleşmeler aşağıdaki özellikleri taşıması gerekir⁸¹:

- Taşınacak enerji türünün kalitesi ve miktarı
- Taşıma maliyeti
- Teslim aralığı ve teslimat tarihi
- Teslimat yeri
- Teslimat koşulları (fiziki teslimat olup olmayacağı)

Vadeli sözleşmelerde tarafların birbirlerini uygun koşullarda bulması konusunda sıkıntılar yaşanabilmektedir. Vadeli sözleşmelerin taşıdığı risklerden biri, taraflardan birinin piyasa fiyatı ile anlaşma fiyatı arasındaki fark ya da ürünün istenilen kalitede olmamasından dolayı sözleşmeden vazgeçme durumudur. Değişen piyasa koşullarına göre tarafların durumları açısından sözleşmenin tekrar görüşülmesi ve her iki tarafın da yapılan anlaşmadan zarara uğramaması tarafların sorumluluğu altındadır ve anlaşmanın içerisinde yer alması gereken koşullardan biridir. Ayrıca, taraflardan

⁸⁰ John C. Hull, **Options, Futures and Other Derivatives**, Pearson Education Inc., New Jersey, USA, Seventh Edition, 2009, s.4

⁸¹ GARP, **a.g.e.**, s.75

birinin yükümlülüğünü yerine getiremediği veya eksik getirdiği durumlarda uygulanacak koşullar da sözleşmelerde belirlenmektedir.

Tezgah üstü piyasalarda yapılan vadeli sözleşmelerden vadesi gelenden vazgeçmek sınırlı olmakla beraber, sözleşmelerden taraflar iki farklı şekilde vazgeçebilirler. Birincisi, taraflar sözleşmeyi fes edebilirler ya da taraflardan biri başka bir firma ile denge pozisyonu alabilir. Diğer alternatif ise, elektronik ortamda yapılmaya başlanan vadeli sözleşmelerle, piyasanın likiditesi artırılarak firmaların birbirleriyle daha yoğun bir şekilde vadeli sözleşme ortamı yaratılmıştır⁸².

Enerji piyasalarında ise vadeli sözleşmeleri, özellikle rafineri firmaları tarafından ham petrol vadeli işlemlerde yaşanan fiyat dalgalanmalarından korunmak ve uzun dönemde petrol stoku sağlamak için kullanılmaktadır. Elektrik piyasasında vadeli sözleşmeler, bağımsız üreticiler ve büyük endüstri kullanıcıları arasında sıklıkla kullanılmaktadır.

Teslimat fiyatı sözleşmede belirlenmiş olmasının yanı sıra farklı şekillerde de belirlenebilir. Örneğin, teslimat zamanındaki futures sözleşmesinin fiyatına göre, belli kuruluşlar tarafından yayınlanan vadeli fiyat endekslerine (FERC's gaz piyasası raporu, vade bitimine kadarki haftalık ortalamalar ya da günlük Megawatt ve gaz endeksleri) göre ayarlanabilmektedir⁸³.

Global piyasalara bakıldığında en çok işlem gören vadeli işlem sözleşmeleri;

- Dubai Brent Crude
- European Diesel Fuels
- Asian Fuel Oil'dır.

⁸² GARP, **a.g.e.**, s. 76.

⁸³ Helyette Geman, **Commodities and Commodity Derivatives, Metals and Energy**, John Wiley&Sons Inc., 2005, s. 31.

2.3.2. Futures

Vadeli sözleşmelere benzeyen “Futures” aşağıdaki özellikler bakımından farklılık göstermektedir⁸⁴:

- Bu sözleşmeler organize piyasalarda işlem görmektedir.
- Standartları belirlenmiştir.
- Yatırımcıların işlem yapabilmek için “başlangıç teminatı” yatırması gerekmektedir.
- Yatırımcıların pozisyonları her gün piyasa ayarlaması yapmaları gerekmektedir.
- Yatırımcılar takas sistemiyle daha güvenilir işlem yapabilmektedirler.

Aynı vadeli ve aynı ürün üzerine işlem yapılan vadeli sözleşmelerle, futures sözleşmelerin fiyatları, vergi, işlem maliyetleri ve diğer faktörler (kredi riski, faiz oranları gibi) nedeniyle farklılık göstermektedir. Bu sözleşmeler hem fiziksel hem de finansal olarak sonlandırılabilir. Bu sözleşmeler vadesinden önce alınıp satılarak spekülörler tarafından en fazla kullanılan türev ürünlerden bir tanesidir. Spekülörler düşük düzeyde yapılan maliyetlerle yüksek hacimli işlemler yaparak kar sağlamaktadırlar. Elektrik vadeli sözleşmeleri ile futures sözleşmeler arasındaki temel farklılıklardan biri teslim edilecek güç miktarındaki farklılıktır. Genellikle futures sözleşmelerdeki güç miktarı vadeli sözleşmelere göre daha azdır.

Dünyanın en büyük vadeli işlem borsaları NYMEX (2008 yılında CME grubunda katılmıştır.) ve ICE'dir. 1990'larda başlayan yapılanma günümüze kadar devam etmiş ve işlemlerin elektronik yapılmasıyla işlem hacmi daha da artmıştır. Dünyada, NYMEX borsasında işlem gören West Texas Intermediate (WTI) ham petrol sözleşmesi bir gösterge niteliğindedir. Uluslararası piyasalarda ham petrol fiyatı

⁸⁴ Geman, a.g.e, s.5.

açısından kıyas olarak kabul edilen bu sözleşmeler likiditesi en yüksek türev üründür. Bu sözleşmelerde fiziksel teslimat zorunluluğu yoktur⁸⁵.

Bir diğer önemli ham petrol futures sözleşme ise IPE’de işlem gören Brent ham petrol sözleşmeleridir. Bu sözleşmelere konu olan ham petrol daha fazla sülfür içermektedir. WTI ham petrolü ABD’nin orta batısı ve Körfez Bölgesi’nin petrolü ve teslimatı Cushing, Oklahoma’da yapılmaktadır. Brent ham petrolü ise, Kuzey Denizi’nden elde edilen petrol olarak işlem görmektedir.

Dünya doğalgaz vadeli işlemlerinde gösterge fiyat olarak NYMEX’de işlem gören “Henry Hub Natural Gas” sözleşmesi baz alınmaktadır. Doğalgaz sözleşmelerinin birimi 42.000 galondur.

Tablo 16: NYMEX PJM Enterkonneksiyon Aylık Puant Elektrik Futures Özellikleri

İşlem Birimi	40MWh/puant (gün bazında). Bir ay içerisinde puant günü sayısına bağlı olarak, megawat saat sayısı 760 MWh ile 920 MWh arasında değişmektedir.
Fiyat Kotasyonu	Amerikan Doları/MWh
Minimum Fiyat Adımı	0,05\$/MWh
Maksimum Fiyat Hareket Limiti	Limit Yok
İşlem Saatleri (New York Saati)	NYMEX Clearport’da Pazar günleri saat 18.00’den Cuma günleri 17.05’e kadar işlem görmektedir. Her gün 45 dakika olmak üzere 17.15-18.00 arasında işlem yapılmamaktadır. Borsa dışı işlemler sadece takas için NYMEX Clearport’a iletilmektedir.
İşlem Ayları	Mevcut yıl ve sonraki 5 yıl. Aralık ayında yeni bir takvim yılı eklenmektedir.
Peak Günler	Pazartesi-Cuma (Kuzey Amerika Elektrik Güvenilirliği Konseyi tatil günleri dışındaki günler)
Son İşlem Günü	Bir aydaki son peak gününden önceki gün
Uzlaşma	Nakdi uzlaşma. PJM Enterkonneksiyon LLC tarafından sağlanan her bir günün puant saati için PJM batı tevzi

⁸⁵(Çevrimiçi), http://www.cmegroup.com/trading/energy/crude-oil/light-sweet-crude_contract_specifications.html

http://www.cmegroup.com/trading/energy/crude-oil/light-sweet-crude_contract_specifications.html

merkezi gerçek zamanlı bölgesel marjinal fiyatların aritmetik ortalaması. Her bir işlem günü sonunda, vade ayı öncesindeki ayın son işlem günü başlayarak, 40 MWh sözleşme miktarından çıkarılacaktır.

Sözleşme Kodu

JM

Kaynak: Emir Çetinkaya, Neslihan Adanalı, Türkiye Elektrik Piyasası Reform Süreci ve Elektrik Vadeli İşlem Sözleşmeleri, **Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası**, 2009, s. 53.

2.3.3. Opsiyon Sözleşmeleri

Opsiyon sözleşmeleri hem tezgâh üstü piyasalarda hem de organize piyasalarda işlem görmektedir. Opsiyonlar ikiye ayrılmaktadır. Sahibine bir menkul kıymeti ya da malı belli bir fiyattan belli bir tarihte alım hakkı veren “alım opsiyonu”, sahibine aynı koşullarda satma hakkı veren ise “satım opsiyonu”dur⁸⁶.

Opsiyon sözleşmeleri vadesinden önce alınıp satılmasına göre Amerikan ve Avrupa tipi olmak üzere iki farklı şekilde piyasada işlem görmektedir. Yatırımcılar istedikleri zaman alınıp satılabilmesi özelliğinden dolayı Amerikan tipi opsiyonları tercih etmektedir. Enerji piyasalarında tezgah üstü piyasalarda en çok işlem gören opsiyon türü Asya tipi opsiyon sözleşmeleridir.

Asya tipi opsiyon sözleşmeleri, normalin dışında oluşan pazar koşullarına daha az duyarlıdır. Asya opsiyonlarının en önemli avantajı, üzerine yazıldığı ürünün ya bütün ya da belli dönemine ait fiyat geçmişine bağlı olmasıdır. Egzotik opsiyonlar arasında en çok tercih edilen türev ürünlerden biridir⁸⁷.

Enerji opsiyon sözleşmeleri, WTI ham petrol üzerine ilk defa 1986 yılında NYMEX’de, daha sonra 1987 yılında IPE’de ilk benzin opsiyon sözleşmeleri ve 1992 yılında da NYMEX’de doğal gaz opsiyon sözleşmeleri işlem görmeye başlamıştır.

⁸⁶Hull, **a.g.e.**, s. 6.

⁸⁷Nedia Miller, Chapter 15 “Energy Options”, Der. Peter Fusaro, **The Professional Risk Managers' Guide to the Energy Market**, McGraw-Hill, USA, 2008.s. 236

Enerji opsiyon sözleşmeleri, vadelerinin sonunda fiziki ya da nakdi olarak da sonlandırılabilir. Ham petrol piyasasında, tezgâh üstü opsiyon sözleşmeleri için nakit uzlaşma ile organize borsalarda ise opsiyon sözleşmeleri (IPE'deki Brent ham petrol hariç) ise fiziki uzlaşma ile sonlandırılmaktadır. Anlaşmadaki teslimat değeri, genellikle, son bir aylık zaman dilimi için ortalama fiyat baz alınarak hesaplanmaktadır. Ortalama fiyat, günlük futures sözleşmelerin kapanış fiyatlarından ya da Argus ya da Platt's gibi enerji endüstrisi fiyatlama kaynaklarını kullanılarak hesaplanmaktadır⁸⁸.

Opsiyon sözleşmelerin nakit uzlaşması ile sonlandırılması piyasadaki birçok yatırımcı için farklı avantajlar sağlamaktadır. Rafineri firmaları, ham petrol fiyat artışlarından korunmak için, satın alma opsiyon sözleşmesi ile pozisyon alması durumunda vade sonuna kadar bekleyerek fiziksel teslimat hakkına sahiptir. Opsiyon piyasalarının likiditesinin yüksek olması sebebiyle, piyasada oluşan fiyat hareketlerine göre opsiyon alıcısının uygun bir fiyattan satması söz konusudur. Rafineri firması, borsada yaptığı işlemlerle ham petrolü farklı bir kaynaklardan ve başka tarihlerde satın alma şansına sahip olmaktadır. Nakdi uzlaşmanın bir diğer avantajı da ortalama fiyat uygulamasının birçok firma tarafından tercih edilmesidir. Teslimatlardaki ortalama fiyat uygulaması, çok değişken olan enerji piyasasında nakit akışlarında yaşanan dalgalanma riskini azaltmaktadır. Örneğin havayolu şirketi, sahibi olduğu uçak filosu için günde birçok kez yakıt ikmali yaptırmaktadır. Havayolu şirketi gün içerisinde birden fazla yaptığı bu işlemler için ay sonunda ortalama fiyat üzerinden işlem yapacaktır. Şirketin nakit akışı her gün gerçekleşen yakıt ikmallerinin toplamında oluşmaktadır. Şirket, ortalama fiyat riskine karşı korunmayı tercih etmektedir.

Yatırımcılar opsiyon sözleşmesiyle yaptıkları işlemlerde çapraz piyasa riskinden de korunmaya çalışmaktadır. Çapraz piyasada iki ürün arasındaki fiyat ilişkisine bakarak nakit uzlaşma avantajı ile maliyetlerini düşürmektedirler. Örnek olarak hava

⁸⁸Michael Hampton, "Energy Options", Der. Vincent Kaminski, **Managing Energy Price Risk, New Challenges and Solutions**, 3. Baskı. 2004. s.47

yolu şirketinin, jet yakıtlarında oluşacak fiyat artışından korunmak için çapraz piyasa koruması yaparak yüksek fiyat ilişkisi olan benzin opsiyon sözleşmesi satın alması verilebilir. Birçok firma, opsiyon sözleşmeleri ile risk yönetimi konusunda insan kaynakları ve deneyim eksikliği olması dolayısıyla pek fazla kullanamamaktadır. Genellikle taraflar birbirleriyle ihtiyaçları doğrultusunda sözleşme yapmayı tercih etmektedirler.

Opsiyon bazlı stratejiler diğer stratejilere göre daha pahalı olmaktadır. Opsiyon sözleşmeleri, genellikle aşağı doğru oluşacak fiyat hareketinden korunmak için kullanılmaktadır. OTC piyasalarda en çok Asya alım (call), satım(put) opsiyon işlemleri yapılmaktadır⁸⁹.

2.3.3.1. Tavan, Taban ve Tünel Opsiyonları

Tezgâh üstü piyasalarda en çok işlem gören türev ürün çeşitlerinden olan, tavan (caps), taban (floors) ve tünel (collars) ile yatırımcılar farklı stratejilerle kar sağlamaktadır. Tavan sözleşmeleri, belli bir primle piyasanın daha hareketleneceği varsayımıyla yükselecek fiyatlara karşı üst sınır getiren bir sözleşmedir. Taban sözleşmeler ise piyasanın durgun olacağı varsayımıyla düşecek fiyatlar için bir alt sınır oluşturmaktadır⁹⁰.

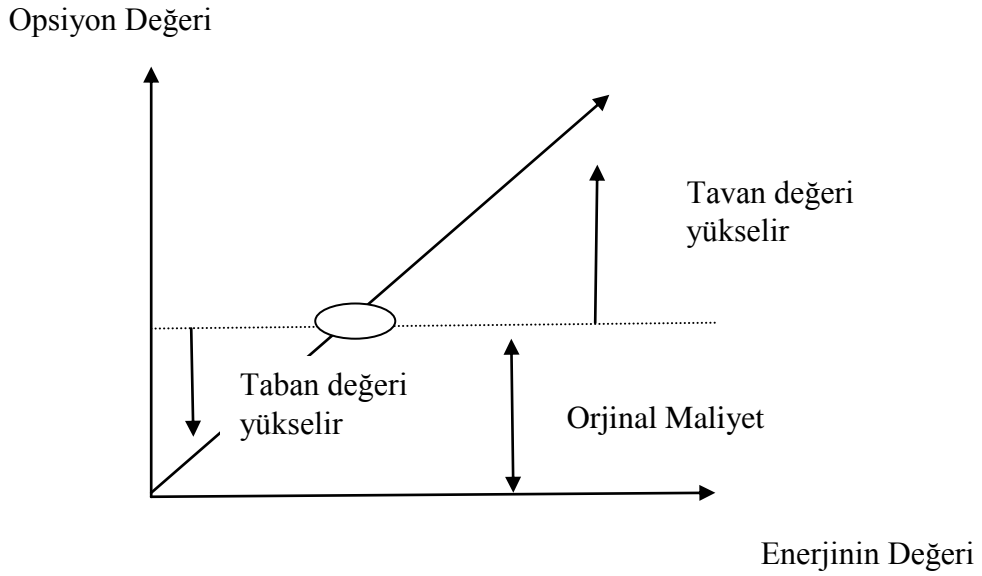
Enerji piyasalarında bu tür opsiyonlar fiyat riski yönetiminde en çok kullanılan türev ürünler arasındadır. Tavan opsiyon kullanımına örnek vermek gerekirse, rafineri firmasının gelecek dönem için ham petrol artışlarından korunmak amacıyla varil başına fiyatı 50\$ olan 12 vadeli ve aylık ödemeli bir tavan sözleşmesi yapmıştır. Sözleşmenin şartları, ayda 100.000 varil ve varil başına 50 sent prim ödenmesi şeklinde belirlenmiştir. Her ay sonunda aylık ortalama fiyat, tavan opsiyonunun kullanım fiyatı ile karşılaştırılarak ödemeler düzenlenmektedir. Ham petrol fiyatının aylık ortalaması sözleşmenin kullanım fiyatı olan 50 \$'ın üzerine çıkması yani 55\$

⁸⁹ James, A. Daniel, **a.g.e**, s.37.

⁹⁰ Miller, **a.g.e**, .s. 234.

olması durumunda tavan opsiyon sözleşmesinin satıcısının rafineri firmasına 500.000 \$ (5 \$ * 100.000) ödeme yapması gerekmektedir. Bu sözleşme ile rafineri firması bir yıl boyunca varil başına maliyetini 50,50 \$'da sabitlemiş olmaktadır. Taban sözleşmelerinde ise bu durumun tersi, yani enerji türü için ödenecek minimum fiyat sabitlenmektedir.

Grafik 5: Tavan ve Taban Opsiyon Sözleşmesi Grafiği



Tünel Sözleşmeler ise, genellikle “sıfır maliyet” için oluşturulmaktadır. Eş zamanlı olarak, tavan opsiyonu sözleşmesi satın alınıp, bir taban opsiyon sözleşmesi satılması durumudur. Ön ödeme olmaması bu sözleşmeyi popüler hale getirmektedir⁹¹.

Tünel sözleşmelerde sıfır maliyetin oluşması için satın alınan opsiyonun değerinin, satılan opsiyonun değerine eşit olması sağlanmaktadır. Bu sözleşmenin kullanımı fiyatın yükselmesi ya da düşmesi durumunda satın alma ve satma üzerine

⁹¹ Miller, a.g.e, .s. 234

oluşmuştur. Tünel sözleşme satıcısı, anlaşılan fiyatın üstünde kalan kısım için ödeme yapmakta altta kalması durumunda ise kazanç elde etmektedir.

2.3.3.2. Swap Opsiyonu (Swaption)

Swap opsiyonu, bir swap sözleşmesini alma ya da satma hakkını içeren bir opsiyon türüdür. Bu sözleşmeler, sabit fiyatlı swap sözleşmesidir ve opsiyonlarda olduğu gibi prim ödemesi yapılmaktadır.

Swap opsiyonları, fiyatların düşme beklentisine bağlı olarak yatırımcılar tarafından çok fazla tercih edilmektedir. Vade süresince fiyatların yükselmesi durumunda, opsiyon veya tavan opsiyon sözleşmelerine göre daha fazla nakit akışı yaratmaktadır. Swap opsiyon sözleşmelerinde sözleşmenin vadesinden önce swap sözleşmesini satılması yatırımcılara büyük avantaj sağlamaktadır. Swap opsiyon sözleşmesinin dezavantajı ise fiyatların beklentilerden farklı hareket etmesi durumunda, büyük zararlara sebep olabilmektedir.

Swap opsiyon sözleşmesi ile yatırımcılar sabit fiyatı garanti etmektedirler, fakat vadeden önce fiyatın düşmesi durumunda swap opsiyon sözleşmesi kullanılabilir. Örneğin, Aralık ayında alınan bir Şubat vadeli swap opsiyon sözleşmesi 6 ay boyunca, her ay 100.000 varil ve 19 \$ sabit fiyatlı bir swap opsiyon sözleşmesine girme veya girmeme hakkı içermektedir. Swap opsiyon sözleşmesinin primi, varil başına 30 senttir. Swap opsiyon sözleşmesine yatırımcı Şubat ayında girme hakkını kullandığında oluşacak ortalama fiyatlara göre, swap ödemeleri aşağıdaki gibi gerçekleşecektir.

Tablo 17: Swap Ödeme Tablosu

	Ortalama Fiyat	Sabit Fiyat	Fark	Ödeme (100.000 varil)
Şubat	19,05	19,00	0,05	5,000
Mart	18,96	19,00	-0,04	-4,000

Nisan	20,22	19,00	1,22	122,000
Mayıs	20,99	19,00	1,99	199,000
Haziran	22,36	19,00	3,36	336,000
Temmuz	21,75	19,00	2,75	275,000
Şub.-Tem.	20,56	19,00	1,56	933,000

Nakit akışları incelendiğinde Swap opsiyon sözleşmesinin maliyeti 180,000\$ iken net nakit akışı vadeye kadar 753,000\$ olacaktır.

2.3.4. Egzotik Enerji Opsiyonları

Egzotik opsiyonlar klasik Avrupa ve Amerikan tipi opsiyon türlerine göre daha karmaşık bir yapıya sahiptir ve tezgah üstü piyasalarda işlem görmektedir. Egzotik opsiyonlar firmaların taleplerine göre düzenlenebilmektedir. Bu sebepten dolayı çok farklı türleri olabilmektedir. Dünya enerji piyasalarında opsiyonun yazılı olduğu varlığın geçmiş dönem fiyatlarına bağlı olarak oluşturulan (path-dependent) ve yaygın olarak kullanılan egzotik opsiyon türleri: Asya opsiyonları, hatırlatma (lookback) opsiyonları, engelli (Barrier) opsiyonları, spread opsiyonları ve bir malı diğer bir malla değiştirme hakkı veren (Option to exchange one asset for another) opsiyonlarıdır.

Enerji piyasalarında oluşan fiyat riskinden korunmak için, egzotik opsiyonların kullanımı 1990'lı yıllardan sonra hızla artmıştır. Kullanımların hızla artmasının birkaç temel sebebi vardır. Bunlardan biri, enerji ürünleri için yaşanan mücadele sonucunda fiyatlardaki değişkenliğin artmasıdır. Bir diğer neden ise, enerji piyasalarında özellikle ABD ve Avrupa piyasalarında yaşanan serbestleşme sürecidir. Serbestleşme süreci üreticiden tüketiciye kadar enerji ürünlerini kullanan her birimde meydana gelmektedir. Yaşanan serbestleşme sürecinde piyasalarda rekabet ve fiyat dalgalanmalarına karşı duyarlılık artmıştır. Firmalar için risk yönetimi önemli hale gelmeye başlamış ve tezgah üstü piyasalarda spesifik istekler doğrultusunda ürünler gelişmeye başlamıştır.

2.3.4.1. Asya Opsiyonları

Asya opsiyonları, opsiyonun vadesi sonundaki piyasa fiyatı yerine, opsiyonun vadesi boyunca veya opsiyon vadesinin belirli bir dönemi boyunca oluşan fiyatların ortalamasının kullanıldığı opsiyonlardır. Asya satın alma opsiyonunun ödemesi, maks (ortalama(F)-K, 0) şeklinde, Asya satma opsiyonunun ödemesi, maks (K-ortalama(F), 0) şeklinde tanımlanabilir. K ifadesi, kullanım fiyatını, ortalama(F) ise, belirli bir zaman süresince oluşan ortalama fiyatı ifade etmektedir⁹².

Asya opsiyonlarının ödemesi, opsiyona konu olan varlığın belirli bir zaman diliminde ya da ömrü boyunca gerçekleşen fiyatlarının aritmetik ortalaması hesaplanarak belirlenmektedir. Bazı araştırmacılar tarafından aritmetik ortalama yerine geometrik ortalamaya göre hesaplanması konusunda tartışmalar devam etmektedir⁹³.

Ortalama kullanım fiyatlı Asya opsiyonları da egzotik opsiyon türleri arasında yer almaktadır. Bu tür opsiyonlarda, belirli bir dönem süresince gerçekleşen fiyatların ortalaması, kullanım fiyatı olarak hesaplanmaktadır. Ortalama kullanım fiyatlı satın alma opsiyonunun ödemesi, maks(F(T)-ortalama(F), 0) şeklinde, ortalama kullanım fiyatlı satma opsiyonunun ödemesi, maks (ortalama(F)-F(T), 0) şeklinde ifade edilebilir⁹⁴.

Asya tipi opsiyonlarda önemli bir nokta ortalaması hesaplanan dönem aralığının belirlenmesidir. Dönem belirlenirken opsiyonun tam vadesi veya belli bir dönem ele alınabilir. NYMEX’de işlem gören doğalgaz sözleşmeleri son iki veya üç gün oluşan kapanış fiyatlarının ortalamasına bağlıdır. Son üç günün kapanış fiyatları, t-2 ve t-1 günleri için kapanışa 2 dakika kala alınan kapanış fiyatları ve son gün için ise (t) kapanışa yarım saat kala olan kapanış fiyatı alınmaktadır.

⁹² Vincent Kaminski, Stinson Gibner, Krishnaro Pinnamaneni, Chapter 3 “Energy Exotic Options”, Der. Vincent Kaminski, **Managing Energy Price Risk: New Challenges and Solutions**, Risk Books, 2004, s. 107

⁹³ Bakınız, Michael Curan, Valuing Asia and Portfolio Options Conditioning on the Geometric Mean Price”, **Management Science**, Vol.40 No.12, 1994, s. 1705-1711

⁹⁴ Kaminski, V., Stinson Gibner, Krishnaro Pinnamaneni, **a.g.e**, s. 108

Asya tipi opsiyonlar, Avrupa tipi opsiyonlarla karşılaştırıldığında yatırımcılar tarafından daha çok tercih edilmektedir. Değişkenliğin opsiyon fiyatlarına olan etkisi Avrupa tipi opsiyonların primini yükseltmektedir. Maliyeti düşüren bu avantajının yanı sıra piyasada oluşan olağandışı durumlara daha az duyarlı olması yatırımcıların Asya tipi opsiyonları tercih etmesine neden olmaktadır. Asya tipi opsiyonlar, fiziksel teslimat yerine nakit uzlaşısı ile OTC piyasalarda kullanılmaktadır.

Asya tipi opsiyonun uygulama fiyatı kontratta belirtildiği şekilde belli bir dönemin ortalaması olarak belirlenir. Bu opsiyonlar tavan veya taban opsiyon kontratları olarak işlem görmektedir. Örneğin, bir yıllık vadeli tavan opsiyon sözleşmesi WTI ortalama fiyatı olarak belirlenmekte, yıllık dört dönem, her üç ayda bir, olarak hesaplanmaktadır. Bir diğer Asya opsiyon sözleşme türü de belli bir dönem sonra teslim edilecek olan özellikle doğal gaz opsiyonlarında sıklıkla kullanılan vadesi biten opsiyon sözleşmesinin kullanım fiyatı olarak bir ay vadeli sözleşmelerin ortalamasını almaktadır. Ortalama olarak vadeli sözleşmeler kullanılmaktadır⁹⁵.

2.3.4.2. Hatırlatma (Lookback) Opsiyonları

Hatırlatma opsiyonları, yatırımcısına vade boyunca en düşük işlem fiyatı ile satın alma ya da en yüksek işlem fiyatı ile satma olanağı veren opsiyon türüdür. Bu opsiyon türünün primleri diğer opsiyonlara oranla oldukça yüksektir⁹⁶.

Hatırlatma opsiyonun sahibi açısından oluşacak en iyi fiyat, kullanım fiyatı olacaktır. Hatırlatma satma opsiyonunun ödemesi, $[\text{maksimum}(F)-F(T)]$ şeklinde ifade edilebilir. Maksimum(F) ve minimum(F) ifadeleri, opsiyonun vadesi boyunca oluşacak en yüksek ve en düşük fiyatı göstermektedir⁹⁷.

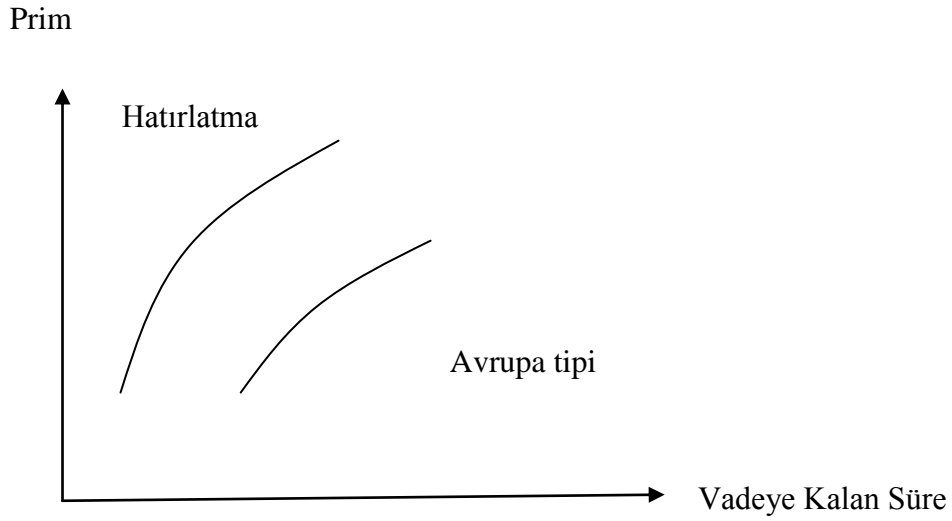
⁹⁵Dragana Pilipovic, **Energy Risk: Valuing and Managing Energy Derivatives**, McGraw-Hill, USA, 2007. s. 260

⁹⁶ (Çevrimiçi), http://www.tspakb.org.tr/tr/Portals/57ad7180-c5e7-49f5-b282-c6475cdb7ee7/ETM_lisanslama_egitim_kilavuzlari_turev_aracilar_turev_yeni_%20nesil_%20turevler.pdf

⁹⁷ Kaminski, V., Stinson Gibner, Krishnaro Pinnamaneni, **a.g.e.**, s. 113

Hatırlatma opsiyonlarının maliyetinin yüksek olması nedeniyle, enerji piyasalarında çok fazla kullanılmamaktadır. Grafik 6’da uygulama fiyatı 2\$, değişkenlik oranı %20 ve faiz oranı %5 olan Avrupa tipi opsiyonla Hatırlatma tipi alım opsiyonlarının prim karşılaştırmasını görmek mümkündür.

Grafik 6:Avrupa tipi ve Hatırlatma Opsiyon prim Karşılaştırması



2.3.4.3. Engelli (Bariyer) Opsiyonları

Engelli opsiyonları, yatırımcıya korunma maliyetlerini düşürmek ve değişen durumlara karşı korunma pozisyonunu tekrar düzenleme olanağı vermektedir. Bariyer opsiyonları, opsiyona konu olan varlığın fiyatının belirli bir sınırı geçip geçmemesine göre hayata geçen (knock in) ya da yok olan (knock out) opsiyon türüdür. Engelli opsiyonu, vadesi süresince herhangi bir zamanda, belirlenen fiyat seviyesine ulaşabilir. Satın alma veya satma opsiyonları için aşağıdaki kombinasyonlar gerçekleşebilir⁹⁸:

	Geçersiz Durum	Geçerli Durum
Yukarı Fiyat	Yukarı ve Geçersiz	Yukarı ve Geçerli

⁹⁸ Kaminski, V., Stinson Gibner, Krishnaro Pinnamaneni, **a.g.e.**, s. 114

Aşağı Fiyat

Aşağı ve Geçersiz

Aşağı ve Geçerli

Engelli opsiyonlar, döviz piyasalarında daha çok kullanılmaktadır. Enerji piyasalarında daha az likit seviyede olması ve manipülasyona daha açık olması nedeniyle bu tip opsiyonların kullanımını sınırlı kalmıştır.

Bariyer opsiyonuna tipik bir örnek olarak, enerji üreticisinin, enerji fiyatlarının düşme riskinden korunmak amacıyla, “yukarı-ve-geçersiz” satma opsiyonu satın alması verilebilir. Bir “yukarı-ve-geçersiz” satma opsiyonu, fiyatlar düşme eğilimi gösterdiği zaman fiyat korumasını sağlaması ve daha düşük maliyetli olduğu için standart satma opsiyonlarına göre daha iyi bir alternatiftir. Fiyatların yükselmesi durumunda söz konusu enerji türünün fiyatında yaşanan yükseliş, aşağı yönlü hareket edecek olan fiyat korunması ihtiyacını azaltmaktadır. Eger, fiyatlar yukarı yönlü hareket eder ve belirlenen engeli geçerse, opsiyon geçersiz hale gelecektir. Bu durumda, enerji üreticisi riskini yönetmek için daha yüksek kullanım fiyatından başka bir satma opsiyonu satın alabilir.

2.3.5. Çoklu Emtia (Multi Commodity) Opsiyon Sözleşmeleri

Bu opsiyon türleri, bir veya birden fazla varlık fiyatı arasındaki fark üzerine yazılmış opsiyonlardır. Bu tür opsiyonların modellenmesi birden çok değişkene bağlı olduğu için oldukça zordur. Bu opsiyon türlerinden en çok enerji piyasasında kullanılan Spread opsiyon sözleşmeleridir.

2.3.5.1. Spread Opsiyonlar

Spread opsiyonu, iki malın fiyatı arasındaki fark üzerine düzenlenen bir opsiyon türüdür. Spread satın alma opsiyonunun ödemesi, $[\text{maksimum}(F1-F2-K, 0)]$ şeklinde ifade edilirken, spread satma opsiyonunun ödemesi, $[\text{maksimum}(K-F1-F2), 0]$ şeklinde ifade edilmektedir. F1 ve F2 ifadeleri, birinci ve ikinci malın fiyatlarını, K

ise, kullanım fiyatını göstermektedir. Spread opsiyonları aşağıdaki farklı şeklede oluşan fiyat farklılıkları üzerine düzenlenebilir⁹⁹:

- Aynı malın farklı bölgelerdeki fiyatları üzerine (bölge spreadleri),
- Aynı malın iki farklı zamandaki fiyatları üzerine (takvim spreadleri)
- Bir üretim sürecine giren ve üretim sürecinden çıkan girdi ve çıktılarn fiyatları üzerine (süreç spreadleri)
- Aynı malın farklı kalitelerinin fiyatları üzerine (kalite spreadleri)

Spread opsiyon sözleşmeleri; yer, zaman ve kalite fiyat farklılıkları üzerine yazılabilmektedir. Süreç spreadleri “Crack Spread” olarak da ifade edilmektedir.

1980’li yıllardan sonra popüler olan crack spreadleri özellikle ham petrol ve 2 rafine ürün (yağ ve benzin) arasındaki fiyat farkı üzerine yoğunlaşmıştır. Piyasada en çok kullanılan 3-2-1 (3 varil ham petrol, 2 varil benzin ve 1 varil yağ) bir diğeri 5-3-2 spread oranlarıdır¹⁰⁰.

Crack spread opsiyon sözleşmeleri elektrik piyasasında oldukça yoğun şekilde kullanılmaktadır. Doğal gazla üretim yapan elektrik üreticileri elektrik satarak iki ürün arasındaki fiyat farkından korunmak için bu egzotik opsiyon türüne ilgi göstermektedir.

Yer spread opsiyon sözleşmeleri ise özellikle doğalgaz piyasasında bölgesel farklılıklardan dolayı oluşan fiyat değişimlerinden korunmak isteyen yatırımcılar tercih etmektedir. Oluşan fiyatlar doğalgazın bölgeler arasında taşınmasından kaynaklanan riski içermektedir. Bu riskten korunmak için yatırımcılar, bölgeler arasında oluşan iki fiyat arasındaki spread üzerine bir satma opsiyonu satın alabilirler.

⁹⁹ Kaminski V., Stinson Gibner, Krishnaro Pinnamaneni, **a.g.e.**, s. 116

¹⁰⁰ Miller, **a.g.e.**, s. 238.

Takvim spread opsiyon sözleşmeleri daha çok mevsimsel etkilerden korunmak için kullanılmaktadır. Özellikle tezgâh üstü piyasada aktif olarak işlem görmektedir. Bu tür opsiyon sözleşmeleri enerji ürününün gelecekte meydana gelebilecek fiyat değişimine karşı (örneğin 2008 yılında oluşan ortalama doğal gaz fiyatı ve 2009 yılında oluşan ortalama doğal gaz fiyatları arasındaki farklılık üzerine) düzenlenebilen opsiyon sözleşmeleridir. Bu tür opsiyon sözleşmeleri ile yatırımcılar gelecekte doğal gaz fiyatlarında yaşanacak fiyat değişimlerine karşı koruma sağlayabilmektedir.

Enerji ürünlerinde enerjinin türüne göre farklı kalitelere olması ve kalitesine göre değişen fiyat farklılıklarından faydalanmak için oluşturulan opsiyon sözleşmeleri de kalite spread opsiyon sözleşmeleridir. Örnek olarak, özellikle ham petrol kalite farklılığı yaratan sülfürden kaynaklı tatlı ham petrol ile ekşi ham petrol fiyatları arasındaki farklılık üzerine düzenlenen opsiyonlar verilebilir.

2.3.6. Swing Opsiyonlar

Doğal gaz ve elektrik piyasasında hem karmaşık hem de esnek bir yapıya sahip olan “swing” ya da “al ya da öde” opsiyon sözleşmeleri belli zaman dilimleri için genellikle günlük olarak yatırımcısına daha az ya da daha fazla enerji satın alma imkanı veren egzotik opsiyon sözleşmelerindedir¹⁰¹.

Opsiyon sahibine belirli bir dönem için satın alınacak gaz hacmini değiştirme imkanı veren bu opsiyon sözleşmelerinde, yapılacak işlem hacmi belirli bir minimum tutarın üzerinde ve belirli bir maksimum tutarın altında olacak şekilde belirlenmektedir. Sözleşmenin kullanım fiyatı, sabit ya da dönem başında önceden belirlenmiş bir formülle belirlenmektedir. Sözleşme alıcısının belirlenen minimum miktarı altında kalırsa ceza ödemekle ya da alıcının gelirinde yaşayacağı açığı kapatmak yükümlülüğü vardır¹⁰².

¹⁰¹ Patrick Jaillet, Ehud I. Ronn, Stathis Tompaidis, “Valuation of Commodity Base Swing Option”, **Management Science**, Vol.50, No.7, July 2004 , s.909-921.

¹⁰² S.J. Deng, S.S. Oren, “Electricity Derivatives and Risk Management”, **Energy**, Vol. 31, 2006, s. 946.

Taraflar arasında uygulama fiyatı belli bir fiyat olarak belirlendiyse bu durum tam koruma olarak değerlendirilebilir. Korunma farklı şekilde de gerçekleşebilir. Taraflar arasında uygulama fiyatı aylık endekslere de bağlanabilir. Örneğin Şubat ayı için her gün 10,000 **MMbtu** miktarda gaz almak isteyen bir dağıtım firması sözleşmenin başında bu endeksteeki rakam üzerinde anlaşma yapabilir¹⁰³.

Esneklik özelliği açısından çok fazla tercih edilen bu sözleşmeler taraflar arasında belirlenen birçok farklı koşulu da içerebilmektedir. Swing Opsiyon sözleşmeleri, İskandinav piyasasında yoğunlukla kullanılan bir opsiyon türüdür. Elektrik üretim ve tüketiminde oluşan değişikliğin iletim firmalarda, sıcaklığa göre elektrik ihtiyacı değişen firmalarda ve hidroelektrik santrallerinde kullanımı yaygın şekilde olmaktadır.

2.3.7. Bir Varlığı Diğer Bir Varlıkla Değişirme Hakkı Veren Opsiyon Sözleşmeleri (Option to Exchange one asset for another)

İki varlık arasında en iyisini seçme imkanı veren opsiyon sözleşmesidir. Bir varlığı diğeri ile değişirme hakkı vermektedir. İlk defa Margrabe (1978) tarafından tartışılmaya başlanan bu opsiyon sözleşmeleri egzotik opsiyonlar arasında yer almaktadır. Bu tür opsiyon sözleşmeleri, Avrupa tipi opsiyonu başka bir varlıkla değiştirmek için fiyatlama geliştirmiştir.

Bu opsiyon sözleşmeleri, kısa pozisyonda yer alan tarafın, teslim edeceği malın türünü veya kalitesini seçebildiği vadeli gelecek sözleşmelerini de içine almaktadır. Enerji piyasalarında, doğal gaz üreticileri tarafından çok fazla tercih edilen Btu swap sözleşmeleri bu tür opsiyonlara örnek verilebilir. Bu swap sözleşmeleri doğal gaz üreticilerinin elde edeceği ödemeleri ham petrol fiyatlarına bağlamaktadır. Piyasada bir birim ham petrol için 5,826MMBtu7bbl değişirme katsayısı kullanılmaktadır¹⁰⁴.

2.3.8. Sepet Opsiyon Sözleşmeleri

¹⁰³ (Çevrimiçi), http://www.fea.com/resources/pdf/a_understanding_valuation_swing.pdf

¹⁰⁴ Kaminski V., Stinson Gibner, Krishnaro Pinnamaneni, **a.g.e.**, s. 123

Sepet opsiyon sözleşmeleri, tek bir varlık yerine farklı varlıklardan oluşturulmuş (ağırlıklı ortalama ya da aritmetik ortalama) bir egzotik opsiyon türüdür.

Sepet opsiyon sözleşmelerinde varlığın spot fiyatı ve kullanım fiyatı tek bir varlığa bağlı değil birden çok varlığa bağlı olarak hesaplanmaktadır. Enerji piyasalarında doğal gaz ham madde olarak kullanarak etan, propan, bütan gazı üreten firmanın ürettiği ürün fiyatlarını bir endekse bağlayabilir. Endeskler farklı ürünlerden oluşturulabilir örneğin benzin, ve doğal gaz fiyatları kullanılarak bir sepet oluşturulabilir. Avrupa bölgesinde doğal gaz fiyatları için çeşitli ham petrol ve benzin fiyatları gibi farklı ürünleri karşılaştırarak endeksler oluşturulmaktadır¹⁰⁵.

2.3.9. Enerji Swap Sözleşmeleri

Swap kelime olarak, değişim veya takas anlamına gelmektedir. Swap işlemler bir veya birden fazla vadeli işlem sözleşmesine dayanan, iki taraf arasında önceden belirlenen gelecekteki bir tarihte nakit akışlarının karşılıklı değişimidir. Swap işlemlerde bir spot bir de vadeli işlem veya spot işlemlere ilaveten vadeleri farklı iki forward işlem vardır¹⁰⁶.

Enerji swap sözleşmeleri, diğer piyasalarda işlem gören swap sözleşmelerinden farklı özellikler göstermekle beraber kullanımı kolay finansal ürünlerdir. Swap sözleşmeleri, tarafların taşıdıkları fiyat riskine en uygun şekilde (hacim, süre, dalgalı ve sabit fiyat) anlaşarak gerçekleştirdikleri bir türev ürün olma özelliği göstermektedir. Swap sözleşmelerinde fiziksel teslimat söz konusu değildir. Bu sözleşmeler tarafların belli bir varlık tarafından oluşacak nakit akışlarının değişimi üzerine yapılan bir anlaşma türüdür.

Swap sözleşmelerinde, genellikle üreticiler swap sözleşmesini satan taraf, müşteriler bir başka deyişle son kullanıcılar swap sözleşmesini alan taraftır. Swap sözleşmesi

¹⁰⁵ Kaminski V., Stinson Gibner, Krishnaro Pinnamaneni, **a.g.e.**, s.126

¹⁰⁶ (çevrimiçi), www.asmmmo.org.tr/makale/SWAP.doc

alıcısı, swap satıcısı ile belirli bir süre için sabit fiyat ve miktar konusunda anlaşma yapmakta değişken fiyat (Platt's, Argus ya da vadeli işlem piyasası) belirlenen sabit fiyatın altında olursa, "alıcı taraf" oluşan farkı satıcıya ödemeyi; değişken fiyat sabit fiyatın üzerinde gerçekleşirse "satıcı taraf" oluşan farkı alıcıya ödemeyi kabul etmektedir.

Ham petrol ve doğalgaz swaplarında, değişken fiyatlar, genellikle ortalama fiyatlardır ve belirlenen dönemdeki NYMEX fiyatlarının ortalamasına endekslenmektedir. Alternatif olarak, değişken fiyatlar, Platt's Oilgram Price Report veya Inside FERC gibi kuruluşların yayınladığı fiyatların ortalaması da endeks olarak kullanılabilir. Tezgah üstü piyasada farklı uygulamalar olabilmektedir. Birçok ham petrol swapı için belirlenen zaman aralığı, bir takvim ayıdır. Doğal gazda ise genellikle zaman aralığı, NYMEX sözleşmelerinin son üç günüdür¹⁰⁷.

Swap sözleşmelerinin, firmalara fiyat riskini yönetmek açısından sağladığı esneklik şu şekilde özetlenebilir¹⁰⁸:

- Üreticilerin, müşterilerine sabit fiyatlı ürünler sunabilme imkanı,
- Rafineri firmalarına, rafinaj marjinleri sabitleyebilme imkanı,
- Kalkınma projelerinde, üretim marjinleri garanti altına alabilme imkanı,
- Fiyat riski kontrol edilmesi durumunda bankalardan daha düşük maliyetli finanslama imkânı,
- İhracat öncesi finanslama, swap sözleşmesinden sağlanan nakit akışlarının net bugünkü değerine bağlayabilme,
- Bir petrol ürününe bağlı risk, diğer bir ürünle değiştirilebilme,
- Değişken fiyatları sabitleyerek rekabet avantajı yaratabilme,
- Organize borsaların belirlenmiş sınırlamalarından (likidite, vade gibi) kurtulabilme.

¹⁰⁷ Karen McCann, Mary Nordström, **Energy Derivatives, Crude Oil and Natural Gas**, Federal Reserve Bank of Chicago, 1995, s. 4.

¹⁰⁸ Jack Kellett, Chapter 1 "Energy Swaps", Der. Vincent Kaminski, **Managing Energy Price Risk: New Challenges and Solutions**, Risk Books, 2004, s. 19

2.3.9.1. Basit Enerji Swapı

Basit bir enerji swap sözleşmesi, taraflar arasında belirlenen bir dönem boyunca, değişken bir fiyatın sabit bir fiyatla değiştirilmesi üzerine yapılan bilanço dışı finansal bir anlaşmadır.

Her iki taraf da, sözleşmeden kaynaklanan yükümlülüklerini fiziksel değil nakdi olarak yerine getirmek zorundadırlar. Tarafların swap sözleşmesinde miktarı, süreyi, sabit ve değişken fiyatları belirmeleri gerekmektedir. Taraflar arasında değişken ve sabit fiyat farklılıkları, nakit olarak genellikle aylık, üç aylık, altı aylık veya yıllık olarak belirli dönemler için kararlaştırılmaktadır. Sabit ve değişken fiyatlar arasında oluşacak fark basit formülle hesaplanmaktadır¹⁰⁹:

Fark: Aylık Miktar * (Sabit Fiyat – Değişken Fiyat)

Bir örnekle açıklamak gerekirse, bir petrol üretici her ay 100.000 bbl hacimli swap sözleşmesi sattığında -60\$ sabit fiyattan- o ayın sonunda ham petrolün fiyatı 55\$'a düşmesi durumunda, o ay için müşteriden 500.000\$ [100.000 bbl X (60\$ - 55\$)] alacaktır. Değişken fiyat 60\$'dan daha yüksek gerçekleşseydi, ham petrol üreticisi aradaki oluşan farkı aracı kuruma ödemek zorunda kalacaktır.

2.3.9.2. Diferansiyel Swap Sözleşmeleri

Basit enerji swap sözleşmelerinin aksine diferansiyel swap sözleşmeleri, sabit ve değişken fiyatlar arasındaki farka değil, iki ürünün sabit fiyatları arasındaki farka dayanmaktadır. Enerji piyasalarında diferansiyel swap sözleşmelerine örnek olarak jet kero ve benzin arasındaki swap sözleşmesi verilebilir. A tarafı belli bir fiyattan jet kero alıp ve benzin satarken (fiyat farkı 0,50\$ Kero primli), B tarafı da belli bir fiyattan jet kero satıp benzin almaktadır (fiyat farkı 0,50\$ Kero primli). Piyasada

¹⁰⁹ Kellett, a.g.e, s. 11

oluşan (Plott) fiyat farkının 0,60\$ olması durumunda B tarafı, A tarafına sadece arada oluşan farkı yani 0,10\$ ödeyecektir¹¹⁰.

Diferansiyel swap sözleşmeleri, genellikle rafine firmaları tarafından rafine ettikleri ürünler arasında oluşabilecek marjinlerin değişme riskinden korunmak amacıyla kullanılmaktadır. Rafineri firmaları, genellikle swap sözleşmesinin sabit-fiyat tarafında yer almaktadır. Eğer, rafineri firması, bir diferansiyel swap sözleşmesi satar ve diferansiyel azalırsa, rafineri firması arada oluşan farkı alırken, diferansiyel genişlerse aradaki farkı ödemek zorundadır¹¹¹.

Diferansiyel swap sözleşmeleri, baz riskini yönetilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Özellikle elektrik üreticileri ürettikleri elektrik fiyatı ile doğal gaz fiyat riskinden korunmak için differansiyel swap kullanmayı tercih etmektedirler. Bunun yanı sıra havayolu şirketleri de jet yakıtı fiyat riskinden diferansiyel swap sözleşmeleri ile korunma çalışmaktadır.

2.3.9.3. Katılım Swap Sözleşmeleri

Katılım swap sözleşmelerinde sözleşmenin alıcısı spot fiyatın sözleşmede belirlenen fiyattan daha yüksek olması durumunda %100 korunmakta ve satıcı taraf ise spot fiyatın sözleşmede belirlenen fiyatın altında gerçekleşmesi durumunda %100 korunduğu sözleşmelerdir¹¹².

Basit swap sözleşmesinden farklı olarak, katılım swap sözleşmesinde, müşteriler fiyatta gerçekleşen azalışlara katılabilmektedir. Yüksek sülfürlü yakıt için, tonu 80\$'dan %50 katılımlı bir katılım swap sözleşmesinde, alıcı taraf fiyat artışlarına karşı tam olarak korunmakta ve fiyatın 80\$'ın altına düşmesi durumunda %50

¹¹⁰ Tom James, **Energy Market, Price Risk Management and Trading**, John Wiley & Sons, Singapore, 2008, s.17

¹¹¹ Kellett, **a.g.e.**, s. 13

¹¹² James T., **a.g.e.**, s.18

kazanç sağlama hakkına sahip olacaktır. Eger, fiyatlar 70\$ seviyesine düşerse müşteri ton başına 10\$ yerine 5\$ ödeyecektir¹¹³.

2.3.9.4. Marjin Swap Sözleşmeleri (Marjin/Crack)

Diferansiyel Swap sözleşmelerinin bir çeşidi olarak oluşan marjin swap sözleşmeleri, sabit fiyat ödeyen tarafın pazar fiyatı ile ürün ve rafine edilen ürünler arasındaki diferansiyel farkı üzerine oluşturulan sözleşmelerdir.¹¹⁴

Rafineri ürünlerinin fiyatları arasındaki marjını sabitlemek isteyen rafineri firmalarının tercih ettiği bir swap sözleşmesidir. Bu swap sözleşmelerinin maliyeti yüksek olabilir fakat tam koruma sağlamaktadır. Rafineri firmaları, rafine ürünler ve ham petrol fiyat riskinden aynı anda korunmak için bir başka deyişle gelecek dönemler için rafine ürünlerin satıldığı ve ham petrolün satın alındığı, marjin swap sözleşmesi yapar ve birkaç yıl sonraki karlılığını garantileyebilir. Swap sözleşmesinin bitiminde, rafineri firması oluşan marjinler arasındaki farkı ya ödeyecek ya da alacaktır. Rafineri firması spot piyasalarda oluşan fiyatlara ve sözleşmede belirlenen fiyatlara bağlı olarak hesaplama yapacaktır¹¹⁵.

2.3.9.5. Double-up Swap Sözleşmeleri

Double-up swap sözleşmeleri ile swap kullanıcısı, piyasa fiyatından daha iyi bir swap fiyatı elde ederken, swap sağlayıcısı da, fiyatlama dönemi başlamadan önce swap miktarını iki katına çıkarma hakkına sahiptir¹¹⁶.

Bu mekanizma, tüketicilerin (sabit fiyat alanların) bir satma swaption satmasını veya üreticilerin (sabit fiyat satanların) bir satın alma swaption satmasını içermektedir. Her halükarda satıştan elde edilen prim swap fiyatına destek olmaktadır. Bir havayolu şirketi, kış dönemi için ton başına 150\$'dan swap sözleşmesi alabilir ve bu

¹¹³ Kellett, **a.g.e.**, s. 14

¹¹⁴ (çevrimiçi), http://slidefinder.net/c/chapter_energy_derivatives_structures_applications/5450421

¹¹⁵ Kellett, **a.g.e.**, s. 13

¹¹⁶ James, T., **a.g.e.**, s.19

swap fiyatı, aynı swap üzerinden karşı tarafa bir satma opsiyonu satılarak 145\$'a seviyesine düşürülebilir. Swaption sözleşmesinin kullanım tarihinde, swap sağlayıcısı, spot piyasa fiyatlarına bağlı olarak, swap miktarını iki katına arttırma veya arttırmama kararını verme hakkına sahiptir¹¹⁷.

2.3.9.6. Curve-lock ve Backwardation Swap Sözleşmeleri

Bu swap sözleşmeleri, varlığın fiyat/getiri eğrisini temel alan swap sözleşmeleridir. Enerji piyasalarında en çok ham petrol sözleşmelerinde kullanılan bu sözleşmeler birbirine benzemektedir. Taraflar ödemeleri vadeli piyasa ve spot piyasa arasında oluşan farktan yararlanarak oluşturmaktadır.

Bir yatırımcının Ekim 2008 WTI sözleşmeleri satın alarak ve Mart 2009 WTI sözleşmeleri satarak, 6 sentlik bir farkı sabitleyebilir. Yatırımcı, Mart vadeli sözleşmenin 6 sentin üstünde daha kısa vadeli sözleşme satın almıştır. Eger, fiyatlama döneminin sonunda, bu iki sözleşme arasındaki fark 16 sent olursa yatırımcı 10 sent kâr edecektir. Eger Mart sözleşmesi, Ekim sözleşmesinin 4 sent üzerindeyse yatırımcı 10 sent ödeyecektir. Bu işlemin oluşmasında yatırımcının fiyat eğrisinde gerçekleşecek farkın daha fazla olacağını düşünmesidir. Oluşturulan bu strateji iki piyasa arasındaki farktan yararlanarak kar sağlamak amaçlıdır.

2.3.9.7. Uzatılabilir Swap Sözleşmeleri (Extendible)

Uzatılabilir swap sözleşmeleri ile basit swap sözleşmeleri ve swaption sözleşmelerinden oluşan bir paket oluşturulmaktadır. Basit swap sözleşmesi ile yatırımcı belli bir zaman için fiyatı belirlemekte, swaption sözleşmesi de taraflardan birinin fiyatı belirlemesine gelecek bir zaman diminde, uzatılmış, izin vermesi işlemidir¹¹⁸.

¹¹⁷Kellett, a.g.e, s. 15

¹¹⁸Steve Leppard, Chapter 4 "Energy Derivatives Structures", Der. Peter Fusaro, **The Professional Risk Managers' Guide to the Energy Market**, McGraw-Hill, USA, 2008, s. 45

Swap sözleşmesi alıcısının swap sözleşmesinin vadesini uzatma hakkı olması maliyet açısından şirketlere avantaj sağlamaktadır. Beklenmedik gecikmeler ve iptallerden kaynaklanan riskler firmalar tarafından kontrol altında tutulmaya çalışılmaktadır.

3.ENERJİ PİYASALARINDA TÜREV ÜRÜN SÖZLEŞMELERİNİN FİYATLAMASI

Türev ürünler ilk emtialar üzerine yazılmaya başlanmasına rağmen menkul kıymet piyasalarının gelişmesi ile birlikte enerjiye dayalı ürünleri de içine alacak şekilde son yirmi yılda çeşitlilik anlamında büyük gelişme göstermiştir. Türev ürünleri üzerlerine yazıldıkları ürün bazında sınıflandırdığımızda ilk önce finansal ve fiziksel varlıklara dayalı şekilde sınıflandırılması gerekir. Finansal varlıklarla, fiziksel varlıklar arasındaki en önemli farklılıklar¹¹⁹:

- Emtialara fiziksel varlıklar olup, endüstriyel ve nihai tüketiciler için kullanılmaktadır.
- Emtiaların standart bir yapısı söz konusu değildir. Emtiaların kalitesi, üretim koşulları ve bölgesi, hava sıcaklığı yada soğukluğu ve dağıtım bölgesi gibi koşullara göre farklılık göstermektedir.
- Emtia fiyatları, üretim maliyetleri ile ilişkilidir.
- Emtia fiyatları, arz/talep ve üretim/tüketimle ilişkilidir.

Emtiaların kolaylıkla üretimi, nakliyesi ve dağıtımı çok fazla belirsizlik içerdiğinden emtia piyasalarında ele alınan türev ürünlerin fiyatlandırılması da karmaşık bir süreçtir.

Elektrik bir fiziksel varlık olarak finansal varlıklardan ayrılmasının yanı sıra farklı özellikleriyle de diğer emtialardan(ham petrol, doğal gaz) ayrılmaktadır. Elektrik sektöründe türev ürünlerin kullanımı elektriğin depolanamama, belirsizlik, elastik olmayan (talepteki değişimin fiyat değişiminden küçük olması) talep ve arz fazlası

¹¹⁹ Nedra Miller, (2008), s. ??, Fusaro

gibi durumlar değişkenliği arttırmakta ve elektriği özelliğli bir emtia haline getirmektedir¹²⁰.

Enerji piyasalarında enerji fiyat riski yönetimi, diğer gelişmiş piyasalarla karşılaştırıldığında çok yeni ve hızla gelişen bir konudur. Enerji piyasaları fiziksel varlıklar üzerine oluşan piyasalar olması finansal piyasalarla arasındaki en önemli farklılıktır. Enerji piyasalarını organize borsalar ve tezgâh üstü borsalar olarak incelemek gerekirse Bank for International Settlements (BIS)'ın 2009 raporuna göre tezgâh üstü piyasalarda 614 trilyon olan türev ürün sözleşme büyüklüğünün %73'lük kısmı faiz oranı sözleşmelerinden, %8'lik kısmı döviz sözleşmelerinden, %5'lik kısmı CDS'lerden (Credit Default Swap) ve geriye kalan kısmın %1'i emtia türev ürünlerdendir. İşlem hacmi olarak finansal varlıklar kadar tercih edilmemelerinin en önemli sebebi fiyatlarda yaşanan değişimlerin yönünün önceden tahminini çok zorlaştıran belirsizlikler içermesindedir. Belirsizlik işlem hacminin düşük kalmasına neden olurken birçok yatırımcı da fırsat olarak değerlendirmektedir. Aşağıdaki Tablo 18'de para ve enerji piyasalarının yapısının karşılaştırmasını görülmektedir.

Tablo 18:Para ve Enerji Piyasaları Arasındaki Farklar

Konu	Para Piyasaları	Enerji Piyasaları
Piyasaların Gelişimi	Eski	Yeni
Temel Fiyat Faktörleri	Az ve basit	Çok ve karmaşık
Ekonomik Dönemsellik Etkisi	Yüksek	Düşük
Olayların Sıklık Etkisi	Yüksek	Düşük
Depolama ve Taşıma: Convenience Yield	Yok	Anlamlı ve belirleyici
Uzun ve kısa dönem arasındaki ilişki	Yüksek	Düşük, Çift Taraflı

¹²⁰ Deng, a.g.e., s. 940.

Mevsimsellik	Yok	Doğal gaz ve Elektrik
Regülasyon	Az	Değişken
Piyasanın Likiditesi	Yüksek	Düşük
Piyasanın Merkezileşmesi	Var	Yok
Türev Ürünlerin Yapısı	Basit	Karmaşık

Kaynak: Pilipoviç, **a.g.e.**, s. 19.

Fiyatlara karşı bağımsızlık kazanmak, ya da riskten arınmak, her zaman en iyi çözüm değildir. Risk, bir değişkenin beklenen değerinden sapmalar olarak ifade edilebileceğine göre, olumsuz sapmalar kadar olumlu sapmaları da içermekte, böylece, riski bertaraf etmek, olumsuz sonuçları olduğu kadar olumlu sonuçları da bertaraf etmek anlamına gelmektedir¹²¹.

Enerji piyasalarında Dünya'daki birçok gelişme (1970'li yıllarda yaşanan ham petrol fiyat şoklarının durgunluğa yol açması enerji talebinin hızla artması ya da elektrik piyasasında özelleştirme çalışmaları) enerji piyasalarına olan ilgi artmış ve enerji piyasaların hızla büyümesine sebep olmuştur. Enerji ürünleri özellikle elektrik incelendiğinde fiyat değişkenliğinin birçok diğer ürüne göre çok fazla olduğu görülebilir. Weron (2000) yaptığı çalışmada farklı ürünlerin değişkenliğini getirilerin standart sapması ile belirlemiş aşağıdaki sonuçlara ulaşmıştır:

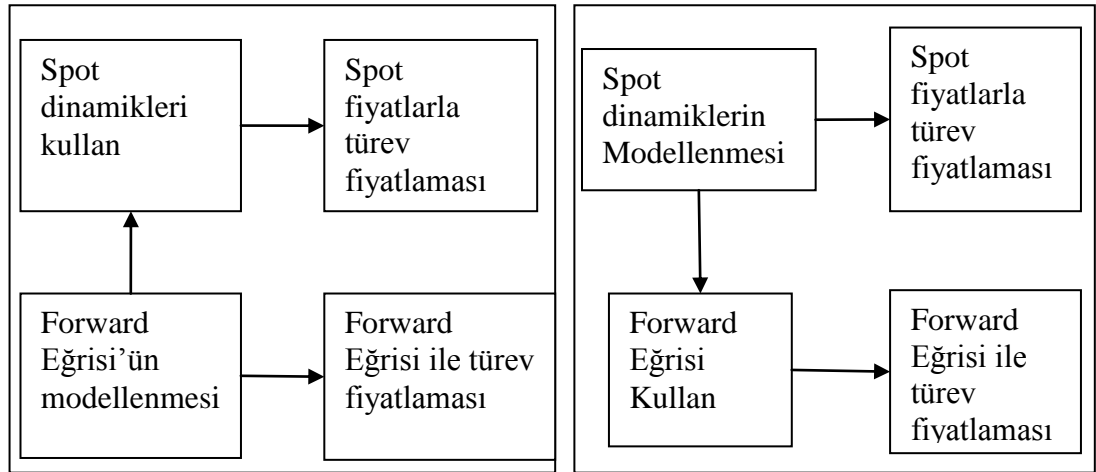
- Hazine bonusu değişkenliği %0.5
- Hisse senedi endeksi % 1-1.5
- Ham petrol ya da doğal gaz %1.5-4
- Değişkenliği yüksel bir hisse senedi %4'den fazla
- Elektrik %50'den fazla

¹²¹ Bolak, M., "Finans Mühendisliği Kavramlar ve Araçlar", Beta, Ekim 1998, s.

Değişkenliğin bu kadar yüksek olduğu enerji özellikle elektrik piyasalarında firmaların taşıdıkları riskleri transfer edebilmek için türev ürün kullanımları yıllar içerisinde artmış ve piyasalardaki bu değişkenlikten kâr sağlamak isteyen spekülörlerle beraber de en çok gelişme gösteren piyasalardan biri haline gelmiştir. Yaşanan gelişmeler gerek ticaretin hacminin gerekse de ticarete konu olan mal çeşidinin miktarının artmasıyla kendisini göstermiştir.

Enerji türev ürünlerinin fiyatlamasına yönelik olarak özellikle elektrik de yaklaşımların değişmekte ve fiyatlamada farklı modeller tartışılmaktadır. Finansal piyasalarda belirlenmiş modellerin geçerliliği tartışılırken alternatif modeller de denenmektedir. Elektrik türev ürünlerinin fiyatlamasında iki temel yaklaşım söz konusudur.

Tablo 19: Elektrik Türev Ürün Modelleri



Kaynak: Chris Harris, Pricing, Structures and Economics, s. 150.

Bu yaklaşımlar çerçevesinde Türkiye gibi elektrik piyasasının yeni oluştuğu ve vadeli sözleşmelerin bir fiyat henüz oluşmaması sebebiyle türev ürünlerin fiyatlandırılmasında öncelikle spot fiyatların modellenmesi gerekmektedir. Spot

fiyatlar ve türev ürünler arasındaki ilişki gelişmiş piyasalarda incelenmeye devam etmektedir.

Deng ve diğerleri (1999), vadeli sözleşmelerin gelecekte bütün olası zamanda dilimlerinde işlem görmesi durumunda spot fiyatlar üzerine tam bir vadeli sözleşme piyasası oluşturulması durumunda türev fiyatlamada yaşanan karmaşıklığın vadeli piyasalarla daha kolay olacağını savunmuşlardır.

Vehvilainen (2002), elektrik spot fiyatları türev fiyatları arasında çok düşük seviyede fiyat ilişkisi olduğunu belirtmiştir. Yatırımcıların türev ürünleri tercih ederken risk algıları, gelecek beklentileri, işletmenin türüne göre alternatif korunma yöntemlerini belirledikleri ve bu değişkenlerin devreye girmesiyle piyasa dinamiklerinin daha da karmaşıklaştığını ifade etmiştir.

3.1. ELEKTRİK SPOT FİYATLARIN ÖZELLİKLERİ VE MODELLENMESİ

Spot elektrik fiyatı, stoklanamaması sebebiyle birçok emtiadan farklı davranışlar sergilemektedir. Elektriğin spot fiyatının özellikleri¹²²:

- Yüksek değişkenlik ve ortalamaya dönme eğilimi göstermesi,
- Yüksek mevsimsellik
- Ani iniş-çıkışların yoğun olarak yaşanması,
- Sıçramalar göstermesi

Enerji piyasalarında oluşan fiyatların incelendiğinde fiyatlar incelendiğinde bu dört özelliği de görmek mümkündür. Bu özelliklere göre fiyatın modellenmesi ise oldukça

¹²² Blake Johnson, Graydon, Barz, **Selecting Stochastic Processes in the Management of Uncertainty**, Der. Vincent Kaminski, Energy Modelling, AAdvances in the Mangement of Uncertainty, 2. Baskı, İspanya, , 2005,s. 11.

karmaşık bir süreçtir. Spot fiyatların modellenmesinin önemi türev ürünlerin özellikle opsiyon sözleşmelerinin fiyatlamasındaki etkisidir. Modellerin arasında en çok tartışılan ve incelenen ortalamaya dönme sürecidir. Elektrik spot fiyatlarının özellikleri her piyasaya göre değişkenlik göstermektedir. Elektrik spot fiyat modellemesi için dört temel yaklaşım kullanılmaktadır:

1. Brownian Hareketi,
2. Orstein-Uhlenbeck Ortalamaya Geri Dönme Süreci (Mean Reversion)
3. Geometrik Brownian Hareketi,
4. Geometrik (logaritmik) Ortalamaya Geri Dönme Süreci.

Modellerin elektriğin spot fiyat özellikleri ile karşılaştırması Tablo 20’de görülebilir.

Tablo 20:Spot Fiyat Modellerinin Karşılaştırılması

	BM	MR	GBM	GMR
Ortalama Dönme		X		X
Mevsimsellik	X	X	X	X
Değişkenlik			X	X
Rastsal Fiyat Sıçraması		X		X

Enerji piyasalarında spot fiyatların modellenmesi araştırmacılar tarafından yoğun bir ilgi ile takip edilmekte ve yeni modeller araştırılmaktadır. Enerji piyasasında fiyatların serbest şekilde değişmesi değişkenliğini arttırmaktadır. Fiyatların hareketliliğinde birçok faktör etkili olmaktadır. Oluşan fiyat hareketliliğini zamana bağlı olarak modellenmesinde en yaygın ve uygun araç stokastik süreç teorisidir.

$$dS = \mu(t,s)dt + \sigma(t,s)dz$$

μ =beklenen ortalama

σ = beklenen standart sapma

Elektrik spot fiyatlarının modelleri matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$BM : dS = \mu_t dt + \sigma d\beta_t$$

$$MR : dS_t = k * (\mu - S_t) dt + \sigma d\beta_t$$

$$GBM : dS = \mu_t S_t dt + \sigma S_t d\beta_t$$

$$GMR : dS_t = k * (\mu + \frac{\sigma^2}{2} - \ln S_t) S_t dt + \sigma S_t d\beta_t$$

Dünya'daki elektrik piyasalarının birbirinden farklı dinamiklere sahiptir. Bütün piyasalar için spot fiyatların modellenmesi için tek bir modelin kullanılması uygun değildir. Örneğin Kuzey Kaliforniya piyasasının en yüksek elektrik talebi yaz döneminde gerçekleşirken, İskandinav piyasasında bu durum kışın yaşanmaktadır. Aynı modelin kullanılmasında dahi parametreler piyasanın özelliklerini en uygun şekilde belirlenmelidir¹²³.

3.1.1. Ortalamaya Geri Dönme Süreci

Ortalamaya geri dönme süreci basit bir örnekle kolayca açıklanabilir: Bir kişinin barda oturup sarhoş oluncaya kadar içtiğini ve eve dönüş sırasında da ona tasmaından tutmuş olduğu köpeğin rehberlik ettiğini hayal edelim. Sarhoş ve köpek arasındaki mesafenin değişimini araştırdığımızı kabul edelim. Sarhoş yolda, bir sağa bir sola sendeleyerek yürüyecektir. Onun bu sendelemelerinin büyüklüğü, köpeğin bağlı olduğu ipin uzunluğuna, köpeğin pozisyonuna ve sarhoşun adımlarının büyüklüğüne bağlı olacaktır. Sarhoş sendeleyerek köpektan uzaklaştığında, köpek tarafından geri çekilecek ve sonunda evinin yolunu izleyecektir¹²⁴.

¹²³ Erik Hjalmarsson, 2003, Does Black-Scholes Formula Work for Electricity Market? A nonparametric Approach, **Working Papers in Economics**, No:101, s. 9.

¹²⁴ Ömer Önalın, 2007, Finansal Zaman Serileri için Ortalamaya Dönme Sıçrama Difüzyon Modeli, **Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, XXII, 1. s. 208.

Birçok araştırmacı hem finansal hem de enerji piyasalarında bir çeşit denge fiyatının olduğunu, piyasadaki fiyatın bu denge fiyatından farklı oluşması durumunda talep ve arz dengeye gelerek ortalama fiyata doğru bir dđnüş eğilimi göstermektedir. Bu duruma “ortalamaya geri dđnüş” süreci adı verilmektedir¹²⁵.

Ortalamaya dđnme süreci matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$S_{t+1} - S_t = k * (S^* - S_t) + \epsilon_t$$

k = Ortalamaya dđnme oranı

S* = Dđnülen ortalama seviye

S_t = Spot fiyat

ϵ_t = t ve t+1 zamanları arasında fiyatı etkileyen rastsal şoklar.

Ortalamaya geri dđnme süreci denkleminde spot fiyatın ortalama fiyattan daha bđyđk olması durumunda ortalamaya dđnme bileşeni $k * (S^* - S_t)$ negatif olacaktır. Bu durum spot fiyat üzerinde negatif bir etki yaratacaktır.

Ortalamaya geri dđnme sürecinde parametrelerin tahmini ise aşağıdaki şekilde yapılmaktadır. Ortalamaya geri dđnme oranı, lineer regresyon kullanılarak tahmin edilmektedir. Serinin t dđnemdeki fiyatların (S_i) logaritması alınmaktadır. Oluşturulan $\log S_i = x_i$ logaritmik fiyatları ile Δx_i getirileri regresyona tabi tutulmaktadır. Aşağıdaki regresyon denklemi kullanılmaktadır:

$$x_t - x_{t-1} = a + bx_t + \epsilon$$

$$m = -a/b$$

$$k = -\ln(1+b)$$

¹²⁵ Chris Harris, **Pricing, Structures and Economics**, s. 304.

$$\sigma = \sigma_{\varepsilon} \sqrt{\frac{2 \ln(1+b)}{(1+b)^2 - 1}}$$

Bu denklemde m,serinin ortalamasını ifade etmektedir. Uzun dönemli ortalamayı (μ) hesaplamak için de aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$\mu = m - \frac{\sigma^2}{2\alpha}$$

Enerji piyasalarında ortalamaya geri dönüş süreci, Ito Lemma süreci, kullanılırsa Ornstein-Uhlenbeck stokastik diferansiyel denklemi ile modellenmektedir¹²⁶.

Ortalamaya geri dönme süreci denkleminin zamana göre değişimleri içerecek şekilde ifade edilmesi ve fiyatların logaritmalarının kullanılmasıyla oluşan süreç matematiksel olarak aşağıdaki gibi modellenmektedir.

$$dS_t = k * (\mu - S_t)dt + \sigma d\beta_t$$

B_t = Brownian Süreci

μ = Uzun vadeli ortalama

3.2. ENERJİ VADELİ SÖZLEŞMELERİNİN FİYATLAMASI

Elektrik vadeli sözleşmelerinin fiyatlamasında yaygın olarak taşıma modeli kullanılmaktadır. Taşıma maliyeti modeline göre bir emtianın vadeli fiyatı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır¹²⁷.

$$F(t, T) = S(t)e^{(r+c)(T-t)}$$

F: t tarihindeki spot fiyat

¹²⁶ (çevrimiçi), <http://www.puc-rio.br/marco.ind/revers.html>, 15 Temmuz 2010

¹²⁷ Frederic Cauman, John Bower, 2004, Redefining the Convenience Yield in the North Sea Crude Oil Market, **Oxford Institute for Energy Studies**, s. 3.

- S: Emtianın spot fiyatı
c: Taşıma maliyeti
r: Risksiz faiz oranı
t: Sözleşmenin hesaplandığı tarih,
T: Sözleşmenin teslimat tarihidir.

Enerji piyasalarında yoğun olarak kullanılan bu model elektrik piyasalarında elektriğin depolanamaması sebebiyle taşıma maliyeti söz konusu değildir.

Vadeli işlem sözleşmeleri, piyasadaki spot fiyattan hareket ederek kontrat alıcının kar elde edebilmesi spot fiyatların yükselmesine bağlıdır. Vadeli işlem sözleşmesi alıcının (uzun pozisyon) vadedeki sözleşme fiyatı K ise vadede (teslimat tarihinde) spot fiyat $S(T)$ olması durumunda alıcının karı $S(T)-K$ kadar olacaktır. Yatırımcının T zamanda K fiyatından uzun pozisyon alıp, bununla beraber T zamanda F yani t zamandaki spot fiyattan kısa pozisyon alması durumunda sözleşmenin değeri aşağıdaki gibi olacaktır¹²⁸:

$$U_{K,T} = e^{-r(T-t)} (F - K)$$

- $U_{K,T}$: Sözleşmenin değeri,
t: Sözleşmenin hesaplandığı tarih,
T: Sözleşmenin teslimat tarihi,
F: t tarihindeki spot fiyat,
K: Emtianın sözleşme fiyatı,
 $e^{-r(T-t)}$: İskonto oranı,

¹²⁸ Markus Burger, Bernhard Graeber, Gero Schindlmayr, **Managing Energy Risk**, 2007, John Wiley & Sons, Ltd., s. 49.

Elektrik üretimi yapan bir santralin 10.000t kömürü t_0 zaman noktasında 2 yıl sonra ($T=t_0+2$) 60USD/t fiyatından almak üzere anlaşma yapmıştır. Bir yıl sonra t_1 zaman noktasında vadeli fiyat 70USD/t'ye yükselmiştir. Faiz oranlarının %4 olduğu varsayımı ile sözleşmenin fiyatı $[10.000*(70-60)]/(1+0,04) = 96.154$ USD olacaktır. Bu fiyat piyasa katılımcılarının bu sözleşmeyi almak istemleri durumunda ödemek istedikleri tutarı ifade edecektir.

Enerji piyasalarında özellikle talebin arzdan daha az olduğu durumlarda yatırımcıların elinde emtia olmasını sağladığı bir getiri söz konusudur. Emtianın vadeli sözleşme olarak değil de fiziksel olarak bulundurmanın sağladığı faydaya uygunluk getirisi (Convenience yield) adı verilmektedir.

Uygunluk getirisi, Kaldor (1939) tarafından tartışmaya açılmıştır. Uygunluk getirisi, vadeli sözleşme fiyatına aşağıdaki şekilde düzeltme yapılacak yansıtılmaktadır¹²⁹.

$$F(t, T) = S(t)e^{(r+c-y)(T-t)}$$

Uygunluk getirisi, gelecekte emtianın durumuna ilişkin piyasa beklentisini yansıtmaktadır. Kıtık olma ihtimalinin yüksek olması uygunluk getirisini yükseltmektedir. Emtianın elde tutulan stok miktarı yüksek ise uygunluk getirisi düşük olma eğilimi göstermektedir¹³⁰.

Elektrik türev ürünlerin fiyatlamasında rekabetçi denge modeli temel teşkil etmektedir. Beklenen tüketim ve marjinal maliyet (elektrik üretmek için) üzerine oluşturulan fiyatlama modelleri söz konusudur. Vadeli sözleşmelerin fiyatlaması Kaye ve diğerleri (1990) ilk olarak ele almışlar daha sonra Eydelend ve Geman (1999) üretim temelli bir vadeli sözleşme fiyatlama önerisi yapmışlardır.

¹²⁹ Cauman, a.g.e., s.5.

¹³⁰ Hull, a.g.e., s. 118.

3.3. OPSİYON SÖZLEŞMELERİNİN FİYATLAMASI

Türev ürünler en basit ifadeyle fiyatı ve getirisi başka bir varlığa bağlı olan bir yatırım aracı olarak tanımlanabilir. Bachelier (1900)'in doktora tez çalışması opsiyon fiyatlaması konusundaki yazına ilk katkıdır. Daha sonraları geliştirilen ve yoğun olarak kullanılan Black-Scholes modelinden farklı olarak Aritmetik Brownian Motion¹³¹ modelini kullanmıştır. Daha sonra, Sprenkle (1961) ve Samuelson (1965) Geometrik Brownian Motion tekniği üzerine kurulmuş bir model geliştirmişlerdir. Black-Scholes modelinden ayrılan yönü ise risksiz getiri oranından ziyade beklenen getiri oranını kullanmalarıdır¹³².

Opsiyon sözleşmelerinin fiyatlamasında hangi modelin kullanılması gerektiği tartışması yazında çok geniş yer almaktadır. Fiyatların sadece karmaşık matematiksel ve istatistiksel yöntemleri ile yapılması opsiyon kullanıcılarını ve alım –satım işlemleri yapan yatırımcılarının opsiyonları nasıl kullanacaklarına dair karmaşa yaşamalarına sebep olmaktadır. Özellikle spot elektrik piyasasının dinamiklerinin fiyatlama modellerinde nasıl ele alındığı konusu türev ürünlerin fiyatlamasında önemli faktörlerden biridir. İnsan hatasından kaynaklanan fiyatlama problemleri yatırımcıları zor durumda bırakabilir.

Opsiyon fiyatlamada en uygun modelin seçilmesinde üç temel noktada modeller değerlendirilmelidir¹³³:

- Piyasa dinamiklerinin yakalanması,
- Uygulama kolaylığı
- Düzeltme kolaylığı

¹³¹ Matematiksel olarak rastsal yürüyüşü ifade etmektedir.

¹³² David S., Bates, "Empirical Option Pricing: a Retrospection", *Journal of Econometrics*, 2003, s.116.

¹³³ Pilippovic, *a.g.e.*, s. 268.

Enerji türev ürünlerinde en uygun opsiyon fiyatlama modelinin seçiminde bütün piyasa değişkenlerinin modele dahil edilmesi mümkün değildir. Modelin kısıtları ve pazarın özellikleri kullanarak parametrelerin belirlenmesi önemlidir. Örneğin Black-Scholes modelini kullanırken değişkenliğin vade yapısının belirlenmesinde basıklık ve çarpıklığa ilişkin analiz eklenebilir¹³⁴.

3.3.1. Opsiyon Fiyatını Etkileyen Unsurlar

Satın alma opsiyonunun fiyatı, aşağıdaki parametrelere bağlıdır¹³⁵:

Asli Değeri Etkileyen Faktörler;

- a. Opsiyonun türü (Alım, Satım)
- b. Üzerine opsiyon yazılan dayanak varlığın piyasa fiyatı, S_0 ,
- c. Opsiyonun kullanım fiyatına, E .

Zaman Değerini Etkileyen Faktörler;

- a. Opsiyonun vadesine kalan süre, T
- b. Piyasadaki risksiz faiz oranı r_f ,
- c. Üzerinde opsiyon yazılan dayanak varlığın fiyat değişkenliği, (σ ; standart sapma),
- d. Kâr payı (Sadece hisse senedi opsiyonları için geçerlidir).

Asli değeri oluşturan faktörlerin tamamını bir arada düşünecek olursak opsiyonun alım opsiyonu mu yoksa satım opsiyonu mu olduğu, dayanak fiyatının ve opsiyonun kullanım fiyatının ne olduğunun bileşke cevabı, bize opsiyonun asli değerinin kaç olduğu konusunda bilgi verir.

¹³⁴ A. e., s. 271.

¹³⁵ Hull, a.g.e., s. 193.

Tablo 21:Diğer Değişkenler Sabit Kalmak Şartıyla Opsiyon Fiyatının Faktörlere Tepkisi

	Alım Opsiyonu	Satım Opsiyonu
Dayanak Varlık Fiyatı	+	-
Kullanım Fiyatı	-	+
Vadeye Kalan Süre	+	+
Dalgalanma	+	+
Risksiz Faiz Oranı	+	-
Temettü	-	+

Opsiyon fiyatlamasında bizim için daha da önem taşıyan husus bir opsiyonun vade sonu itibariyle ne kadar asli değerde olduğundan çok vade sonu gelmeden önceki asli değerine veya asli değersizliğine ek olarak ne kadar zaman değerine sahip olduğudur. Bu da, vadeye doğru yaklaştıkça dayanak varlık fiyatındaki dalgalanmaların ve faizdeki değişimlerin farklı opsiyonların primleri üzerindeki etkilerinin nasıl oluştuğuna bağlıdır.

3.3.2. Dayanak Varlığın Fiyatı ve Kullanım Fiyatı

Alım opsiyonu için elde edilecek kazanç, opsiyonun vadesi içerisinde uygulanması durumunda, opsiyona konu olan varlığın piyasa fiyatının, (S_0) işlem fiyatını (X) geçtiği miktar kadardır ($S_0 - X$). Dolayısıyla, alım opsiyonu S_0 ile aynı yönde, X ile ters yönde etkileşim gösterecektir. Başka bir ifadeyle, piyasa fiyatının artarken daha değerli, azalırken daha az değerli olacaktır. Tam tersine işlem fiyatı artarken daha az değerli, azalırken daha değerli olacaktır¹³⁶.

Satma opsiyonunda ise, elde edilecek kazanç, opsiyonun vadesi içerisinde uygulanması durumunda, işlem fiyatının (X) piyasa fiyatını (S_0) geçtiği kadardır ($X - S_0$). Yani opsiyonda konu olan varlığın piyasa fiyatı düşerken, opsiyon daha değerli, artarken daha az değerli olacaktır. İşlem fiyatının artması durumunda ise daha değerli, azalması durumunda ise daha az değerli olacaktır.

¹³⁶ Alpan, F., **Örneklerle Futures Anlaşmalar ve Opsiyonlar**, Literatür Yayınları: 26, İstanbul, 1999.

3.3.3. Vadeye Kalan Süre

Opsiyon piyasalarının kullanım amacını hatırlayacak olursak, opsiyon sözleşmeleri, tıpkı vadeli işlem sözleşmeleri gibi gelecekteki fiyat belirsizliğini ortadan kaldırıp fiyat riskinden korunma ve gelecekte oluşabilecek fiyat dalgalanmalarını önceden doğru tahmin edip yatırım yapmak amacıyla kullanılmaktadır. Bir benzetme yapılacak olursa aracımıza kasko yaptırmak için sigorta şirketine başvurduğumuzda, sigorta şirketi bize değişik zaman uzunluklarının kapsayacak fiyatlar sunacaktır. Büyük ihtimalle de daha uzun zamanı kapsayan kasko, kısa vadeyi kapsayan kaskodan daha pahalı olacaktır. Çünkü uzun bir zaman dilimi içerisinde, arabamıza zarar gelme olasılığı, kısa bir zaman dilimi içerisinde zarar gelme olasılığından daha yüksektir. Sigorta şirketi bu olasılığa karşı kendisini korumak uzun süreli kasko yaptırmak isteyen kişiden daha çok prim talep edecektir¹³⁷.

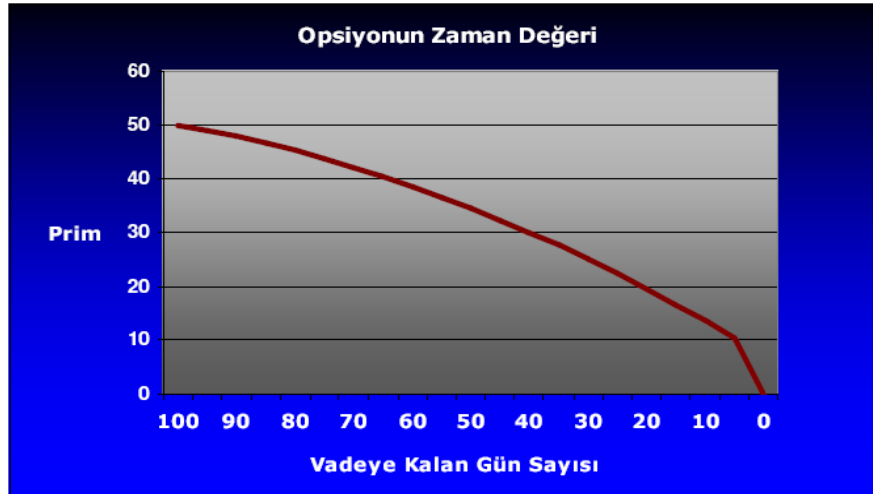
Vadeye kalan süre de opsiyon fiyatlarına aynı şekilde yansır. Opsiyon satan yatırımcı, dayanak varlık fiyatının dalgalanmasının az olmasını veya dayanak varlık fiyatının satmış olduğu opsiyonun lehtarına kar sağlamasının engelleyecek yönde hareketlenmesini bekler. Dolayısıyla opsiyonun vadesi ne kadar uzarsa dayanak varlık fiyatının dalgalanma ihtimali ve opsiyonun lehtarına kar sağlayacak yönde hareketlenme ihtimali artar. Bu da opsiyonun değerini yükseltir. Çünkü söz konusu ihtimaller arttıkça opsiyonu satan yatırımcının zarar etme ihtimali de artacaktır. Dolayısıyla da yatırımcı yaptığı opsiyon satışından zarar etmemek için kendini korumak adına ekstra prim talep edecek opsiyonun fiyatını yükseltecektir.

Bununla birlikte vadeye kalan gün sayısı azaldıkça, zaman değerindeki azalma vade sonu yaklaştıkça hızlanmaktadır. Yani opsiyon vadesi yaklaştıkça opsiyon satan yatırımcıların opsiyon satmaları sonucunda üzerlerine aldıkları riskin gerçekleşmeyeceği konusundaki güven ve inançlarının artmasıdır. Yani opsiyon vadesi yaklaştıkça opsiyon satan yatırımcılar söz konusu riskin gerçekleşme

¹³⁷ Kolb, R., **Understanding Options**, John Wiley & Sons Inc., 1995.

ihtimalinin azalması sayesinde opsiyon satmaya daha çok istekli olurlar. Bunu gerçekleştirebilmek için de satmak istedikleri opsiyonun değerini azaltmak ve alıcıya daha cazip fiyattan satmak isteyeceklerdir. İşte bu mantık çerçevesinde opsiyonun zaman değeri vade değeri hızlanarak azalır¹³⁸.

Amerikan tipi opsiyonlar için, vade ne kadar uzun ise opsiyon o kadar değerlidir. Çünkü, daha uzun vadeli opsiyonda kısa vadeli opsiyona göre daha fazla şansa sahip olur. Avrupa tipi opsiyonlar için aynı şeyler söylenemez. Çünkü opsiyonlar, opsiyonun vadesi içerisinde herhangi bir zamanda uygulanamadığından, başka bir ifadeyle ancak vade sonunda uygulanabildiğinden daha kısa vadeli bir opsiyondan daha değerli olması gerekmez.



Şekil 4: Opsiyonun Zaman Değerinin Vadeye Kalan Güne Bağlı Olarak Değişimi

3.3.4. Üzerine Opsiyon Yazılan Dayanak Varlığın Fiyat Değişkenliği

Değişkenlik, dayanak varlığın fiyatının değişim yönü fark etmeksizin, belli bir zaman içerisinde fiyatının bulunduğu seviyeden ne kadar aşağıya veya ne kadar yukarıya gidebileceğinin ifadesidir. Dalgalanma oranı %10 olarak belirtiliyorsa, bunun anlamı

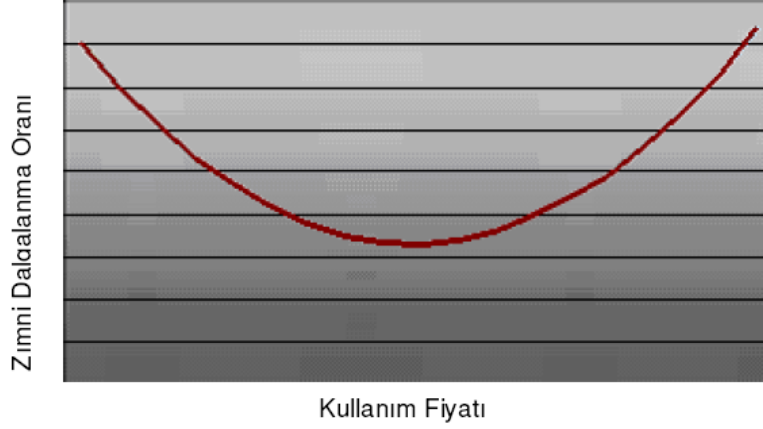
¹³⁸ “Türev Araçlar Lisanslama Rehberi” Vadeli İşlem Opsiyon Borsası A.Ş., 2004.

dayanak varlık fiyatının bir gün içerisinde, bulunduğu seviyeden %10 artma ya da azalma ihtimalinin % 68¹³⁹ olduğudur.

Bu durumda dalgalanma arttıkça, dayanak varlık fiyatlarını opsiyonun asli değerli yapacak seviyeye getirme ihtimali artacağından dalgalanmanın artması sonucu opsiyon primi, opsiyon alım veya satım opsiyonu olduğu fark etmeksizin artar, azalması sonucunda opsiyon primi azalır. Geçmiş fiyat hareketlerine bakarak hesaplanan dalgalanma tarihsel dalgalanma yerine yatırımcıların gelecekteki dalgalanmaların fiyatlara yansımış hali olan zımni dalgalanma oranları kullanılmaktadır. Bir başka deyişle, tarihsel dalgalanma bize opsiyon priminin bugünkü 10 TL olması gerektiğini belirtirken eğer gelecekte dalgalanmanın daha da artacağı beklentisi piyasada hakimse, bu beklenti opsiyon fiyatlarına yansır. Asli değeri çok yüksek olan veya aşırı asli değersiz opsiyonların zımni dalgalanması başa baş opsiyonların zımni dalgalanmasından belirgin ölçüde yüksektir. Grafik 7’de bir alım opsiyonu ele alınmıştır. Kullanım fiyatı sağa doğru artmakta ve alım opsiyonu kullanım fiyatı arttıkça daha fazla asli değersiz olmaktadır. Diğer taraftan kullanım fiyatı sola doğru azaldıkça alım opsiyonunun asli değeri artmakta ve giderek daha fazla asli değerli olmaktadır. Kullanım fiyatlarının çok yüksek veya düşük olduğu noktalarda alım opsiyonu 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. Aynı durum satım opsiyonları içinde geçerli olacaktır.

¹³⁹ Bir standart sapmaya karşı normal dağılım eğrisinde karşılık gelen alanı ifade etmektedir.

Grafik 7 :Kullanım Fiyatı ve Değişkenlik İlişkisi (Volatility Smile)



3.3.5. Risksiz Faiz Oranı

Risksiz faiz oranındaki değişimler alım ve satım opsiyonları üzerinde etkisini farklı şekilde 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 (primin) düşmesine neden olur. Yukarıda da belirtildiği üzere, faizlerin artması kullanım fiyatının azalması anlamına geldiğinden, satım opsiyonlarında kullanım fiyatının azalması primin düşmesine neden olur.

3.3.6. Opsiyon Fiyatlama Modelleri

3.3.6.1. Black-Scholes Modeli

Black-Scholes modeli, basitçe ifade edildiğinde varlıkların fiyat karakterini sürekli zamanlı ve sürekli değişkenli rastsal bir süreç olarak tanımlar ve olasılık dağılımlarını kullanarak karmaşık bir matematiksel ve istatistiksel birçok varsayımı temel almaktadır. Black-Scholes modeli kapalı formda belirli değişkenlerin değişimine opsiyon fiyatının etkisini ölçen bir diferansiyel denklem çözümdür. Varlığın fiyatını ve riskini modelin içine alan kapalı formda denklemler hızlı ve kullanımı kolay ve uygulamada esneklik sağlaması açısından tercih edilmektedir.

Black-Scholes modeli organize opsiyon borsalarında, opsiyonun kuramsal fiyatının belirlenmesi amacıyla oluşturulmuş ve bu konuda bir devrim yaratmıştır. Buldukları formülle, opsiyonun değeri hesaplanabildiği gibi, yatırımcı pozisyonunun riskini yönetmek için bilgide sağlayabilmektedir¹⁴⁰.

Bu model Avrupa tipi ve kar payı ödemeyen hisse senedinin söz konusu opsiyonların fiyatlandırılmasına yönelik olarak ortaya çıkmıştır. Fakat zaman içerisinde, Amerikan tipi ve kar payı ödeyen hisse senetleri ve opsiyonun konusunu teşkil eden döviz ve futures gibi diğer opsiyonların fiyatlandırılmasına yönelik model geliştirilmiştir¹⁴¹.

Black-Scholes modelinin diğer modellere göre daha basit ve uygulanabilir olması nedeniyle günümüzde opsiyon borsalarında alım satım yapan kişiler rahatlıkla gerek bilgisayar uygulamalarıyla gerekse gelişmiş hesap makineleri vasıtasıyla fiyat tahminlerinde bulunabilmektedir. Opsiyon değerlemede kullanılan Black-Scholes modeli opsiyonun fiyatını etkilediği düşünülen beş parametre üzerine inşa edilmiştir. Bunlar; dayanak varlığın fiyatı, kullanım fiyatı, vadeye kalan zaman, opsiyona dayanak olan varlığın değişkenliği ve risksiz faiz oranıdır. 1973 yılında geliştirilen bu model bazı varsayımları da bünyesinde bulundurmaktadır.

Varsayımları¹⁴²

1. Mali piyasaların düzgün işlediği varsayılmaktadır. Piyasaların mükemmelliğini bozucu unsurlar olan işlem maliyetlerinin ve vergilerin olmadığı düşünülmektedir. Herkes her türlü bilgiye rahatlıkla ulaşabilmekte ve piyasada çok sayıda katılımcının var olduğu varsayılmaktadır.
2. Risksiz getiri oranı sabittir. Opsiyon kontratının miktarı bilinmektedir. Risksiz faiz oranı üzerinden sınırsız borç alınıp verilebilir.

¹⁴⁰ Hull, **a.g.e.**, s.195.

¹⁴¹ **A.e.**, s. 196.

¹⁴² Kolb, R., "Understanding Options", John Wiley & Sons Inc., 1995.

3. Üzerine opsiyon yazılan finansal varlık temettü ödemez.
4. Dayanak varlığın getirilerinin dağılımı normal dağılım göstermelidir. Bu dağılım süreklilik arz etmeli ve varyansını korumalı.
5. Opsiyonun vade tarihinde kullanıldığı düşünülmektedir.
6. Açığa satışlar mümkündür.

Markov Süreci

Süreç ifadesi kısaca, değişkenin kısa zaman aralıkları ile hareketini ifade etmektedir. Bir değişkenin zaman içerisinde rastsal olarak değişimi söz konusu olması durumu rastsal (stokastik) bir süreç olarak ifade edilmektedir. En basit süreçlerden biri rastsal yürüyüş sürecidir. Bu süreçte değişken belirli bir zaman aralığında yukarı ya da aşağı doğru hareket edebilir. Örneğin, iki basamaklı bir rastsal yürüyüş sürecinde 0 değerindeki bir değişkenin %50 olasılıkla +1, %50 olasılıkla -1 olma durumu söz konusudur. Bu noktadan gelecekte oluşacak fiyatların belirlenmesi olasılık dağılımı ile açıklamak mümkündür. Rastsal yürüyüş süreci fiyatları bağımsız aynı dağılıma sahip rastsal değişkenler olarak ele almaktadır. Markov sürecinde değişkenlerin gelecekteki fiyatı geçmişteki herhangi bir fiyat hareketine bağlı olarak değil olasılık dağılımı ile açıklanmaya çalışılmaktadır.

Markov süreci rastsal süreçlerin özel bir türüdür. Markov sürecinde bir değişkenin sadece şimdiki değeri gelecekteki değerini tahmin etmek için kullanılır. Değişkenin geçmiş zamanda aldığı değerler ve geçmişten şu anki zamanda kadar aldığı değerler ve değişkenin gelecekte alacağı değerler ilgisiz kabul edilir¹⁴³.

Wiener Süreci

Wiener süreci rastsal Markov Süreci'nin özel bir türüdür. Elektrik piyasasında fiyatların davranışı Wiener Süreci ile açıklanmaya çalışılmaktadır. Wiener süreci, Brownian Hareketi olarak da tanımlanmaktadır. 1827 yılında Robert Brown'un hava

¹⁴³ Hull, a.g.e., s.259.

ve sudaki toz parçalarının rastgele hareket ettiklerini gözlemledikten sonra parçacık fiziğinde bir parçacığın çok sayıda moleküler darbe ile oluşturulan hareketi ilk ortaya araştırmacının adını almıştır. Bir Wiener süreci izleyen herhangi bir değişkenin hareketinin en küçük zaman diliminde gerçekleşen değişikliklerin incelenmesiyle aşağıdaki ifade ile açıklamak mümkündür.

$$dS = \varepsilon\sqrt{dt}$$

dS = Değişkenin fiyatında yarattığı değişiklik

dt = Zamandaki küçük değişiklikler

ε = Standart normal dağılımın¹⁴⁴ tesadüfî bir çekimini ifade etmektedir.

Lognormal Varsayım

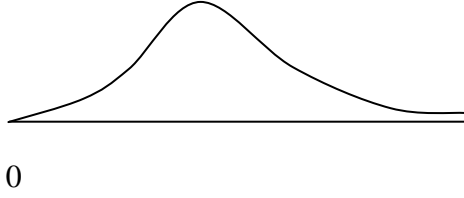
Bir opsiyon fiyatlama modelinin dayanak varlığın fiyatının zaman içerisinde nasıl değişeceğine dair bazı varsayımlarda bulunması gerekmektedir. Eğer bir hisse senedinin değeri 10 TL ise, bir gün veya bir hafta içerisinde belki de bir yıl içerisinde fiyat dağılımı olasılığının belirlenmesi ve bu dağılıma göre model oluşturulmalıdır.

Modelin temel varsayımlarından birisi dayanak varlığın fiyatlarının rassal yürüyüş (random walk) sergilemesidir. Diğer bir ifadeyle, kısa zaman süresince hisse senedi fiyatındaki değişimler normal dağılıma sahiptir. Dolayısıyla, gelecekteki hisse senedi fiyatlarının lognormal dağılım olarak ifade edilen dağılım göstermesi gerekir. Normal dağılıma sahip bir değişken pozitif veya negatif değerler alabilir. Diğer taraftan, lognormal değişim gösteren bir değişken logaritmik fonksiyonun gereği olarak sadece pozitif değerler alabilir¹⁴⁵.

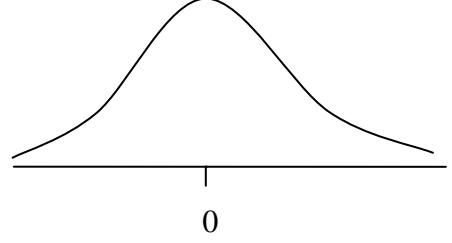
¹⁴⁴ Ortalaması ($x=0$), varyansı 1 olan olasılık dağılımıdır.

¹⁴⁵ Hull, **a.g.e.**, s. 270.

Lognormal dağılım eğrisi



Normal dağılım eğrisi



Parametreler¹⁴⁶

Lognormal varsayımı yapıldığında, dayanak varlığın davranışını tanımlayan iki anahtar parametre;

- Varlığın beklenen getirisi
- Varlığın değişkenliğidir.

Beklenen getiri μ veya $E(r)$ ile gösterilirken, değişkenliği standart sapma (σ) ifade etmektedir.

Değişkenliğin (Standart Sapmanın) Belirlenmesi

Standart Sapma hesaplanırken varlığın geçmişte belli bir dönem aralığı içerisinde gerçekleşen getirilerinin, yine bu getirilerin aritmetik ortalamasından sapması ölçülmeye çalışılır. Her bir dönem için gerçekleşen fiyatın bir önceki dönem fiyatına oranının logaritması bize dönemlik getirileri göstermektedir.

Buna göre; $r_t = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right)$ 'dir.

$$\text{Standart Sapma, } \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2}$$

Black & Scholes (1973) tarafından geliştirilen model finans alanında uzun süredir var olan bir problemi çözmeye yardımcı olmakla birlikte tam bir çözüm getirememiştir. Opsiyon fiyatlamasında sistematik ve önemli hatalı fiyatlamalar

¹⁴⁶ A.e., s. 263.

yaptığı şeklinde eleştirilere maruz kalmıştır. Bu modelin eksikliği üzerine en uygun modeli geliştirmeye yönelik araştırmalar devam etmiştir. Bu araştırmaların çıkış noktası, Black-Scholes formülünün vadeye ve karda veya zararda durumuna bağlı olarak sistematik fiyatlama hatalarıdır. Modelin sonuçlarına bağlı olarak ve yine modelin bazı gerçek dışı varsayımlarından sıyrılabilme amacıyla (örneğin sabit varyans varsayımı) yeni modellere ve uygulamalara gidilmiştir.

Bu yöntemlerden birisi de zaman serilerinin varyansının sabit olduğu varsayımını kabul etmeyip geleceğe yönelik tahminlerde bulunan ARCH tekniğidir. Bu teknikte yeterli çözüm olmamış sadece değişkenliğe çözüm getirmiştir¹⁴⁷.

Diğer taraftan, değişkenlik şokları ve dayanak varlık getirileri arasında korelasyon opsiyonun fiyatının belirlenmesinde önemli bir faktör olabileceği ortaya çıkmıştır. Korelasyondaki değişimler, dayanak varlığın getirilerinin dağılım yapısının anlaşılmasına yardımcı olabilmektedir. Bu düşünceye bağlı kalarak, Hull & White (1987), Johnson & Shanno (1987) ve Heston (1993) opsiyon fiyatlamasında Stokastik Volatilité modellerini literatüre eklemiştir. Bu modellerin en çok uygulananı sayısal yöntemlerden Monte Carlo Simülasyonu'dur. Bu yöntem getiri dağılımlarına bağlı olarak tahminlerde bulunmaktadır¹⁴⁸.

Black&Scholes Opsiyon Fiyatlama Formülü

Alım Opsiyonunun Fiyatlaması;

$$C = SN(d_1) - Xe^{-rT} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2)\Delta t}{\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

¹⁴⁷Enders, W., "Applied Econometric Time Series", 2.Baskı, **Wiley Series in Probability and Statistics**, 2004.

¹⁴⁸John C. Cox, Stephen Ross and Marc Rubinstein, "Option Pricing: A Simplified Approach," **Journal of Financial Economics**, 7, 1979, s. 240.

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{\Delta t} , N(d) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-(d-\mu)^2/2\sigma^2}$$

C = Satın alma opsiyonunun cari değeri

S = Hisse Senedinin cari fiyatı

N(d_j) = Kümülatif normal olasılık dağılım değerleri

e = 2.71828

r = Risksiz faiz oranı (sürekli, bileşik esaslı)

Δt = Opsiyonun vadesinin bitimine kadar olan süre

ln = Doğal logaritmik fonksiyon

σ = Standart sapma

π=3.141

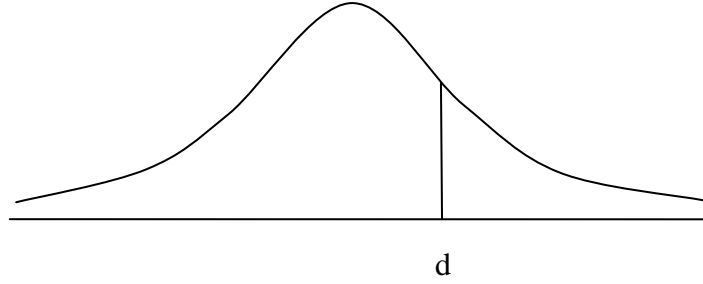
Black-Scholes Modeli çok karmaşık görülebilir. Ancak uygulaması kolay bir yöntemdir ve yoğun olarak kullanılmaktadır.

Herhangi bir yatırımın net bugünkü değeri, bu yatırımdan gelecekte elde edilecek kazançların bugünkü değerine eşittir. Bir hisse senedi alım opsiyonunun değeri, N(d₁) oranında hisse senedi bulunduran bir portföyün değerine denktir. Bu portföyün maliyeti, opsiyonun kullanım olasılığı N(d₂) ile opsiyonun vadesine kalan süreye (Δt) doğru ıskonto edilen (e^{-rΔt}) opsiyonun kullanım fiyatının çarpımı ile bulunan değere eşittir. Bu durumda satın alma opsiyonunun değeri, N(d₁) hisseden oluşan portföyün beklenen değerinden bu portföy değerinin maliyetinin çıkarılmasıyla elde edilmektedir¹⁴⁹.

N(d) normal dağılım eğrisi, kümülâtif normal olasılıkları, yani ortalaması sıfır (μ=0) olan ve standart sapması bir (σ=1) olan normal dağılıma sahip olasılıkları

¹⁴⁹Hull, a.g.e., s. 291.

vermektedir. Aynı zamanda bu olasılık normal dağılım eğrisinde d 'nin sol tarafında kalan alana eşittir. d_1 ve d_2 değerlerini hesaplariken kullanılan $\ln(S/X)$ değeri yüzde cinsinden bir değer olup, opsiyonun o tarihte parada veya para dışında olduğunu gösterir. Eğer opsiyon belirli bir yüzdede parada ise, hisse senedinin fiyat değişkenliğinin az ve vadeye kalan sürenin çok kısa olması koşuluyla, büyük bir olasılıkla parada olacaktır. $N(d)$ değerleri, opsiyonun vade sonunda karda olma olasılığına bağlı olarak artacaktır.



Eğer $N(d_1)$ ve $N(d_2)$ değerleri 1.0'a yakınsa, büyük bir olasılıkla opsiyon işleme konulacaktır. Bu durumda satın alma opsiyonunun değeri $S_0 - Ke^{-rt}$ 'eşit olacaktır. $N(d)$ değerlerinin sıfıra yakın olması durumunda büyük bir olasılıkla opsiyon işlem konulmayacaktır. $N(d)$ değerleri 0 ila 1 arasında değerler alacaklarından satın alma opsiyonunun değeri bu değerlere bağlı olarak değişecektir.

Satma Opsiyonunun Fiyatlandırılması;

Satma opsiyonunun değeri $P = -SN(-d_1) + Ke^{-rT}N(-d_2)$ şeklinde hesaplanabilir.

Satma opsiyonunun değeri, satın alma opsiyonuna göre daha düşük olmaktadır. Bunun nedeni satın alma opsiyonunun kadayken satma opsiyonunun zararda olmasıdır. Satma opsiyonunun değeri satma – satın alma paritesi (put-call parity) olarak bilinen bir diğer modelle de hesaplanabilmektedir. Satma –satın alma paritesi aynı işlem fiyatına ve vadeye sahip Avrupa satın alma ve Avrupa satma opsiyonları arasındaki ilişkidir. Bu modelle satma opsiyonunun değeri;

$$P = C - S_0 + Xe^{-rT} \text{ dir.}$$

Hisse senedinin vadesi içerisinde kar payı dağıtması durumunda, verilen kar payının bugünkü değerinin formüle eklenmesi gerekir. Çünkü satma opsiyonunun değeri verilen kâr payı kadar artacaktır.

$$P = C - S_0 + Ke^{-rT} + De^{-r\tau}$$

τ = Kâr payı dağıtımına kalan süre

Black-Scholes Formülünün Özellikleri

Dayanak varlığın fiyatı, S, yeterince yükseldiğinde alım opsiyonu uygulanacaktır. Alım opsiyonunun fiyatı $C = S - Xe^{-rT}$ olması gerekir. Bu durumu formül üzerinden açıklamak istersek, S yükseldiğinde, d_1 ve d_2 değerlerinin her ikisi de yükselir ve $N(d_1)$ ve $N(d_2)$ her ikisi de 1.0'a yaklaşır.

Hisse senedinin fiyatı yükseldiğinde, Avrupa tipi bir satım opsiyonun fiyatı, P, sıfıra yaklaşır. Bunun nedeni de, $N(-d_1)$ ve $N(-d_2)$ değerlerinin de sıfıra yaklaşmasıdır. Standart sapma(σ), sıfıra yaklaştığında ise, hisse senedinin riski azaldığından fiyatı r oranında artarak T zamanda Se^{rT} olacaktır. Alım opsiyonundan elde edilebilecek gelir; $\max(Se^{rT} - X, 0)$ kadar olur. “r” oranında ıskonto oranıyla, alım opsiyonunun bugünkü değerini hesaplırsak, $e^{-rT} \max(Se^{rT} - X, 0) = \max(S - Xe^{-rT}, 0)$ olur.

$S > Ke^{-rT}$ aynı zaman da $\ln(S/K) < 0$ anlamına gelir. σ sıfıra yaklaşırken d_1 ve d_2 değerleri, $-\infty$ 'a yaklaşacağından, $N(d_1)$ ve $N(d_2)$ sıfıra yaklaşır. $C = SN(d_1) - Xe^{-rT}N(d_2)$ alım opsiyonu fiyat denklemi sıfıra eşit olur. Alım opsiyonu fiyatı bu nedenle, σ sıfıra yaklaşırken daima $\max(S - Xe^{-rT}, 0)$ 'dır. Aynı şekilde put fiyatının da, σ sıfıra yaklaşırken, daima $\max(Xe^{-rT} - S, 0)$ olduğu ifade edilebilir¹⁵⁰.

¹⁵⁰ Hull, a.g.e., s. 293.

Risk – Nötral Değerleme (Riske Duyarsız Yaklaşım)

Eğer bir finansal varlık bir diğer finansal varlık ile ilişkili ise, bu varlık yatırımcıların risk nötral olduğu varsayımı altında değerlendirilir.

Risk – Nötral değerlendirme, yatırımcıların risk – nötral olduğunu belirtmez. Bu, yatırımcıların risk tercihlerinin hisse senedi opsiyonunun değeri üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı anlamına gelir. Bu, Black-Scholes formülünde neden μ (beklenen ortalama getiri)'nin olmadığını da açıklar. Zira risk – nötral bir ortamda iki basit sonuç vardır¹⁵¹:

1. Tüm finansal varlıkların getirisi risksiz faiz oranıdır.
2. Risksiz faiz oranı, gelecekte beklenen nakit akışlarının ıskontolanmasında kullanılacak tek uygun orandır.

3.3.6.2. Binomial Model

Black-Scholes opsiyon fiyatlama modelinden sonra, John C. Cox, Stephen A. Ross ve Mark Rubinstein 1979 yılında Black-Scholes modelini basitleştirerek, binomial model olarak adlandırılan fiyatlama modelini geliştirmişlerdir. Sadece Avrupa tipi opsiyonlara uygulanabilen Black-Scholes modelinin kullanımı bu şekilde genişletilmiştir. Amerikan Tipi opsiyonlarda kullanılmasının daha tutarlı sonuçlar verdiği belirtilen model, zaman periyodu sonsuza yaklaştıkça Black-Scholes modeli ile yakınsak sonuçlar vermektedir¹⁵².

Binomial Yaklaşım ile Varlık Fiyatı Belirleme

Kesikli zamanlı süreç tesadüfi bir süreçtir. Bu süreç, zaman içerisinde belirli anlarda varlık fiyatlarının davranışlarının belirlemektedir. Kesikli zaman süreçte, parametre

¹⁵¹ a.e., s.289.

¹⁵² Cox, a.g.e., s. 250.

zamandır. Belirli değerleri alan zaman, $T = \{0,1,2,3,\dots,n\}$ şeklinde bir zaman dizisi meydana getirir.

Buna göre T , bir gün, bir ay, bir yıl gibi bir zaman aralığı gösterecektir. S varlık fiyatını gösteren değişken, S_t değişkeni de varlığın t anındaki değerini gösterecektir. Binomial model kesikli zaman süreçte, hisse senedi fiyat hareketlerinin inceleyen, bir modeldir. Buna göre, model, varlık fiyatlarını belirlenen zaman aralıklarında hesaplamaktadır.

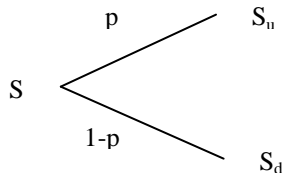
Eğer S_t değişkeninin binomial model ile hesaplanan S_0, S_1, \dots, S_n değerlerini p_0, p_1, \dots, p_n olasılıkları ile alıyorsa ve $p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$ şartı sağlanıyorsa, S_t kesikli olasılık dağılımı olan binomial dağılıma sahiptir. Buna göre binomial modelde S_t kesikli tesadüf bir değişkendir. Olasılık teorisinde binom dağılımının gerek kendi özellikleri, gerekse normal dağılımın esasını oluşturması nedeniyle büyük önemi vardır¹⁵³.

Binom modelinde bir olayın belirlenen zaman aralığında gerçekleşme ihtimali p , gerçekleşmeme ihtimali $(1-p)$ ile ifade edilirse, varlığın belirlenen zaman aralığında n deneme içinde x kere fiyatının artma olasılığı aşağıdaki formül ile hesaplanır¹⁵⁴.

$q = (1-p)$ olmak üzere,

$$p(x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$$

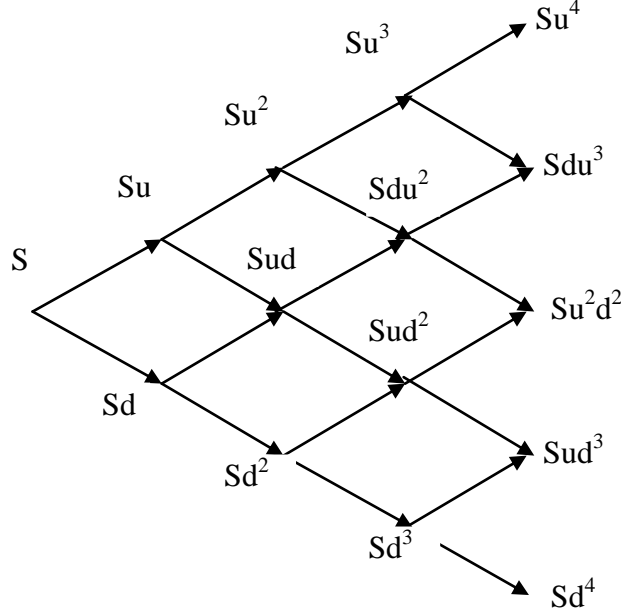
Belirli bir zaman aralığında varlık fiyatlarının hesaplayabilen binom modeli aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



¹⁵³ Alpan, a.g.e. s. 80.

¹⁵⁴ A.e. s. 81.

Eğer şekil incelenecek olursa başlangıçta varlığın fiyatı S 'tir. Bir dönem sonra p ihtimalle S_u olacak ve $1-p$ ihtimalle de S_d değerini alacaktır. Eğer, birbirini takip eden dönemler için bu modeli çizecek olursak;



İkinci zaman aralığı sonunda 3 değişik varlık fiyatı oluşabilmektedir. Benzer şekilde 3 dönem sonra 4 değişik varlık fiyatına ve süreç bu şekilde devam etmektedir. Binomial modelde zaman aralığının değeri sıfıra çok yaklaştırılırsa yani süreç zaman parametresi bakımından sürekli hale getirilirse ($\Delta t \rightarrow 0$) model, geometrik Brownian hareket modeline dönüşür. Binomial model Δt gibi küçük zaman aralıklarında herhangi Δt zaman aralığı içinde hisse senedinden beklenen getiri r , Δt ile ve getirilerin varyansı σ^2 ile hesaplanmaktadır. Binom modelini tanımlayan u , d , p değişkenlerine bağlı olarak aşağıdaki eşitlikler yazılabilir¹⁵⁵.

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}, \quad d = \frac{1}{u}, \quad p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}$$

Birinci zaman aralığı sonunda varlık fiyatı $S e^{r\Delta t}$ ile hesaplanmaktadır. Buna göre olasılık değerleri de dikkate alınarak birinci zaman aralığı sonundaki varlık fiyatı aşağıdaki eşitlik ile elde edilir.

¹⁵⁵Hull, a.g.e., s. 198.

$$pSu + (1-p)Sd = Se^{e(T-t)}$$

Binomial Yaklaşım ile Opsiyon Fiyatı Belirleme

Cox – Ross – Rubenstein modeli olarak bilinen Binomial model, ilerideki farklı zaman aralıklarında varlık fiyatını iki seçenek dâhilinde tahmin eder. Binomial modelde bir sonraki zaman aralığında varlık fiyatının belli olasılıkla artacağı veya azalacağı varsayımıyla, hisse senedi fiyat hareketleri, kesikli dağılım olan binom dağılımının karakterine uyduğu varsayılmaktadır. Gelecekte varlık fiyatının bulmaya çalışan Binomial süreci tanımlayan bu model, varlık fiyatının her değeri alabileceğini varsayan fizikteki moleküllerin hareketlerini tanımlayan Brownian sürecinin kısıtlandırılmış bir şeklidir. Buna göre binomial modeldeki kısıtlar, varlık fiyatının bir sonraki zaman aralığında ya artacağı veya azalacağı şeklinde sadece iki duruma bağlı olarak tanımlanmaktadır.

Binomial model bazı varsayımlar üzerinde kurulmuştur;

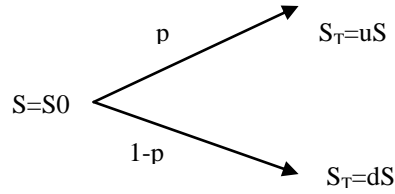
1. İşlem maliyeti ve vergiler yoktur.
2. Tüm menkul kıymetler mükemmel yakın şekilde bölünebilir.
3. Opsiyonun ömrü boyunca, üzerine yazılı olduğu hisse senedinin kar payı ödemesi yoktur.
4. Menkul kıymet piyasasında risksiz arbitraj olanağı bulunmamaktadır. Yani piyasa dengededir.
5. Menkul varlık ticareti süreklidir.
6. Risksiz faiz oranı tüm vadeler için aynıdır.

Gerçekte binomial model iki temel varsayım dayanmaktadır. Birincisi; varlığın fiyatı, opsiyonun vadesi boyunca belirli zamanlarda değişmektedir. Opsiyonun vadesi T ise bu zamanlar $dt, 2dt, 3dt, \dots, ndt$ şeklinde gösterilebilir ($ndt=T$). Ndt zamanında varlığın fiyatı S_n ise, $(n+1)dt$ zamanında varlığın fiyatı ya u oranında artacak ve

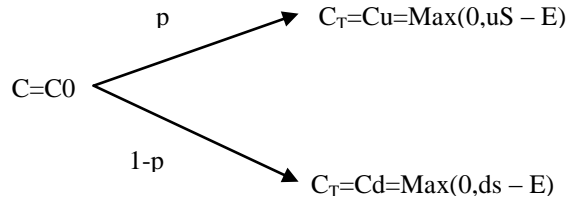
varlığın yeni fiyatı S_{nu} olacaktır ($S_{n+1}=S_{nu}$); ya da d oranında azalacak ve varlığın yeni fiyatı S_{nd} olacaktır. ($S_{n+1}=S_{nd}$).

$$S_{nd} < S_n < S_{nu}$$

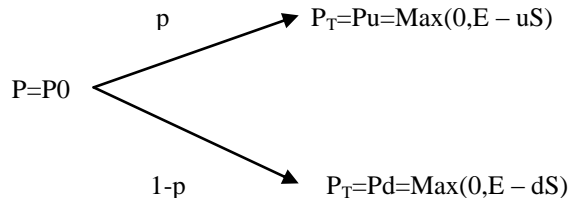
Varlığın fiyatının artma olasılığı p ise, azalma olasılığı da $1-p$ kadar olacaktır. İkinci önemli varsayımda risk nötr bir ortamın olmasıdır. Yani yatırımcıların risk tercihlerinin opsiyonun değerlemesinde hiç bir etkisi yoktur. Bu durumda, yatırımcıların risk konusunda duyarsız olduğu ve sözleşmeye konu olan varlığın getirisinin risksiz faiz oranı olduğu kabul edilmektedir. Binomial model gibi çeşitli modellerle varlığın gelecekteki zaman dilimlerinde fiyatı tahmin edilerek varlığa bağlı olarak satın alma opsiyonunun bugünkü fiyatı tahmin edilmeye çalışılır.



Bir Zaman Aralığı İçin Hisse Senedi Fiyatını Binomial Model İle Tahmin Etme



Bir Zaman Aralığı İçin Hisse Senedi Alım Opsiyonunun Fiyatını Tahmin Etme

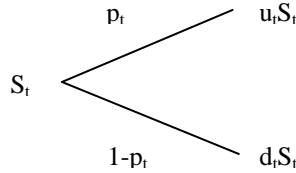


Bir Zaman Aralığı İçin Hisse Senedi Satma Opsiyonunun Fiyatını Tahmin Etme

Binomial modelle belirlenen Δt gibi küçük zaman aralıklarında herhangi bir Δt zaman aralığı içinde hisse senedinin beklenen getiri oranı, $\bar{r}(T-t)r(T-t)$ ile ve getiri oranlarının varyansı $t^2\Delta t$ ile hesaplanmaktadır. Bir binomial modelde yer alan u , d ve p değişkenlerine bağlı olarak aşağıdaki eşitlikler elde edilir.

$$u = e^{\sigma\sqrt{(T-t)}}, \quad d = \frac{1}{u}, \quad p = \frac{e^{r(T-t)} - d}{u - d}$$

Birinci zaman aralığı sonunda hisse senedinin fiyatı $Se^{\bar{r}(T-t)}$ ile bulunur. Buna göre olasılık değerleri de dikkate alınarak birinci zaman aralığı sonunda hisse senedi fiyatı elde edilir. r yıllık faiz oranı ve t . Zaman aralığı sonunda hisse senedi fiyatının değişim oranı $e^{r(T-t)}$ olmak üzere, gelecekte (t . Zaman aralığı sonunda) riskin olmadığı ortamda hisse senedi fiyatını hesaplayan $S_t e^{\bar{r}(T-t)}$ ifadesi, $S_t e^{r(T-t)}$ ifadesine eşit olmaktadır.



Yukarıdaki şekil t . Zaman aralığı sonunda hisse senedi fiyatını ifade eden S_{t+1} 'in p_t olasılıkla $u_t S_t$ değerine ve $1-p_t$ olasılıkla $d_t S_t$ değerine eşit olacağını göstermektedir. t . Zaman aralığı sonundaki hisse senedi fiyatı binomial model ile aşağıdaki formüller ile bulunur¹⁵⁶.

$$S_t e^{r(T-t)} = E(S_{t+1}) = S_t (p_t u_t + (1 - p_t) d_t)$$

¹⁵⁶ Alpan, a.g.e., s. 80.

S_{t+1} değerlerinin varyansı dolayısıyla standart sapması aşağıdaki denklem ile hesaplanır¹⁵⁷.

$$\begin{aligned} Var(S_{t+1}) &= E[(S_{t+1})^2 - E(S_{t+1})]^2 \\ Var(S_{t+1}) &= (S_t)^2 [p_t(u_t)^2 + (1-p_t)(d_t)^2 + (p_t u_t + (1-p_t)d_t)^2] \\ (p_t u_t + (1-p_t)d_t) &= e^{r(T-t)} \end{aligned}$$

$e^{r(T-t)}$ hisse senedi fiyatının bir zaman aralığı sonundaki değişim oranını göstermektedir. Bu eşitliği başlangıçla vade sonu arasındaki zaman periyodundaki tüm zaman aralıkları için genelleştirebilmek için, $p_t = p$ $u_t = u$ $d_t = d$ eşitliklerinin olduğu varsayılır. Bu eşitliklerin olduğu varsayımı hisse senedi opsiyonunun fiyatını tahmin etmeden önce hisse senedinin fiyatlarının hesaplandığı başlangıç ile opsiyonun vadesi arasındaki tesadüfi süreçteki tüm zaman aralıklarında, hisse senedi fiyatının artış oranı (u), azalış oranı(d) ve olasılık değerleri (p) sabit kabul edilmektedir. Buna göre aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$pu + (1-p)d = e^{r(T-t)}$$

Bu açıklananlara göre binomial modelin parametreleri en açık biçimiyle aşağıdaki şekilde gösterilir.

$$\begin{aligned} p &= \frac{e^{r(T-t)} - e^{-\sigma(T-t)}}{e^{\sigma(T-t)} - e^{-\sigma(T-t)}} \\ u &= e^{\sigma(T-t)} \quad d = e^{-\sigma(T-t)} \quad u = \frac{1}{d} \end{aligned}$$

Bir satın alma (Call) opsiyonu kullanıldığı andaki kullanım fiyatı, hisse senedi fiyatından büyük ise opsiyon iptal edilecektir. Zira, opsiyon sahibi, hisse senedini

¹⁵⁷ Hull, a.g.e., s. 237.

piyasadan daha ucuza temin edebilecektir. Bu durumda opsiyon değersizdir ve değeri sıfıra eşittir. Vade sonunda yani T anında opsiyonun fiyatını (C_t) aşağıdaki denklem gösterir.

$$C_t = \text{Max}(0, S_T - X)$$

Benzer şekilde Satım opsiyonu, opsiyonu alan tarafından ileride hisse senedinin fiyatının düşme ihtimali göz önüne alarak yaptığı bir işlemdir. Hisse senedi opsiyonunun kullanım fiyatı piyasadan küçük ise opsiyonu kullanıp hisse senetlerini piyasadan daha ucuza satamaz. Vade sonunda T anında hisse senedi satma opsiyonunun fiyatını gösteren kısıt;

$$P_t = \text{Max}(0, X - S_T)$$

C_T ve P_T sırasıyla bir alım ve satım opsiyonunu T anında değerleridir. T anında eğer bu opsiyonları satmak isterseniz. C_T ve P_T 'nin değeri kadar para ödenmesi gerekir. Buradaki T anı opsiyonun vadesini ifade etse de, opsiyonun fiyatının hesaplandığı an opsiyonun yazıldığı (t) ve opsiyonun vadesi (T) olmak üzere t ve T zamanları arasında herhangi bir anda opsiyonun fiyatı opsiyon fiyatlandırma modelleri ile hesaplanır. Bu şekilde opsiyonun vadesinden önce el değiştirmesi sağlanır.

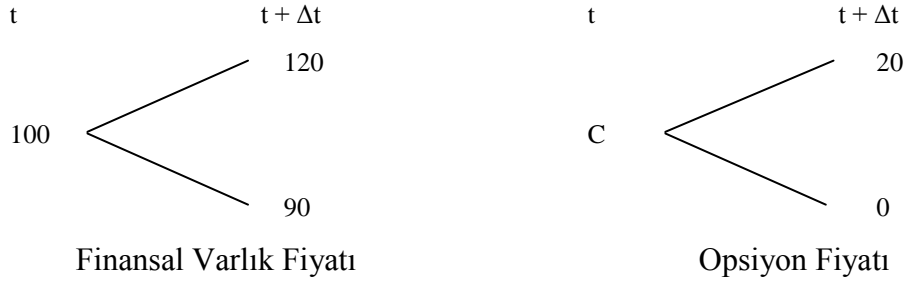
Binomial model ile vadeye kadar farklı zaman aralıklarında hisse senedinin belli olasılıklar dâhilinde gerçekleşecek olan fiyatlar bulunur. Bu tahmin edilen fiyatlara bağlı olarak hisse senedi üzerine yazılmış olan opsiyonun fiyatı bulunur. Binomial model ile başlangıçta opsiyonu satın almak için ödenecek fiyat bulunurken öncelikle hisse senedinin vadedeki ve vadeye kadar olan zaman aralıklarındaki hisse senedi fiyatları tespit edilir. Binomial modelde bir zaman aralığından diğer zaman aralığına geçerken hisse senedinin belli olasılıkla artacağı (p) ve azalacağı (1-p) öngörülür ve ilerdeki zaman aralığında bir önceki zaman aralığına bağlı iki farklı fiyat bulunur. Bu modelde zaman aralıklarının mümkün kısa tutulmasına çalışılır. Bu bulunan fiyatının güvenilirliğini artıracaktır.

Binomial model ile vade sonuna doğru ve vade içinde bulunan hisse senedi fiyatı (S_T) vade sonundaki alım opsiyonunun fiyatı $C_T = S_T - X$ eşitliği hesaplanır. Bu eşitliğin sonucu negatif çıkarsa $C_T = 0$ olur. Buradan başlangıca doğru var olan zaman aralıklarında opsiyonun belli olasılıklarla gerçekleşebilecek fiyatları hesaplanılır.

Başlangıç noktasına kadar gelinerek opsiyonun ilk satıldığı ana ilişkin fiyatı elde edilir. Bu tahmini bir değerdir. Opsiyon piyasasında koşul ve faktörlerin değişkenliği opsiyon fiyatına ilişkin tahmin değerinin kesin bir sonuç vermemesinin nedenidir. Bu da, opsiyon piyasasında arbitraj olanağı sağlar. Opsiyon fiyatlamasında binomial yaklaşım, opsiyon yazıldığı anda risksiz bir korunma stratejisi oluşturulması ve opsiyonun vadesi sona erene kadar korunma stratejilerinin sürekli olarak gözden geçirilmesi esasına dayanır.

Bu stratejinin nasıl işleyeceğini görmek için önce, belli bir t anında bir finansal varlığın fiyatının A olduğunu, $t + \Delta t$ anında ise belirli bir oranda değişim göstererek, u_A 'ya yükselebileceğini ya da d_A 'ya düşebileceğini varsayalım. Bu varlık üzerine yazılmış ve t anındaki fiyatı C olan bir alım opsiyonunun $t + \Delta t$ anındaki fiyatı da C_u veya C_d olacaktır.

Sayısal örnek olarak $A = 100$, $u = 1,20$, $d = 0,90$, uygulama fiyatı $S = 100$ olduğunu ve opsiyon vadesinin, t süresi sonunda (tek adım) sona erdiğini kabul edelim. Bu durumda, varlık fiyatı 120'ye yükselirse opsiyonun değeri 20 olacak, varlık fiyatı 90'a düşerse opsiyonun değeri de 0 olacaktır.



3.3.6.3. Monte Carlo Simülasyonu

Monte Carlo Simülasyonu finansal opsiyonların fiyatlandırılmasında sık kullanılan bir yöntem olarak göze çarpmaktadır. Bunun temel sebebi, son yıllarda sayısal yöntemlerde ve bilgisayar teknolojisinde modelin kullanılabilmesine yönelik olarak yaşanan gelişmelerdir. Kolay uygulanabilir bilgisayar programlarının ortaya çıkmasıyla yatırımcıların rahatlıkla kullanabileceği alternatif bir opsiyon fiyatlama tekniği olarak yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bu teknikle sadece bir opsiyonun fiyatı belirlenmesi değil, duyarlılık analizleri, stres testleri ve risk analizleri gibi birçok uygulama gerçekleştirilebilmektedir.¹⁵⁸

Monte Carlo Simülasyonu'nu sayısal yöntemlerde ilk defa 1952'de ortaya çıkmıştır. Ancak opsiyon fiyatlama literatüründe ilk defa 1977'deki Phelim Boyle'nin çalışmasıyla yer almıştır. Monte Carlo Simülasyonu dayanak varlığın binlerce olası fiyat dağılımlarının belirlendikten sonra oluşturulan kullanım fiyatlarına bağlı olarak opsiyonların gerçekleştirdikleri nakit akımlarının bugünkü değerini belirlemektedirler.

Monte Carlo tekniğinin yoğun şekilde yazında incelenmesi 1990'ların ikinci yarısına rastlamaktadır. 1987'de Johnson ve Shanno'nun çalışması, saptanan algoritmaları, varyansın zaman içerisinde değiştiği ve varyans ile dayanak varlığın getirisi arasında bir korelasyonun söz konusu olduğunu düşünerek, belirlemişlerdir. Buna ek olarak,

¹⁵⁸Hardle, W., Kleinov, T., Stokl G., "Applied Quantitative Finance" **The Center for Applied Statistics and Economics**, June 2002, Berlin.

eğer hisse senedi getirisi ile hisselerin varyansı arasında pozitif bir korelasyon var ise, Black-Scholes modelinin, para dışı opsiyonları düşük fiyatladığı, parada opsiyonları da yüksek fiyatladığını, eğer korelasyon negatif ise tam tersi bir etkinin olduğunu belirterek, Monte Carlo Simülasyonu'nu savunmuşlardır¹⁵⁹.

Yazında ve uygulamada birçok farklı Monte Carlo Simülasyon uygulaması vardır. Black-Scholes modeli de Monte Carlo Simülasyonu'na uygulanma mümkündür.

Black-Scholes modeline göre, bir opsiyonun doğru fiyatı o opsiyonun süresi dolduğunda sağlayacağı nakit akımının bugüne iskontolanmış değerine eşittir. Bu yüzden, bir opsiyonun fiyatını bulmak için kullanılacak genel yaklaşım basittir.¹⁶⁰

- Risksiz getiri oranı kullanılarak, ilgili zaman aralığında dayanak varlığa ilişkin kılavuz örneklem simülasyon ile belirlenir.
- İskonto edilmiş nakit akımları her bir kılavuz örneklem üzerinde değerlendirilir,
- Kılavuz örneklem üzerindeki iskonto edilmiş nakit akımlarının ortalaması alınır.

Sonuçta, bu teknik çok boyutlu bir integral hesaplamaktadır. Türev ürünün karmaşıklığı artırması çok boyutluluğu gerektirmektedir. Monte Carlo Simülasyonu diğer sayısal yöntemlere nazaran, daha esnek olması, uygulamasının gelişen teknolojiyle birlikte kolaylaşması uygulamalar açısından ilgi çekicidir.

Black-Scholes modelini kullanarak, hisse senedi fiyatlarını aşağıdaki model yardımıyla yapılabilmektedir¹⁶¹.

¹⁵⁹ Broadie, M., Detemple, J., "Option Pricing: Valuation Models and Applications" **Management Science**, Vol. 50, No. 9, September 2004, s. 1146.

¹⁶⁰ a.e., s. 1150.

$$P_t = P_0 \exp\left[(\bar{r} - \sigma^2 / 2)t + \sigma Z \sqrt{t}\right]$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

P_t = t zamanında hisse senedi fiyatı

\bar{r} = ortalama getiri (yıllık)

Z = ortalaması 0 ve varyansı 1 olan normal rastsal değişken

σ = standart sapma

Simülasyon Modelinin Geliştirilmesi

Aşağıdaki değerlere gereksinimimiz vardır.

Girdiler

Cari hisse senedi fiyatı P_0

Uygulama Fiyatı K

Yıllık getirilerin standart sapması σ

Risksiz getiri oranı r_f

Opsiyon süresi Δt

Geçmişe yönelik olarak sahip olduğumuz dayanak varlık serilerinden, $r_t = \ln(P_t / P_{t-1})$ eşitliğini kullanarak doğal logaritması alınmış t dönemindeki getirileri hesaplıyoruz. Ana denklemimizde kullanacağımız değerler yıllık olarak ifade edilmesi gerektiğinden, getirilerimiz günlük ise 365, aylık ise 12'ye çarparak yıllık bazda

ifade etmeliyiz. Standart sapması da $\sigma = \sqrt{\sum_1^n (r - \bar{r})^2 / n - 1} * \sqrt{365}$ eşitliğini

kullanarak günlük olarak hesaplanan getirilerden elde edilen standart sapmayı yıllık bazda ifade edilebilir. $P_t = P_0 \exp\left[(\bar{r} - \sigma^2 / 2)t + \sigma Z \sqrt{t}\right]$ eşitliği üzerinde simülasyon tekniğini uygulayarak dayanak varlık olarak öngörülen hisse senedinin fiyatını t dönemi için tahmin edilir. Vadesi dolduğunda opsiyonun uygulanması ile elde edilecek miktar; Eğer opsiyon alım opsiyonu ise $C = \text{MAX}(S_t - X, 0)$, satım opsiyonu ise $P = \text{MAX}(X - S_t, 0)$ 'dir. Bu eşitlikler bize vadesi dolduğunda opsiyondan elde

¹⁶¹ Albright, C., Winston, W., Zappe, C., "Data Analysis & Decision Making with Microsoft Excel", Duxbury, 1999.

edilecek kazancı gösterir. Ancak yatırımcı elde edilen bu kazancın bugünkü değeri ile ilgilenecektir. İskontolanmış getiri de $Xe^{-r(\Delta t)}$ ile hesaplanır.

Opsiyonun değerini belirleyebilmek için tekniğin sonuçlarının güvenilir olması amacıyla mümkün olduğu kadar fazla sayıda yapılan rastsal denemeler sonucunda elde edilen dayanak varlık fiyatına bağlı olarak elde edilen yaklaşık 10,000 sonucun normal dağılım tablosuna dökülerek elde edilen ortalaması bize opsiyonun fiyatını verecektir.

4. TÜRKİYE'DE ELEKTRİK FİYATLARINA YÖNELİK BİR UYGULAMA

4.1. ÇALIŞMANIN AMACI

Dünyada son yirmi yıl içerisinde gerek gelişmiş gerek gelişmekte olan ülkelerin elektrik piyasasında serbestleşme hareketleriyle beraber güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir elektrik piyasası oluşturma çabaları başlamıştır. Uluslararası çalışmalar incelendiğinde, elektrik türev ürünler arasında opsiyon ağırlıklı olarak sözleşmeleri ve fiyatlaması üzerinde durulduğu görülmektedir. Elektrik türev ürünlerine ilişkin yazında birçok çalışma mevcuttur. Bhanot (2002), yaptığı çalışmada, elektrik opsiyon fiyatını Monte Carlo yöntemi kullanarak belirlemeye çalışmıştır. Çalışmada fiyatlamada en önemli sorunlardan biri olan “tüketim miktarının belirsizliği durumunun” fiyat üzerinde etkisi de incelenmiştir. Ocak 1995-Haziran 1998 dönemlerinde günlük elektrik toptan satış fiyatlarını kullandıkları çalışmada, fiyatlar günlük olarak akımın yoğun olduğu 22.00-6.00, ve normal olduğu 6.00-22.00 saatleri arası olmak üzere iki farklı seviyede incelenmiştir.

Çalışmada, ayrıca, opsiyon sözleşmelerinde sözleşme büyüklüğünün önemi de incelenmiştir. Çalışmada elektriğin depolanamaması sebebiyle sözleşmelerin büyüklüğü, riskten korunmak isteyen yatırımcılar açısından opsiyon sözleşmelerinin kullanılabilirlik durumunu etkilediği belirtilmiştir. Bu bağlamda, opsiyon

sözleşmesinin büyüklüğünün yanı sıra, elektrik tüketimindeki belirsizliğin modele dâhil edilmesi, opsiyon fiyatının belirsizliğin olmadığı duruma göre düşmesine yol açar. Opsiyon fiyatlamada tüketim ve spot fiyat arasındaki ilişkinin önemi de ayrıca incelenmiştir.

Weron, Bierbrauer ve Truck (2004) yaptıkları çalışmada, İskandinav elektrik piyasasını incelemişlerdir. Çalışmada, birçok ülkede elektrik piyasasının yeniden düzenlendiğinin üzerinde durularak elektrik spot fiyatlarının yapılan düzenlemelerden sonra bilimsel olarak incelenebilmesi için en az bir ya da iki yıllık zaman dilimi gerekliliği konusuna dikkat çekilmiştir. Bu anlamda, tahminleme ve model performansı açısından daha iyi sonuç alabilmek için uzun dönemli spot fiyatların kullanılması gerekir.

Çalışmada, Ocak 1997-Nisan 2000 yılları arasındaki günlük ortalama sistem fiyatları kullanılmıştır. Spot fiyatlar, mevsimsellik, ortalamaya dönüş ve sıçrama hareketi dikkate alınarak modellenmiştir. Veriler açısından incelendiğinde, İskandinav piyasası için en uygun modelin “sıçrama difüzyon modeli” olduğu ileri sürülmüştür. En iyi spot fiyat modeli ile türev ürün sözleşmelerinin fiyatlamasının yapılması gerektiğinin önemi ayrıca belirtilmiştir.

Cartea ve Figueroe (2005), İngiltere ve Galler piyasalarının deregülasyonu sonrası spot fiyatların modellenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, NETA yapılanmasının elektrik spot fiyat hareketlerinde değişiklikler meydana getirdiğini belirterek; spot fiyat modellemesinin vadeli fiyatların belirlenmesindeki etkisi üzerinde durmuşlardır.

Albanese, Lo ve Tompaidu (2008), Avrupa ve Bermuda tipi opsiyon sözleşmelerinin fiyatlarının belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışmada, vadeli enerji fiyatlarını değişken olarak kullanarak opsiyon sözleşmesinin fiyatı belirlemişlerdir.

Hjalmarsson (2003) yaptığı çalışmada elektrik opsiyon sözleşmelerinin fiyatlamasında farklı modelleri test ederek en uygun fiyatlama modelini belirlemeye

çalışmıştır. Yaptığı analiz sonucunda Black-Scholes modelinin geliştirilen alternatif modeller arasında en uygun model olduğu sonucuna varmıştır.

Bierbrauer ve diğerleri (2007) yaptıkları çalışmada, Almanya EEX elektrik piyasasında 2000-2003 yılları arasındaki spot ve vadeli fiyatları incelemişlerdir. Çalışmada ortalamaya dönüş ve sıçrama difüzyon modelleri uygulanmıştır. Bu anlamda, ilk olarak spot fiyat modellemesinde mevsimsellik etkisinin ön plana çıktığı görülmüş, Bhanot'un (2000) mevsimselliği kukla değişken olarak kullandığı ve Pilipovic (1997) ile Weron ve diğerlerinin (2004) ise spot piyasa modellerini geliştirdiği belirtilmiştir. Bu nedenle, piyasaların sürekli değiştiği ve geliştiğinin üzerinde durulmuş ve araştırmacılara yeni modellerin denenmesi yönünde tavsiyelerde bulunulmuştur.

Escribano ve diğerleri (2002), elektrik spot fiyatlarının değişkenliğini ARCH ve GARCH modellerini kullanarak modellemeye çalışmışlardır.

Pirrong (2005) çalışmasında, 2000-2005 yılları arasında günlük ve aylık elektrik fiyatları kullanarak ve spread opsiyonların fiyatlaması üzerinde durmuş; türev ürünlerin fiyatlamasında Pirrong-Jermayan (PJ) modelini kullanmıştır.

Türkiye'de ise 2001 yılında "Elektrik Piyasası Kanunu" ile beraber reform sürecine başlanmıştır. Reform sürecinin, uzun dönemde risk yönetim araçları olarak vadeli işlem ve opsiyon sözleşmelerinin işlem gördüğü bir piyasa mekanizması ile sonuçlanması hedeflenmektedir. Vadeli işlemler piyasasının kurulması ile fiyat istikrarı sağlanacak; yatırımcılar önlerini görebilecek ve olası risklere karşı piyasa mekanizması dâhilinde korunma amaçlı hareket edebileceklerdir. Bu bağlamda, Türkiye'de de, yatırımcıların riskten korunma amaçlı yatırım yapabilecekleri İzmir'de kurulan Vadeli İşlemler Borsası'nda, elektrik sözleşmelerine yönelik yeni türev ürün sunumu hazırlıkları devam etmektedir. Bu anlamda, sözü edilen borsada sunulması hedeflenen türev ürünler arasında olacağı öngörülen Avrupa tipi elektrik opsiyon sözleşme fiyatlamasının önem kazanacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, bu

çalışmada ilk olarak elektrik spot fiyatlar “ortalamaya geri dönme modeli” ile modellenecek; elde edilen bulgulardan yararlanılarak Avrupa tipi alım opsiyon sözleşmelerinin değişkenliği ARCH ve GARCH modelleri ile incelenecek ve Black-Scholes fiyatlama modeli ile bir fiyatlama önerisi yapılacaktır. Ek olarak, çalışmada Avrupa tipi opsiyon alım sözleşmesi fiyatı, alternatif olarak sözleşmede belirlenen tüketim miktarında yaşanabilecek değişiklikleri de içerecek şekilde Monte Carlo Simülasyon modeli ile belirlenecektir.

4.2. VERİ SETİ VE KISITLAR

Uygulamada kullanılacak olan veri seti 01.01.2010 ile 02.07.2010 tarihleri arasında Türkiye’de üç milyonun üzerinde abonesi olan ve elektrik üretimi, toptan satışı ve dağıtımı alanlarında faaliyet gösteren özel bir kurum tarafından elektrik piyasasına sunulan saatlik bazda sistem gün öncesi fiyatlarıdır. Türkiye’de, saatlik bazda gün öncesi fiyatlama 2010 yılı Ocak ayı ile başladığından, veri seti açısından opsiyon fiyatının belirlenmesinde yalnızca bu döneme ait fiyatların kullanılması uygundur. Bununla birlikte, çalışmanın geçerliliği açısından, ilerleyen dönemde daha uzun döneme yayılmış çalışmaların yapılması önem arz etmektedir.

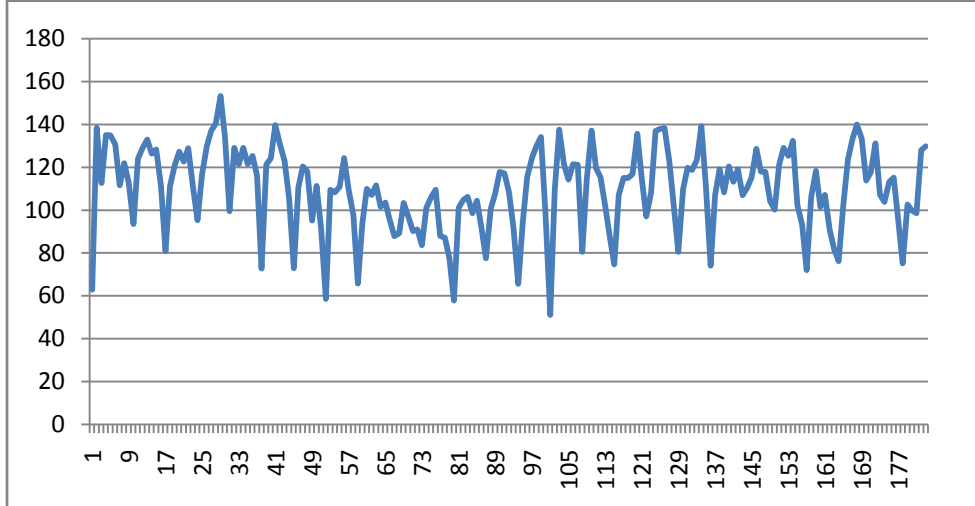
Çalışma kapsamı açısından, uluslar arası borsalarda türev ürünler açısından yaygın olarak kullanılan, bir çok opsiyon fiyatlama modeline temel oluşturan ve Türkiye’de gelecekte işlemlerine başlanacak olan elektrik türev ürünleri piyasasında kullanılma olasılığı en yüksek olan sözleşmeler olması nedeniyle Avrupa tipi opsiyon alım sözleşmeleri tercih edilmiştir. Bu bağlamda, çalışmada spot elektrik fiyatlarından yararlanılmış, Avrupa tipi opsiyon alım sözleşme fiyatı, 100kWh/Kuruş kullanım fiyatı baz alınarak Black-Scholes modeli için 7 gün vadeli; Monte Carlo modeli için ise 1 gün vadeli olarak belirlenmiştir.

4.3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

4.3.1. Spot fiyatların modellenmesi

Türkiye’deki elektrik fiyatları 2010 yılının ilk altı aylık dönemi açısından incelendiğinde, değişkenliğin çok yüksek seviyede olduğu görülmektedir (Bkz. Grafik 8). Değişkenliğin yüksek olmasının en temel sebebi, elektrik enerjisinin depolanamaması ve (rüzgâr, su, doğalgaz, kömür, vb.) girdi olarak kullanılan başka bir kaynaktan elde edilmesi nedeniyle elektrik enerjisi üretilirken kullanılan hammadde fiyatlarının yüksek ve değişken olmasıdır. Bu nedenle, günlük ortalama elektrik fiyatı, arz ve talep dengesinin anlık olması nedeniyle sıçramaların etkisinde kalmakta ve oldukça yoğun bir biçimde dalgalanarak değişkenlik göstermektedir. Sözü edilen değişkenlik nedeniyle elektrik piyasasında yaşanan fiyat sıçrama hareketleri, spot fiyatların modellenmesinde dikkate alınmalıdır.

Grafik 8: 1 Ocak 2010- 2 Temmuz 2010 Dönemi için Ortalama Elektrik Fiyat Grafiği (Kırş/kWh)



Türkiye’deki puant dönemine ilişkin ortalama fiyatlar incelendiğinde (Bkz: Grafik 9) aynı dalgalanmadan söz etmek mümkündür. Türkiye’de elektrik fiyatları, gün içerisinde üç farklı zaman dilimine göre belirlenmektedir. Elektrik enerjisi talebinin en yoğun olduğu zaman dilimine puant adı verilmekte ve puant dönemleri, günlük,

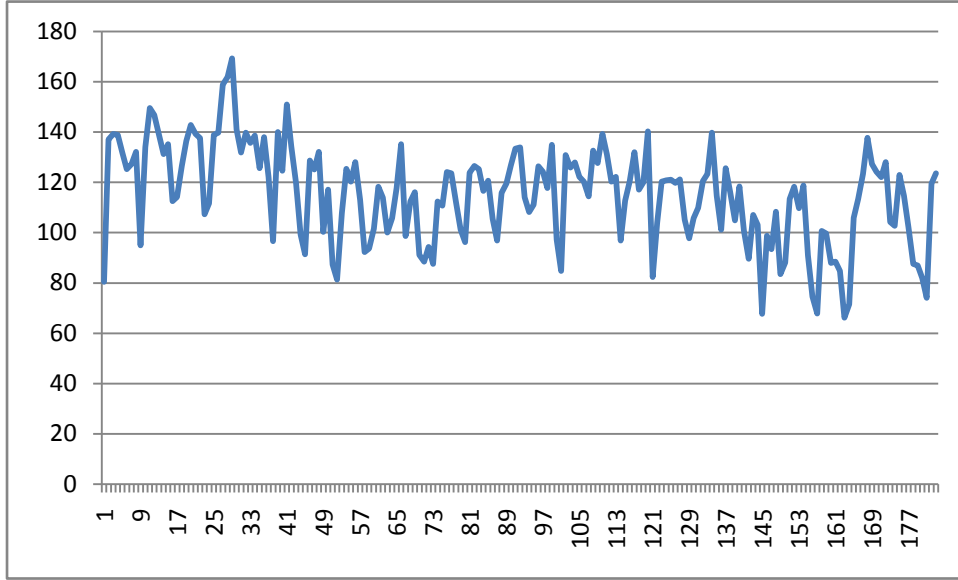
haftalık, aylık ve yıllık belirlenmektedir. Türkiye’de kullanılan zaman dilimleri aşağıdaki gibidir:

Gündüz: 6.00-17.00

Puant: 17.00-22.00

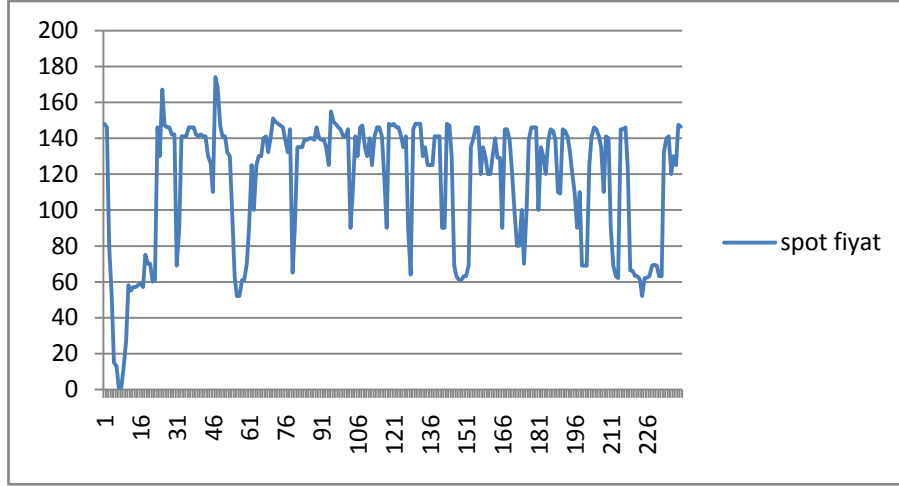
Gece: 22.00-6.00.

Grafik 9: 1 Ocak 2010-2 Temmuz 2010 Dönemi Puant Elektrik Fiyat Grafiği (Kırş/kWh)



Grafik 10’da ise ilk on gün için saatlik bazda fiyat hareketi görülebilir. Fiyatların gün içerisinde saatlik düzeydeki değişkenliği, tüketim gününün hafta içi ya da hafta sonu, bayram ve/veya tatil günü olması ve hava sıcaklığı gibi pek çok faktör ile açıklanabilir. Örneğin, yılın en sıcak günlerinde yaşanan elektrik talep artışı, tahmin edilen daha fazla elektrik üretimi gerektirmesi nedeniyle ani fiyat yükselişlerine yol açmaktadır. Arz ve talebin bu kadar bıçak sırtı biçimde belirlendiği elektrik piyasasında fiyatların değişkenliği de doğal olarak çok yüksek çıkmaktadır.

Grafik 10: İlk On Gün için Saatlik Fiyat Grafiği (Kuruş/kWh)

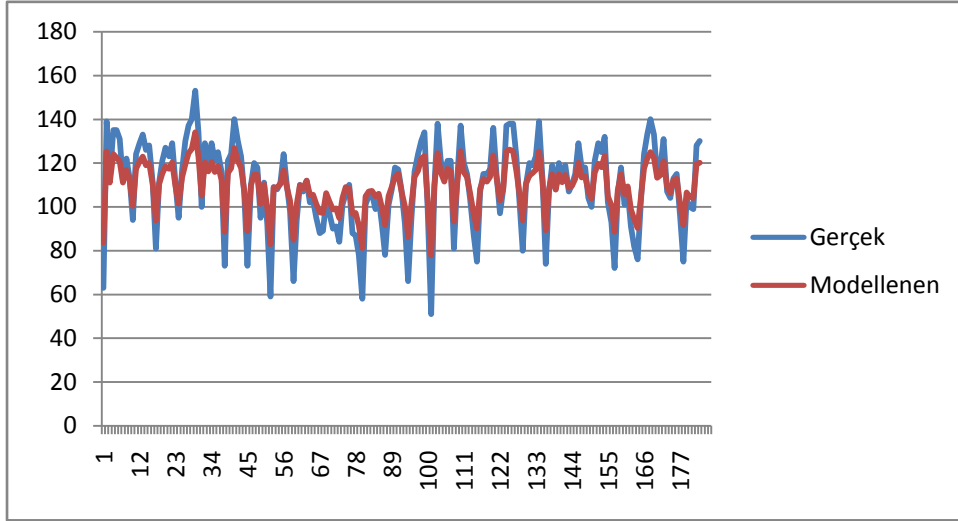


Yukarıda sözü edilen değişkenliğin etkisini azaltabilmek amacıyla, bu çalışmada ilk olarak elektrik spot fiyatlarının ortalamaya geri dönme modeli kullanılmıştır. Günlük elektrik fiyatları, saatlik fiyatların aritmetik ortalaması biçiminde hesaplanmıştır. Spot fiyatların modellenmesinde, en popüler model olan Ornstein-Uhlenbeck modeli kullanılmıştır. Modelin oluşturulması için gereken değişkenlerin belirlenmesinden sonra Ornstein-Uhlenbeck stokastik süreci ile spot elektrik fiyatı 1.000 defa tekrarlanarak elde edilen verilerin ortalaması alınmıştır. Modelin sonuçları, Matlab 2009 yazılımı kullanılarak elde edilmiştir. Spot fiyatların yeniden modellenmesindeki temel amaç, değişkenliğin artmasına sebep olan sapmaları gidererek opsiyon sözleşmesinin fiyatını tutarlı olarak belirleyebilmektir. Elektrik opsiyon sözleşmelerinde değişkenliğin çok yüksek olması nedeniyle, türev ürünlerin fiyatlamasında, spot fiyatlama modellerinin kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Spot fiyatlama modelleri açısından en popüler modellerden biri olan Ornstein-Uhlenbeck stokastik süreci, fiyatların logaritmalarının kullanılmasıyla oluşan matematiksel bir modeldir. Sözü edilen modele göre fiyat farkı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$dS_t = k * (\mu - S_t)dt + \sigma d\beta_t$$

Veri setinin Ornstein-Uhlenbeck modeli aracılığıyla işlenmesi ile birlikte, Grafik 11’de görülen gerçek ve modellenen spot elektrik fiyatları elde edilmiştir:

Grafik 11: Gerçek ve Modellenen Fiyatların Grafiği



Grafik incelendiğinde, elektriğin gerçek ve modellenen fiyatlarının benzer eğilimler gösterdiği gözlenmektedir. Bu noktada, modellenen fiyatların gerçek fiyatlara göre değişkenliğinin daha düşük olması dikkate değerdir. Görüldüğü gibi, simülasyon sonucunda, modellenen fiyatlar ortalamaya daha yakın hale getirilmiştir. Ortalamaya dönme süreci ile yeniden modellenen fiyatlar, opsiyon sözleşmesinin fiyatının belirlenmesinde kullanılmıştır. Ayrıca elektrik spot fiyatlarının modellenmesinde daha uzun dönemli zaman serilerinin kullanılması ve ani iniş çıkışların neden olduğu fiyat sıçramalarının kullanılması, farklı spot fiyat modellemeleri yapılmasını mümkün hale getirecektir.

4.3.2. Değişkenliğin Test Edilmesi

Emtia opsiyon sözleşmelerinde kullanılan arz ve talep dengesi, mevsimsellik gibi değişkenler, Black-Scholes opsiyon fiyatlama modelinde değişkenlik katsayısı olarak belirlenen standart sapmanın çalışma modelinde doğrudan kullanılmasını engellemektedir. Ayrıca enerji piyasalarının finansal piyasalara göre daha riskli

olması ve piyasaların bu koşullar altında enerji türevlerini doğru fiyatlandırabilmesi için uygun ve doğru tanımlanmış bir risk ölçütünün önemi artmaktadır. Varyansın modellenmesi ve tahmin edilmesi zaman içinde özellikle türev ürünlerin fiyatlandırılması, riskin azaltmak için stratejilerinin değerlendirilmesi ve risk priminin belirlenmesinde önemi artmaktadır.

Bu nedenle, son dönemde finans yazınında değişkenliğin tahmin edilmesini ve modellenmesini sağlayan ARCH (GARCH) gibi doğrusal olmayan ve zamana bağlı olarak değişen varyans modellerinin kullanılması tercih edilmektedir. Bu modeller öncelikle finansal piyasaların dinamik özelliğinin daha iyi anlaşılması ve zaman içinde değişen volatilitenin tahmin edilebilmesi amacıyla 1980'li yıllarda Engle (1982), Bollerslev (1986) ve Nelson (1991) tarafından ekonometrik araçlar geliştirilmiştir. Bu amaca dönük olarak Engle (1982) tarafından Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) modeli geliştirilmiş, bu model Bollerslev (1986) tarafından iyileştirilerek Genelleştirilmiş ARCH (GARCH) modeli olarak adlandırılmıştır. Bu modeller, her ne kadar finans piyasaları için geliştirilse de enerji piyasalarında yaşanan değişkenliğin ölçülmesinde de kullanılan modeller haline gelmiştir.

Black-Scholes opsiyon fiyatlama modelinin en önemli dezavantajlarından biri olan değişkenliğin zaman içerisinde sabit kalması konusundaki dezavantajdan kurtulmak için değişkenlik ARCH (GARCH) Modelleri kullanılarak belirlenmiştir. Değişkenliğin test edilmesi için Hafner (2003) makalesinde oluşturulan model temel alınmıştır. Bu bağlamda, çalışmada kullanılan model aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

$$\log S_t = c + \beta_1 \cos\left(\frac{2\pi}{S} t\right) + \beta_2 \sin\left(\frac{2\pi}{S} t\right) + \phi \log S_{t-1} + \varepsilon_t$$

Fiyatların logaritmik farkı alındığında, oluşan model şu şekildedir:

$$\log S_t / S_{t-1} = c + \beta_1 \cos\left(\frac{2\pi}{S} t\right) + \beta_2 \sin\left(\frac{2\pi}{S} t\right) + \varepsilon_t$$

Varyans ise,

$$\sigma^2_t = \omega + \gamma_1 \cos\left(\frac{2\pi}{S}t\right) + \gamma_2 \sin\left(\frac{2\pi}{S}t\right) + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 \text{ biçimindedir.}$$

ARCH (GARCH) modeli sonuçları, Eviews 6 yazılımı aracılığıyla elde edilmiştir. Spot elektrik fiyatların logaritması alındıktan sonra ADF (Genişletilmiş Dickey Fuller) testi kullanılarak durağanlık test edilmiştir. Zaman serisi verilerine dayalı ekonometrik analizlerde karşılaşılan en büyük sorun, ele alınan serilerin durağan olmamasından kaynaklanan ‘sahte regresyon’ durumudur. Bu sorunun temel sebebi, zaman serilerinin güçlü genel eğilimler taşımasıdır. Bu bağlamda, serinin bu genel eğilimlerden arındırılması için durağanlık testinin yapılması gerekmektedir.

ADF Test İstatistiği	Kritik Değer
8.336923	3.4678 (%1)
	2.8779 (%5)
	2,5755 (%10)

ADF Test değerleri %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyesinde kritik değerlerden büyük olduğu için serinin durağan olduğu sonucuna varılmıştır.

Modelin oluşturulmasında önemli faktörler olan sin ve cos dalgalarının belirlenmesi için serinin otokorelasyon grafiği incelenmiştir. Ek 1’de de görülebileceği gibi, fiyat serisinin dalgalanması her 7 günde bir gerçekleşmektedir. Spot elektrik fiyatlarında haftalık bir mevsimsellik etkisi görmek mümkündür. Bu etki, her 7 günlük zaman diliminde fiyatlarda bir döngü yaratmaktadır.

Serinin ARCH (GARCH) ile modellenmesi ile elde edilen en uygun sonuçla, ARCH (1) modelinde karşılaşılmıştır. Elektrik fiyatının değişkenliğine ilişkin yapılan analiz ve model denemeleri sonucunda ARCH(1) Modelinin %10 anlamlılık seviyesinde

uygun olduğu tespit edilmiştir. ARCH(1) modelinin en düşük Akaike kriteri değerini (-1.944705) sağladığı ve ARCH-LM testi sonucunda ARCH etkisinin kalmadığı belirlenmiştir. Fiyatların varyansı modellendikten sonra bir sonraki gün için varyans tahmin edilmiştir. Tahmin edilen günlük varyans opsiyon fiyatlamada kullanılmıştır.

4.4. MONTE CARLO SİMÜLASYONUNUN DEĞİŞKENLERİ VE OLUŞTURULMASI

Monte Carlo simülasyonu ile opsiyon sözleşmesinin fiyatı, tüketim temelli olarak belirlenmeye çalışılmıştır. Depolanamayan bir emtia olan elektrik enerjisinin arz ve talep dengesinin sağlanabilmesi için spot fiyatın belirlenmesinde tüketim miktarı önemli faktörlerden biridir. Opsiyon sözleşmesinde belirlenen elektrik akım gücünün altında talep oluşması durumunda opsiyon sözleşme fiyatının daha az olması beklenmektedir. Bu bağlamda, elektrik kullanıcısı tarafından talep edilen enerji hacminin belirsizliği durumu opsiyon sözleşmesinin fiyatına yansıtılarak Monte Carlo simülasyonu ile fiyat belirlenmiştir. Monte Carlo simülasyonunun oluşturulma aşamaları aşağıdaki gibidir:

- Günlük ortalama elektrik fiyat ve tüketim verilerinin doğal logaritması alınarak “günlük elektrik fiyat ve tüketim” serilerinin oluşturulması,
- Serilerin dağılımlarının belirlenmesi,
- Serilerin dağılımlarına göre rastsal fark serilerinin oluşturulması,
- Elde edilen fark serilerinin kullanılarak yeni fiyat ve tüketim serilerinin oluşturulması,

$$S_{t+1} = P_t + \Delta P_{t+1},$$

$$T_{t+1} = T_t + \Delta T_{t+1}$$

- Opsiyon sözleşmesinin fiyatının belirlenmesi,
(Maks (S - X,0))*(Min(1, Sözleşmede Belirlenen Tüketim/Gerçekleşen Tüketim)).
- Uygun ıskonto oranı kullanılarak fiyatın bugünkü değerinin belirlenmesi,

Fiyat: $(\text{Maks}(S - X, 0)) * (\text{Min}(1, \text{Sözleşmede Belirlenen Tüketim/Gerçekleşen Tüketim}))$

- İskontolanmış getirinin $Xe^{-r(\Delta t)}$ biçiminde hesaplanması,
- Simülasyonun 10.000.000 defa tekrarlanarak bir günlük ortalama opsiyon sözleşmesinin fiyatının belirlenmesi.

Tüketimin hacminin ön planda olduğu bu modelde, sözleşmede belirlenen tüketim hacmi ile gerçekleşen tüketim hacminin değişiklik göstermesi durumunda alım opsiyon sözleşmesinin fiyatını belirlemek amaçlanmıştır. Böylece, elektrik enerjisinin depolanamaması sebebiyle sözleşme ile belirlenen miktarın altında talep eden elektrik kullanıcısı, opsiyon sözleşmesi fiyatında esnekliğe sahip olabilecektir.

4.5. BULGULAR

4.5.1. Black-Scholes Modeli Bulguları

Çalışmanın bu bölümünde, Türkiye’de oluşturulması planlanan elektrik vadeli işlem borsasında işlem yapacak yatırımcılar için Avrupa tipi alım opsiyon sözleşmesinin fiyatı Black-Scholes modeli ile belirlenmiştir. Black-Scholes alım opsiyon sözleşmesi fiyatı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır:

$$C = SN(d_1) - Xe^{-rT} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2)\Delta t}{\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{\Delta t}, \quad N(d) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-(d-\mu)^2/2\sigma^2}$$

C = Satın alma opsiyonunun değeri

S = Spot fiyatı

N(d_j) = Kümülatif normal olasılık dağılım değerleri

e = 2.71828

r = Risksiz faiz oranı (sürekli, bileşik esaslı)

Δt = Opsiyonun vadesinin bitimine kadar olan süre

\ln = Doğal logaritmik fonksiyon

σ = Standart sapma

$\pi=3.141$

Modelde, risksiz faiz oranı olarak bir haftalık repo faiz oranı, bir başka deyişle, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası'nın yıllık %7 faiz oranı kullanılmıştır.¹⁶² Günlük ortalama elektrik fiyatı için Black-Scholes modeli ile 100 kWh/Krş kullanım fiyatına göre Ocak ayı için 7 günlük Avrupa tipi alım opsiyon primi belirlenmiştir. Ocak 1. döneminin sonunda gerçekleşen spot fiyatın 112 kWh/Krş olması durumunda 100 kWh/Krş elektrik alma hakkına sahip opsiyon kullanıcısı opsiyon için 1.96kWh/Krş ödeyecektir. Opsiyon alıcısının kârı $112-100 = 12$ kWh/Krş olacaktır. Opsiyon priminin elde ettiği kârdan çıkarılmasıyla net kâr $12\text{kWh/Krş} - 1.96\text{kWh/Krş} = 10.04\text{kWh/Krş}$ olarak gerçekleşecektir. Bu durum opsiyon alıcısı açısından, Ocak ayı içerisinde gerçekleşen diğer dönemler için de yapıldığında, elde edilen net kâr ve zarar durumu Tablo 22'de görüldüğü gibidir. Ocak ayında, spot fiyat hareketinin yüksek olduğu dönemlerde net kârın oluşması dikkat çekicidir. Diğer aylar için hesaplanan opsiyon primleri ve net kar-zarar durumu EK 2'de ayrıca gösterilmiştir.

Tablo 22: Avrupa Tipi Alım Opsiyon Primi ve Net Kâr/Zarar Durumu (kWh/Krş)

Kullanım Fiyatı: 100kWh/Krş

	Spot Fiyat	Opsiyon Primi	Net Kâr	Net Zarar
Ocak1	112	1.96	10.04	
Ocak2	126	35.54		-9.54
Ocak3	123	40.07		-17.07
Ocak4	153	40.85	12.15	

¹⁶² <http://www.tcmb.gov.tr/>

Ocak ayı dışında diğer 5 ay için oluşturulan 7'şer günlük opsiyon sözleşmelerinin primleri incelendiğinde (Bkz: EK 2), Black-Scholes modeli ile belirlenen opsiyon primleri ile opsiyon alım sözleşmesi yaparak fiyat riskinden kaçınmak isteyen elektrik alıcısı için net kâr durumunun spot fiyatlarda yaşanan yüksek sığramaların olduğu dönemlerde gerçekleştiği gözlenmiştir. Spot elektrik varyansının yüksek olması nedeniyle kullanıcı açısından fiyatta yüksek sığramaların olduğu dönemler dışında opsiyon sözleşmesinin kullanımı sonucunda net kâr durumu söz konusu olmamıştır. Fiyat riskinden korunmak isteyen elektrik enerjisi kullanıcıları açısından piyasanın normal seyrinde olduğu dönemlerde, Black-Scholes modelinin opsiyon sözleşmesinin fiyatının belirlenmesinde kullanılması uygun görülmemektedir. Spot fiyatlarda yüksek sığramaların beklendiği dönemler açısından Black-Scholes modelinin opsiyon sözleşmesinin fiyatının belirlenmesinde kullanılması göreceli olarak daha yararlıdır.

4.5.2. Monte Carlo Modeli Bulguları

Monte Carlo simülasyon yönteminin sonuçları incelendiğinde, günlük ortalama fiyat serisinin ve tüketim serilerinin dağılımlarına en uygun dağılım *lojistik dağılım* olarak belirlenmiştir. Dağılıma uygun parametreler kullanılarak seriler rastsal olarak tekrar elde edilmiş; opsiyon sözleşmesinin fiyatı oluşturulan tüketim bazlı modelle belirlenmiştir. Opsiyon sözleşmesinin fiyatı bir gün için ortalama 12,32 kWh/Krş olarak belirlenmiştir. Bulgular, her gün için opsiyon sözleşmesi fiyatı hesaplanabilecek biçimde düzenlenmiştir. Simülasyon sonucunda elde edilen bir günlük opsiyon fiyatı, 100 kWh/Krş kullanım fiyatı baz alınarak hesaplanmıştır. Modelin oluşturulmasında, farklı kullanım fiyatlarına göre de uygun biçimde düzenlemeler yapılmış ve ıskonto oranı %7 olarak kullanılmıştır. Simülasyon sonuçları, Matlab 2009 yazılımının kullanıldığı, 2,60 GHz Core 2 Duo işlemcili, 2 GB RAM hafızalı, 64 bit Windows 7 Enterprise işletim sisteminin kullanıldığı bir platformda elde edilmiştir..

Tablo 23'te Ocak ayının ilk bir haftası içerisinde gerçekleşen spot fiyatları ve günlük fiyat hareketlerindeki dalgalanmayı görmek mümkündür. Bu bağlamda, günlük fiyat değişimlerinin yoğun olarak yaşandığı dönemlerde, 1 gün vadeli opsiyon sözleşmelerinin kullanımı, fiyat riskinden korunmak isteyen yatırımcılar açısından daha uygundur.

Tablo 23: Bir Haftalık Fiyat Değişimi (kWh/Krş)

Tarih	Ortalama Fiyat	Fiyat Değişimi
01/01/2010	63	-
02/01/2010	139	79
03/01/2010	113	-26
04/01/2010	135	22
05/01/2010	135	0
06/01/2010	131	-4
07/01/2010	112	-19

Monte Carlo simülasyonu kullanılarak belirlenen Avrupa tipi alım opsiyon priminin, opsiyon alıcısı açısından net kâr / zarar durumu Tablo 24'de gösterildiği gibidir:

Tablo 24: Monte Carlo Simülasyonu Net Kâr / Zarar Durumu (kWh/Krş)

Kullanım Fiyatı: 100kWh/Krş

	Spot Fiyat	Prim	Net Kar	Net Zarar
1 Ocak	63	12,32		49,32
2 Ocak	139	12,32	26,68	

3 Ocak	113	12,32	0,68	
4 Ocak	135	12,32	22,68	
5 Ocak	135	12,32	22,68	
6 Ocak	131	12,32	18,68	
7 Ocak	112	12,32		-0,32

Monte Carlo simülasyonu ile elde edilen opsiyon sözleşmesi prim ve net kâr/zarar durumu incelendiğinde, opsiyon alım sözleşmesini kullanarak riskten korunmak isteyen yatırımcı için net kâr durumu daha fazla ortaya çıkmaktadır. Bu modelle, yatırımcılar, hem fiyat riskinden korunmak hem de sözleşme hacminden kaynaklanan riski kontrol altına şansına sahip olabilmektedir. Model sonucunda, elektrik piyasasında daha hızlı hareket etmek ve günlük arz/talep ve fiyat değişiminden korunmak isteyen yatırımcıların tercih edebileceği bir opsiyon sözleşmesi fiyatı elde edilmiştir. Günlük hesaplanan opsiyon sözleşmesi primlerinin ortalaması kullanılarak oluşturulan Monte Carlo simülasyonunun, her gün için ayrı ayrı prim hesaplaması da mümkündür. Black Scholes modeline göre, opsiyon sözleşmesi kullanıcısının net kâr durumunun daha fazla oluştuğu gözlenmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada, dünya ve Türkiye enerji piyasaları genel olarak incelenmiş ve türev ürünler hakkında bilgi verilmiştir. Çalışmada, Türkiye'ye ilişkin enerji politikaları ve öngörüler değerlendirilerek Türkiye'de elektrik opsiyon sözleşmesi fiyatı belirlenmesine yönelik olarak Black-Scholes ve Monte Carlo Simulasyon modelleri kullanılmıştır. Türkiye'nin enerji politikaları ve yeni oluşturulan elektrik piyasası için genel değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur:

1973 yılında petrole yapılan ambargo ile başlayan fiyat dalgalanmalarının izleyen dönemde de devam etmesi, enerjinin, çok uzun süredir hem üretici hem de tüketici olan ülkelerin ekonomik politikalarının belirlenmesinde önemli faktörlerden birisi haline gelmesine yol açmıştır. Son yıllarda, enerji tüketimindeki artış ekonomik gelişmeye bağlı olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Ülkeler, ihtiyaç duydukları enerjinin arz güvenliğini sağlayabilmek için uzun vadeli stratejik planlar geliştirmektedirler (boru hatları, yeni petrol yatakları araştırmaları, vb. gibi). Enerjiye olan ihtiyacın her geçen gün arttığı dünyada, Türkiye de enerji politikalarının geliştirilmesinde stratejik davranmalıdır. Türkiye'nin boru hatları ile gelişen enerji odaklı stratejilerinde jeopolitik avantajını iyi değerlendirmesi gerekmektedir. Türkiye'nin petrol ve doğalgaza olan dışa bağımlılığı enerji piyasasında gerçekleşen fiyat değişimlerinden ekonomik olarak çok fazla etkilenmesine sebep olmaktadır. Türkiye'nin gelecekte oluşacak enerji ihtiyacının karşılanması için yeni yatırımların yapılması gerekmektedir. Dünyada da hızla gelişen alternatif enerji kaynaklarından yararlanma konusunda ciddi çalışmaların yapılması ve uygun yatırım alanlarının belirlenmesi önem arz etmektedir.

Türkiye'de oluşturulan yeni elektrik piyasası ile birçok üretici ve tüketici piyasada etkin rol oynamaya başlamıştır. Yeni yasa ile beklenen piyasada, katılımcıların uzun süreli elektrik alım-satım sözleşmeleri yaparak kapasitelerini arttırması ve ucuz elektrik üretilmesi hedeflenmektedir. "Serbest tüketici" statüsüne sahip elektrik tüketicilerinin tedarikçilerini seçme imkânına kavuşması ile birlikte hareketlenen elektrik piyasası, yeni yatırım fırsatları arayan sermaye sahiplerinin de ilgi alanına

girmektedir. Elektrik fiyat mekanizmasının da değişmesi ile üreticilerle tüketicileri karşı karşıya getiren PMUM piyasası, 2010 yılı başı itibariyle işlev görmeye başlamıştır. Oluşturulan piyasanın, birçok yatırımcı açısından şeffaf, güvenilir ve adil olması piyasanın uzun vadede daha etkin çalışması açısından önem arz etmektedir.

Bütün dünyada olduğu gibi Türkiye de elektrik sektöründe hızlı bir reform sürecine girmiş ve bu reform sürecinde önemli bir adım olan özelleştirmeleri “dağıtım” alanında gerçekleştirmeye başlamıştır. Yapılan özelleştirmelerle, rekabetin elektrik fiyatlarında düşüşe yol açması ve Türkiye'nin en önemli sorunlarından biri olan elektrik kayıp ve kaçaklarının kontrol altına alınması hedeflenmektedir. EPDK'nin kontrolünde gerçekleştirilen yeniden yapılandırma sürecinde, alınan kararların, istenen hedeflere ulaşılması konusunda ne kadar açık ve yol gösterici olduğu tartışılmaktadır. Denetim mekanizmasının, hızlı ve hukuki şartlara en uygun şekilde piyasaya müdahale etmesi gerekmektedir. Dünyada yeniden yapılandırma sürecinde yaşanan sorunların elektrik piyasasında ne kadar etkili olduğu düşünüldüğünde, Türkiye'nin de böyle bir tecrübe yaşamaması için gerekli tedbirleri alması gerekmektedir. Denetim mekanizmasının katılımcılar tarafından güvenilir şekilde algılanması, verilecek kararlarda tamamen tüketiciyi korumaya yönelik gerekli önlemlerin alınmasını gerektirmektedir. Elektrik piyasası özelleştirme sürecinin, kamuoyu tarafından tepki ile karşılanması engellenmelidir.

Türkiye'de yapılan özelleştirmelerle, elektrik sektörünün ciddi sıkıntılarında biri olan kayıp ve kaçak konusunda gelişmeler yaşanması beklenmektedir. Türkiye genelinde kayıp ve kaçak oranının %14,8 civarında olduğu tahmin edilmekte ve bu oranın hızla düşürülmesi konusunda çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda, kayıp ve kaçak oranının en yüksek olduğu Doğu ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde yapılacak özelleştirmelerden önce tedbirlerin alınması hedeflenmelidir. Elektrik sektöründe, özel sektörün özelleştirmelere olan ilgisinin yoğun olduğu bu dönemde, alınacak önlemlerle diğer dağıtım bölgelerinin özelleştirilmesinin de tamamlanması yerinde olacaktır.

Türkiye’de, Avrupa ülkelerinin çoğunda bulunan, açık ve kolay erişimli üyeliği sağlayan, eşit, taraflar arasında ayırım yapmayan, sistematik kuralları ve piyasayı izleme araçları bulunan ve piyasada güven veren bir elektrik borsasının kurulması, piyasa gelişimi açısından önem arz etmektedir. Bu anlamda, Türkiye’de tüketicilerin tedarikçi seçme özgürlüğünü ön planda tutan, rekabeti önündeki engelleri kaldırarak etkin işleyen bir elektrik piyasası tesis eden, komşu ülkelerle işbirliği yaparak kapasitesini arttıran be üçüncü taraf şebeke seçimlerini sağlayan bir piyasa yapılanması sağlanmalıdır. Bu bağlamda, Türkiye’nin yeni üretim ve şebeke yatırımları teşvik ederken çevre boyutunu da dikkate alan piyasa düzenlemeleri yapması gerekmektedir.

Elektrik sektöründe düzenleyici otoritelerin bağımsız olmaları büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, Türkiye’de yeni kurulan elektrik piyasasında yapılan düzenlemelerin rekabeti teşvik ederek hedeflenen düşük fiyat politikasına uygun şeffaf bir yönetim geliştirmesi gerekmektedir.

Dünyada enerji verimliliği konusu tartışılan konulardan biriyken, Türkiye’nin enerji verimliliği yol haritası ve uygulamaları henüz kesinleşmemiştir. Bu nedenle, uzun dönemde, enerji verimliliğinin talep gelişimi üzerinde etkili olacağı beklenmelidir. Bu açıdan, enerji verimliliği talep öngörülerinin geliştirilmesi ve harekete geçilmesi gereklidir.

Sürekli değişen enerji piyasalarında, özellikle üreticiler ve tüketiciler, birçok riskle karşı karşıya kalmaktadır. Yatırımcılar, türev ürün sözleşmeleri ile bir yandan değişik yatırım alternatiflerine diğer yandan da karşılaştıkları riskleri minimize etme şansına sahip olmaktadır. Türev ürünlerin kullanılması ile üreticiler olası fiyat düşüşlerine, tüketiciler ise yüksek fiyatlara karşı korunmaktadır. Enerji piyasasına olan katılımın, yalnızca üretici ve tüketicilerden olmadığı, özellikle son yıllarda gelişen elektronik haberleşme araçları ile yatırım yapan spekülâtorlerden de oluştuğu ve enerji piyasalarının gittikçe hareketlenerek büyüdüğü görülmektedir. Bu bağlamda, elektrik piyasası gibi değişkenliğin, dolayısıyla risk ve getirinin yüksek olduğu bir piyasanın kurulması, bu piyasada işlem yapacak yatırımcılara piyasanın

işleyişine yönelik eğitimlerin verilmesi ve piyasanın cazip hale getirilebilmesi için işlem yapacak aracı kurumların bilgilendirilmesi önemlidir.

Türev ürünlerin, başarılı bir şekilde kullanımının sağlanabilmesi için spot piyasanın da etkin bir şekilde işlemesi gerekmektedir. Yeni oluşturulan piyasanın başarılı bir biçimde işlemesi için öncelikle özelleştirmelerin tamamlanması ve spot piyasa likiditesinin artırılması gerekmektedir. PMUM’de oluşan spot elektrik fiyatları bu aşamada halka açık değildir. Dünyada da birçok örneğini gördüğümüz elektrik fiyat endeksi oluşturulması, hatta fiyat endekslerinin bölgesel olarak belirlenmesi yarar sağlayacaktır. Piyasanın gelişmesi ile beraber ilerleyen dönemlerde oluşan fiyatların kamuya açıklanması şeffaflık ilkesinin bir gereğidir. Fiyat bilgileri ile birçok araştırmacı, bilimsel çalışmalarla piyasaya yönelik yeni açılımlar sağlama şansına sahip olabilecektir.

Elektrik fiyatı gerçekleşen arz ve talebe bağlı olarak belirlenmektedir. Arz ve talebin de mevsimsellik ve ekonomik büyüme gibi etkenlerle, haftalık ve günlük olarak sürekli değişim göstermesi ve elektriğin depolanamaması sebebiyle gelecekte oluşacak elektrik fiyatlarının değişkenliği çok yüksek olacaktır. Oluşturulması hedeflenen elektrik vadeli işlem piyasası ile elektrik üzerine işlem yapılabilecek elektrik ile ilgili piyasa katılımcıları gelecekte oluşabilecek fiyat değişimlerine karşı geliştirilen türev ürünlerle taşıdıkları riski yönetebileceklerdir. Böylece, daha uzun dönemli yatırım ve üretim planlaması yapabilme imkânına sahip olacaklardır. Vadeli piyasada oluşan elektrik fiyatları birçok yatırımcı için gösterge olabilecek ve yeni yatırımcılar teşvik edilebilecektir. Elektrik vadeli işlemleri yapılabilmesi için Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası gerekli çalışmaları yapmış ve altyapısının işlemler için hazır olduğunu belirtmiştir.

Çalışmada bir örnek uygulaması gerçekleştirilen Monte Carlo Simülasyonu gibi modellerin, opsiyon fiyatlamadaki önemi gittikçe artmaktadır. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde, spot elektrik fiyatları kullanılarak opsiyon fiyatının belirlenmesinde, Monte Carlo Simülasyonunun en iyi modellerden biri

olduğu görülmektedir. Onlarca farklı özellik gösteren opsiyon tiplerinin var olduğu ve sürekli yeni opsiyon türlerinin ortaya çıktığı düşünüldüğünde, opsiyon fiyatlamada bilişim teknolojilerinin önemi ortaya çıkmaktadır. Uygulamalara bakıldığında, türev ürünlere ilişkin olarak yeni ve alternatif yazılım kullanımı oldukça yaygındır. Bu alanda C++, vb. gibi bilgisayar programlama dilleri ile Matlab ve @RISK gibi paket yazılımların opsiyon fiyatlamasında kullanımı gittikçe artmaktadır. Enerji ürünleri ile ilgilenen kurumların opsiyon gibi türev ürünlerle ilgilenmeleri durumunda bu yazılımlardan yararlanmaları gerekmektedir.

Türkiye'nin enerji vadeli ürünleri konusunda başlangıç aşamasında olması, türev ürünlerin fiyatlanması ve alım satım stratejilerinin geliştirilmesi açısından gerekli altyapıya sahip tecrübeli insan gücü eksikliğini ortaya çıkarmaktadır. Enerji türev ürünleri ile ilgili bu tür çalışmalar teşvik edilmelidir.

Türkiye'nin en önemli sorunlarından biri haline gelen enerji sorunu paralelinde elektrik talep ve fiyat tahminlerinin modellenmesi gerekmektedir. Türkiye'nin iç ve dış politikalarına kadar her konuda büyük bir etkiye sahip olan enerji ile ilgili olarak hukuksal, ekonomi ve finans alanlarında gerekli bilgi ve vizyon sahibi yeni insan kaynağına ihtiyacı giderek artmaktadır. Bu konuda açığın görülerek gerekli tedbirler alınmalıdır.

Üretici ve tüketiciler arasındaki riski paylaştıran başarılı bir spot toptan satış piyasası ve vadeli işlemler piyasası, teorik olarak yeni üretim kapasitesine optimum yatırımın gerçekleşmesini sağlayacak fiyatları ortaya çıkaracaktır. Spot piyasanın etkin çalışması, gelecekte taraflar arasında oluşacak olan ikili anlaşma fiyatlarını etkileyecektir. Gelecek için tahmini spot fiyatı, temelde sözleşme fiyatını oluşturmaktadır. Dolayısıyla Türkiye'nin almış olduğu her yeni kapasite yatırımı için tam rekabetçi piyasada oluşacak olan spot fiyat belirleyici rol oynayacaktır. Türkiye'nin yatırım kararlarının alınmasında, her faktörü tek başına ve ayrıntılı olarak değerlendirmesi gerekmektedir.

Türkiye’de elektrik sektöründe, fiziksel teslimata dayalı ticaretin yanı sıra gelecekte finansal anlaşmaların devreye girmesi beklenmektedir. Fiziki teslimattan bağımsız olarak, fiyat riskinden korunma sağlayan farklı yapılardaki tezgâh üstü ya da organize borsada işlem görececek enstrümanlarla birlikte, pek çok farklı ticaret fırsatı ortaya çıkacak ve piyasa katılımcılarının yeni alanlarda kapasite geliştirmelerini mecbur kılacaktır. Yeni ticari pazarlar, katılımcıları yeni risklere karşı karşıya bırakacak ve daha detaylı risk yönetim uygulamalarına ihtiyaç duyulmasını gerektirecektir.

PMUM tarafından işletilen organize piyasaların yanı sıra yakın gelecekte tezgâh üstü piyasalarında hayata geçmesi beklenmektedir. Tezgâh üstü piyasalarında devreye girmesiyle, ticaret ortamı gelişerek yeni fırsatların ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Bu durum, beraberinde, Türkiye elektrik enerjisi piyasasında EFET (European Federation of Energy Traders) tarafından tasarlanan Standart Elektrik Sözleşmesi benzeri standartlaştırma çalışmalarının yapılması zorunluluğunu getirecektir.

Türkiye’de türev ürünlerin bilinirliği ve toplumun bu konudaki bilinci henüz başlangıç aşamasındadır. 2005 yılından beri faaliyet gösteren Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası’nın toplumu bilinçlendirme çalışmalarının sürmesine karşın, elektrik gibi yeni bir piyasada katılımcıların risk yönetimi ve türev ürün kullanımı konusunda ciddi bilinçlendirme çalışmalarına ihtiyaç vardır.

Günlük fiyat değişimlerinin yoğun olarak yaşandığı elektrik piyasasında opsiyon sözleşmelerinin vadesinin kısa zaman dilimleri olarak belirlenmesi ve buna bağlı modellerin geliştirilmesi gerekliliği yazında tartışılan bir konudur. Opsiyon sözleşmelerinin primlerinin piyasa katılımcıları açısından cazip hale getirilmesiyle birlikte, türev ürün piyasalarında opsiyon kullanımının finansal piyasalarda olduğu gibi yüksek seviyeye çıkması beklenmektedir. Opsiyon priminin hem alıcı hem de satıcı açısından en doğru biçimde belirlenmesi gerekmektedir. Opsiyon sözleşmelerinin kullanımının arttırılarak daha likit bir türev ürün haline getirilmesi

için uluslararası piyasalarda çalışmalar yürütülmektedir. Opsiyon sözleşmelerinin fiyatının belirlenmesinde, uluslararası (özellikle İskandinavya gibi) piyasalarda yaygın olarak vadeli sözleşmeler kullanılmaktadır. Elektrik spot fiyatlarının modellenmesi ve türev ürünlerin fiyatlamasında kullanılması konusunda bilimsel olarak çalışmalar devam etmektedir.

KAYNAKÇA

- A. Daniel, James: “Hedging Government Oil Price Risk”, **IMF Working Paper**, WP/01/185
- Albright, Christian, Winston, Wayne ve Zappe, Christopher: Data Analysis&Decision Making with Microsoft Excel”, Duxburry, 1999.
- Alpan, Fulya: **Örneklerle Futures Anlaşmalar ve Opsiyonlar**, Literatür Yayınları: 26, İstanbul, 1999.
- Bates, David S.: “Empirical Option Pricing: a Retrospection”, **Journal of Econometrics**, 2003, ss. 387-404.
- Berlin, Alan, Berlin, A. Irvin ve LLP, Vrooman: “Managing Political Risk in the Oil and Gas Industries”, **Oil, Gas and Energy Law Intelligence**, 1 / 2, 2003, s.1-17.
- Bhanot, Karan: “Value of an Option to Purchase Electric Power-the Case of Uncertain Consumption”, **Energy Economics**, 24, 2002, ss. 121-137.
- Bierbrauer, Michael, Menn, Christian ve diğerleri: “Spot and Derivative Pricing in the EEX Power Market”, **Journal of Banking and Finance**, 31, 2007, ss.3462-3485.
- Borenstein, Severin: “The Trouble with Electricity Markets: Understanding California’s Restructuring Disaster”, **The Journal of Economic Perspectives**, 16/1, 2002, s. 191-211.
- Bolak, Mehmet: **Finans Mühendisliği Kavramlar ve Araçlar**, Beta, Ekim 1998.
- Borenstein, Severin, Bushnell, James: “Electricity Restructuring: Deregulation or Reregulation?”, **Working Paper No: CPC00-14**, University of California, Berkeley, 2000.
- Broadie, Mark, Detemple, JeromeB.: “Option Pricing: Valuation Models and Applications” **Management Science**, Vol. 50, No. 9, September 2004, p. 1145–1177.
- Burger, Markus, Graeber, Bernhard ve Schindlmayr, Gero: **Managing Energy Risk**, John Wiley&Sons, Ltd., 2007.

- Cartea, Alvaro ve Figueroa, M.G.: “Pricing in Electricity Markets: A Mean Reverting Jump Diffusion Model with Seasonality”, **Applied Mathematical Finance**, 12/4, 2005, ss.313-335.
- Cauman, Frederic, Bower, John: “Redefining the Convenience Yield in the North Sea Crude Oil Market”, **Oxford Institute for Energy Studies**, 2004.
- Cinbiş, H. Gökalp, Carlak, Feza: “Serbest Olmayan Elektrik Tüketicilerinde Rekabet”, **16. Uluslar arası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı Bildiriler Kitabı**, 12-14 Mayıs, 2010.
- Curan, Michael: “Valuing Asia and Portfolio Options Conditioning on the Geometric Mean Price”, **Management Science**, Vol.40 No.12, 1994, s. 1705-1711.
- Çakal, Recep: “Doğal Tekellerde Özelleştirme ve Regülasyon”, T.C. Devlet Planlama Teşkilatı Yayınları, Uzmanlık Tezi, No: 2455, 1996.
- Çetinkaya, Emir, Adanalı, Neslihan: “Türkiye Elektrik Piyasası Reform Süreci ve Elektrik Vadeli İşlem Sözleşmeleri”, **VOB Objektif Dergisi**, 2009.
- Çiftlik, Fatma: “Elektrik Borsası”, **16. Uluslar arası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı Bildiriler Kitabı**, 12-14 Mayıs 2010.
- Cox, John, Ross, Stephen ve Rubinstein, Marc: “Option Pricing: A Simplified Approach,” **Journal of Financial Economics**, 7, 1979, ss.. 229-263.
- Dağlı, Faruk: “Enerji Yatırımlarında Risk ve Yönetimi”, **16. Uluslararası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı Bildiriler Kitabı**, 12-14 Mayıs 2010.
- Deng, Shi.Jie ve Oren, S.S. : “Electricity Derivatives and Risk Management”, **Energy**, Vol. 31, 2006, ss. 940-953.
- Enders, Walter: **Applied Econometric Time Series**, Second Edition, Wiley Series in Probability and Statistics, 2004.
- Eydeland, Alexander, Wolyniec, Krzysztof: **Energy and Power Risk Management: New Development in Modelling, Pricing, and Hedging**, John Wiley & Sons Inc., 2003.
- Fusaro, Peter C.: “Introduction to Energy Financial Risk Management”, Der. P. Fusaro, **The Professional Risk Managers’ Guide to the Energy Market**, New York: McGraw-Hill. 2008.

- Geman, Helyette: **Commodities and Commodity Derivatives, Metals and Energy**, John Wiley&Sons Inc., 2005.
- Global Association of Risk Professionals (GARP): **Foundations of Energy Risk Management, An Overview of the Energy Sector and Its Physical and Financial Markets**, John Wiley &Sons, Inc, 2009.
- Gökdemir, Bülent: **Türkiye Doğalgaz Sektörünün Yeniden Yapılandırılması: Sekiz Yıllık Deneyimin Arz Güvenliği ve Rekabet Politikası Perspektifinden Değerlendirilmesi**, Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı, Matsa Basımevi, Ankara. 2009.
- Hamilton, James D.: “Oil and the Macroeconomy since World War II”,**The Journal of Political Economy**, Vol.91, No.2, April 1983, s.228-248.
- Hampton, Michael: “Energy Options”, Der. Vincent Kaminski, **Managing Energy Price Risk, New Challenges and Solutions**, 3. Baskı. 2004.
- Hardle, W., Kleinov, T., Stokl G.: “Applied Quantitative Finance”, **The Center for Applied Statistics and Economics**, June 2002, Berlin.
- Harris, Chris: **Electricity Markets: Pricing, Structures and Economics**, John Wiley and Sons Ltd., 2006.
- Hjalmarsson, Erik: “Does Black-Scholes Formula Work for Electricity Market? A nonparametric Approach”, **Working Papers in Economics**, No:101,2003,p.1-65.
- Hull, John, C.: **Options, Futures and Other Derivatives**, Pearson Education Inc., New Jersey, USA, Seventh Edition, 2009.
- Hafner, Christian: “Simple Approximations for Option Pricing Under Mean Reversion and Stochastic Volatility”, **Econometric Institute Report EI2003-20**, 2003, ss.2-15.
- Jaillet, Patrick, Ronn, Ehud I., Tompaidis,Stathis: “Valuation of Commodity Base Swing Option”, **Management Science**, Vol.50, No.7, July 2004 , s.909-921
- Johnson, Blake ve Barz, Graydon: “Selecting Stochastic Processes in the Management of Uncertainty”, Der. Vincent Kaminski, **Energy Modelling, Advances in the Mangement of Uncertainty**, 2. Baskı, İspanya, 2005.

- James, Tom: **Energy Market, Price Risk Management and Trading**, John Wiley & Sons, Singapore, 2008.
- Jensen, James, T.: “The LNG Revolution”. **The Energy Journal**, Vol.24 No.3, 2003.
- Johnson, Blake,
Barz, Graydon: “Selecting Stochastic Processes in the Management of Uncertainty”, Der. Vincent Kaminski, **Energy Modelling, Advances in the Management of Uncertainty**, 2. Baskı, İspanya, 2005.
- Kablamacı, Barış: “Dünya Ham Petrol Fiyat Değişimlerinin Makro Ekonomik Etkileri: Türkiye Örneği”, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 2008.
- Kaminski, Vincent,
Gibner, Stinson,
Pinnamaneni,
Krishnarao: Chapter 3 “Energy Exotic Options”, Der. Vincent Kaminski, **Managing Energy Price Risk: New Challenges and Solutions**, Risk Books, 2004.
- Kellett, Jack : Chapter 1 “Energy Swaps”, Der. Vincent Kaminski, **Managing Energy Price Risk: New Challenges and Solutions**, Risk Books, 2004.
- Kibritçioğlu, Aykut
Kibritçioğlu, Bengi: **Ham Petrol ve Akaryakıt Ürünü Fiyat Artışlarının Türkiye’deki Enflasyonist Etkileri**, TC Başbakanlık Hazine Müsteşarlığı Ekonomik Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, 1999.
- Kolb, Robert: **Understanding Options**, John Wiley & Sons Inc., 1995.
- Korkmaz, Ozan,
Küçükbeycan,
Mehmet, Toker,
Ahmet Cihat,
Alyamaç, Derya: “Hidroelektrik Santraller için Elektrik Üretim Tahmin Modeli”, **16. Uluslararası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı Bildiriler Kitabı**, 12-14 Mayıs 2010
- Larry, Carl: “Energy Futures Today”, Der. P. Fusaro, **The Professional Risk Managers’ Guide to the Energy Market**, New York: McGraw-Hill. 2008, s.7-16.
- Leppard, Steve : Chapter 4 “Energy Derivatives Structures”, Der. Peter Fusaro, **The Professional Risk Managers' Guide to the Energy Market**, McGraw-Hill, USA, 2008.
- Lund, Per Christer,
Drivennes, Asmund, Chapter 5 “Nordic Electricity Markets”, Der. Peter Fusaro, **The Professional Risk Managers' Guide to the Energy**

- Tjomsland, Bjorn, Larsen, Per Otto: **Market**, McGraw-Hill, USA, 2008.
- McCann, Karen, Nordström, Mary: **Energy Derivatives, Crude Oil and Natural Gas**, Federal Reserve Bank of Chicago, 1995.
- Miller, Nedra : Chapter 15 “Energy Options”, Der. Peter Fusaro, **The Professional Risk Managers’ Guide to the Energy Market**, McGraw-Hill, USA, 2008, s.231-243.
- Önal, Ömer: “Finansal Zaman Serileri için Ortalamaya Dönme Sıçrama Difüzyon Modeli”, **Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, XXII, 1, 2007, p.201-224.
- Özdemir, Volkan: “Doğalgaz Ticareti ve Avrupa Gaz “Hub”ları”, **16. Uluslararası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı Bildiriler Kitabı**, 12-14 Mayıs, 2010
- Pilipovic, Dragana: **Energy Risk: Valuing and Managing Energy Derivatives**, McGraw-Hill, USA, 2007.
- Pirog, Robert L.: “Derivatives, Risk Management, and Policy in the Energy Markets”, Report of Congress, **Congressional Research Service**, 2003.
- Sezgen, Osman, Goldman, C.A. ve Krishnarao, P.: “Option Value of Electricity Demand Response”, **Energy**, 32, 2007, ss.108-119.
- Toth, Ferenc L., Rogner, Hans-Holger: “Oil and Nuclear Power: Past, Present, and Future”, **Energy Economics** Vol.28, 2006, ss.1 – 25.
- Weron, R., Bierbrauer, M. ve Truck, S.: “Modelling Electricity Prices: Jump Diffusion and Regime Switching”, **Physica A**, 336, 2004, ss. 39-48.
- Villar, Jose A., Joutz, Frederick L.: “The Relationship Between Crude Oil and Natural Gas Prices”, **Energy Information Administration (EIA) Manuscript**, October 2006
- Yardımcı, Okan, Ediger, Volkan: “Petrol Fiyatlarının Doğalgaz Fiyatları Üzerindeki Etkisi: Tüketici için Fırsatlar ve Tehditler”, **16. Uluslararası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı Bildiriler Kitabı**, 12-14 Mayıs, 2010
- Zenginobuz, Ünal, Oğur, Serhan: **Türkiye Elektrik Sektöründe Yeniden Yapılanma, Özelleştirme ve Regülasyon, Devletin Düzenleyici Rolü:**

**Türkiye’de Elektrik ve Telekomünikasyon Sektörlerinde
Özelleştirme ve Rekabet, TESEV Yayınları, İstanbul. 1999**

Raporlar

U.S.Energy International Energy Outlook, 2009
Information
Administration:

U.S.Energy Annual Energy Outlook 2010 (2009), Early Release
Information Overview, Dec. 2009, p. 1–6.
Administration:

EPDK: 4628 sayılı Elektrik Piyasaları Kanunu – Geçici Madde 7,
3/3/2001 tarih ve 24335 mükerrer sayılı Resmi Gazete

Botaş Boru Hatları ile Sektör Raporu 2008.
Petrol Taşıma A.Ş.:

BP Statistical Review of World Energy, June 2009.

BP 2009 Sektör Raporu

Deloitte Sektör Türkiye Elektrik Enerjisi Piyasası Beklentiler ve Gelişmeler,
Raporu: 2010.

Elektrik Piyasası Dünya Geneline Uygulanan Elektrik Ticaret Rejimlerinden
Düzenleme, İzleme ve Örnekler, Ocak 2003.
Değerlendirme
Dairesi Başkanlığı:

U.S. Energy Derivatives and Risk Management in the Petroleum, Natural
Information Gas and Electricity Industries, Washington, October 2002.

Administration:

EPDK: Petrol Piyasası Sektör Raporu 2009.

İGDAŞ: 2008 Yılı Faaliyet Raporu

T.C.Başbakanlık, Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2010, Petrol ve Petrol
Devlet Planlama Ürünleri Sanayii, Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara,
Teşkilatı 2007.

İnternet

ASMMMO: www.asmmmo.org.tr/makale/SWAP.doc

Albanese, Claudio, “A Numerical Method for Pricing Electricity Derivatives for
Lo, Harry ve Jump-Diffusion Processes Based on Continuous Time
Tompaidis, Stathis: Lattices”, (Mart 2008). (Çevrimiçi)
<http://ssrn.com/abstract=1018493>

Bayraç, H.: www.tek.org.tr/dosyalar/BAYRAC-ENERGY.pdf.

Barbieri, Angelo, http://www.fea.com/resources/pdf/a_understanding_valuation_swing.pdf
Garman, Mark B.:

Benhamou, Eric: <http://www.ericbenhamou.net/documents/Encyclo/Basis%20Risk.pdf>

Bıykoğlu, H. Nadir: “Enerji, Doğalgaz ve Türkiye’nin enerji Güvenliğindeki Rolü –II”
http://data.ukedc.rl.ac.uk/browse/edc/Electricity/LoadProfile/doc/Load_Profiles.pdf

Bıykoğlu, H.Nadir: http://www.enerji2023.org/index.php?option=com_content&view=article&id=113:enerj-doalgaz-ve-tuerkyenn-enerj-guevenIndek-rolue-ii&catid=15:stratej&Itemid=236

- Blanco, Carlos ve Mean Reverting Processes,
Soronov, David: http://www.fea.com/resources/pdf/a_mean_reverting_processes.pdf
- BOTAŞ: http://www.botas.gov.tr/dogalgaz/dg_arztalep_sen.asp
- CMEGROUP: http://www.cmegroup.com/trading/energy/crude-oil/light-sweet-crude_contract_specifications.html
- DPT: [www.dpt.gov.tr/.../8286/UlusalIklimDegisikligiStratejisi\(2010-2020\).pdf](http://www.dpt.gov.tr/.../8286/UlusalIklimDegisikligiStratejisi(2010-2020).pdf)
- EPDK: www.epdk.gov.tr/mevzuat/kurul/elektrik/284_2/284_2.doc
- EPDK: <http://www.epdk.org.tr/mevzuat/yonetmelik/elektrik/serbest/STY.pdf>
- PJM Manuel <http://www.pjenergy.com/contributions/pjm-manuals/pdf/m19.pdf>
- Smith, William: On the Simulation and Estimation of the Mean Reverting Ornstein Uhlenbeck Process,
<http://commoditymodels.files.wordpress.com/2010/02/estimating-the-parameters-of-a-mean-reverting-ornstein-uhlenbeck-process1.pdf>
- U.S.Energy Information Administration: <http://tonto.eia.doe.gov>
- U.S.Energy Information Administration <http://www.eia.doe.gov/emeu/international/elecpii.html>

- Yorgan, Arzu: “Küresel Enerji Denkleminde Türkiye”,
[http://www.bilgesam.org/tr/index.php?option=com_content
&view=article&id=371:kuresel-enerji-denkleminde-
turkiye&catid=131:enerji&Itemid=146](http://www.bilgesam.org/tr/index.php?option=com_content&view=article&id=371:kuresel-enerji-denkleminde-turkiye&catid=131:enerji&Itemid=146)
- Zhao, Lu: Chapter 5, “Energy Derivatives: Structures and Applications
(Book Review)”,
http://slidefinder.net/c/chapter_energy_derivatives_structures_applications/5450421
- PIGM: <http://www.pigm.gov.tr/uretimi.php>. Erişim tarihi 1 Mart 2010.
- PLATTS: <http://www.platts.com/Overview.aspx>, Erişim tarihi 1 Mart 2010
- TEDAŞ: <http://www.tedas.gov.tr/265,2010tarifeleri.html>
- TSPAK: [http://www.tspakb.org.tr/tr/Portals/57ad7180-c5e7-49f5-
b282c6475cdb7ee7/ETM_lisanslama_egitim_kilavuzlari_tur
ev_aracilar_turev_yeni_%20nesil_%20turevler.pdf](http://www.tspakb.org.tr/tr/Portals/57ad7180-c5e7-49f5-b282c6475cdb7ee7/ETM_lisanslama_egitim_kilavuzlari_turev_aracilar_turev_yeni_%20nesil_%20turevler.pdf)
- http://en.wikipedia.org/wiki/Barrel_volume.
- [http://tr.wikipedia.org/wiki/R%C3%BCzgar_enerjisi#D.C3.
BCnyadaki_durum](http://tr.wikipedia.org/wiki/R%C3%BCzgar_enerjisi#D.C3.BCnyadaki_durum)
- <http://www.puc-rio.br/marco.ind/revers.html>

EK 1: Otokorelasyon Analiz Sonuçları

Otokorelasyon	Kısmi Korelasyon	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. ***	. ***	1	0.455	0.455	38.567	0.000
. *	* .	2	0.090	-0.148	40.084	0.000
. .	. .	3	-0.035	-0.018	40.309	0.000
* .	. .	4	-0.087	-0.063	41.756	0.000
. .	. .	5	-0.045	0.029	42.143	0.000
. **	. **	6	0.236	0.312	52.784	0.000
. ***	. ***	7	0.560	0.436	113.10	0.000
. **	** .	8	0.264	-0.252	126.61	0.000
. .	* .	9	-0.005	-0.095	126.61	0.000
* .	. .	10	-0.105	-0.032	128.77	0.000
* .	. .	11	-0.148	0.006	133.11	0.000
* .	. *	12	-0.069	0.086	134.05	0.000
. **	. *	13	0.225	0.150	144.16	0.000
. ***	. *	14	0.513	0.180	196.82	0.000
. **	* .	15	0.245	-0.144	208.90	0.000
. .	. .	16	0.054	0.072	209.49	0.000
. .	. .	17	-0.037	0.034	209.77	0.000
* .	. .	18	-0.090	0.061	211.42	0.000
. .	. .	19	-0.063	-0.031	212.25	0.000
. *	. .	20	0.172	-0.010	218.36	0.000
. ***	. *	21	0.447	0.137	260.12	0.000
. *	* .	22	0.184	-0.128	267.27	0.000
. .	* .	23	-0.041	-0.103	267.63	0.000
* .	. .	24	-0.102	0.022	269.83	0.000
* .	. .	25	-0.151	-0.009	274.69	0.000
* .	. *	26	-0.080	0.079	276.09	0.000
. *	. .	27	0.141	-0.012	280.43	0.000
. ***	. .	28	0.365	-0.007	309.51	0.000
. *	** .	29	0.075	-0.209	310.75	0.000
* .	* .	30	-0.137	-0.093	314.88	0.000
** .	* .	31	-0.221	-0.093	325.75	0.000
** .	. .	32	-0.240	0.006	338.72	0.000
* .	. .	33	-0.147	0.000	343.56	0.000
. *	. .	34	0.115	0.006	346.59	0.000
. **	. .	35	0.313	-0.036	368.95	0.000
. .	* .	36	0.030	-0.108	369.16	0.000

EK 2: Şubat-Mart-Nisan-Mayıs-Haziran Aylarına İlişkin Opsiyon Kar Zarar Durumu

	SPOT FİYAT	PRİM	KAR	ZARAR
ŞUBAT1	122	30,07		-8,07
ŞUBAT2	110	35,54		-25,54
ŞUBAT3	109	27,05		-18,05
ŞUBAT4	66	26,38		-26,38

	SPOT FİYAT	PRİM	KAR	ZARAR
MART1	88	12,65		-12,65
MART2	101	13,97		-12,97
MART3	101	21,27		-20,27
MART4	101	21,27		-20,27

	SPOT FİYAT	PRİM	KAR	ZARAR
NİSAN1	130	27,11	2,89	
NİSAN2	114	41,62		-27,62
NİSAN3	115	29,79		-14,79
NİSAN4	117	30,49		-13,49

	SPOT FİYAT	PRİM	KAR	ZARAR
MAYIS1	102	25,68		-23,68
MAYIS2	112	21,88		-9,88
MAYIS3	119	28,41		-9,41
MAYIS4	104	33,34		-29,34

	SPOT FİYAT	PRİM	KAR	ZARAR
HAZİRAN1	118	36,73		-18,73
HAZİRAN2	124	32,62		-8,62
HAZİRAN3	107	37,03		-30,03
HAZİRAN4	100	25,06		-25,06

ÖZGEÇMİŞ

Ebru Demirci, 1979 yılında Ankara’da doğmuştur. Liseyi Ankara’da Batıkent Lisesi’nde tamamlamıştır. 2002 yılında İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi, İngilizce İşletme Bölümü’nden mezun olarak aynı yıl İstanbul Üniversitesi Ulaştırma ve Lojistik Yüksek Okulu’nda araştırma görevlisi olarak göreve başlamıştır. Yine İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü’nün İşletme Yüksek Lisans Programı’nı 2004 yılında “Faizin vade yapısı ve Türkiye için bir uygulama” konulu yüksek lisans tezini savunarak yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. 2004 yılında İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü ve İşletme Anabilim Dalı Finans Doktora Programı’na başlamıştır. 2007 yılında doktora yeterlilik sınavını vererek doktora tez çalışmalarına başlamıştır. Türev ürünler, risk ve portföy üzerine çalışmalar yürütmektedir.