

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
TEKNOLOJİ VE SANAYİ İKTİSADİ BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE ELEKTRİK PİYASASINDA TÜREV
ARAÇLARIN KULLANIMI VE TÜREV ÜRÜN
SÖZLEŞMELERİNİN FİYATLANMASINA İLİŞKİN BİR
UYGULAMA

Recep ALÇEP

2501180910

TEZ DANIŞMANI

Doç.Dr. Abdulkadir TUNA

İSTANBUL – 2021

ÖZ

**TÜRKİYE ELEKTRİK PİYASASINDA TÜREV ARAÇLARIN KULLANIMI
VE TÜREV ÜRÜN SÖZLEŞMELERİNİN FİYATLANMASINA İLİŞKİN BİR
UYGULAMA**

RECEP ALÇEP

Teknolojinin gelişmesi elektriğe olan ihtiyacı her geçen gün arttırmaktadır. Artan elektrik tüketimi beraberinde elektrik kurulu gücünde artışları gerekli kılmaktadır. Elektrik depolanamadığından ötürü anlık arz ve talep eğrileri dengede olmak zorundadır. Elektrik, talebi yüksek olan ve üretildiği gibi tüketilmesi gereken bir üründür. Elektrik piyasaların serbestleşme adımlarıyla birlikte elektrik fiyatları piyasa ortamında oluşmaya başlamıştır. Üretim ve tüketiminde, kısa süreler içerisinde oluşan yüksek farklılıklar elektrik fiyatlarındaki volatilitiyi direkt olarak etkilemektedir. Elektrik fiyatlarının dengeli bir şekilde oluşması içinde üretim ve tüketimin gün öncesinden birbirini dengeleyecek şekilde planlanması gerekmektedir. Elektrikte oluşan bu volatilitiy piyasadaki riski arttırmaktadır. Bu tezin amacı oluşan fiyat riskine karşı türev ürün kullanımını incelemektedir. Araştırmanın ilk bölümünde elektrik piyasa yapıları incelenmiştir. Piyasada oyuncular açıklanmış olup, dünyadaki elektrik piyasaları üzerinden örnekler verilmiştir. İkinci bölümde ise Türkiye'deki elektrik piyasasının mevcut yapısı incelenmiştir. Mevcut piyasa yapılarının yanında fiyat oluşumunu etkileyen faktörlerden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde ise elektrik piyasasındaki risk türleri ve kullanılan türev ürünler açıklanmıştır. Son bölümde ise türev ürün olarak opsiyon sözleşmesinin fiyatlanmasına ilişkin bir uygulama yapılmıştır. Opsiyon fiyatlama uygulamasında Black&Scholes metodu kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elektrik Piyasası, Türev Araçlar, Opsiyon, Risk Yönetimi, Elektrik Türev Sözleşmeler

ABSTRACT
USING OF DERIVATIVE INSTRUMENTS IN TURKISH ELECTRICITY
MARKET AND AN APPLICATION ON THE PRICING OF DERIVATIVE
CONTRACTS

RECEP ALÇEP

Technological development increases the need for electricity day by day. Electricity consumption increases in installed power capacity. Because electricity cannot be stored, instantaneous power supply and power demand curves must be in balance. With the liberalization of the power markets, power prices started to occur in the market environment. In addition, electricity is a product that have high demand and should be consumed as soon as produced. Changes in amount of generation and consumption directly affect the volatility in electricity prices. In order for power prices to be formed in a balanced way, generation and consumption should be planned that balances each other. This volatility in power prices increases the risk in the market. The purpose of this thesis is to analyze the use of derivatives against the price risk. The players in the market have been explained and examples are given from power markets in the world. In the second part the structure of the Turkish electricity market explained. Besides, market component that affecting price formation were mentioned. In the third part, the types of risks in the electricity market and the using of derivatives in power market are explained. In the last part, an application has been made that pricing of option contract. Black & Scholes method is used in option pricing application.

Keywords: Power Market, Derivatives, Option, Risk Management, Electricity Derivative Contracts

ÖN SÖZ

Bitirme çalışmamın gerçekleştirilmesinde akademik bilgi ve birikimiyle beni yönlendiren ve destek olan tez danışmanım sayın Doç. Dr. Abdulkadir Tuna'ya teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

İstanbul Üniversitesi Teknoloji ve Sanayi İktisadı Bölümü'nde Yüksek Lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleri bizden esirgemeyen tüm hocalarıma teşekkür ederim. Ayrıca çalışmam boyunca maddi manevi desteklerini ve bana olan güvenlerini benden esirgemeyen aileme ve yanımda olan tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

RECEP ALÇEP

İSTANBUL, 2021

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER TABLOSU	vii
TABLolar LİSTESİ.....	viiviii
KISALTMALAR.....	ix
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM ELEKTRİK PİYASASI

1.1 Elektrik Sektörüne Genel Bir Bakış.....	4
1.2 Elektrik Üretiminde Kullanılan Kaynaklar	6
1.3 Elektrik Piyasa Yapısı ve Özelleşme Süreci	10
1.4 Dünya Elektrik Piyasaları	11
1.4.1 Amerika Elektrik Piyasası.....	12
1.4.2 İskandinav ve İngiltere Elektrik Piyasası	13
1.4.3 Avrupa Elektrik Piyasaları	14

İKİNCİ BÖLÜM TÜRKİYE ELEKTRİK PİYASASI

2.1 Türkiye Elektrik Sektörünün Tarihsel Gelişimi	16
2.2 Türkiye Elektrik Sektör Görünümü	19
2.2.1 Türkiye Elektrik Üretimi.....	20
2.2.2 Türkiye Elektrik Talebi.....	22
2.3 Türkiye Elektrik Piyasası Katılımcıları.....	24
2.4 Türkiye Elektrik Ticareti.....	28
2.4.1 Spot Piyasalar.....	28
3.4.1.1 Gün Öncesi Piyasası.....	28
3.4.1.2 Gün İçi Piyasası	31
3.4.1.3 Dengeleme Güç piyasası.....	32
2.4.2 Tezgahüstü Elektrik Ticareti.....	33
2.4.3 Vadeli İşlemler ve Opsiyon Piyasası.....	35
2.5 Türkiye Elektrik Ticaretinde Spot Fiyatı Etkileyen Faktörler	37

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ELEKTRİK PİYASASINDA RİSK YÖNETİMİ VE TÜREV ÜRÜNLER

3.1 Elektrik Piyasasındaki Riskler	43
3.1.1 Piyasa Riski.....	43
3.1.2 Kredi Riski	45
3.1.3 Likidite Riski	46
3.1.4 Operasyonel Risk	46
3.2 Elektrik Ticaretinde Risk Yönetimi ve Finansal Korunma (Hedging) Yöntemleri	47
3.3 Türev Ürünler.....	50
3.3.1.Forward Ürünler.....	52
3.3.2.Future Ürünler.....	54
3.3.3 Opsiyon	58
4.3.3.1.Opsiyon Sözleşmelerin Özellikleri	58
4.3.3.2. Opsiyon Türleri.....	60
4.3.3.3.Opsiyon Fiyatlanması	63
3.3.4.Egzotik Opsiyon Anlaşmaları	68
3.3.4.1.Asya Opsiyonları.....	68
3.3.4.2.Bariyerli Opsiyonlar.....	69
3.3.4.2.Swing Opsiyonlar.....	69
3.3.4.2.Geçmişe Dönük Opsiyonlar (Lookback)	70
3.3.5. Swap.....	71

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE ELEKTRİK PİYASASINDA TÜREV ÜRÜN KULLANIMA İLİŞKİN BİR UYGULAMA

4.1 Araştırmanın Amacı.....	73
4.2 Araştırmanın Yöntemi	73
4.3 Araştırmanın Kısıtları	74
4.2 Literatür Taraması.....	74
4.5. Opsiyon Fiyatlama Uygulaması.....	75
4.5.1. Volatilité	75
4.5.2 Black&Scholes Yöntemi.....	77
SONUÇ.....	79
KAYNAKÇA	82

ŞEKİLLER TABLOSU

Şekil 1.1: Dünya'da Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi (GWh).....	5
Şekil 1.2: Elektrik Piyasasında ki Mevcut Yapılar	11
Şekil 2.1: 1975- 2017 Türkiye Toplam Kurulu Güç (MWh).....	20
Şekil 2.2: Türkiye Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi (MWh).....	22
Şekil 2.3: 1990 – 2017 Türkiye Net Elektrik Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı.....	23
Şekil 2.4: Türlerle Göre Türkiye Elektrik Kurulu Güç Dağılımı (MW).....	25
Şekil 2.5: Aylık Serbest Tüketici Sayaç Sayısı (Adet).....	27
Şekil 2.6: Gün Öncesi Piyasa 11.03.2020 Saat 13:00 Fiyat Oluşumu.....	30
Şekil 2.7: 2009 Aralık- 2019 Nisan Arası Aylık Bazlı PTF ve SMF Ağırlıklı Ortalama.....	33
Şekil 2.8: Şubat 2020 Fiziksel Elektrik Piyasa Hacimleri.....	34
Şekil 2.9: 18 Haziran 2019 Saat 16:00 Arz Talep Kesişimi (Merit Order).....	38
Şekil 2.10: Ocak 2018- Ocak 2020 Aylık Hidroelektrik Santralleri Elektrik Üretimi ve PTF (USD/MWh) Kıyaslaması.....	39
Şekil 2.11: Türkiye Aylık Ortalama Sıcaklık ve Aylık Elektrik Tüketimi (Mwh).....	41
Şekil 2.12: Türkiye Aylık Elektrik Tüketimi ve Aylık Sanayi Üretim Endeksi.....	42
Şekil 4.1: Ocak 2017- Ocak 2020 Piyasa Takas Fiyatı (\$).....	76

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1: 2018 Elektrik Tüketimi En Fazla Olan Ülkeler.....	6
Tablo 1.2: 2018 Ülkelere Göre Toplam Elektrik Üretiminde Güneş ve Rüzgar Enerjisinin Payı.....	9
Tablo 2.1: Lisanslarına Göre Katılımcı Sayıları.....	18
Tablo 2.2: Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Enerjisi Üretimi ve Payları.....	21
Tablo 2.3: Ocak 2020 Borsa İstanbul Vadeli İşlemler ve Opsiyon Piyasası Sözleşme Hacmi.....	36
Tablo 3.1: PJM Western Hub Aylık Puant Elektrik Future Sözleşmesi.....	57
Tablo 3.2: Opsiyon Fiyatını Etkileyen Faktörler.....	64
Tablo 4.1: Opsiyon Kar/Zarar Tablosu.....	78

KISALTMALAR

BOTAŞ	: Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi
CDS	: Credit Default Swap
DGP	: Dengeleme Güç Piyasası
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EPEX	: European Power Exchange
EPIAŞ	: Enerji Piyasaları İşletme A.Ş.
EÜAŞ	: Elektrik Üretim Anonim Şirketi
GİP	: Gün İçi Piyasası
GÖP	: Gün Öncesi Piyasaya
ICE	: Intercontinental Exchange
OTC	: Tezgahüstü Piyasa
PTF	: Piyasa Takas Fiyatı
SMF	: Sistem Marjinal Fiyat
TEK	: Türkiye Elektrik Kurumu
TEAŞ	: Türkiye Elektrik Üretim A.Ş
TEDAŞ	:Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
VIOP	: Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası
YEKDEM	: Yenilenebilir Enerji Destekleme Mekanizması

GİRİŞ

Gelişen teknolojilerle birlikte günümüzde elektriğe olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Günlük hayatımızda elektriğin artan rolü, ülke ekonomilerinin gelişmesi içinde elzem rol oynamaktadır. Sanayileşmenin ve ekonomik büyüme hızının arttığı zamanlarda elektrik tüketimi de artmaktadır. Artan elektrik tüketimini karşılayabilmek için elektrik üretim portföyünün çeşitlenmesi ve liberalleşmesi önemli bir adım olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde elektrik sektöründeki özelleştirmeler ve elektrik üretiminde devletin verdiği alım garantileri yatırımcılar için elektrik sektörünü cezbedici bir hale getirmiştir. Son yıllarda Türkiye’de bu sebeplerden ötürü elektrik yatırımlarında ciddi artışlar olmuştur.

Ancak elektrik depolama teknolojilerinin yatırım maliyetlerinin yüksek oluşu ve bu teknolojilerin henüz gelişim aşamasında olması depolama teknolojilerinin kullanımını henüz yaygınlaştırmamıştır. Bu durumda elektrik tüketimi ve üretiminde optimizasyon problemlerini ortaya çıkarmaktadır. Elektrik talebinin ve üretiminin tahmin etmesi zor bir problem olması piyasada elektrik fiyatlarının volatilitelerini arttırmaktadır. Diğer bir taraftan elektrik üretim kaynaklarında artan rüzgar, güneş gibi yenilenebilir kaynaklar baz yük elektrik üretimi yapamamaktadır. Bu durumda üretim miktarlarının dönemsel olarak farklılaşmasına neden olmaktadır. Aynı durum tüketim tarafında da geçerlidir. Geceleri tüketimin gündüze göre düşük olması o saatlerdeki elektrik fiyatlarını düşürmektedir. Bu durumlarda piyasadaki volatiliteyi arttırmaktadır. Artan volatilite karşısında piyasa katılımcılarının kendilerini finansal koruma altına alması için farklı finansal enstrümanlara olan ihtiyacı arttırmaktadır. Bu konuda da katılımcıların kendilerini koruma altına alabilmesi için kullanabilecekleri en önemli araçların başında türev ürünler gelmektedir. Elektrik piyasası yeni gelişen bir piyasa olmasından ötürü, ileri vadeli elektrik ticaretinin altyapısı henüz ülkemizde oturmamıştır. Piyasa katılımcıları fiziksel teslimatlı türev ürünleri şu anda sadece tezgah üstü piyasalarda kullanmaktadır. Ancak EPIAŞ bünyesinde kurulacak olan ileri vadeli elektrik piyasası, türev ürünleri organize bir piyasada kullanma imkanı sunacaktır.

Bu çalışmada piyasa oyuncuların risklerini minimize edebilmesi için fiyat riskine karşı elektrik türev araçlarının kullanımı araştırmaktadır. Çalışmada, elektrik

piyajasında oluşan riskler ve fiyat riskine karşı türev ürünlerin kullanımına dair uygula üzerine çalışılmıştır. Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde elektrik piyasa yapısı incelenmiştir. Elektrik piyasalarının yapısı, elektrik üretiminde kullanılan kaynaklar anlatılmıştır. Özellikle kaynak bazında farklı bir optimizasyon yöntemleri gerektiği için kaynakların türleri ve kısıtlarından bahsedilmiştir. Devamında elektrik piyasalarının günümüze kadar özelleşme adımları açıklanmıştır. Bölümün sonunda ise dünya elektrik piyasalarından örnekler verilmiştir.

İkinci bölümde, Türkiye'deki mevcut elektrik piyasa yapısı açıklanmıştır. Türkiye elektrik piyasasının özelleştirilme adımları anlatılmıştır. Elektrik retimi ve tüketiminde mevcut durum verilerle açıklanmıştır. Sanayileşme, hava durumu, ekonomik göstergeler gibi koşulların elektrik üretimi ve talebiyle olan ilişkilerden bahsedilmiştir. Bölümün son kısmında ülkemizdeki mevcut elektrik piyasaları açıklanmıştır. Çalışanın nc bölümünde ise piyasada oluşan riskler ve fiyat riskine karşı kullanılabilecek türev ürünler anlatılmaktadır. Uygulama bölümünde ise, Avrupa tipi alım opsiyonunun fiyatlama rneği üzerine yapılmıştır. Elektrik piyasasında yüksek fiyat hareketliliğinden ötürü opsiyon sözleşmelerin riski minimize etmek için uygun bir yöntem olacağı düşünülmüştür. Opsiyon sözleşmesinde, vade sonunda piyasa fiyatında işlemi gerçekleşmenin daha karlı olacağı durumda katlanılacak zarar sadece opsiyon primi kadar olacaktır. Diğer türev ürünlerde ise pozisyondan oluşan zarar miktarları daha yüksek olacaktır. Opsiyonlar diğer türev araçlara gibi kar olanağı sunmazlar ancak riski azaltmak için daha tercih edilebilir ürünlerdir. Bu alışmada, Türkiye elektrik piyasasında ileri vadeli yapılacak olan opsiyon ürününde en uygun fiyat yapısı belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan opsiyon uygulamasında Black&Scholes yöntemi kullanılmıştır. ıkan opsiyon sözleşme sonucu forward sözleşmeyle kıyaslanmıştır. Piyasa fiyatlarının, beklentilerden farklı gerçekleştiği bir dönemde oluşan zararlar, opsiyon ve forward ürünlerde kıyaslanmıştır. Forward bir sözleşmede zarar daha büyük olabilirken, opsiyon sözleşmesinde maksimum zarar opsiyon primi kadar olmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ELEKTRİK PİYASASI

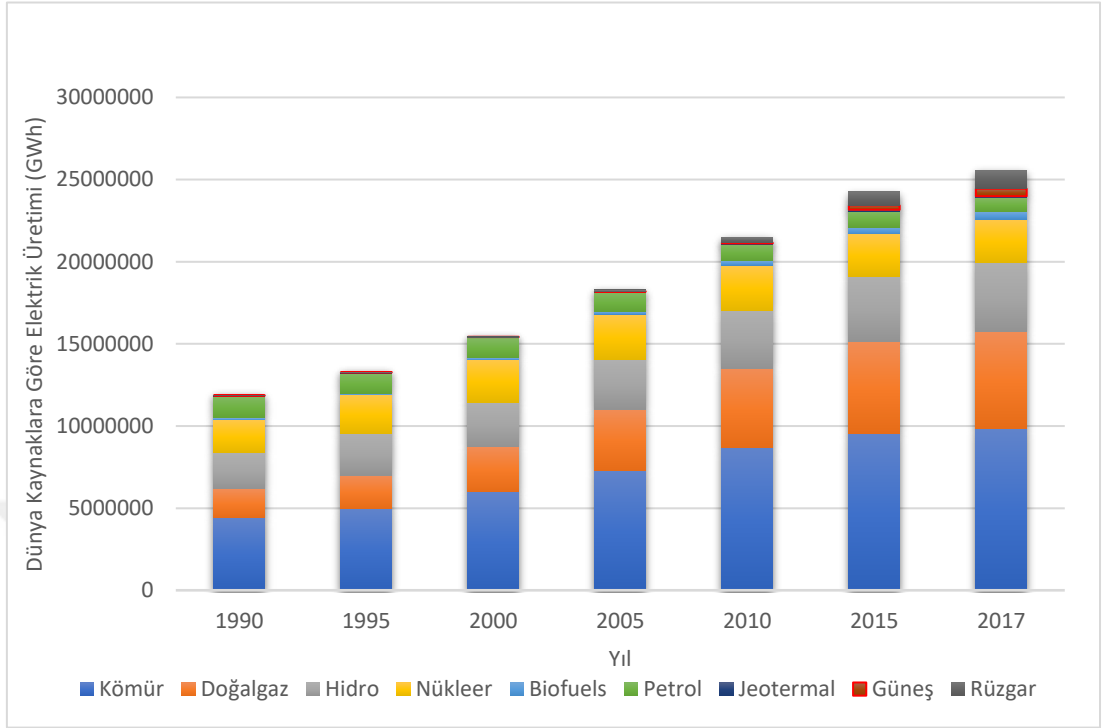
Artan nüfus oranıyla birlikte elektriğe olan ihtiyaç her geçen gün biraz daha artmaktadır. Elektrik ihtiyacı sanayi ve üretim sektörünün yanında insanların hayatını ikame edebilmesi içinde elzem bir rol oynamaktadır. Elektriği diğer enerji kaynaklarından ayıran en önemli etken depolanamayan bir ürün olmasıdır. Bu durum elektriği üretildiği gibi tüketilmesi gereksinimini doğurmaktadır. Son yıllarda gelişmeye başlayan depolama teknolojileri yüksek maliyetlerden ve az verimli yapılarından dolayı henüz çok fazla yaygınlık kazanmamıştır. Ancak gelişen teknolojiler beraberinde daha verimli ve daha az maliyetli ürünleri ortaya çıkaracak ve bu yolla yaygınlaşacak olan depolama teknolojileri elektrik sektöründe başta fiyatlar olmak üzere yeni bir piyasa yapısını oluşturacağı düşünülmektedir.

Elektriği diğer emtialardan ayıran en önemli özelliği üretim ve tüketimin gerçek zamanlı dengelenme zorunluluğudur. Elektrik depolanamadığından ötürü anlık arz ve talep eğrileri dengede olmak zorundadır. Elektrik fiyatlarının dengeli bir şekilde oluşması içinde üretim ve tüketimin gün öncesinden birbirini dengeleyecek şekilde planlanması gerekmektedir. Elektrik tüketimi açısından bakıldığında farklılıklar oluşmasındaki en kritik nokta zamansal ve çevresel faktörlerdir. Elektriğin depolanamaması, piyasa katılımcıların tüketimi üretime uygun bir şekilde tahmin edip gerekli üretimi ona göre planlamasını zorunlu hale getirmektedir. Çevresel ve zamansal faktörlerin dışında elektrik talebini etkileyen faktörlere bakıldığında karşımıza iklim koşulları, ekonomik faktörler, demografik faktörler, enerji fiyatları gibi farklılıklar çıkmaktadır (Özgül, 2018: 9). Özellikle mevsimsellik, elektrik tüketiminde zamansal olarak farklılaşmasının en büyük sebebidir. Sıcak ve soğuk havalar her sektörde kendine özgü bir tüketim kalıpları oluşturmakta ve elektrik tüketimini farklılaştırmaktadır. Örneğin; sıcak havalarda klima kullanımının yaygınlaşması o günlerdeki elektrik talebini arttırarak diğer günlere kıyasla ciddi farklar oluşturmaktadır. Sadece günlük olarak baktığımızda da gündüzleri elektrik tüketim oranı yüksekken geceleri daha düşüktür. Bu durum geceleri enerji fiyatlarının gündüze göre daha düşük çıkmasıyla sonuçlanmaktadır.

1.1 Elektrik Sektörüne Genel Bir Bakış

Ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasında bulunan pozitif korelasyon, ülkelerin ekonomileri büyüdükçe elektrik taleplerini de doğru orantıda arttırmaktadır. Bu durum ülkelerin gerekli olan elektrik talebini karşılayabilmesi için enerji yatırımlarını arttırmasını gerektirmektedir. Dünyada elektrik enerjisi kaynak dağılımına göre incelendiğinde kömür, doğalgaz ve hidroelektrik santrallerinin büyük bir çoğunluğu oluşturduğu görülmektedir. Ancak 1990'lardan günümüze doğru geldikçe artan elektrik tüketimini karşılamak için yenilenebilir kaynakların kullanımı kömür ve doğalgazdan daha hızlı artmıştır. Özellikle son yıllarda yenilebilir kaynaklarda yapılan yatırımların ağırlıklı olarak rüzgar ve güneş enerjisine yapıldığı görülmektedir. Güneş enerjisinde hızlı bir şekilde azalış gösteren kurulum maliyetleri, güneş enerji santrallerine yatırımları hızlı bir şekilde arttırmıştır. 2010 yılından 2017 yılına güneş enerjisinin elde edilen elektrik üretimi incelendiğinde, yaklaşık %1200 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Kömür santrallerinde 2010-2017 yılı arası artış oranı %15 civarında iken doğalgazda %22 olarak görülmektedir. Her ne kadar son yıllarda elektrik sektöründe yatırımlar yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılsa da, 2017 yılı itibariyle elektrik üretiminde en çok kullanılan kaynak sırasıyla kömür, doğalgaz ve hidroelektrik kaynaklarıdır (IEA, 2019).

Dünya enerji tüketim oranları incelendiğinde ilk sırada Çin gelmektedir. Çin'i sırayla Amerika ve Hindistan takip etmektedir. Nüfusu yüksek olan ülkelerin elektrik talebinin de yüksek olduğu burada gözükmemektedir. Nüfusun yanında Çin ve Hindistan'ın 2000 yılında 2018'e kadar ekonomik büyüme oranlarında hızlı artışlar, bu ülkelerin elektrik tüketim oranlarının günümüzde yüksek olmasını etkileyen en önemli faktörlerdendir (Enerdata, 2018).



Şekil 1.1: Dünya'da Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi (GWh)

Kaynak: IEA (2019).

Elektrik talebinin ve üretiminin karakteristiği zamanla değişeceği düşünülmektedir. 1990-2010 yılı arasında kurulan santrallere kıyasla, yeni kurulacak olan santrallerin %40'tan daha fazla kapasite sağlaması gerekecektir. Çünkü 2010 sonrası yatırımlar ağırlıklı olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, termal kaynaklardan elektrik elde eden kaynaklara kıyasla daha düşük kapasite faktörüne¹ sahiptir. Bu yüzden yapılan simülasyon çalışmalarında 2040 yılında dünyada kurulu gücün 11.200 GW değerine ulaşacağı düşünülmektedir (IEA, 2016: 241).

¹ Elektrik santralinin belirli bir aralıkta ürettiği gücün, tam kapasite çalıştığında üreteceği güce bölünmesiyle elde edilmektedir.

Tablo 1.1: 2018 Elektrik Tüketimi En Fazla Olan Ülkeler

Ülke	2018 yılı Elektrik Tüketim Miktarı (TWh)	2000 yılından 2018'e Elektrik Tüketimi Artış Oranı (%)
Çin	6167	9,8
Amerika	3971	0,6
Avrupa	3411	0,8
Hindistan	1243	6,9
Japonya	1020	0,4
Rusya	929	1,5
Güney Kore	563	4,3
Kanada	529	0,3

Kaynak: Enerdata (2018).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yapılan projeksiyon çalışmalarında 2040 yılında fosil yakıtların kullanımının azalmasına rağmen yoğun olarak kullanılacağı ortaya koyulmuştur. Üretim tarafının yanında elektrik talebinin de 2040 yılında %80 oranında artacağı düşünülmektedir. Yenilebilir kaynakların yıllık artış oranı %9 olarak düşünülürken, bu oranla yenilenebilir kaynaklar en hızlı büyümeye sahip kaynaklar olacaktır (Enerji, 2017: 3).

Artan elektrik talebiyle birlikte elektrik piyasasındaki oyuncu sayısında artış olmuştur. Özellikle liberalleşen elektrik piyasalarında elektriğin üretimden tüketiciye ulaşana kadar iletim, dağıtım, perakende satış gibi faaliyetler için birçok oyuncu elektrik piyasasında aktif rol oynamaya başlamıştır.

1.2 Elektrik Üretiminde Kullanılan Kaynaklar

Elektrik, ikincil bir enerji kaynağı olarak elde edilmektedir. Elektrik üretimi incelendiğinde doğalgaz, kömür, petrol gibi fosil kaynakların yanında nükleer, hidroelektrik ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı görülmektedir. Fosil kaynaklar, yüksek oranda karbon içeren kaynaklardır. Bu kaynaklar çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Örneğin petrol, ulaştırma sektöründen petrokimyaya kadar geniş bir yelpazeye sahipken doğalgaz ısıtmadan elektrik üretimine birçok sektörde

kullanılmaktadır. Bölgeden bölgeye değişiklik gösteren fosil yakıtlar sınırlı sayıda rezerve sahiptir. Fosil yakıtların gelecek 50 yılda sona ereceği düşünülse de günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Uluslararası enerji ajansına göre 2017’de dünyada elektrik üretimindeki en büyük pay %38 ile kömüre aittir. Sonrasında %22 ile doğalgaz gelmektedir (IEA, 2020).

Doğalgaz santrallerinin verimi yüksektir. Ayrıca doğalgaz santrallerinin ilk kurulum maliyeti diğer alternatiflere göre düşüktür. Ancak diğer fosil kaynaklarda olduğu gibi doğalgazda da hammadde maliyeti oluşmaktadır. Özellikle global risklerden ötürü meydana gelecek doğalgaz, kömür, petrol fiyatlarında ki değişiklik bu santrallerin üretim dengelerini bozmaktadır. Yenilebilir kaynaklarda böyle bir risk söz konusu değildir.

Kömür, tortul çökellerin arasında bulunan, karbon bakımından zengin kayadır. Kömür yoğun olarak 18.yy da demir-çelik endüstrisi, buharlı motorlar gibi birçok alanda kullanılmıştır. Elektrik üretim aşamasında ilk olarak kömür kullanılarak belirli bir ısı elde edilmektedir. Bu ısı, buhar kazanları yoluyla kinetik enerjiye çevrilmektedir. Alternatör yardımıyla da bu enerji elektrik enerjisine dönüştürülür. Santrallerin soğutma işleminde ortaya çıkan su ihtiyacından ötürü genellikle termik santraller akarsu, göl ve deniz çevresinde kurulmaktadır. Kömür santrallerinde kömürün sanmasıyla küllerin bir kısmı baca filtrelerinden dışarıya sızabilmektedir. Bu durum çevre kirliliğine yol açabilmektedir. Günümüzde çevre kirliliğini engelleyebilmek için temiz kömür teknolojileri üzerinde çalışmalar yapılmaktadır (Sevim, 2019: 38).

Elektrik üretiminde kullanılan bir diğer kaynak ise nükleer enerjidir. Nükleer enerji santrallerinde hammadde olarak uranyuma ihtiyaç vardır. Tepkimeye giren uranyum su buharının yüksek sıcaklıklara ulaşmasını sağlar. Sıcak buhar, elektrik jeneratörüne bağlı türbinlere ulaşarak elektrik üretimi sağlanmaktadır. Elektrik üretiminde kullanılan nükleer enerji kaynakları, yüksek yatırım maliyetleri gerektirmektedir. Bu yüzden genellikle kamu bünyesinde gerçekleştirilmektedir. Günümüzde 31 ülkede toplam 435 tane nükleer santral bulunmaktadır. En çok nükleer santral bulunan ülke 100 adet ile Amerika’dır. Elektrik üretiminde en fazla nükleer

kaynakları kullanan ülke ise Fransa'dır. Fransa toplam elektrik üretiminin %75'ini nükleer kaynaklardan karşılamaktadır (Enerji Bakanlığı, 2016: 22-23).

Nükleer güç santralleriyle ilgili karşılaşılan en büyük problemlerden birisi nükleer atıklarla ilgili kesin bir çözüm bulunamamış olmasıdır. Bu alanda nükleer atıkların işlenip yeniden kullanıma ilişkin bazı çalışmalar mevcuttur (Sevim, 2019: 43).

Hidro kaynaklardan elektrik üretimi, suyun akış yönü ve hızını kullanarak oluşan enerjiyi elektriğe dönüştürmesiyle elde edilir. Yüksek bir noktadan düşürülen su, türbinleri döndürmekte ve bu türbinler vasıtasıyla elektrik üretimi sağlanmaktadır. Hidroelektrik enerjisi çevre kirliliği oluşturmamakta ve herhangi bir hammaddeye ve yakıt bağımlılığı yoktur. Elektrik üretimi için hızlı bir şekilde devreye alınabilmektedir (Uyar, 2016). Yağışların fazla olduğu bölgelerde su havzalarındaki su birikiminin fazla olması santrallerin veriminide arttırmaktadır. Özellikle santral kurulumunda seçilen bölgenin yağış kapasitesi göz önünde bulundurulmuş önemli bir kriterdir.

Hidroelektrik santralleri rezervuar depolamalı ve nehir tipi sistemler olmak üzere iki başlıkta ele alınmaktadır. Nehir tipinde bir set bulunmamakta ve sistemlerde depolama yapılamamaktadır. Rezervuarlı sistemlere kıyasla daha düşük maliyetlerle inşa edilebilmektedir. Rezervuar depolamalı sistemler ise büyük setler yardımıyla suyun birikmesi sağlanır (Sevim, 2019: 68-70). Böylece elektriği istenilen zamanda üretebilme fırsatı sunmaktadır. Piyasada elektrik açığı veya fazlalığı olduğunda depolama sistemine sahip hidroelektrik santralleri hızlıca devreye girerek elektrik optimizasyonunu kolaylaştırmaktadır.

Günümüzde yaygın kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları ise güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal ve biyokütledir. Güneş enerjisi, dünyaya gelen güneş ışığının paneller vasıtasıyla enerjiye dönüştürülmesidir. Tükenmeyen bir enerji kaynağı olan güneş, temiz bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Yatırım maliyetleri her yıl biraz daha düşmekte ve bu durum güneş enerjisine yapılan yatırımları arttırmaktadır.

Tablo 1.2: 2018 Ülkelere Göre Toplam Elektrik Üretiminde Güneş ve Rüzgar Enerjisinin Payı

Ülke	2018 Elektrik Üretiminde Rüzgar ve Güneş Enerjisinin Payı (%)	2000 - 2018 Arası Yüzdelik Değişim
Almanya	25,03	23,4
Portekiz	23,37	22,8
İspanya	23,26	21,1
Yeni Zelana	21,94	14,0
Birşelik Krallık	21,02	20,8
İtalya	16,34	14,1
Belçika	14,75	14,7
Romanya	12,52	-
Türkiye	12,03	11,9

Kaynak: Enerdata (2018).

Rüzgar enerjisi; basınç, sıcaklık, nem gibi faktörlerden ötürü oluşan rüzgar ile ortaya çıkan enerjidir. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında en yaygın kullanılan kaynaktır. Ancak rüzgar hızı, rüzgar yönü, sıcaklık gibi meteorolojik olaylara bağlılığı çok fazla olduğu için üretim tahmini yapmak zordur. Değişen hava olayları üretimi direkt etkilemekte ve üretim tahminini zorlaştırmaktadır.

2018 yılı rüzgar ve güneş enerjisinin toplam elektrik üretiminde ki payına bakıldığında birinci sırada Almanya gelmektedir. Almanya toplam elektrik üretiminin %25'ini güneş ve rüzgar yoluyla karşılamaktadır. Ardından Portekiz ve İspanya gelmektedir. Türkiye'de ise güneş ve rüzgar kaynakları toplam elektrik üretiminin %12'sini karşılamaktadır (Enerdata, 2018).

Jeotermal enerji, yer kabuğu çatlaklarında birikmiş olan sıcak su, buhar ve gazların ortaya çıkardığı enerji kaynağıdır. Sıcaklığı 200 derece ve daha fazla olan jeotermal kaynaklar elektrik üretimi için kullanılabilir. Ancak gelişen teknoloji ile elektrik üretimi için gerekli olan sıcaklık 150 dereceye kadar düşmüştür (Özdemir, 2007: 308).

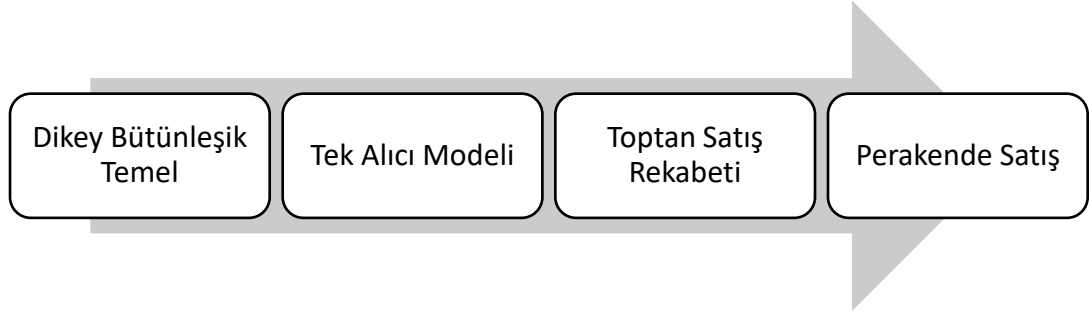
Biyokütle ise organik atıklar, çöp, hayvansal ve bitkisel atıklardan elde edilen enerjidir. Biyokütle enerjisini elde edebilmek için mısır, buğday, gübre, sanayi atıkları gibi tüm organik çöpler kullanılabilir (Sevim, 2019: 60). Biyokütle santralleri güneş ve rüzgar enerjisinin aksine kontrol edilebilen ve sürekli üretim sağlayabilecek santrallerdir. Biyokütle santrallerinde genellikle tarımsal atıklar kullanıldığı için ülkedeki tarım sektörünün büyüklüğü biyokütle santrallerinin verimini etkileyebilmektedir.

Dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimdeki payına bakıldığında toplam üretimin %25'ini oluşturmaktadır. Bu oran içinde hidroelektrik kaynaklar da dahil edilmiştir. Bu kaynakları en fazla kullanan ülke Norveç olurken ardından sırasıyla Yeni Zelanda ve Brezilya gelmektedir. Norveç 2018 yılında üretilen elektriğin %97'sini yenilenebilir ve hidroelektrik kaynaklardan karşılamıştır (Enerdata: 2018).

Uluslararası Enerji Ajansının yaptığı simülasyon çalışmalarına göre, 2040 yılında küresel elektrik üretiminin %85'i düşük kaynaklı enerji kaynaklarından sağlanacağı düşünülmektedir. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı 2040 yılında, 2015 yılına kıyasla iki buçuk katına çıkacağı tahmin edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarında 2040'a kadar en fazla artış Avrupa ve Amerika bölgesinde olacağı düşünülmektedir (WEO, 2016: 251). Toplam kurulu güç içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı %12'den 2040 yılında %30'a çıkacağı tahmin edilmektedir (WEO, 2016: 258).

1.3 Elektrik Piyasa Yapısı ve Özelleşme Süreci

Elektrik piyasa modelleri Hunt tarafından dikey bütünleşik temel, tek alıcı, toptan satış rekabeti ve perakende satış olmak üzere dört başlık altında incelenmiştir (Hunt, 2002: 41-46). Bu dört modelde baştan sonra doğru ilerledikçe monopol gücü azalmaktadır. Dikey bütünleşik model tamamen tekel yönetiminde olan bir üretim, iletim ve dağıtım faaliyetlerinden bahsedilmektedir. Günümüzde bu modelin sayısı azalmasına rağmen bunu bazı ülkelerde görmek mümkündür.



Şekil 1.2: Elektrik Piyasasında ki Mevcut Yapılar

Kaynak: DEK (2018).

Tek alıcı modelinde ise üreticiler, ürettikleri elektriği sadece tekel güce sahip olan şirkete ya da kuruma satabilmektedirler. Bu model üretici firmalar arasında rekabete olanak sağlamaktadır. Üreticiler tek olan kuruma elektrik satabilmek için kendi aralarında rekabet ederler. Bu modelde perakende düzeyinde alım yapacak olan küçük tüketicilere üreticisini seçme hakkı sağlamamaktadır. Tek alıcı firma tüketiciler için tekel durumundadır (Çetintaş & Bicil, 2015: 7). Tek alıcı firmanın alım garantisi bulunmadığı için bu model uzun vadeli sözleşmeler gerektirmektedir (Hunt, 2002: 43).

Toptan satış rekabeti modelinde, toptan satış faaliyetleri rekabetçi konuma gelmektedir. Üreticiler bu modelde dağıtım şirketlerine ve toptan satış şirketlerine bağımsız bir şekilde satış yapabilmektedir. Ancak dağıtım şirketlerinin nihai tüketiciler üzerinde tekel gücü geçerlidir. Kullanıcıların kendi tedarikçilerine seçme hakları bulunmamaktadır. Bu modelde toptan satış piyasasında rekabetçi hale gelmektedir (Hunt, 2002: 45-47).

Son model olan perakende satış modelinde ise, son kullanıcılarda kendi tedarikçilerini seçme konusunda serbest bırakılmıştır. Dağıtım şirketlerinin son kullanıcılar üzerindeki tekel gücü ortadan kalkmakta ve tüketiciler kendi tedarikçilerini seçebilmektedir. Bu alandaki serbestleşmeler son kullanıcılara kendi tedarikçileri seçme hakkı vererek en az maliyetli şekilde elektriği elde etme hakkı vermektedir.

1.4 Dünya Elektrik Piyasaları

Elektrik fiyatlarının bir otorite kontrolü dışında serbest piyasada olduğu yer elektrik piyasasıdır. Elektrik fiyatları serbestleşen piyasalarda mevcut arz ve talep

miktarına göre oluşmaktadır. Bu piyasalarda üreticiden son kullanıcıya kadar ulaşan elektriğin ticareti sağlanmaktadır. Son kullanıcıya ulaşana kadar farklı piyasa oyuncuları bu zincire dahil olabilmektedir. Bu durum ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Bazı ülkelerde iletim ve dağıtım tekel konumdayken bazı ülkeler bu hizmetleri serbestleştirmiştir. Örneğin Türkiye’de özelleşen dağıtım sektörü 21 bölgeye bölünmüş olup, dağıtımıcılar görevli tedarik şirketi başlığı altında perakende satış yapabilme imkanı da sağlanmıştır. Piyasanın serbestleşme düzeyi arttıkça oyuncu sayısı da artmaktadır. Elektrik piyasaları incelendiğinde her ülkenin farklı bir piyasa yapısı olduğu görülmektedir. Bölgesel fiyatlama, yarı serbest piyasa, türev piyasalar gibi hizmetler ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir.

1.4.1 Amerika Elektrik Piyasası

Amerika, Çin’den sonra dünyadaki en büyük elektrik üreticisidir. Kaya gazı kullanımının artmasıyla elektrik üretiminde Amerika’da, kömürden gaza büyük bir geçiş gözlemlenmektedir (WEO, 2016: 269). Amerika dünya elektrik tüketiminde %18’lik bir paya sahiptir (Atmaca, 2017: 16). Amerika’nın toplam kurulu gücü 2018 yılında 1.084 GW olup, ürettiği elektriğin %35’ini doğalgazdan, %27’sini kömürden, %19’unu nükleer enerjiden, %17’sini yenilenebilir kaynaklardan, kalan %2’yi ise diğer kaynaklardan üretmektedir (EIA, 2018).

Amerika’da elektrik sektöründe birbirinden bağımsız sistem operatörleri ve iletim sistemleri mevcuttur. Bu bağımsız sistemler toplamda 10 farklı bölgeye ayrılmıştır. Bu bölgeler, elektrik alım satımı için kendi piyasalarına sahiptir. Bu piyasalar içinde en dikkat çeken Kaliforniya bağımsız sistem operatörüdür. Bu bölgede gün öncesi ve gerçek zamanlı olmak üzere iki piyasa mevcuttur. Gün öncesi piyasada teklif girişleri 7 gün önceden başlayıp, işlem gününden bir gün önce kapanmaktadır. Gerçek zamanlı piyasada ise gün öncesinde sağlanamayan arz talep dengesini sağlamak için ek üretim ya da üretim kesintisinin gerçekleştiği piyasadır (Atmaca, 2017: 21-23).

Sistem operatörlerinden ayrı olarak özellikle türev araçların işlem gördüğü özel borsalar da mevcuttur. Dünyada enerji ticaretinde önde gelen borsalardan birisi de Intercontinental Exchange (ICE)’dir. ICE, Amerika’da bulunan 12 tane borsayı

bünyesinde bulunduran bir organizasyondur. 2000 yılında global bankaların ortaklığında kurulmuştur. Dünyada en çok elektrik türev ürünleri ICE’de kullanılmaktadır. ICE bünyesinde elektrik dışında petrol, doğalgaz, karbon gibi ürünlerin ticaretini gerçekleştirmektedir (Chen, 2019). İlk zamanlarda sadece Amerika’da başlayan borsa zamanla Avrupa, Kanada başta olmak üzere birçok ülkede faaliyete başlamıştır.

2009 yılında ICE’nin işlem hacmine bakıldığında ilk sırada Avrupa piyasası gelmektedir. Özellikle bu piyasada petrol ürünlerine dayalı vadeli sözleşmeler ve opsiyonlar büyük bir çoğunluğu oluşturmaktadır (TSPAKB, 2010: 22). Elektrik hacmi petrol, doğalgaz ve kömürle kıyaslandığında çok daha düşük kalmaktadır.

1.4.2 İskandinav ve İngiltere Elektrik Piyasası

İskandinav piyasası olarak adlandırılan Nordpool, Norveç, Danimarka, İsveç, Finlandiya, Estonya, Letonya, Litvanya, Almanya, Hollanda, Belçika, Avusturya, Lüksemburg, Fransa ve Birleşik Krallık’ta kullanılan enerji borsasıdır. 2019 yılında Nordpool’un toplam cirosu 494 TWh işlem hacmine ulaşmıştır. Bu oran İskandinav bölgesindeki toplam tüketimin yaklaşık %90’ına denk gelmektedir (Nordpool, 2018). 1996 yılında kurulan Nordpool’da enerji türev kontratlarda işlem görmektedir. 2018 yılında Nordpool’un toplam ticaret hacmi 524 TWh’e ulaşmıştır. Bu ticaretin 120 TWh’ı İngiltere Gün Öncesi piyasada gerçekleşirken, 396 TWh’ı Norveç ve Balçık ülkelerinde gün öncesi piyasalarda gerçekleşmektedir (NordPool, 2018: 8). Kalan kısım gün içi piyasalarda gerçekleşmekte olup, dünyada gün içi piyasaların hacmi gün öncesine kıyasla çok düşük kalmaktadır. Nordpool, Norveç ve Balçık bölgesi dışında İngiltere’de N2EX piyasasını da işletmektedir (İlter & Narin, 2018: 157).

Nordpool, gün öncesi piyasa, gün içi piyasa, finansal piyasa ve takas işlemlerinde hizmet vermektedir. İskandinav bölgesinde spot piyasalar “Elsport” olarak adlandırılmaktadır (EPDK, 2003: 20). İşlem hacminin büyük bir kısmı gün öncesi piyasada gerçekleşmektedir. Gün öncesi piyasada, piyasa katılımcıları üretimin yapılacağı günden bir gün önce sisteme ne kadar elektrik üretecekleri veya tüketeceklerinin miktarlarını fiyatlarıyla birlikte bildirirler. Arz ve talebin kesişim noktasında fiyatlar oluşur ve gün öncesi piyasada oluşan fiyat, piyasada referans fiyat

olarak kabul edilmektedir. Spot fiyat vadeli işlemlerde fiyatın belirlenmesindeki en önemli referans olarak kullanılmaktadır. Toplam 20 ülkede 360 şirketin faaliyet gösterdiği Nordpool, 2018 yılında ortalama elektrik fiyatı 43.99 Euro olarak çıkmıştır (NordPool, 2018).

İngiltere’de ise 1999 yılında elektrik piyasaları özelleşmeye başlamış, 2002 yılında devletin fiyat üzerindeki kontrolü kaldırılmıştır. İlerleyen yıllarda yapılan çalışmalarla da Galler, İskoçya ve İngiltere piyasaları arasındaki serbest elektrik ticaretinin altyapısı kurulmuştur. İngiltere’de iletim ve dağıtım faaliyetleri özelleştirilmiş olup, özel sektör tarafından işletilmektedir. 2013 yılında çıkarılan Elektrik Piyasa Reformuyla yenilenebilir kaynaklardan yapılan elektrik üretimine teşvikler sağlanmaya başlanmış, böylece düşük karbonlu elektrik üretimi konusuna öncelik verilmiştir (DEK, 2018: 5). Günümüzde İngiltere’de iletim sistemi tek bir operatör tarafından yürütülmektedir. Dağıtım sektörü özelleştirilmiş olup bu alanda 14 tane şirket bulunmaktadır. Elektrik piyasası 1999 yılında rekabete açılmış olup, tedarikçiler ve üreticiler serbest piyasada işlemler yapabilmektedir (Atmaca, 2017: 32).

1.4.3 Avrupa Elektrik Piyasaları

Avrupa’da enerji borsaları incelendiğinde, ilk olarak 1996 yılında European Power Exchange (EPEX) kurulduğu görülmektedir. Enerji piyasasını serbestleştirmek için bu piyasa, ilk yıllarda Almanya, Avusturya, Fransa gibi ülkelerde kullanılmaya başlanmıştır. EPEX kuruluş amacı sadece spot ürünler için değil aynı zamanda türev ürünlerin kullanımına da olanak sağlamaktadır. EPEX, piyasa katılımcılarına farklı alternatifler sunmak için diğer borsalarla iş birliği içine girmiştir. Bunlardan birisi Powernext’tir (Karagöl & Mihçioğur, 2013: 7). Powernext, 2001 yılında Fransa’da kurulmuştur. Powernext, ilk başlarda elektrik alanında hizmet verirken, ilerleyen yıllarda spot elektrik işlemlerini EPEX’e, vadeli elektrik işlemlerini de EEX’e devretmiştir. Fiziki teslimatlı yapılan işlemler Fransa, Almanya bölgesinde yetkilendirilmiş kurumlar tarafından yapılmaktadır. Elektrik vadeli işlemler piyasasında aylık, 3 aylık ve yıllık fiziki teslimatlı işlemler gerçekleşmektedir. Teslimatlı ürünler saat 8.00 ile 20.00 arası saatlik teslimata dayalı ürünler ve 24 saat

teslimatı gerçekleşen ürünler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (TSPAKB, 2010: 16). Teslimatlar baz yük şeklinde olup her saat için ayrı teslimat yapılmaktadır.

Avrupa’da 2008 yılında elektrik spot piyasa ürünleri EPEX bünyesinde birleştirilmiştir. 2010 yılına gelindiğinde ise EPEX’de spot piyasa ürünleri, EEX’de elektrik, gaz türev ürünler, Powernext’te ise gaz spot ve gaz türev ürünler işlem görmektedir (Karagöl & Mıhçıokur, 2013: 8). Avrupa bölgesinde, 2018 yılında elektrik spot piyasa hacmi 577 TWh olarak gerçekleşirken, Avrupa elektrik türev araçlarının hacmi 3.347 TWh olarak gerçekleşmiştir (EEX Group, 2018: s.3).



İKİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE ELEKTRİK PİYASASI

Türkiye elektrik piyasası serbestleşmesi 1980 yılından sonra başlamıştır. 2001 yılında EPDK'nın kurulması ve Enerji Piyasa Kanunu'nun yayınlanması serbestleşmeyi hızlandırmıştır (DEK, 2018: 5). Artan elektrik talebi elektrik sektöründeki serbestleşmeyi tetiklemiş ve rekabetçi bir piyasa oluşturma gereksinimlerini doğurmuştur. Dağıtım sektörünün özelleşmesi, ardından enerji borsasının kurulması gibi adımlar piyasadaki oyuncu sayısını arttırmaya yönelik adımların başında gelmektedir. Özellikle tüketicilere koyulan serbest tüketici limiti her geçen yıl düşürülmekte ve tüketicilere kendi tedarikçileri seçme imkanı verilmektedir. Bu durum tedarikçi firmalar arasındaki rekabeti arttırmaktadır.

2.1 Türkiye Elektrik Sektörünün Tarihsel Gelişimi

Türkiye'de ilk elektrik üretimi 1902 yılında Tarsus'ta gerçekleşmiştir. 2 KW kurulu güce sahip olan su değirmeni Türkiye'deki hidroelektrik gelişiminin başlangıcı olarak kabul edilmektedir (Tutuş, 2006: 318). 1923 yılına gelindiğinde Türkiye'de kurulu güç 33 MW'a ulaşmıştır (Can, 2015: 41). Bu yıllardan sonra elektrikleendirme faaliyetleri hızlanmış, birçok bölgeye elektrik ulaşımı sağlanmıştır.

1970 yılına gelindiğinde üretim, dağıtım ve iletim faaliyetlerini gerçekleştirmek için Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) kurulmuştur. Bu faaliyetlerin tek bir elde olması dikey bütünleşik bir yapıyı oluşturmuştur. Bu yapının değişmesi 1982 yılında gerçekleşen kanunla beraber Türkiye'de özel sektörün elektrik santrali kurma ve ürettiği elektriği TEK'e satmasına imkan sağlamıştır. 1993 yılında ise alınan kararla beraber TEK ikiye bölünmüş ve Türkiye Elektrik Üretim A.Ş (TEAŞ) ve Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş (TEDAŞ) kurumları kurulmuştur. İlerleyen yıllarda kamu kesiminin elektrik üretiminde kaynak yetersizliğinden ötürü özel sektörün rolünü arttırıcı adımlar atılmıştır (Çetintaş & Bicil, 2015: 10). Devamında 2001 yılında yayınlanan 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunuyla birlikte elektrik piyasasının serbest piyasa şartlarına göre işlemesine yönelik ilk adımları atılmıştır. TEAŞ tarafından gerçekleştirilen faaliyetler bölünerek üretim kısmı için EÜAŞ, toptan

satış için TETAŞ, iletim ve piyasa işletimi için TEİAŞ kurulmuştur. Ayrıca enerji piyasada denetleme ve düzenlemeyi yapması için EPDK kurulmuştur (Kaplan, 2016: 34).

2004 yılında da piyasada dengeleme faaliyetlerini arttırmak için Gün Öncesi Dengeleme sistemine geçilmiştir. Bu sistemle birlikte amaçlanan gerçek zamanlı dengeleme işlemi kolaylaştırmaktır. Dengeleme ve uzlaştırma yönetmeliği piyasa katılımcıların talepleri doğrultusunda birkaç kez daha değişikliklere uğramıştır. 2009 yılında da Dengeleme uzlaştırma yönetmeliğinde yapılan değişiklikle Gün Öncesi Planlama sistemine geçilmiştir. Bu sistemle üretim şirketi ürettiği elektriği ikili anlaşmalarla başka bir üreticiye satabilmesinin önü açılmıştır. Ayrıca bu sistem gerçek zamanlı dengelenmenin sağlanmasına katkı sağlamaktadır. Gün öncesi planlama da sistem işletmecisi Milli yük Tevzi Merkezi'nden gelen bir sonraki güne ait tüketilmesi öngörülen elektrik miktarına bağlı olarak katılımcılardan topladığı teklifleri değerlendirmektedir. Burada ertesi günün üretimine dair teklifler en ucuzdan en pahalıya doğru sıralanmaktadır. Tahmin edilen tüketimin karşılanmasında verilen son teklif o saatin fiyatını oluşturmaktadır (Çetintaş & Bicil, 2015: 12-13).

2011'de Gün Öncesi Planlama yerini Gün Öncesi Piyasaya (GÖP) bırakmıştır. Gün Öncesi Piyasa, katılımcılara gün öncesinden portföylerini dengeleme imkanı sunmuştur. GÖP ile katılımcılara Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi üzerinden işlem yapabilme olanağı sunulmuştur. Bu piyasa ile tüketiciler tüketeceği elektriğin fiyat karşılığını görme olanağı elde etmiştir. Ayrıca bu sistem katılımcılar arasındaki işlemlerin günlük olarak gerçekleşmesini sağlamıştır (Çetintaş & Bicil, 2015: 13). TEİAŞ üstlendiği bu görevi 2015 yılında EPIAŞ'ın kurulmasıyla EPIAŞ'a devretmiştir.

Türkiye elektrik piyasasındaki serbestleşmeye dair atılan en büyük adımlardan birisi 2013 yılında yayınlanan 6446 sayılı Elektrik Piyasa Kanunu olmuştur. Üretim faaliyetleri kamu ve özel sektör tarafından gerçekleştirirken iletim faaliyeti ise kamu bünyesinde TEİAŞ tarafından gerçekleşmektedir. Dağıtım faaliyetleri ise yapılan özelleştirmeye birlikte bölgedeki ihaleyi kazanan şirketler tarafından gerçekleşmektedir. Bu kanunla beraber EPIAŞ kurulmuş ve TEİAŞ bünyesinde

bulunan Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi tarafından yürütülen piyasa işletim faaliyetleri EPIAŞ'a devredilmiştir. Ayrıca 6446 sayılı kanun toptan ve perakende satışı tek bir başlığa toplamakta, tedarik ve üretim lisansına sahip şirketler toptan ve perakende satış gerçekleştirebilmektedir (Tatlı, 2018: 86)

Elektrik piyasasında gerçekleşen özelleşmelerle daha rekabetçi, şeffaf, arz güvenliği alanında kamuya daha az yük getiren bir yapı oluşturulması amaçlanmıştır. Kamu elektrik piyasası rolünü zamanla özel sektördeki oyunculara devretmiş ve piyasada meydana gelen aksaklığı giderebilmek için düzenleyici bir rol oynamaya başlamıştır. Bu özelleştirmelerin içindeki en önemli adım da TEDAŞ'ın üstlendiği dağıtım rolünü 21 farklı bölgeye ayırıp özelleştirilmesinin sağlanması olmuştur. Üretim alanında ise Şubat 2020 itibarıyla 968 tane özel sektör katılımcısı bulunmaktadır. Üretim faaliyeti gösteren kamu kuruluş sayısı ise 4'tür. Elektrik tedarik kısmında herhangi bir kamu kuruluşu bulunmazken, 148 tane özel sektör katılımcısı bulunmaktadır.

Tablo 2.1: Lisanslarına Göre Katılımcı Sayıları

Lisans Tipi	Kamu Kuruluşu (KIT)	Özel Sektör
Üretim	4	968
Tedarik	0	149
Dağıtım	0	21
OSB Üretim	0	1
İletim	1	0

Kaynak: RaporEpiaş (2020a).

Özelleşen piyasalarda ön plana çıkan önemli bileşenlerden birisi denetleme ve düzenleme kurullarıdır. Sağlıklı fiyat oluşumlarını sağlayabilmek için kamu tarafından bazı durumlarda çeşitli müdahaleler gerekli hale gelebilmektedir. Enerji piyasasında da bu rolü EPDK üstlenmektedir. Bu kurum haksız rekabetin önüne geçme, sağlıklı fiyat oluşumunu sağlama, piyasanın düzenli bir şekilde işletilmesini sağlama, manipülasyonlara karşı engel mekanizması oluşturabilme gibi koşulları yerine getirmektedir. EPDK'nın aksaklık durumunda çözüm sunma özelliği piyasada dengeli arz ve talep doğrularının oluşumuna katkı sağlamaktadır (Kaplan, 2016, s. 10).

2.2 Türkiye Elektrik Sektör Görünümü

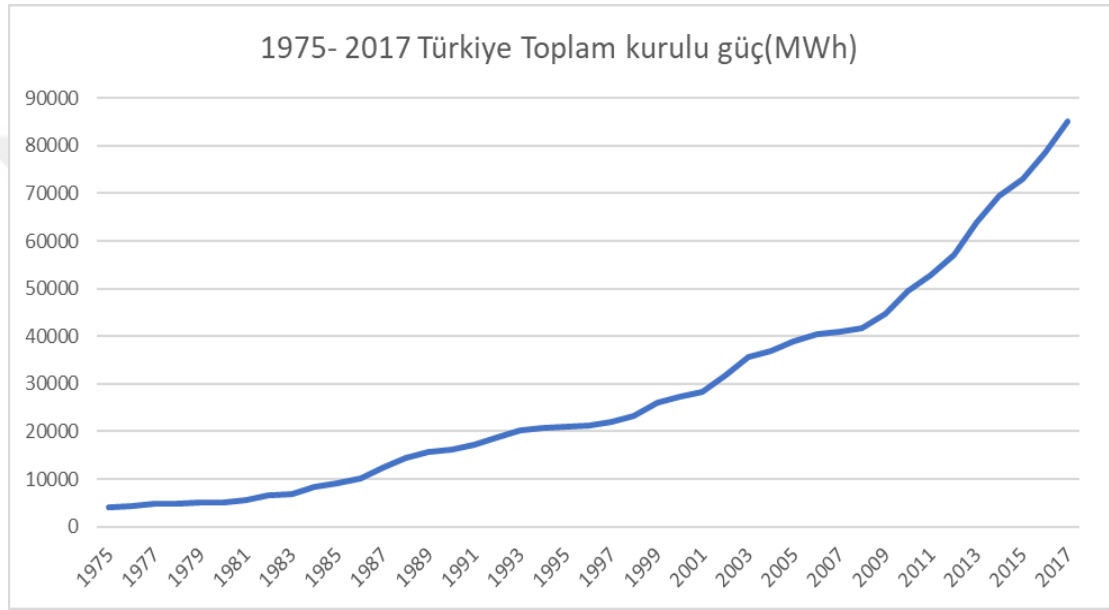
Türkiye’de elektrik üretiminde kömür, doğalgaz, hidroelektrik, güneş, rüzgar, jeotermal, biyokütle gibi kaynaklar bulunmaktadır. Türkiye’de doğalgaz rezervlerinin yetersizliği, elektrik talebinin yükseldiği dönemlerde enerji ithalatını arttırmaktadır. Bu noktada Türkiye’de enerji ithalatını azaltmak için, son zamanlarda yenilenebilir kaynaklara yatırımlar daha fazla ön plana çıkmaktadır. Elektrik üretiminde tek kaynağa bağımlılık riskleri arttıracığından ötürü kaynak çeşitliliği önem arz etmektedir. Türkiye’nin elektrik kurulu gücü incelendiğinde doğalgaz kaynakların toplam kurulu güç içindeki payı her geçen gün azalmaktadır. Yenilenebilir enerjiye verilen teşvikler elektrik sektöründe yenilenebilir kaynakların payını arttırmaktadır. Doğalgaz ve kömür gibi kaynakların payında ciddi artışlar olmasa da arz güvenliği için bu kaynaklarda da bazı teşvikler yer almaktadır. Ancak bu teşvik miktarları yenilenebilir kaynaklardaki teşvikler kadar yüksek değildir.

Türkiye elektrik piyasasında yaşanan en önemli problemlerden birisi de ülkenin doğusunda elektrik üretiminin fazla olmasına rağmen elektrik tüketiminin batıda fazla olmasıdır. Bu durum da iletim maliyetlerini arttırmaktadır. Gelecekte özelleştirmelerin devam etmesiyle birlikte son tüketicilere sağlanacak olan üretici rolü sistemin verimliliğine katkı sağlayacaktır. Aynı zamanda daha çok aktörün yer aldığı dağıtık yapılar elektriğin transferinden daha esnek yapıları oluşturacaktır. Bu durumda iletim zayıflarını engelleyebilecek ve daha sağlıklı fiyat oluşumunu gerçekleştirecektir.

Elektriğin depolanamama özelliğinden dolayı elektriğin üretildiği gibi kullanılması gerekmektedir. Tüketici tarafından baktığımızda tüketim talepleri zaman, mekân gibi değişkenlerden ötürü farklılıklar göstermektedir. Tüketimin ne kadar ve ne zaman yapılacağına dair belirsizlikler oluşturmaktadır. Bu noktada piyasanın dengede tutulması için elektrik talebi tahminlerinin doğruluğu piyasada önemli bir yer bulmaktadır. Elektrik talebine kısa dönemde iklim, tüketim zamanı gibi değişkenler etki ederken uzun dönemde ekonomik faktörler, nüfus dağılımı, enerji fiyatları ve teknolojik gelişmeler etki etmektedir (Özgül, 2018: 9).

2.2.1 Türkiye Elektrik Üretimi

Türkiye'nin elektrik kurulu gücüne baktığımızda ise yıllar içinde ciddi bir artış olduğu gözlemlenmektedir. 1970 yılında 4100 MW civarında olan kurulu güç 2017 yılında geldiğinde yaklaşık 88.550 MW'a ulaşmıştır (TÜİK, 2020). Teiaş'ın son yayınladığı Ocak 2020 kurulu güç raporuna göre Türkiye'deki elektrik kurulu gücü 91.341 MW olarak gerçekleşmiştir (TEİAŞ, 2020).



Şekil 2.1: 1975- 2017 Türkiye Toplam Kurulu Güç (MWh)

Kaynak: TÜİK (2020).

2018 yılında üretilen elektrik miktarı 304.801 GWh olarak gerçekleşirken bu üretimin, %37'si kömürden, %30'u doğalgazdan, yüzde %19,6'sı hidroelektrik kaynaklarından, %12'si ise yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmıştır (TÜİK, 2020). Son yıllarda enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için doğalgaz ve ithal kömür kullanılan santrallerden ziyade yenilebilir enerji yatırımlarına ağırlık verilmiştir. Son üç yıl içindeki yenilebilir kaynaklardan elektrik üretimi incelendiğinde de düzenli bir artış görülmektedir. Doğalgaz kullanımı ise 2016'dan 2017'e artış gösterirken bir yıl sonra düşüşe geçmiştir.

Tablo 2.2: Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Enerjisi Üretimi ve Payları

Yıl	Toplam (GWh)	Kömür (%)	Sıvı yakıtlar (%)	Doğalgaz (%)	Hidrolik (%)	Yenilenebilir Enerji ve Atıklar (%)
2016	274.408	33,7	0,7	32,5	24,5	8,6
2017	297.278	32,8	0,4	37,2	19,6	10,0
2018	304.802	37,2	0,1	30,3	19,7	12,7

Kaynak: TÜİK (2020).

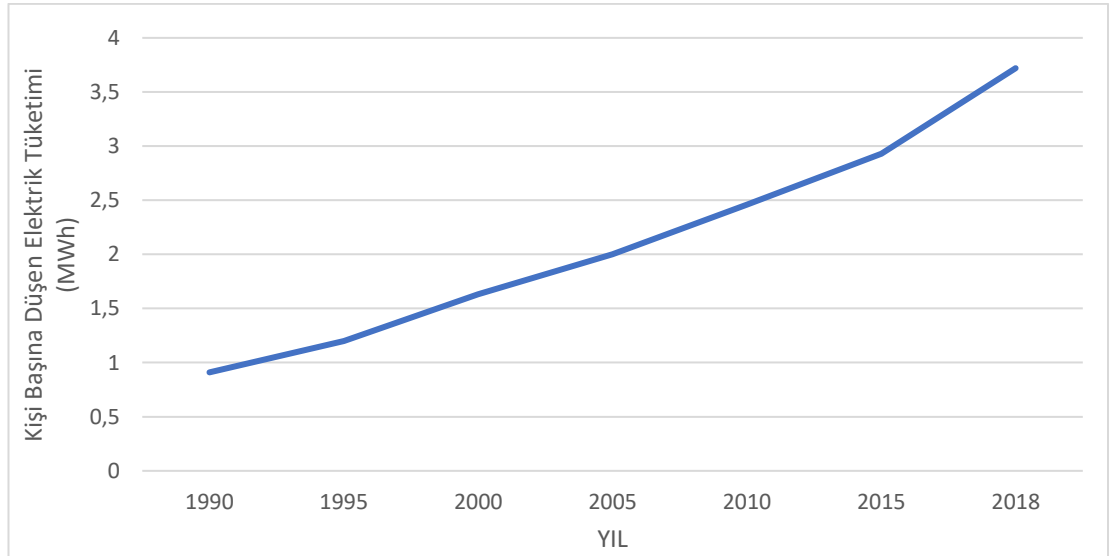
Toplam portföy içinde her geçen yıl yenilenebilir enerjinin payı artmaktadır. Yenilenebilir enerji alanında yatırımların artmasının arkasındaki en önemli nedenlerden birisi devlet tarafından yatırımlara verilen YEKDEM (Yenilenebilir Enerji Destekleme Mekanizması) teşvikidir. YEKDEM, 2005 yılında yürürlüğe girmiş olup 2015 yılına kadar devam edilmesi planlanmıştır. Ancak 2013 yılında yayınlanan yönetmelikle beraber bu süre 2020 yılına uzatılmıştır. YEKDEM’e dahil olan santrallere teşvikler başlangıçtan itibaren 10 yıl boyunca verilmektedir. Yenilenebilir kaynaklara sahip olan ve gerekli şartları yerine getiren katılımcılar bu sistemden yararlanabilmektedir. Bu sistemde devlet yenilenebilir kaynaklardan sağlanan elektrik üretimi için alım garantisi vermektedir. 2017 itibariyle YEKDEM’den faydalanan katılımcı sayısı 647’ye yükselmiştir (EnerjiBakanlığı, 2017). YEKDEM teşvik fiyatları USD (dolar) cinsinden gerçekleşmektedir. Hidroelektrik ve rüzgar santralleri için 7,3 dolar cent/kWh, Jeotermal için 10.5 dolar cent/kWh, biyogaz ve güneş için 13,3 dolar cent/kWh teşvik verilmektedir. Ayrıca santral kurulumunda yerli aksam kullanım oranına göre bu teşvik miktarları biraz daha yükselmektedir (YEKDEM, 2020). Ancak rüzgar, güneş gibi kaynakların üretim verimliliği tamamen hava durumuna bağlı olduğu için talebin yoğun olduğu saatlerde üretim yapamama ihtimalleri de mevcuttur. Arz güvenliği için üretimde portföyün çeşitlenmesi gerekmektedir. Bu yüzden 2018 yılında kömür, doğalgaz gibi termik santraller için kapasite mekanizması devreye girmiştir. Bu sistemle belirli bazı termik santrallere teşvikler verilmeye başlanmıştır. Bu sayede arz güvenliğinin sağlanması amaçlanmıştır. Kapasite mekanizmasıyla üretim yapan kömür ve doğalgaz

santrallerine MW başına ödeme yapılmaktadır. Bu fiyat ithal kömür, yerli kömür ve doğalgaz için değişmektedir.

Türkiye’de üretilen elektrik enerjisi kaynak bazında incelendiğinde de kömürdeki oran yüzdelik bazda yıllar içinde dalgalanmalar gösterse de 1970’e kıyasla 2017’de yakın oranlara sahiptir. Elektrik üretiminde doğalgaz kullanımı ise 2000’li yılların başında zirve yapmış olup 2015 yılında azalmaya geçmiştir. 2015 sonrası en çok artış yenilenebilir enerji tarafında olmuştur. 2017 yılında yenilebilir enerjiden elektrik üretimi toplam elektrik üretimi portföyünün %10’unu oluşturmuştur (TÜİK, 2020).

2.2.2 Türkiye Elektrik Talebi

1990 yılından günümüze kadar Türkiye’nin kişi başına düşen elektrik tüketimi incelendiğinde ciddi bir artış olduğu görülmektedir. Özellikle sanayi ve üretim kesiminde ihtiyaç duyulan elektrik miktarının artışı, elektrikle çalışan cihazların artışı gibi faktörler kişi başına düşen elektrik tüketiminin artışındaki en önemli etkindir. Ayrıca günümüzde sıkça bahsedilen elektrikli otomobillerin yaygınlaşması kişi başına düşen elektrik tüketimini daha da arttıracak, bu da beraberinde elektrik yatırımlarının artmasını zorunlu kılacaktır.

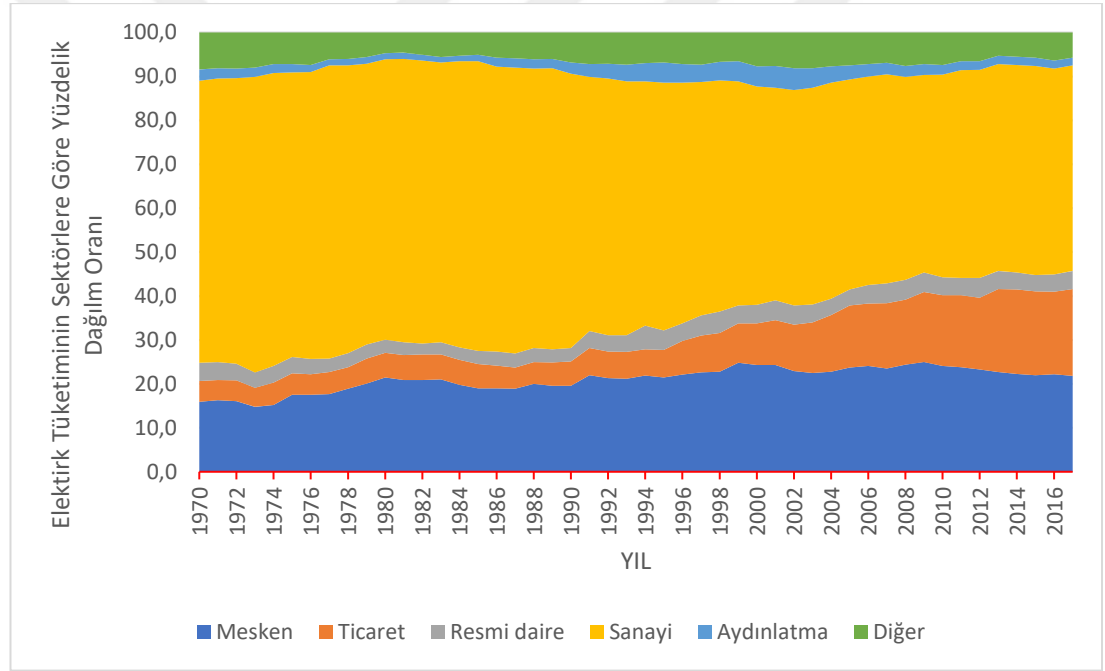


Şekil 2.2: Türkiye Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi (MWh)

Kaynak: IEA (2020).

Şekil 2.2’te görüldüğü üzere Türkiye’de kişi başına düşen elektrik tüketimi 2018 yılında yaklaşık 4 MW’lık bir tüketim olduğu gözükmemektedir. Artan nüfus, teknolojik gelişmeler, sanayi sektöründe elektrik tüketiminin artması gibi faktörler toplam elektrik talebini son yıllarda yükselten faktörler arasındadır. Gelişen teknoloji ile artış hızı geçmişe kıyasla daha da yükselmiştir.

Türkiye’nin elektrik talebi son 20 yılda sadece iki yıl düşmüştür. Bunlar 2001 ve 2009 yıllarıdır (TSKB, 2019). Bu yıllar ekonomik krizlerin yaşandığı yıllardır. Elektrik talebi, ekonomik göstergelerle doğru orantılı olduğu için, yaşanan ekonomik krizler elektrik talebini olumsuz etkilemektedir.



Şekil 2.3: 1990 – 2017 Türkiye Net Elektrik Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı

Kaynak: TUIK (2017).

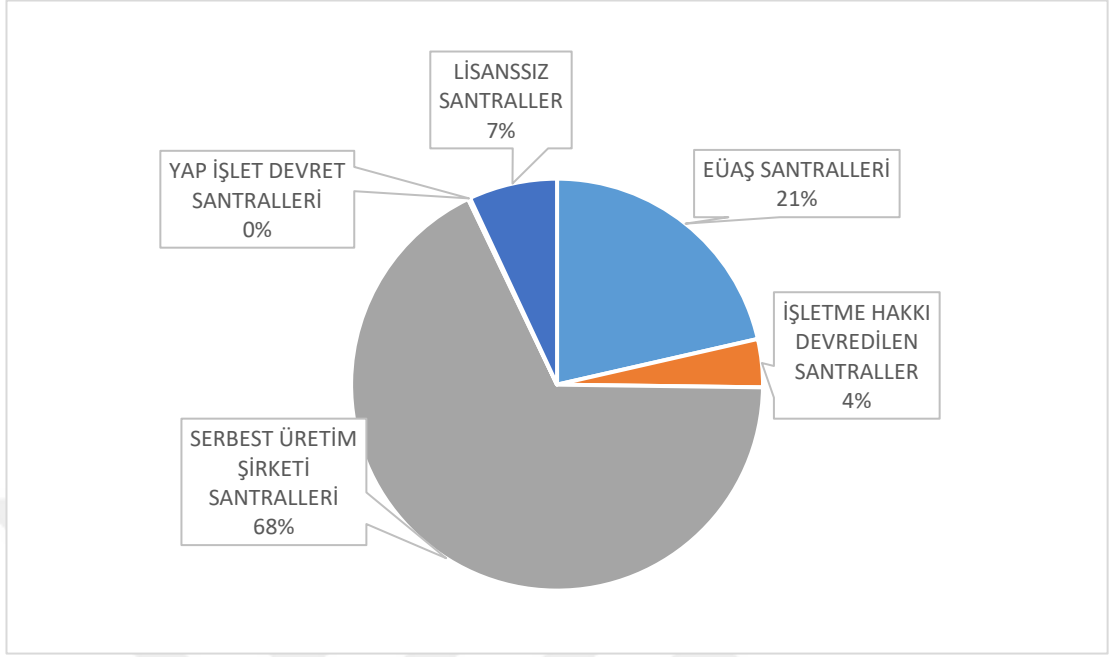
Net elektrik tüketiminin sektörel dağılımı incelendiğinde ise büyük çoğunluğu sanayi, ticarethaneler ve meskenler oluşturmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu’nun verilerine göre 2017 yılında sanayi grubun tüm grubun %46,8’ini oluştururken, meskenler %21’ini, ticarethaneler ise %19’unu oluşturmaktadır. Grafikte gözükten diğer grup ise tarım, hayvancılık, içme ve kullanma suyu pompaj tesislerinin tüketimini içermektedir. Tüketicilerin bu şekilde sınıflandırılmasında ki en büyük etken her bir grubun elektrik birim fiyatının farklı fiyatlandırma üzerinden

oluşturulmasıdır. EPDK tarafından ulusal tarife fiyatları belirlenmektedir. Bu fiyatlar abone gruplarına göre elektrik tarifelerindeki tavan fiyatları göstermektedir. Meskenlerdeki tarife sanayi ve ticarethane grubuna göre daha ucuzdur.

2.3 Türkiye Elektrik Piyasası Katılımcıları

Türkiye elektrik piyasasının özelleşmesiyle birlikte birçok oyuncu sektörde katılımcı haline gelmiştir. Elektrik üretiminden son kullanıcıya ulaşana kadar, üretim firmaları, iletim firmaları, dağıtım firmaları, tedarikçi firmalar ve tüketiciler olarak belirli oyuncular sisteme dahil olmuştur.

Türkiye’de elektrik üretimine bakıldığı zaman 91.341 MW Mw kurulu güç bulunmaktadır. Elektrik piyasasında özelleştirmelerle birlikte kamu üretimdeki ağırlığı azalıp yerini özel sektöre bırakmıştır. Güncel verilere göre kurulu güç, kuruluşlarına göre incelendiğinde toplam kurulu gücün büyük çoğunluğunu serbest üretim şirketleri oluşturmaktadır. Serbest üretim şirketlerinin toplam kurulu gücü 61.818 Mw olurken, portföyün büyük çoğunluğunu doğalgaz santralleri oluşturmaktadır. Kurulun gücün %21’ini kamu kuruluşu olan EÜAŞ santralleri oluşturmaktadır. Toplam 19.582 MW olan EÜAŞ portföyünün çoğunluğu 12.614 Mw ile hidroelektrik santralleri oluşturmaktadır (TÜİK, 2020)



Şekil 2.4: Türlerine Göre Türkiye Elektrik Kurulu Güç Dağılımı (MW)

Kaynak: TÜİK (2020).

Üretilen elektriklerin tüketim alanlarına taşınması için iletim hatlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde iletim hatlarının kontrolü ve hatlarla birlikte elektriğin tüketicilere taşınma işi TEİAŞ'ın kontrolündedir. İletim şirketleri elektriği kesintisiz bir şekilde dağıtıcılara sunmakla sorumludur. Elektriğin kesintisiz ve istikrarlı bir şekilde dağıtım şirketlerine ulaştırılması kritik bir durum olduğundan dolayı iletim şirketi kamu kontrolündedir. Elektrik iletiminde hatların taşıma kısıtından dolayı oluşan problemlere çözüm olabilmek için enterkonnekte hatlar oluşturulmuştur. Bu hatlar elektriğin üretimi ve tüketimi arasındaki dengeyi korumaktadır. Türkiye'deki enterkonnekte sisteminin merkezi Ankara'da bulunmaktadır. Aynı zamanda Türkiye'nin komşusu olan birçok ülkeyle de enterkonnekte hatlar mevcuttur. (Kaplan, 2016: 5). TEİAŞ ayrıca iletim hatlarının yatırımlarından ve yeni hatların planlanmasından, rekabet ortamına elverişli altyapı sağlamadan, acil durumlar karşısında alınacak önlemlerin belirlenmesinden sorumludur (DEK, 2018: 11). TEİAŞ aynı zamanda Dengeleme Güç Piyasası'nın ve Yan Hizmetler Piyasasının işletilmesinden de sorumludur.

İletim sistemlerinin bileşenleri, iletim hatları ve iletim trafo merkezi olarak tanımlanmaktadır. İletim hatları çok yüksek gerilim ve yüksek gerilim olarak

ayrılmaktadır. Çok yüksek gerilimin gerilim seviyesi 380 kV, Yüksek geriliminde 154 kV olarak belirlenmiştir (Ünal, 2007: 110).

Elektriği son kullanıcılara ulaştırmak için araya dağıtım şirketleri girmektedir. Özelleştirmelerden önce dağıtım görevi kamu kuruluşu olan TEDAŞ tarafından yürütülmüştür. Özelleştirmelerle birlikte dağıtım şirketleri 21 bölgeye ayrılarak özel sektöre devredilmiştir. Türkiye’de şu an 21 tane farklı dağıtım şirketi bulunmaktadır ve bunların hepsi farklı bölgelerdeki dağıtım görevini üstlenmektedir. Özelleştirmeyle birlikte özel sektörün görev ve sorumluluk alanı genişlemiştir.

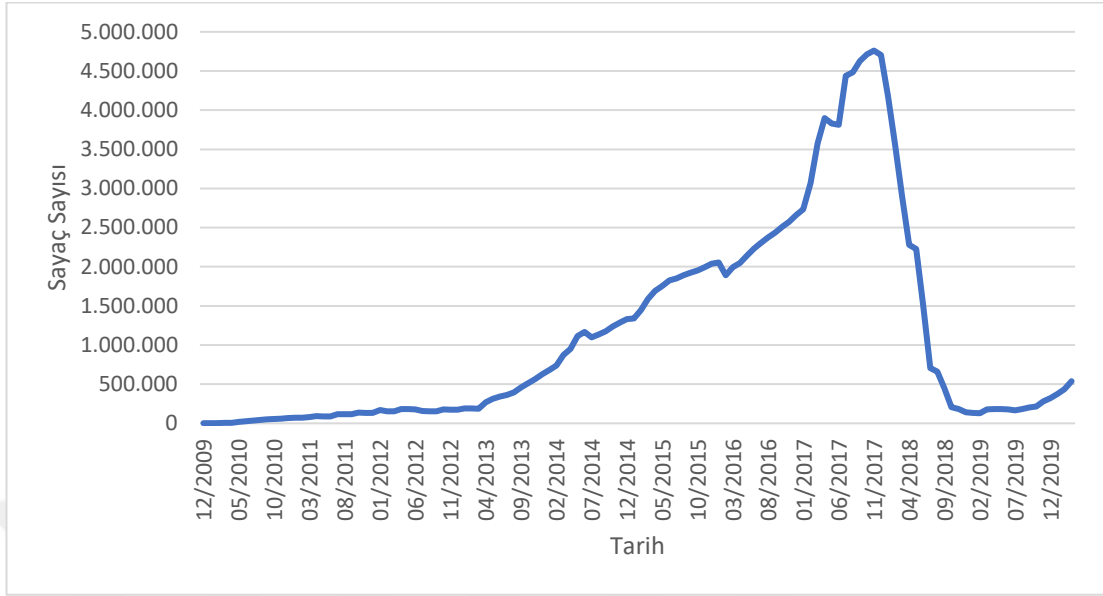
Dağıtım lisansına sahip olan firmalar, o bölgedeki elektrik dağıtımından sorumludur. Dağıtım firmalarının sorumlulukları arasında;

*dağıtım yatırım planlarının yapılması,

*dağıtım tesislerinin kurulması ve gerekli iyileştirilmelerin yapılması,

*sistem bakım ve onarımının yapılması

*bulundukları bölgede başka tedarikçiden elektrik tedarik etmeyen tüketiciler için perakende satış lisansı alınıp, bu tüketicilere hizmet verilmesi gibi maddeler yer almaktadır (DEK, 2018: 13-14).



Şekil 2.5: Aylık Serbest Tüketici Sayaç Sayısı (Adet)

Kaynak: (RaporEpiaş, 2020)

Tüketiciler kısmına bakıldığında bu grup serbest tüketiciler ve serbest olmayan tüketiciler olarak iki kısma ayrılmaktadır. EPDK tarafından belirlenen yıllık enerji tüketim alt limitinin üstünde kalan tüketiciler serbest tüketici olarak adlandırılmaktadır. 2020’de serbest tüketici alt limiti 1400 kWh olarak belirlenmiştir. Serbest tüketici limitinin altında elektrik tüketimi olan veya elektrik tüketimi bu limitin üstünde olmasına rağmen bu hakkı kullanmayan kişiler de serbest tüketici olmayan kişiler olarak sınıflandırılmaktadır. Şubat 2020 itibariyle serbest tüketici sayısı 434.286’dır (RaporEpiaş, 2020). Serbest tüketici olmayan tüketiciler, elektriği EPDK’nın yayınladığı ulusal tarife üzerinden almaktadır.

Şekil 2.5’de Serbest tüketici sayaç sayısı görünmektedir. Serbest tüketici sayısı 2017 yazına kadar hızlıca artarken 2017 yılında artan elektrik maliyetlerinden ötürü sayı azalmaya başlamıştır. 2017’de yükselen elektrik fiyatlarından dolayı birçok tüketici görevli tedarik şirketleriyle yollarına devam etmişlerdir. Böylece serbest tüketici sayısı hızlıca düşmüştür. Ancak 2019 yılı itibariyle serbest tüketici sayısı tekrardan artışa geçmiştir.

Elektrik piyasasında piyasa düzenleyici rolünü EPDK üstlenmektedir. EPDK elektrik sektöründe; üretim lisansı verme, serbest tüketici limitlerinin tanımlanması, elektrik ulusal tarifenin yayınlanması gibi görevleri mevcuttur (Atmaca, 2017: 60).

2.4 Türkiye Elektrik Ticareti

Türkiye’de elektrik ticareti spot piyasalar, ikili anlaşmalar ya da Borsa İstanbul bünyesinde bulunan Vadeli İşlemler ve Opsiyon Piyasası yoluyla yapılabilmektedir. Spot piyasalardan Gün Öncesi Piyasa ve Gün İçi Piyasa EPIAŞ’ın kontrolünde bulunurken, Dengeleme Güç Piyasası ise TEİAŞ’ın kontrolünde bulunmaktadır. Elektrik piyasasında ikili anlaşmalar ise tezgah üstü piyasalarda gerçekleşmektedir. Borsa İstanbul bünyesinde gerçekleşen Vadeli işlemlerde ise herhangi bir fiziksel teslimat söz konusu değildir. EPIAŞ elektrik piyasasında vadeli fiziksel elektrik ticaretini gerçekleştirmek için çalışmalara başlamış olup, bu piyasayı 2020 sonunda devreye almayı planlamaktadır.

2.4.1 Spot Piyasalar

Spot piyasalar, finansal varlıkların şeffaf bir yapı çerçevesinde oluşan piyasa fiyatı üzerinden değişiminin sağlandığı ortamlardır (Kaplan, 2016: 20). EPIAŞ’ın kontrolü altında sistemdeki dengesizliği azaltmak için Gün Öncesi Piyasa (GÖP) ve Gün İçi Piyasası (GİP) kurulmuştur. Gün içindeki dengesizliklerin giderilmesi içinse sistem işletmecisi olan TEİAŞ’ın kontrolü altında Dengeleme Güç Piyasası bulunmaktadır.

2.4.1.1 Gün Öncesi Piyasası

Gün öncesi piyasalar, fiziki teslimatın yapıldığı günden bir gün önce işlemlerin yapıldığı piyasadır. Gün öncesi piyasa (GÖP) saat 00.00’den başlayıp ertesi gün saat 00.00’a kadar devam eden zaman dilimini kapsamaktadır. GÖP’te fiyat günlük olarak ve her bir saat için ayrı olarak belirlenmektedir. Saat 12.30’a kadar piyasa katılımcıları bir sonraki güne ait tekliflerini piyasa işletmecisine bildirmektedir. Bildirilen teklifler piyasa işletmecisi tarafından saat 12.30 ile 13.00 arasında değerlendirilmektedir. Teyit edilen teklifler günün her bir saatine ait piyasa takas fiyatını ve eşleşme miktarları oluşturmaktadır. Teklif miktarları Lot cinsinden belirlenmekte ve 1 Lot=0,1 MWh

olarak belirlenmiştir (Çetintaş & Bicil, 2015: 13). Piyasa Takas Fiyatı (PTF) elektrik piyasasında referans fiyatı olarak kabul edilmektedir. Eşleşme sonucu bir sonraki gün için oluşan PTF değerleri saat 14:00'te yayınlanmaktadır. Saat 14.00'ten sonra da GÖP işlemleri biterek Dengeleme Güç Piyasası için işlemler başlamaktadır.

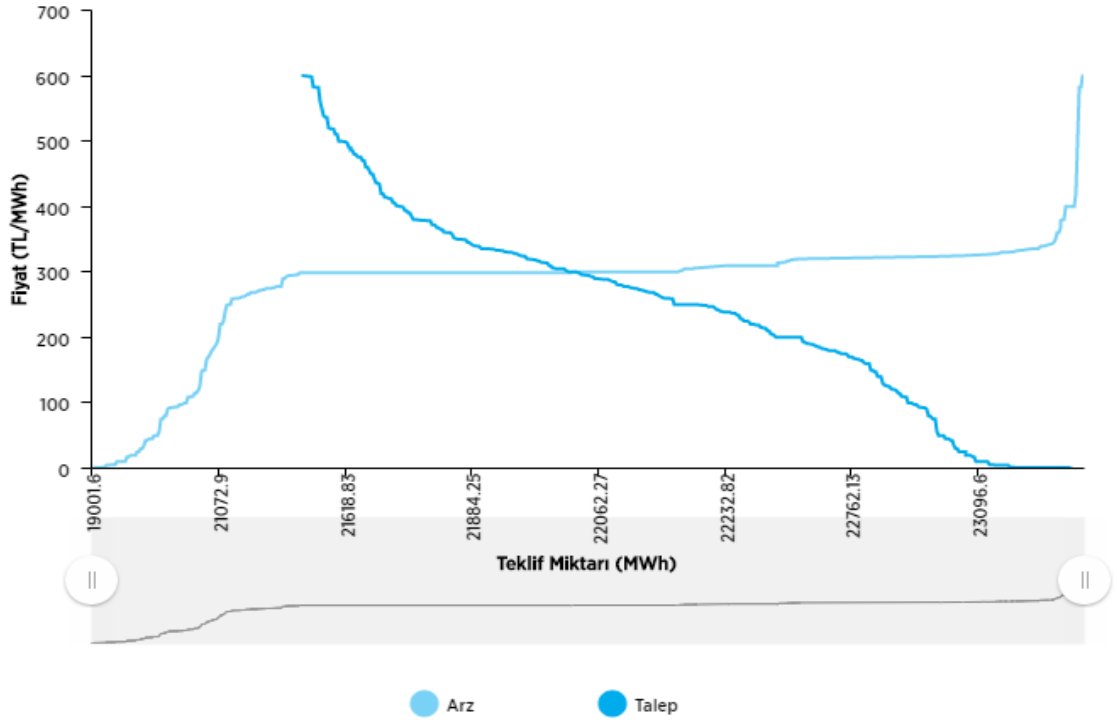
GÖP katılımcılarına gün öncesinden elektrik alış satışı yapma imkanı sunmaktadır. Ayrıca elektrik depolanamadığı için elektrik üretiminin ve tüketiminin önceden planlanması gerekmektedir. Gün öncesi piyasalarda TEİAŞ'ın iletim sisteminde dengeli bir şekilde yönetebilmesi için büyük avantaj sağlamaktadır.

GÖP'te fiyat teklifleri saatlik teklif, blok teklif ve esnek teklif olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır. Teklifler alış ve satış yönünde verilebilmektedir. Saatlik teklifte ertesi gün içinde her bir saate tek tek miktar ve fiyat girilerek yapılan tekliflerdir. Saatlik tekliflerde, en fazla alış yönü 32, satış yönü 32 adet teklif olmak üzere toplamda 64 adet teklif girilebilmektedir. Blok teklifte ise birden çok saat dilimini kapsayacak şekilde verilen tekliflerdir. Blok teklif en az 3 saat en fazla 24 saati kapsayacak şekilde oluşturabilmektedir. Blok teklifler için kısmi kabul uygulanmamaktadır. Blok teklifin girildiği miktarın hepsi kabul edilecek ya da reddedilecektir. Esnek teklifte ise, teklif belirli bir zaman aralığında, belirli bir teklif süresi için değişebilen miktarlardan oluşan tekliflerdir. Bu miktarlar tek bir fiyat bilgisinden oluşmaktadır. Bu teklifler 8 ile 24 saat aralığını kapsamaktadır (Epiaş, 2016).

Piyasadaki tüm teklifler Türk Lirası cinsinden yapılmaktadır. Epiaş tarafından girilen teklifler minimum 0 TL/MWh, olarak sınırlandırılmaktadır. Maksimum limit ise 2020 öncesinde 2000 TL/MWh olarak gerçekleşmektedir. Piyasa katılımcıları burada alacakları veya satacakları 1 MW elektrik için 0 – 2000 TL arasında fiyat teklifi girmeleri gerekmektedir.

Referans fiyatının GÖP'te oluşmasından ötürü daha sağlıklı bir fiyat oluşumunun sağlanabilmesi için GÖP hacminin artması gerekmektedir. Oluşturulan elektrik piyasasıyla birlikte ikili anlaşmalardan GÖP'e geçişler gözlemlenebilmektedir. Zamanla artan GÖP hacmi de bu piyasada oluşan PTF'yi hem ikili anlaşmalar için hem de türev piyasalarında gerçekleşen elektrik ticaretinde referans fiyat konumuna getirmiştir.

Gün öncesi piyasada her bir piyasa katılımcısı saatlik olarak verdikleri tekliflerle toplam arz ve talebin kesiştiği noktalarda PTF oluşmaktadır. Şekil 8’de 11.03.2020 tarihinde saat 13.00’te her fiyat noktası için toplam arz ve talep teklif miktarları görülmektedir. Bu saatin PTF’si arz ve talep doğrularının kesiştiği nokta yani 299,99 TL çıkmıştır. Fiyatın oluştuğu noktada toplam işlem miktarı yaklaşık 22.000 MWh’tir. Grafiğe bakıldığında yaklaşık 19000 MWh’lik kısmın fiyatı 0 TL olarak görülmektedir. Bunun sebebi bazı santraller fiyattan bağımsız satış teklifi girmektedir. Fiyattan bağımsız alış ve satışlarda kademeli fiyatlar girilmemekte olup, fiyat ne çıkarsa çıksın aynı miktar arz veya talebin olduğu tekliflerdir. YEKDEM mekanizmasına dahil olan santraller genellikle fiyattan bağımsız satış teklifi girmektedir. Örneğin; YEKDEM’e dahil bir rüzgar üretim santrali saat 13.00 için 5 MWh üretim yapacağını düşünüyorsa, fiyat 0 TL çıksa da 600 TL çıksa da için 5 MWh üretim yapacağını söylemektedir.



Şekil 2.6: Gün Öncesi Piyasa 11.03.2020 Saat 13:00 Fiyat Oluşumu

Kaynak: ŞeffaflıkPlatformu (2020).

Maksimum fiyat olan 600 TL içinde yaklaşık 21.500 MWh talep oluşmasının sebebi de tedarikçi firmaların fiyattan bağımsız alış teklifi vermeleridir. Tedarikçi

firmalar fiyattan ziyade portföyündeki müşterilerin tüketim miktarı kadar piyasadan elektrik alımı yapmayı öncelik olarak seçtiği için genellikle bu yöntem seçilmektedir. Böylelikle dengesizliklerini daha kontrollü yönetebilmektedirler.

2.4.1.2 Gün İçi Piyasası

Gün içi piyasalarda, gün öncesi piyasalarda dengesizliğe düşen portföylere düzeltme imkânı sunmaktadır. Gün içi piyasalar (GİP), üretimde veya tüketimde meydana gelen problemler ve dengesizlikten ötürü portföylerde oluşan eksik veya fazla olan elektriğin ticaretine olanak sağlamaktadır. Ayrıca GİP katılımcılara arbitraj imkânı da sunabilmektedir. Katılımcılar Gün Öncesi Piyasalarda satamadıkları kapasiteleri bu piyasada satmaları mümkündür. Özellikle rüzgâr, güneş gibi yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektriğin tahmininin gün öncesinden yapılması zor olabilmektedir. Gün içi piyasalar, yenilenebilir kaynaklardan üretim sağlayan katılımcılar için önemli bir rol oynamaktadır. Üretimde yenilenebilir kaynakların artması gün içi piyasasındaki hacmi de arttırmaktadır. GİP sadece yenilenebilir kaynaklar için önem arz etmeyip aynı zamanda yaşanan arızalar, rezerv miktarının yetersizliği gibi durumlarda da katılımcılara portföylerini dengeleme imkânı sunmasıyla önemli bir rolü üstlenmektedir. Gün içi piyasalarda teklifler bir saat sonrası için geçerlidir. Son teklif verme işlemi işlemin yapılacağı saatten bir saat önce sonlanmaktadır. Bu piyasa da katılımcıların dengesizliklerini ortadan kaldırmak için ihtiyacı olan miktarları alış ve satış teklifleri olarak girebilmektedir. Katılımcılar teklifleri istediği miktarda girebilmekte, girilen alış ve satış teklifleri burada PTF'nin üstünde veya altında gerçekleşebilmektedir. GİP'te işlemlerin gerçekleşebilmesi için girilen teklifler kabul edecek zıt yönlü başka bir katılımcının teklifine bağlıdır. Tekliflerin alıcı veya satıcı bulamadığı durumlar da olabilmektedir.

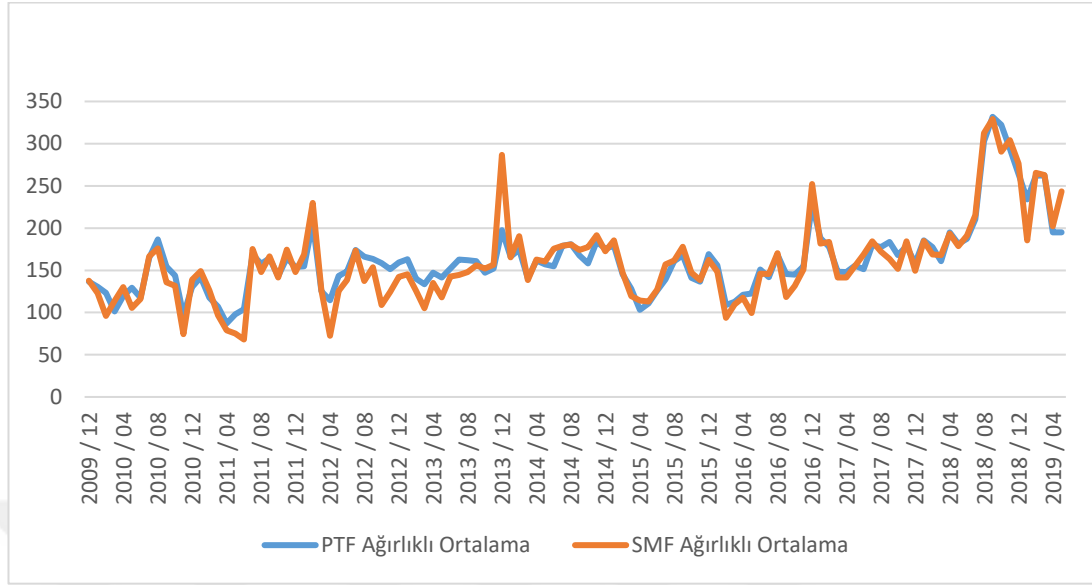
GİP' te de GÖP'te olduğu gibi 1 lot = 0,1 MWh üzerinden işlemler gerçekleşmektedir. Saat 18.00'ten sonra Gün içi piyasada bir sonraki güne ait kontratlar görülebilmektedir. Kontratlar saatlik olup, tüm işlemler saatlik bazda yapılmaktadır. Her kontrat için işlem yapmak isteyen alıcılar ve satıcılar istedikleri miktar için fiyat tekliflerini girmektedir. Fiyat ve miktarın eşleştiği noktalarda işlem gerçekleşmiş olur. Girilen miktarlar parçalı olarak da alınıp satılabilmektedir. Örneğin; alıcı, 20 lotluk satış teklifinin sadece 10 lotunu satıcının belirlediği fiyattan

alabilmektedir. Gün içi piyasasında saatlik teklifin yanında blok teklifler de vardır. Blok tekliflerde girilen miktarlar parçalanmamaktadır.

2.4.1.3 Dengeleme Güç piyasası

Üretim gerçekleştiren santrallerde meydana gelen aksaklıklar, tüketimi yüksek olan firmaların bir anda çalışmasını durdurması, hava durumunda oluşan belirsizlikler, iletim sorunları gibi nedenler arz ve talep dengesini değiştirebilmektedir. Bu durumlarda dengesizliği son çözüme merceği olarak Dengeleme Güç Piyasası (DGP) devreye girmektedir (Kaplan, 2016: 21). Gerçek zamana en yakın ticaretin gerçekleştiği piyasa Dengeleme Güç Piyasası'dır. Piyasada oluşan enerji fazlası veya enerji açığından kaynaklanan dengesizliği gidermek son başvuru mercii olarak düşünülmektedir. Özellikle üretimini kontrol etme imkânı bulunan doğalgaz, kömür, rezervuarlı hidroelektrik santralleri gibi santraller yük atma veya yük alma emirleri doğrultusunda bu piyasada işlem yapabilmektedir. Yük alma talimatı sistemde açık olduğunu ve santrallerin üretimi arttırması gerektiğini simgelemektedir. Yük atma ise elektrik üretiminin fazla olduğunu ve bazı santrallerin üretimini durdurması gerektiğini göstermektedir. Bu iki işlemin kısa bir sürede gerçekleşmesi gerektiği için bu piyasada daha esnek katılımcılar yer almaktadır. 15 dakika içinde 10 MW yük alabilen ve yük atabilen santraller DGP'ye tabii olabilmektedir.

Dengeleme güç piyasası spot piyasalar arasında gerçek zamana en yakın piyasadır. Elektrikte üretim ve tüketim tahmini gerçek zamanla tam olarak eşleşirse dengeleme güç piyasasına ihtiyaç kalmaz. Ancak böyle bir durum oldukça zordur. Gün öncesi ve gün içi piyasalarda tahminler her ne kadar gerçek tüketime yaklaşırsa da tam olarak eşleşmemektedir. Dengeleme güç piyasası saat 14.00'te gün öncesi piyasa kapandıktan sonra açılmaktadır. Dengeleme güç piyasası katılımcıları saat 14.00 ve 16.00 arası yük alma ve yük atma miktarlarını fiyatlarıyla birlikte sisteme girerler. Yük al ve yük at talimatları sonucunda ise Sistem Marjinal Fiyat (SMF) oluşmaktadır. Saat dilimi içerisinde üretim ve tüketim dengesinde bozulmalar yaşanmazsa SMF PTF'ye eşit olmaktadır. Verilen yük alma talimatları sistemdeki enerji açığını en düşük maliyetle karşılamak için en düşük fiyattan en yüksek fiyata doğru sıralanmaktadır. Diğer taraftan yük atma teklifleri ise piyasa da oluşan enerji fazlası durumunda yük alma işleminin tam tersi şeklinde gerçekleşmektedir.



Şekil 2.7: 2009 Aralık- 2019 Nisan Arası Aylık Bazlı PTF ve SMF Ağırlıklı Ortalama

Kaynak: ŞeffaflıkEpias (2019).

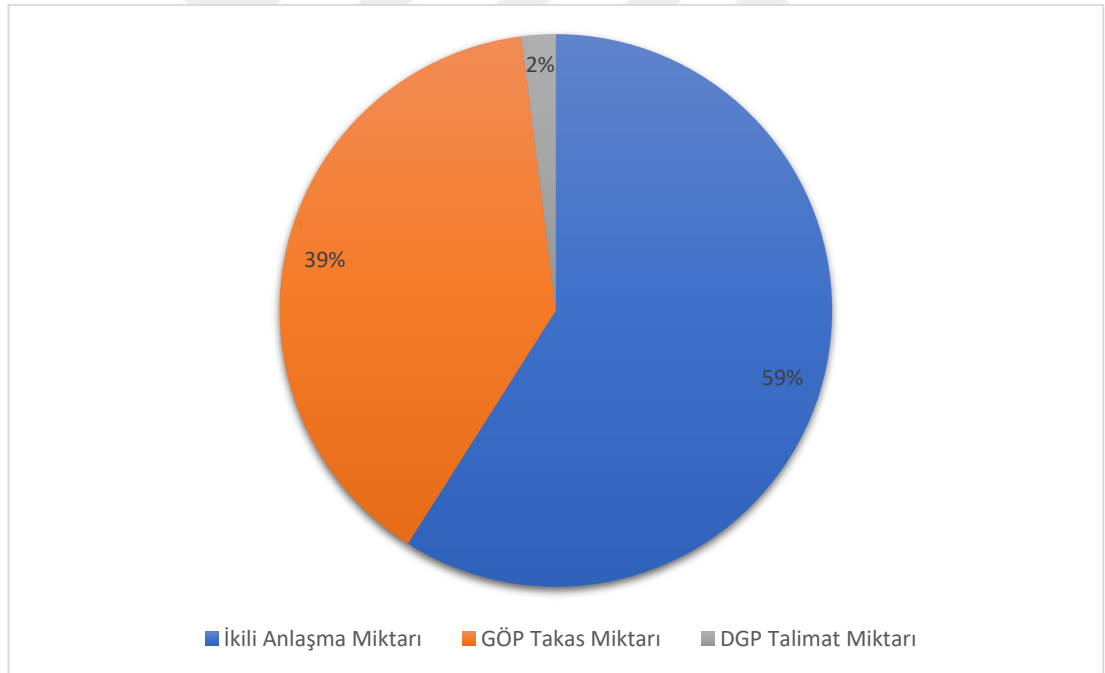
Şekil 9’da Sistem Marjinal Fiyat ve Piyasa takas fiyatı grafiği gösterilmiştir. Genelde PTF ve SMF değerleri birbirine yakın çıkmaktadır. PTF ve SMF’nin eşit çıktığı saatlerde piyasa dengede çıkmaktadır. Ancak sistemde verilen talimatlar her zaman yerine getirilememektedir. Eğer yük al talimatları yük at talimatlarından fazlaysa sistemde enerji açığı oluşur. Yük at talimatları yük al talimatlarından fazla ise sistemde enerji fazlası oluşmaktadır. SMF ve PTF arasındaki makasın açılması piyasa katılımcılarına dengesizlik olarak yansımaktadır. Bu yüzden piyasa katılımcıları yaptıkları tahminleri devamlı geliştirmeye çalışmaktadır.

2.4.2 Tezgahüstü Elektrik Ticareti

Tezgahüstü piyasalar organize bir piyasa tarafından işletilmeyen, katılımcılara fiziksel veya finansal işlemler yapmasına imkan sağlayan piyasalardır. Bu piyasalar merkezi bir kuruluş tarafından yönetilmemektedir. Piyasa katılımcıları kendi aralarında belirledikleri miktar ve fiyat çerçevesinde işlemler gerçekleşmektedir. İkili anlaşmalar, teslimatı ileri vadeli olan ve vadesi başlamadan önce miktarı ve fiyatı belirlenen anlaşmalardır. Sözleşme şartları tamamen alıcı ve satıcı tarafından belirlenmektedir.

Tezgahüstü piyasalarda işlemler, broker aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bu işlemler organize bir piyasada olmadığı için tüm katılımcılar zorunlu olarak kabul etmesi gereken sözleşmeler yoktur. Bu yüzden de organize piyasalara kıyasla bazı riskler taşımaktadır.

İkili anlaşmalar fiziksel ve finansal olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Fiziksel anlaşmalarda fiziksel elektrik teslimatı söz konusu olurken finansalda herhangi bir teslimat gerçekleşmemektedir. Piyasa katılımcıları yapılan fiziksel teslimatlı ikili anlaşmaların miktarlarını EPIAŞ'a bildirmek zorundadır. İkili anlaşmalarda Gün öncesi piyasada olduğu gibi saatlik olarak bildirimi yapılmaktadır. Tarafların alış ve satış olarak aynı miktarda girdiği teklifler sonucu anlaşma geçerli olarak kabul edilmektedir. İkili anlaşmalar en fazla 60 gün sonrasına kadar bildirilmektedir (Atmaca, 2017: 67).



Şekil 2.8: Şubat 2020 Fiziksel Elektrik Piyasa Hacimleri

Kaynak: RaporEpiaş (2020).

Şubat 2020 yılında yapılan fiziksel elektrik ticaretine bakıldığında bu işlemlerin %59'u gün öncesi piyasada gerçekleşmiştir. %39'u ikili anlaşma yoluyla gerçekleşirken, %2'si de dengeleme güç piyasası talimatlarıyla gerçekleşmiştir.

Organize piyasaların kurulması ve yaşanan gelişmelerle toplam ticaretteki ikili anlaşma payı azalmaya başlamıştır.

Elektrik üreticisi ve tüketicisi kendi aralarında süresi, başlangıç tarihi gibi unsurların değişiklik göstereceği fiziksel sözleşmeler yapabilmektedir. Bu sözleşmeler alıcı ve satıcı için sadece bu iki tarafın belirleyeceği şekilde gerçekleşir. Bu piyasada katılımcılar spot piyasalardaki fiyatlardan bağımsız bir şekilde kendi aralarında fiyatlar belirleyebilmektedir. Piyasa katılımcıları ikili anlaşmalarla, fiyat dalgalanmalarına karşı kendilerini koruyabilmektedir. Özellikle ikili anlaşmalar uzun dönemde meydana gelebilecek olan ani fiyat hareketlerine karşı riski minimum seviyelere indirebilmektedir.

2.4.3 Vadeli İşlemler ve Opsiyon Piyasası

Elektrik ticaretinin gerçekleştiği bir başka piyasa ise Borsa İstanbul tarafından organize edilen Vadeli İşlemler ve Opsiyon Piyasası'dır. VİOP'un tezgahüstü piyasadan farkı, işlemlerin organize bir piyasada işlem görüyor olmasıdır. VİOP'ta sözleşmeler standart olup, yapılan işlemler takas kurumu tarafından garanti altına alınmaktadır. Organize piyasalar bu yönüyle tezgahüstü piyasalara kıyasla piyasa katılımcılarına daha fazla güven vermektedir. VİOP'ta pay vadeli işlem sözleşmeleri, endeks vadeli işlem sözleşmeleri, Dolar TL vadeli işlem sözleşmeleri, altın vadeli işlem sözleşmeleri gibi sözleşmeler işlem görmektedir. VİOP'ta enerji ürünü olarak sadece elektrik sözleşmeleri işlem görmektedir. Ancak VİOP'ta elektrik sözleşmelerin hacmi diğer ürünlere kıyasla daha küçüktür. Tablo 2.3'de Ocak 2020 dönemi Vadeli İşlemler ve Opsiyon piyasasında işlem gören sözleşmelerin hacimleri gösterilmiştir. En çok hacim Endeks sözleşmelerinde görünürken ardından pay vadeli işlemler gelmektedir. Elektrik vadeli işlemlerin hacmi ise 537.634.668 TL olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 2.3: Ocak 2020 Borsa İstanbul Vadeli İşlemler ve Opsiyon Piyasası Sözleşme Hacmi

Sözleşme Türü	İşlem Hacmi (TL)
Endeks Vadeli İşlem Sözleşmeleri	213.285.582.765
Döviz Vadeli İşlem Sözleşmeleri	30.646.018.820
Elektrik Vadeli İşlem Sözleşmeleri	537.634.668
Kıymetli Madenler Vadeli İşlem Sözleşmeleri	3.968.125.886
Pay Vadeli İşlem Sözleşmeleri	77.099.747.192
Endeks Opsiyon Sözleşmeleri	31.106.406
Pay Opsiyon Sözleşmeleri	1.966.829.860
Döviz Opsiyon Sözleşmeleri	1.851.929.100

Kaynak: BİST (2020).

Elektrik spot piyasalarda fiziki teslimatlı ürünlerin ticareti yapılırken, VİOP'ta elektrik için fiziksel bir teslimat içermeyen ürünler işlem görmektedir. Türev piyasalarında elektrik ticaretinde oluşacak olan fiyat ve miktar önceden belirlenip sabitlenmektedir. İleri bir tarihte gerçekleşecek olan elektrik ticareti için önceki bir tarihten fiyat ve miktar belirlenmektedir. Riski minimize edebilmek için fiziksel elektrik ticaretinin dışında türev piyasalar belirsizlikleri ortadan kaldırması yönüyle finansal koruma aracı olarak kullanılmaktadır.

VİOP'ta elektrik sözleşmeleri aylık baz yük elektrik, üç ay (çeyreklik) baz yük ve yıllık baz tük elektrik olmak üzere üç farklı türü mevcuttur. Sözleşmelerde ilgili aydaki saat sayısı üzerinden hesaplanmaktadır. Minimum fiyat adımı 0,10 TL'dir. Vade ayındaki saat ile 0,1 MWh'in çarpımıyla sözleşmenin büyüklüğü hesaplanmaktadır (VİOP, 2018: 11). Örneğin ilgili ayın 30 gün olduğunu varsayarsak 30x24x0,1'den sözleşme büyüklüğü 72 MWh olarak hesaplanacaktır. Ayrıca VİOP yapılan işlemlerde vade tarihine kadar beklenebilir ya da vade tarihinden önce pozisyon kapatılabilmektedir. Vade tarihine kadar beklenen işlemlerde, piyasa işletmecisi tarafından açıklanan ilgili ayın PTF'nin aylık aritmetik ortalaması alınır. PTF aritmetik ortalaması ile VİOP sözleşmesi arasında fark katılımcıya kar veya zarar olarak yansımaktadır.

VİOP'ta işlem yapabilmek için gerekli teminatın yatırılması gerekmektedir. Pozisyonun açık kaldığı süre boyunca teminat miktarı başlangıç seviyesinin üzerinde olmak zorundadır. Pozisyonlardan elde edilen kar ve zararlar da gün sonunda uzlaşma fiyatına göre hesaba yansıtılmaktadır (VİOP, 2018: 12). Oluşan zarar sonucunda başlangıç teminatının yetersiz kaldığı durumlarda, yatırımcılara teminatı tamamlama çağrısı yapılmaktadır.

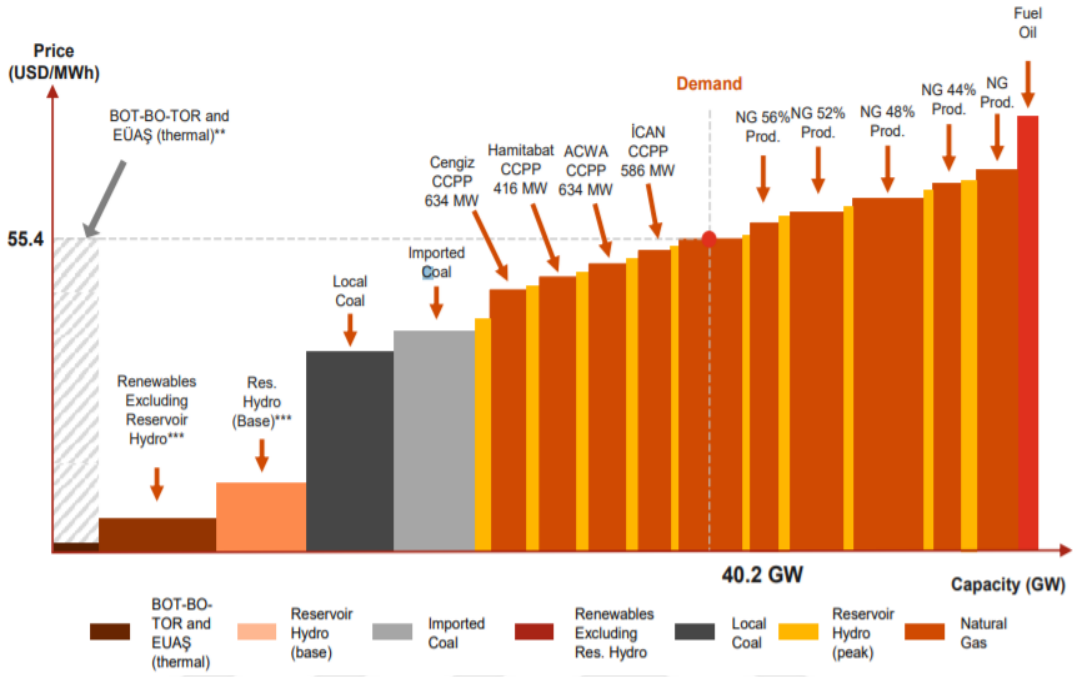
Ülkemizde fiziksel teslimatlı ileri vadeli işlem yapılan bir piyasa bulunmamaktadır. Ancak EPIAŞ vadeli elektrik piyasasıyla ilgili çalışmalara başlamış olup, 2020 sonunda bu piyasası hizmete açacağını duyurmuştur (EpiaşDuyuru, 2019).

2.5 Türkiye Elektrik Ticaretinde Spot Fiyatı Etkileyen Faktörler

Epiaş tarafından işletilen elektrik piyasasında Piyasa Takas Fiyatı (PTF) ve Sistem Marjinal Fiyatı (SMF) olmak üzere iki fiyat oluşmaktadır. Gün öncesi piyasada katılımcıların verdiği teklifler değerlendirilip sıralanır. Bu piyasaya girilen alış ve satış emirleriyle birlikte arz ve talep eğrileri oluşturulur. Arz ve talep eğrisinin kesişim noktası PTF'yi oluşturmaktadır. PTF için 0 ve 2000 TL olmak üzere alt ve üst limit belirlenmiştir. Gün öncesinden satış ve alış tarafından girilen teklifler bu aralık içinde girilmektedir.

Piyasa katılımcıları ticaretlerini gün öncesi piyasadan yapabildiği gibi ikili anlaşmalar yoluyla da yapabilmektedir. İkili anlaşmalarla yapılan işlemlerde miktar kısmı EPIAŞ'a bildirilirken fiyat bilgisi taraflar arasında kalmaktadır.

Representative Merit Order as of July 18, 2019 at 16:00 (USD/MWh)*

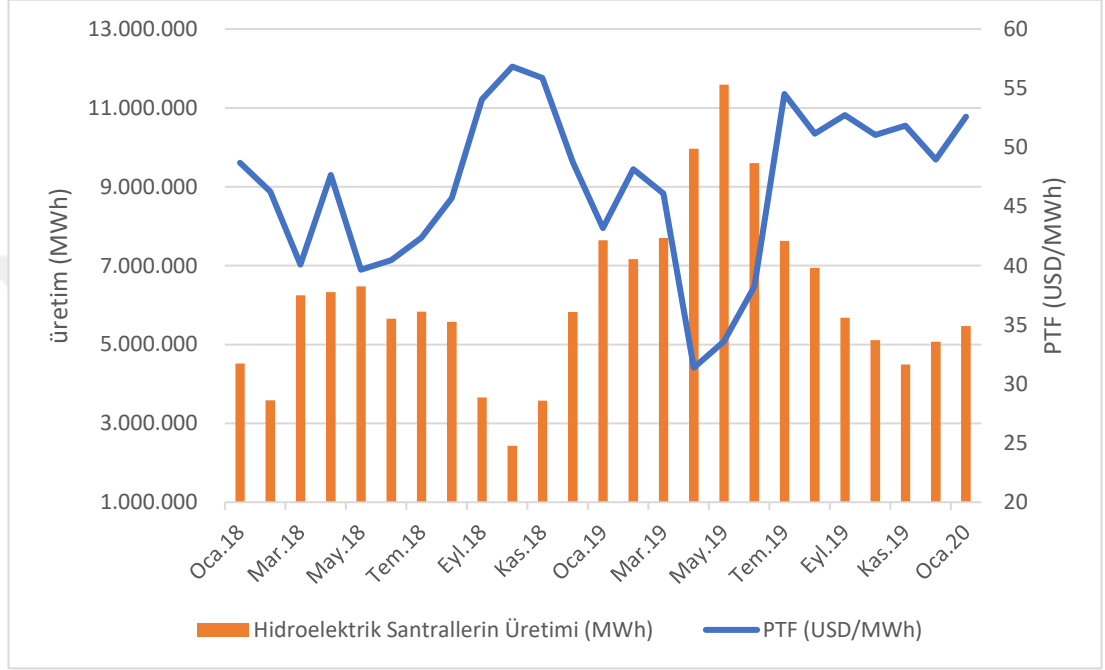


Şekil 2.9: 18 Haziran 2019 Saat 16:00 Arz Talep Kesişimi (Merit Order)

Kaynak: (PWC, 2020: 120)

Elektrik üretim kaynaklarının oluşan fiyat üzerinde farklı farklı etkileri olabilmektedir. Rüzgar, güneş, hidroelektrik gibi kaynaklar hava koşullarına göre üretimlerinde farklılık gösterebilmektedir. Şekil 11’de fiyat oluşurken elektrik santrallerinin çalışması için gerekli olan fiyatları verilmiştir. Fiyat oluşumunda en altta fiyattan bağımsız fiyat teklifi oluşturan YEKDEM santralleri bulunmaktadır. YEKDEM santralleri ürettiği elektriğin karşılığını teşvik mekanizması yoluyla aldığı için piyasa fiyatı 0 TL çıksa da etkilenmemektedir. Bu yüzden de fiyattan bağımsız bir şekilde teklif girerler. Örneğin; elektrik fiyatlarında bahar aylarında PTF fiyatlarının dip noktalara gerilediğini görebiliriz. Bahar mevsimi barajlar ve akarsular için en verimli aylardır. Henüz birçok baraj ve akarsu YEKDEM dahilinde olduğu için ve o mevsimlerde elektrik talebi de yaz aylarına kıyasla daha az olduğu için fiyatlarda dip noktalar görülmektedir. Fiyattan bağımsız teklif giren YEKDEM santralleri ihtiyaç olan elektrik talebini karşıladığı için fiyatların düşük olduğu senaryolar görmek mümkündür. Fiyattan bağımsız teklif giren santrallerden sonra düşük maliyetli çalışan santrallerin başında hidroelektrik santralleri gelmektedir. Piyasa Takas Fiyatı ile Hidroelektrik santrallerinin üretimini kıyasladığımız zaman Şekil 2.9’de hidroelektrik

santrallerin üretiminin arttığı dönemlerde PTF'nin aşağıya doğru hareket ettiği görülmektedir. Hidroelektrik santrallerinin en verimli olduğu bahar ayları, PTF'nin bahar döneminde diğer dönemlere kıyasla daha düşük çıkmasındaki en önemli etkenlerden birisidir.



Şekil 2.10: Ocak 2018- Ocak 2020 Aylık Hidroelektrik Santralleri Elektrik Üretimi ve PTF (USD/MWh) Kıyaslaması

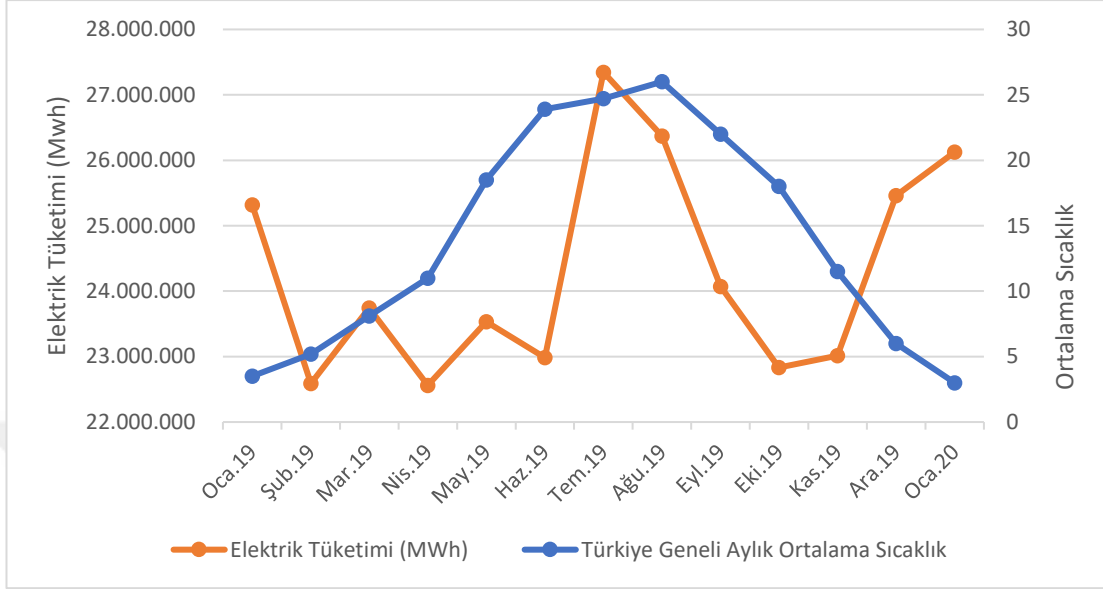
Kaynak: ŞeffaflıkPlatformu (2020).

Yenilenebilir enerji kaynaklı santraller için verilen YEKDEM teşvikleri PTF'nin üstünde bir fiyatta gerçekleşmektedir. Özellikle son dönemde yükselen kurla birlikte bu fark daha da artmıştır. Son 5 yılda artan kur yenilenebilir alanındaki karları yükseltmiş ve bu alana olan ilgi artmıştır. Bu teşviklerin piyasada fiyat oluşumuna dayanan serbest piyasa yapısını olumsuz etkilediği düşünülmektedir. Ancak son zamanlarda rüzgâr, güneş gibi santrallerin maliyetlerinin düşmesi ve devlet alım garantileri son tüketicilere de piyasada aktif rol oynama imkânı sunmaktadır. Gelişmekte olan mevzuatlarla birlikte meskenlerin, ticarethanelerin çatılarına veya bahçelerine kurulabilecek yenilenebilir kaynaklar ülkedeki enerji yükünü azaltacak ve tüketicileri bir üretici konumuna getirecektir. Üretilen fazla elektriği satma imkânının

sunulmasıyla da tüketiciler için yeni bir yatırım alanı oluşturacaktır. Piyasada katılımcı sayısının artması elektrik piyasasının işlerliğini daha da arttıracaktır.

Elektrik üretiminde kömür ve doğalgaz santrallerinin çalışma maliyeti diğer kaynaklara kıyasla daha yüksektir. Çalışmaları için hammadde gereksinimi olduğu için maliyetleri daha yüksektir. Doğalgaz santralleri için petrol fiyatlarının arttığı dönemlerde maliyetler daha da artmaktadır. Türkiye’de doğalgaz tarifeleri BOTAŞ tarafından belirlenmektedir. Ancak Türkiye doğalgaz konusunda dışa bağımlı olduğu için BOTAŞ tarafından belirlenen tarifelerde uluslararası piyasadaki doğalgaz ve petrol fiyatları önemli rol oynamaktadır. Talebin yükseldiği dönemlerde yenilebilir kaynaklardan sağlanan elektrik üretimi yetersiz kalabilmektedir. Bu durumda da PTF belirleyen en önemli kaynaklar doğalgaz ve kömür santrallerinin çalışma maliyetleri olmaktadır.

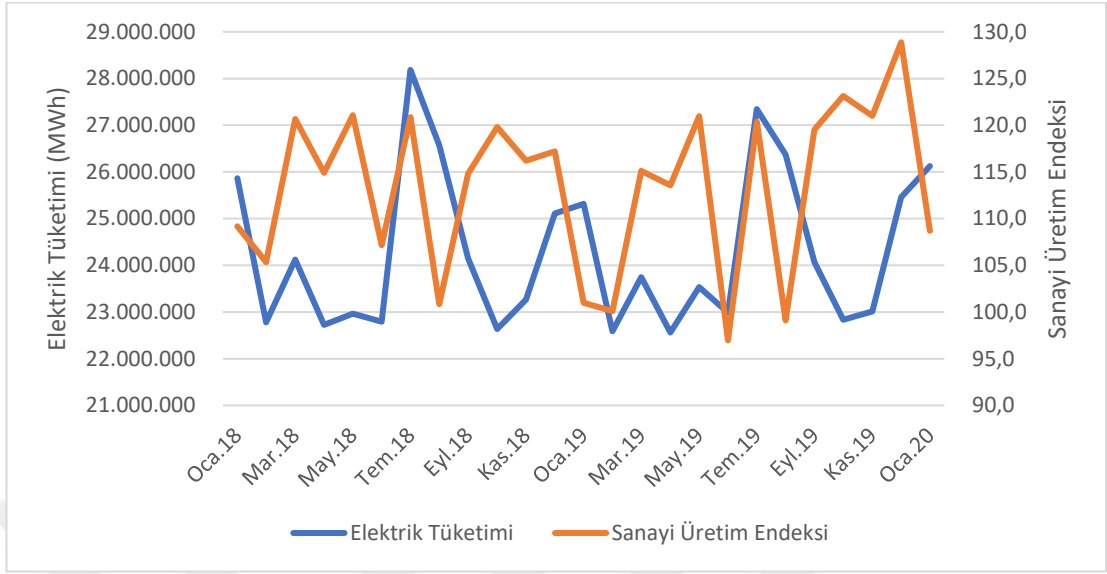
Elektrik piyasasında fiyat oluşumu incelendiğinde fiyatlar üzerine mevsimsel etkilerin olduğu açık bir şekilde görülebilmektedir. Özellikle olumsuz hava koşullarından ötürü iletim hatlarında oluşan kayıplar fiyatlar üzerinde etki oluşturabilmektedir. Fiyatlar üzerinde, arz ve taleplerde meydana gelebilecek yükselişler veya düşüşler etkili olabilmektedir. Tüketimde beklenilenden daha az bir tüketim oranının meydana gelmesi, arz edilen elektriğin karşılığını bulamaması fiyatlarda düşüşleri meydana getirebilmektedir. PTF her ne kadar bir gün öncesinden kesinleşse de bu tarz durumlarda GİP ve DGP’de elektriği PTF’den farklı bir fiyattan alabilme imkânı sağlamaktadır. GİP’te ve DGP’te oluşan fırsatlar zaman zaman piyasa katılımcılarına fırsatlar sunabilmektedir. Her ne kadar böyle bir imkân tanısa da bu piyasalarda oluşan fiyatlarda PTF referansıyla oluşmaktadır.



Şekil 2.11: Türkiye Aylık Ortalama Sıcaklık ve Aylık Elektrik Tüketimi (Mwh)

Kaynak: ŞeffaflıkPlatformu (2020)., MGM (2020).

Elektrik tüketimi incelendiğinde de tüketimle ekonomik büyüme arasında büyük bir ilişki olduğu kolayca gözlemlenebilmektedir. Ekonomi de oluşan resesyonlar elektrik tüketim oranını düşürmekte, bu durum elektrik piyasasında da dengesizliklere neden olabilmektedir. Elektrik piyasasında sürdürülebilir fiyatların oluşması için tüketim talebinin doğru modellenmesi gerekmektedir. Tüketim talebi üretime göre daha kolay modellenenebilmektedir. Her bölge kendine has mevsimsellik barındıran tüketim profillerine sahiptir. Aylık elektrik tüketimini incelediğimiz zaman ise sıcaklık verileriyle aralarında bir bağlantı olduğu gözükmemektedir. Sıcaklığın yüksek ve düşük olduğu aylarda elektrik tüketimi artarken bahar mevsimlerinde elektrik tüketimi azalmaktadır. Çoğu işyerinin yıl boyunca standart bir çalışma saatine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum elektrik tüketiminde ki değişkenliğin en önemli sebeplerinin ısıtma ve soğutma talebinden kaynaklandığını göstermektedir (Edwards, 2010, s. 101).



Şekil 2.12: Türkiye Aylık Elektrik Tüketimi ve Aylık Sanayi Üretim Endeksi

Kaynak: ŞeffaflıkPlatformu (2020).

Elektrik birçok endüstri için önemli bir rol oynamaktadır. Bu durum ülkelerdeki sanayi üretim endeksleri ile elektrik tüketimi arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır. Şekil 14'e baktığımız zaman sanayi üretim endeksiyle elektrik tüketiminin birbirini takip ettiği görülmektedir. EPDK'nın Ocak 2020 Aylık Sektör raporuna göre Ocak ayındaki toplam elektrik tüketiminin %41'ini sanayiler oluşturmaktadır (EPDK, 2020: 23). Sanayi sektöründe resmi tatillerde ya da hafta sonu tatillerinde üretimin diğer günlere kıyasla daha az olması elektrik talebini de etkilemektedir. Daha az olan elektrik talebi de elektrik fiyatlarını aşağı çekebilmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ELEKTRİK PİYASASINDA RİSK YÖNETİMİ VE TÜREV ÜRÜNLER

Elektrik piyasasında piyasa katılımcıları belirli risklere maruz kalmaktadır. Özellikle elektriğin depolanamaması, arz talep optimizasyonunu zorlaştırmakta ve piyasa oyuncuları için fiyat riski oluşturmaktadır. Elektrik fiyatlarındaki yüksek volatilité piyasa katılımcıları için riski arttırmaktadır. Riski azaltmak için kullanılan araçlardan biri de türev ürünlerdir. Bu bölümde elektrik sektöründeki mevcut risklerden ve bu riskleri minimuma indirmek için kullanılan türev piyasalardan bahsedilecektir. Dünya türev piyasalarının petrol, doğalgaz, kömür gibi enerji ürünleri ön plana çıksa da her geçen yıl elektrik sözleşmelerinin kullanımı da artmaktadır.

3.1 Elektrik Piyasasındaki Riskler

Elektrik piyasası incelendiğinde en önemli risklerin başında mevsimsellik ve bundan dolayı kaynaklanan fiyat riski gelmektedir. Üretim ve tüketimde görünen mevsimsel farklılıklar da elektrik fiyatlarının volatilitésini arttırmaktadır. Ayrıca üretimde artan yenilebilir kaynaklar, meteorolojik duruma göre üretimde değişkenlik gösterdiği için havaların değişimi piyasa üzerindeki değişkenliği arttırmakta ve fiyatları etkilemektedir. Fiyatlarda oluşan yüksek değişkenlik de fiyat riskini oluşturmaktadır. Fiyat riski ve mevsimsel dışında elektrik piyasası kredi riski, likidite riski, piyasa riski, regülasyon riski ve operasyonel riskler de taşımaktadır.

3.1.1 Piyasa Riski

Piyasa riski, piyasada oluşan fiyat hareketliliğinden dolayı piyasa katılımcıları için kayıplara neden olacak risktir. Elektriğin depolanamamasından ötürü üretildiği gibi tüketilme zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Üretim ve tüketimde meydana gelen değişkenlikler elektrik fiyatlarındaki hareketliliği arttırmaktadır. Örneğin; hafta sonları tüketim hafta içine göre daha düşük olduğu için hafta sonu ve hafta içi elektrik fiyatları arasında ciddi farklar oluşabilmektedir. Fiyatlar belirlenirken tahmini tüketim ve üretim kullanıldığı için tahminlerde yaşanan sapmalar gerçek zamanlı piyasada oluşan SMF'yi etkilemekte ve açılan PTF ve SMF farkı, piyasayla ters yönde kalan

piyasa katılımcıların dengesizliklerini arttırmaktadır. Bu durum tedarikçi firmalar içinde geçerlidir. Dengesizlik maliyetleri yükseldiğinde toplam maliyetleri yükseltebilir. Bu durum satışlarda beklenen kar oranını düşürebilmektedir. Ön görülemeyen dengesizlik maliyetleri tedarikçilerin zararına satış yapmasına neden olabilmektedir.

Elektrik piyasasındaki bir diğer piyasa riski ise döviz ve emtia piyasalarında meydana gelen hareketlilik. Termik santrallerde kullanılan doğalgaz ve ithal kömür genellikle ithal edildiği için döviz kurunun yükselmesi bu santral işletmecilerinin maliyetlerini yükseltmektedir. Bu durumda termik santral işletmecileri üretim yapmak için daha yüksek fiyatlarını talep etmekte ve elektrik fiyatlarını yükseltmektedirler. Dövizde yaşanan hareketlilik bu üreticilerin nakit akışlarını bozmakta ve maliyet artışlarına neden olmaktadır.

Kur riski, aynı zamanda elektrik tüketicilerinin birim fiyatlarını etkilemektedir. YEKDEM ile yenilebilir santrallere verilen teşvikler dolar kuru üzerinden yapılmaktadır. YEKDEM santrallerine verilen bu teşviklerle YEKDEM birim maliyeti hesaplanmakta ve bu maliyeti tedarikçi firmalar üstlenmektedir. Tedarikçi firmalar tüketicilere elektrik birim fiyatı verirken YEKDEM maliyetlerini de göz önünde bulundurmaktadır. Artan YEKDEM birim maliyetleri aynı zamanda tüketicilerin enerji birim fiyatlarını da dolaylı yoldan arttırmaktadır. Ancak tedarikçi firmalar, sabit birim fiyat üzerinden elektrik satışı yaptığı için öngörülemeyen döviz kuru artışlarında maliyeti kendileri üstlenmekte ve tedarikçi firmaların operasyonel maliyetleri artmaktadır.

YEKDEM birim maliyetleri de piyasa takas fiyatını etkilemektedir. YEKDEM'e dahil olan santrallerin üretimlerinin artması PTF fiyatlarını düşürmektedir. Daha önceki bölümde de bahsedildiği gibi YEKDEM'e dahil olan santraller fiyattan bağımsız teklif girdiği için elektrik fiyatlarını aşağıya doğru çekmektedir. Bu durumda YEKDEM birim fiyatı ile PTF arasında ters orantıyı açıklamaktadır. YEKDEM birim maliyetinin yüksek çıktığı aylarda PTF aylık ortalaması diğer aylara göre düşük çıkmaktadır.

Piyasa riskini etkileyen bir diğer sektör ise mevsimselliklerdir. Her geçen gün elektrik üretiminde yenilebilir kaynakların payı artmaktadır. Ancak yenilebilir kaynakların elektrik üretiminde artması hava durumu tahmini yapmanın önemini arttırmaktadır. Örneğin; hidroelektrik santrallerin optimize bir şekilde üretiminin yapılabilmesi için yağış oranı gibi faktörlerin hesaplanması gerekmektedir. Ancak meteorolojik durumları tahmini kolay olmamakla birlikte sapma miktarı yüksektir. Bu durum yenilebilir kaynakların optimize bir şekilde üretimini zorlaştırmaktadır. Tüketim tarafında da sapmalar olsa da tahmini üretime kıyasla daha kolay olmaktadır. Özellikle mevsimsellik göz önünde bulundurularak oluşturulan tahmin modellerinde tüketim tahmini gerçeğe yakın sonuçlar verebilmektedir.

3.1.2 Kredi Riski

Kredi riski, tarafların borçlarını ödememesi ya da sözleşmeden doğan yükümlülüklerini yerine getirmemesidir. Kredi riski, diğer bir ifadeyle karşı taraf riski olarak da adlandırılmaktadır. Kredi riski içerisinde tedarik, tahsilat ve sözleşme riski gibi riskleri bulundurmaktadır (CK, 2019: 38).

Organize olmayan tezgahüstü piyasalarda kredi riskiyle karşı karşıya kalılabilmektedir. Tezgahüstü işlemler her işlem gerçekleştiğinde bir sözleşme imzalama gereğini doğurmaktadır. Diğer sözleşmeler olduğu gibi tezgahüstü işlemlerde de, taraflar karşı tarafın kredibilitesi ve sorumluluğu için bazı sorumlulukları üstlenmektedir. Özellikle kredi notu düşük olan şirketler diğer şirketleri onlarla ticaret yapmaya ikna edebilmeleri için kredibilitesini güvence altına alması gerekmektedir. Kredi temerrüt swapları (CDS) bu noktada karşı tarafa sigorta imkanı sağlamaktadır. CDS işlemleri kredi risklerini tamamen ortadan kaldırdığı düşünülmemektedir. CDS veren firmalarında yükümlülüklerini yerine getirmeme olasılığı mevcuttur. Kısacası tezgahüstü işlemlerin önemli olumsuzluklarından birisi oluşturduğu kredi riski ve tarafların sözleşmedeki yükümlülüklerini yerine getirmemesidir (Edwards, 2010: 50-51). Organize piyasaların tezgahüstü piyasalara kıyasla en önemli özellikleri karşı taraf riskini minimuma indirmektedir. Organize piyasalar işlem başlamadan alınan teminat ve yükümlülüklerle taraflar için kredi riskine izin vermemektedir. Alınan

teminatlarla ödeme gelmediği zaman nakite çevrilebilir ve gerekli tahsilat gerçekleştirilir.

Tedarikçi firmalar için kredi risklerinin başında tahsilat riski gelmektedir. Tüketicilere elektrik tedarik eden firmalar, kendi portföyleri için elektriği ikili anlaşmalar ya da gün öncesi piyasadan yapmaktadır. Ay sonu her müşterisine elektrik faturası düzenlemektedir. Ayrıca dağıtım firmaları tarafından kesilen dağıtım bedellerini de önce tedarikçi firma, dağıtım firmasına ödemektedir. Sonrasında tedarikçiler bu miktarı tüketicilere yansıtmaktadır. Müşteriye fatura düzenlemeden önce gerekli ödemeler önceden yapıldığı için fatura tutarı talep edilemediği zamanlar, tedarikçi firmaların tahsilat riski yükselmektedir. Birçok firma kendini güvence altına almak için teminat mektubu talep etse de riski iyi hesaplayamadıkları durumlarda bu mektup tutarları yetersiz kalabilmektedir.

3.1.3 Likidite Riski

Elektrik piyasasında fiyatların kısa zamanlar içerisinde yüksek farklılıklar göstermesi likitide riskini oluşturmaktadır. Elektriğin depolamamasından ötürü fiyatlarda ciddi farklılıklar oluşabilmektedir. Özellikle fiyattan bağımsız satış teklifi giren YEKDEM'e dahil olan santrallerin yüksek üretim yaptığı zamanlarda fiyatlar sıfıra yaklaşmaktadır. YEKDEM'e dahil santraller meteoroloji durumlara bağlı hareket ettiği için gün içerisinde farklılıklar gösterebilmektedir. Bu da gün içerisindeki volatilitiyi arttırmaktadır.

3.1.4 Operasyonel Risk

Operasyonel risklerin en başında üretim santrallerin arızaya girmesi gelmektedir. Gün içinde santrallerde yaşanan arızalar santrallerin yükümlülüklerini yerine getirememesi riski oluşturmaktadır. Her ne kadar gün içi piyasa aktif yükünü dengelemek için santrallere imkan sağlasa da, o saat için işlem gören fiyatlar, işlemlerin zararlarla gerçekleşebilmesine neden olabilmektedir.

Bir diğer operasyonel risk ise, yazılımsal hatalar veya insan faktöründen ötürü kaynaklanabilecek operasyonel riskler mevcuttur. Sistemde yaşanan arızalar tüm iş sürecini yavaşlatabilmekte hatta durma noktasına getirebilmektedir. Sistem dışında

firma çalışanlarının yapabileceği yanlış hesaplamalarda operasyonel risklere dahildir. Örneğin portföyün tüketim tahmini yapılırken oluşan hatalı hesaplamayla piyasada yanlış miktarlarda teklifler oluşturulabilir. Bu durum firma için maddi zararlara yol açabilmektedir.

3.2 Elektrik Ticaretinde Risk Yönetimi ve Finansal Korunma (Hedging) Yöntemleri

Risk yönetim araçları şirketlerin ihtiyaçlarına göre farklılık göstermektedir. Farklı risk ve getiri hedefleri ulaşan birçok ticaret stratejisi vardır. Risk yönetiminde amaç firmaların gelecekte karşılaşılabilecekleri kayıplara karşı stratejiler belirleyip, o dönemleri minimum zararla atlatmalarıdır. Risk yönetimi enstrümanlarıyla katılımcılar kendilerini sigorta altına almaktadır. Katılımcılar bu araçlarla olumsuz bir olayın olmasını engellemek ziyade olumsuz etkileri en az zararla atlatmayı hedeflemektedir.

Rekabetçi elektrik piyasaları volatilitenin hızının artmasına da neden olabilir. Bu durumda piyasa katılımcıların risklerini arttırmaktadır. Volatilitenin yüksek olduğu bu tarz piyasalarda katılımcılar riskten korunmak ve riski minimuma indirmek için kendi risk yönetim stratejilerini oluşturmaları gerekmektedir. Risk kavramı getiri ile ters orantılıdır. Yüksek kar beklentileri beraberinde riski arttırmaktadır. Riskin yüksek olması kar oranını yükseltirken, beklenti dışında gelişen durumlarla zarar oranına artabilmektedir.

Üreticiler için riskin başında piyasa riski gelmektedir. Bu noktada üreticiler için ikili anlaşmalar veya organize piyasalarda ileri vadeli elektrik ticareti gün öncesi piyasada maruz kalacakları riskleri azaltmaktadır. Eğer üreticiler tüm satış işlemlerini gün öncesi piyasada gerçekleştirirse fiyatlarda yaşanan düşüşler bu üreticiler için zarara sebep olmaktadır. Özellikle elektrik üretimi için hammadde kullanan santrallerin üretim yapacağı saatte elektrik fiyatının hammadde fiyatından yüksek olması gerekmektedir. Yoksa zarar durumu söz konusudur. Bu noktada işlemlerin hepsi gün öncesi piyasada gerçekleştirilmek yerine bir kısmı ikili anlaşmalar bir kısmı da ileri vadeli piyasalarda yapılması tercih edilebilir.

Eğer bir üretici kendine finansal koruma altına almak isterse VİOP’da tercih edebilir. Örneğin; saatlik 15 MWh satış yapacak olan bir üretici, bir sonraki ay için 200 TL’den VİOP’da işlem yaptığını varsayalım. Başlangıç teminatı 1030 TL olduğu varsayıldığında böyle bir pozisyon için 206.000 TL (1030×150) yatırması gerekmektedir. Bu alıma ilişkin oluşan pozisyon miktarı 10.800 MWh (15×720), pozisyonun büyüklüğü ise 2.160.00 TL’dir ($15 \times 720 \times 200$). Eğer ay sonunda gün öncesi piyasa oluşan spot fiyat 200 TL’nin altında çıkarsa üretici VİOP’ta açtığı pozisyonla kar elde etmiş olur. Üretim firması burada satış fiyatını sabitleyerek kendini finansal koruma altına almış olur (VİOP, 2018: 14).

Tedarikçi firmalar elektrik tedarik ettiği müşterileriyle anlaşmalarda birden fazla yöntemle teklif sunmaktadır. Bazı sözleşmeler enerji birimi sabit fiyat üzerinden anlaşılırken bazı anlaşmalarda iskontolu olarak anlaşma yapılmaktadır. İskontolu sözleşmelerde EPDK tarafından her çeyrekte açıklanan ulusal tarife üzerinden belirli bir iskonto oranına göre indirim yapılmaktadır. Bunun dışında tedarikçiler, son kaynak tedarik tarife yöntemiyle müşterilere piyasa takas fiyatı ve YEKDEM birim maliyeti üzerinden de elektrik satmaktadır. Tüketimi yıllık 7 milyon KWh’ın üzerinde olan müşterilerin son kaynak tedarik tarifesi üzerinden anlaşma yapması zorunludur. Diğer müşteriler ise tercih edebilmesi ve tedarikçi firmanın teklif sunması dahilinde bu tarifieden yararlanabilmektedir. Bu tarifiede enerji bedeli, saatlik açıklanan piyasa takas fiyatı ve ilgili ayda açıklanan YEKDEM birim maliyetinin tüketicinin tüketimiyle çarpımıyla hesaplanmaktadır. Tedarikçi firmalar için son kaynak tedarik tarifesi, piyasada oluşan fiyat dalgalanmalarına ve YEKDEM birim maliyetinde oluşan yüksek artışlara karşı tedarikçi firmaları korumaktadır. Çünkü fiyat ne çıkarsa çıksın o fiyatı direk müşteriye yansıtmaktadır. Ancak sabit fiyatlı yapılan anlaşmalarda fiyatların yükseldiği dönemlerde zarar edebilme olasılığı bulunmaktadır. Ayrıca tedarikçi firmaların risklerini azaltması için üretici firmalar gibi tüm işlemleri gün öncesi piyasadan yapmak yerine tezgah üstü piyasaları veya VİOP’u tercih edebilmektedir. Bu sayede öngörülemeyen fiyat hareketlerine karşı enerji maliyetlerine sabitleyebilmektedirler.

YEKDEM destekleri dolar kuru üzerinden ödendiği için piyasa katılımcıları kur riskiyle de karşı karşıya kalabilmektedir. Kurun yükselmesi YEKDEM’e dahil

olan üreticilere olumlu yansırken tedarikçi firmalar ve tüketicilerin maliyetlerini yükseltmektedir. Kur riski ayrıca termik santraller içinde önemli risklerin başındadır. Doğalgaz ve ithal kömürle çalışan santraller hammaddeyi çoğunlukla ithal ettikleri için ve bu hammadde fiyatları döviz endeksli olduğundan kurda yaşanan artışlar bu üreticilerin maliyetlerini de yükseltmektedir. Bu noktada kurun yükseleceği beklentisine karşı, maliyetlerini sabitlemek isteyen piyasa katılımcıları, vadeli piyasalarda veya tezgah üstü piyasalarda döviz pozisyonu alıp kendilerini finansal korunmaya alabilmektedir.

Tedarikçi firmaların fiyat ve piyasa riskini minimize etmek için tarife çeşitlendirmesi yapması önemli bir yöntem olsa da tahsilat riskiyle de karşı karşıya kalılabilmektedir. Bu noktada tedarik portföyünün sektörel bazda çeşitlenmesi gerekmektedir. Bir sektörde yaşanan ekonomik sıkıntılardan ötürü tahsilatla gecikme veya ödeme yapamama durumu gerçekleşebilmektedir. Bu noktada riski minimuma indirmenin yolu farklı sektörleri içeren tüketicilerden oluşan bir portföy oluşturmaktır. Ayrıca yaşanan tahsilat sıkıntılarını en az zararla atlatabilmek için tedarikçilerin tüketicilerden talep edecekleri teminat mektupları büyük önem arz etmektedir.

Elektrik piyasasında yaşanan piyasa risklerin diğeri ise hacim riskidir. Özellikle gün içi piyasada hacmin diğeri piyasalara göre az olması fiyat makasının yüksek olmasına neden olmaktadır. Burada piyasada ki katılımcı sayısının artışı, hacim riskini azaltacaktır. Bu konuda ileri ki yıllarda talep tarafının piyasa katılımcısı olarak piyasadan elektrik alış yapabilmesi piyasadaki hacmi arttıracak olup, riskleri biraz daha azaltacaktır.

Şirketlerin riskleri başarılı bir şekilde yönetebilecekleri araçlardan bir diğeri önemli olanı da türev araçlardır. Türev araçlar, firmaların risk yönetimi sürecine doğrudan katkı sağlamaktadır. Türev ürünler, finansal risklerin sigortalanması aşamasında önemli rol oynayan bir araçtır. Örneğin; Türev ürünler sayesinde değişken faizle kredi borcu olan bir firma piyasada faiz riskini sabitleyip riski minimuma indirebilir (Saltoğlu, 2019: 3). Türev araçlar, genellikle finansal korunma (hedging), spekülasyon ve arbitraj amacıyla kullanılmaktadır. Spekülasyon ve arbitraj daha çok kar

getirme amaçlı kullanılan yöntemler olurken hedging risk azaltma yöntemi olarak kullanılmaktadır (Pilipovic, 2007: 430).

Hedging işleminde amaç ileri de oluşabilecek fiyat riski, likidite riski, hacim riski, piyasa riski gibi faktörlerden kaynaklanan olumsuzlukları azaltmayı hedeflenmektedir. Örneğin; fiyat riskinin oluşacağı düşünülen bir piyasada, vadeli piyasalarda pozisyon alınarak risk minimuma indirilebilir. Vadeli piyasayla gelecekteki fiyatları sabitleyip, bir piyasada karşılaşılan zararlar başka bir piyasada kazançla sonuçlanabilmektedir. Hedging işlemleri genellikle spot piyasalar ve vadeli piyasalarda aynı anda yapılmaktadır. Spot piyasada gelecekte fiyatın değişkenliği düşünülüyorsa, vadeli piyasayla beklenti yönünde pozisyon açılabilir. (Erdoğan, 2006: 54-55)

Türev araçları spekülasyon amaçlı kullanma daha fazla risk barındırmaktadır. Genellikle kısa vadeli yapılan işlemlerdir. Spekülatif işlemlerde paranın devir işlemi hızlı bir şekilde gerçekleşmekte ve yüksek miktarlarda likidite gerekmektedir (Pilipovic, 2007: 432). Spekülasyonlar genellikle sektör dışından katılımcılar tarafından gerçekleştirilmektedir.

Arbitraj ise piyasalar arasında oluşan fiyat farklılıklarını fırsata çevirmek amacıyla yapılan işlemlerdir. Bir malın ucuz olan piyasadan alınıp fiyatı daha yüksek olan piyasada risksiz bir şekilde satılmasıdır. Yapılan arbitraj işlemleri piyasalar arasındaki aynı ürün için fiyat farkları azaltmaktadır. Arbitrajdan ötürü oluşan farklarda ürünler hızlı bir şekilde işlem gördüğü için iki piyasa arasındaki fark dengelenmektedir. Bu işlemlerde yüksek kar marjı elde edebilmek için yüksek hacimlerde işlem yapılması gerekmektedir. Ancak bu durumda arbitrajda yaşanabilecek riskleri arttırmaktadır.

3.3 Türev Ürünler

Finansal piyasalar alıcıları ve satıcıları liberal bir ortamda bir araya getirme amacıyla kurulmuştur. Piyasaların işlem türünü göre spot piyasalar ve vadeli piyasalar olmak üzere iki başlıkta değerlendirilmektedir. Spot piyasalarda ödeme yapıldığı anda teslimat gerçekleşirken vadeli piyasalarda ödeme ve teslimat ileri bir tarihte gerçekleşmektedir. Türev ürünler geliştirilirken ve fiyatlanırken spot piyasalar baz

alınmıştır. Türev araçlarda fiyatlar belirlenirken spot fiyatın vade tarihine kadar nasıl hareket edeceğine göre katılımcılar pozisyon almaktadır (Saltoğlu, 2019: 1).

Finansal piyasalarda firmalar iki çeşit riske maruz kalmaktadır. Bu riskler sistematik ve sistematik olmayan risklerdir. Sistematik riskler firmaların kaçma imkanı olmayan piyasadaki koşullardan dolayı oluşan risklerdir. Bu risklere, döviz kuru, faiz oranı gibi ekonomik göstergeler örnek verilebilmektedir. Sistematik olmayan riskler ise firmaların kendi davranışlarından ötürü meydana gelen ve kaçma imkanı olan risklerdir. Bu risklere de alınan yanlış kararlar, operasyonel riskler örnek olarak verilebilir. Özellikle oluşan sistematik risklere karşı firmaların başvurduğu önemli bir araç türev ürünler olmaktadır. Firmaların piyasa koşullarından dolayı karşılaştıkları riskleri yönetme durumu türev ürünlerin popülerliğini arttırmıştır (Kapusuzoğlu & Ceylan, 2018: 197).

Türev araçlar organize piyasalar ve tezgah üstü piyasalar olmak üzere iki farklı piyasa işlem görmektedir. Elektrik ürünleri organize piyasalar olarak şu anda sadece VİOP'ta işlem görmektedir. EPIAŞ kendi bünyesinde ileri vadeli elektrik ticaretine ilişkin çalışmalara başlamış olup 2020 sonunda hizmete almayı planlanmaktadır. Organize piyasa dışındaki piyasalarda tezgah üstü piyasa olarak adlandırılmaktadır.

Elektrik türev ürünlerine bakıldığında genellikle tezgahüstü piyasaların tercih edildiği görülmektedir. Dünya'da organize piyasalarda elektrik türev araçların kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Türkiye'de elektrik kontratlarında VİOP'ta gerçekleşen işlemler fiziksel teslimat içermemektedir. EPIAŞ'ın kuracağı ileri vadeli elektrik ticaret piyasasını fiziksel teslimata imkan sağlaması ve organize yapısından dolayı katılımcılara güvence vereceğinden dolayı elektrikte türev araçlarının kullanımının artacağı düşünülmektedir.

Türev ürünlerin spekülörler tarafından finansal piyasada bazı yıkımlara yol açmak için kullanıldığı düşünülse de aslında riski yönetmek ve azaltmak için önemli bir araçtır. Türev araçlar, bilançolarda yaşanan oynaklıkları en aza indirgerken fiyat riskine karşı oluşacak durumlarda katılımcılara fiyatları sabitleme imkanı sunmaktadır (James, 2007: 25).

Enerji ürünleri dışındaki faiz, hisse senedi gibi finansal piyasalarda fiyatı etkileyen faktörler nispeten daha azdır. Örneğin; para piyasalarında işlemlerin teslimatlar daha kolayca gerçekleşmekte ve depolama gibi bir sorunla karşı karşıya kalınmamaktadır. Ayrıca hava koşulları gibi faktörlerden de olumsuz etkilenmemektedir. Enerji ürünleri ise depolama, hava durumu, iletim, üretim ve talep gibi diğer piyasalara kıyasla birçok bileşenden etkilenmektedir. Enerji piyasasında çok fazla değişkenin fiyatı etkilemesi spot piyasadaki hareketliliği arttırmaktadır. Bu durum da enerji piyasalarında türev araçlara olan ihtiyaçları ortaya çıkarmaktadır (Pilipovic, 2007: 20).

Türev araçlar kendi içinde vadeli sözleşmeler, opsiyonlar ve swaplar olmak üzere ayrılmaktadır. Vadeli sözleşmeler organize piyasada gerçekleşmelerine göre future ve forward olarak ayrılmaktadır. Bu bölümde bu ürünlerin özelliklerini ve fiyatlanma yöntemlerinden bahsedilecektir.

3.3.1.Forward Ürünler

Forward ürünler, tezgahüstü piyasada işlem gören türev ürün sözleşmeleridir. Bu ürünler, ileri vadeli gerçekleşecek olan ticaretin alım ve satıma dair şartları önceden belirlenen sözleşmelerdir. Sözleşmelerde fiyat, miktar gibi şartlar alıcı ve satıcı arasında belirlenmektedir. Vade tarihi geldiğinde alıcı taraf sözleşme şartlarından belirtilen miktardan dayanak varlığı almak zorundadır. Aynı zorunluluk satıcı taraf için de geçerlidir. Forward sözleşmelerde şartlar değişiklik gösterebilmektedir. Future sözleşmeler daha standart sözleşmelerken forward sözleşmeler tarafların ihtiyaçlarına göre değişebilmektedir. Örneğin; elektrik ticareti sadece günün belirli saatleri için yapılacak şeklinde sözleşmeler özelleştirilebilir. Forward ürünler future ürünlerle farkı, tezgahüstü piyasalarda işlem görmesidir. Forward ürünler fiziksel teslimatlı veya sadece finansal sözleşmelerden oluşabilir. Fiziksel teslimat gerektiren kontratlarda vade sonunda fiziksel ürün teslimatı gerçekleşirken finansal sözleşmelerde ürün teslimatı yoktur. Sadece ürünün vade sonunda anlaşılan fiyatla gerçekleşen fiyat arasındaki farkın mahsuplaşması yapılmaktadır (Eydeland & Wolyniec, 2003: 32). Forward sözleşmelerin yaklaşık %90'ı fiziki teslimatlı olarak gerçekleşmektedir (İlter, 2018: 17).

Türkiye’de forward ürünlerin kur riskine karşı önlem alabilmek için yoğun olarak ihracatçı ve ithalatçı firmalar arasında kullanıldığı görülmektedir. Türk lirasının değerlendirilmesi ihracatçı firma için nakit akışına olumsuz yansırken, ithalatçı firmaya olumlu yansımaktadır. Bu noktada kur riskini minimize etmek için forward sözleşmeler tercih edilebilmektedir. Değerlenen Türk lirasına karşı kur riskini kontrol etmek isteyen ihracatçı veya değerlendirilen dolara karşı riskini yönetmek isteyen ithalatçı forward ürünlerde pozisyon alarak risklerini yönetebilmektedirler. (Saltoğlu, 2019:14-15).

Forward işlemler genellikle broker temelli, piyasa yapıcı temelli ve borsa temelli olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Broker temelli işlemler alım ve satım yapacak olan tarafların bir broker aracılığıyla ilgili işlemi gerçekleştirmesidir. Piyasa yapıcı temelli forward sözleşmelerde, piyasa yapıcı taraf piyasadan talepleri toplayarak gerekli işlemleri gerçekleştirmektedir. Türev piyasalarda piyasa yapıcı olarak dünyada bazı bankalar görülebilmektedir. Borsa temelli forward işlemlerde ise, borsalar alıcı ve satıcının kendi aralarında sözleşmeyi gerçekleştirmesini sağlamaktadır. NYMEX ve Tocom’da borsa temelli forward sözleşmeler gerçekleşmektedir (Erdoğan, 2006: 66). Günümüzde forward sözleşmelerde işlemler genellikle telefon ya da elektronik ortamda var olan platformlar üzerinden gerçekleşmektedir.

Forward sözleşmeleri, ticaret konu olan dayanak varlığın miktarı ve fiyatı, teslimatın gerçekleşeceği saatler ve günler, teslimat yeri, sözleşmenin uzlaşma türü gibi bilgileri içermektedir (Edwards, 2010: 47). Sözleşme uzlaşma türü, fiziki teslimatlı uzlaşma ve nakdi uzlaşmadır. Forward sözleşmelerde genellikle uzlaşma vade sonunda gerçekleşmektedir. Future sözleşmelerde taraflar genelde vade öncesinde pozisyonları kapatabilirken forward sözleşmelerde taraflara böyle bir imkan verilmemektedir.

Elektrik depolanamayan bir ürün olduğundan vadeli işlemleri abritraj için kullanılması oldukça zordur. Ayrıca elektriğin bu özelliği piyasalarda forward sözleşme gereksinimini daha da arttırmaktadır. Fiyat hareketliliğine karşı piyasa katılımcıları forward sözleşmelerde beklentileri yönünde risklerini minimize edebilirler (Pavlatka, 2010: 67). Özelleşmiş sözleşmeler olması yönüyle forward

sözleşmeler, fiyat riskine karşı çözümler sunsa da bu sözleşmelerde kredi riskleri mevcuttur. Forward sözleşmelerdeki kredi riski, tarafların yükümlülüklerini yerine getirmemesi olarak tanımlanmaktadır. Ancak bu risklere rağmen OTC sözleşmeler, fiyat riskini kontrol altına almak amacıyla kullanılan popüler sözleşmelerdendir.

Forward ürünlerinin ilgi görmesinin en önemli özelliği özelleştirilmiş ürünler olmasıdır. İhtiyaca göre katılımcılar arasında anlaşma şartları değişebilmektedir. Organize piyasalarda işlem gören future ürünler daha standart ürünlerdir. Ancak bu durum katılımcı taraflar için risk de oluşturabilir. Katılımcılar, forward sözleşme yaparken sözleşme şartlarına ve fiyatlandırma mekanizmalarına karşı dikkatli olmalılar. OTC piyasalarda işlem gören sözleşmelerde fiyat ve likidite konusunda şeffaflığın olmadığını savunan katılımcılarda mevcuttur. Bu durumun tezgahüstü işlemlerle riskin kontrolünün daha zor olabileceği ve işlemlerin kayıpla sonuçlanabileceği bazı katılımcılar tarafından düşünülmektedir (James, 2007: 27).

3.3.2.Future Ürünler

Vadeli işlem sözleşmelerinde organize borsalarda gerçekleşen işlemlere future sözleşmeler denilmektedir. Future sözleşmeler hem finansal hem de fiziksel teslimatlı olarak yapılabilmektedir. Vadesinden önce işlem gören kontratlarda fiziksel teslimat gerçekleşmemektedir. Fiziksel teslimatın gerçekleşmesi için katılımcıların vade sonuna kadar beklemesi gerekmektedir. Türkiye elektrik vadeli işlemlere baktığımızda şu an sadece VİOP bünyesinde gerçekleştiği görülmektedir. VİOP'ta yapılan sözleşmelerde fiziksel teslimatlı kontratlar bulunmamaktadır. İleri vadeli fiziksel teslimatlı elektrik sözleşmeleriyle ilgili EPİAŞ'ın çalışmalar mevcut olup, bu piyasayı 2020 sonunda hizmete almayı planlamaktadırlar. EPİAŞ ileri vadeli elektrik piyasasıyla ilgili yayınladığı bilgilendirme sunumunda dört adet kontratın olacağını açıklamıştır. Bunlar aylık kontratlar, çeyrek dönemlik kontratlar, yıllık kontratlar ve ayın geri kalanı günler için işlem yapılabilir olan kontratlardır (Epiaş, 2020).

Future sözleşmeler katılımcıların risklerini daha iyi yönelebilecekleri imkanlar sunmaktadır. Bunların başında teminat mekanizması gelmektedir. Future sözleşmelerde teminat sistemi kullanılmaktadır. Teminatlar, temerrüt riskini ortadan kaldırmaktadır. Forward anlaşmalarda yaşanabilecek olumsuzluklara çözüm

sağlayacak bir yapı bulunmamaktadır. Future sözleşmelerde ise bulunan merkezi yapı, alıcı ve satıcının teminat hesaplarını takip edip kontrol altında tutmaktadır. Teminat miktarları yaşanılacak olumsuzluklarda riski ortadan kaldıracak şekilde hesaplanmaktadır. Future sözleşmelerde bir diğer önemli fark ise katılımcıların pozisyonu kapatmak için vade sonuna kadar beklemesi gerekmemektedir. Future kontrat sahipleri, sözleşme vadesinden önce pozisyonlarını piyasada kapatabilirler. Forward anlaşmalarda ise piyasa katılımcıları pozisyon kapatmak için vade sonuna kadar beklemesi gerekmektedir (Saltoğlu, 2019: 7).

Enerji ürünü olarak piyasalarda işlem gören en eski ürün petroldür. Petrol 1970'lerden beri finansal piyasalarda işlem görmektedir. Petrol için ilk vadeli işlem sözleşmesi ise 1977'de gerçekleşmiştir (James, 2007: 27). Dünyada enerji vadeli piyasalara bakıldığında NYMEX ve ICE başta gelmektedir. Bu borsalarda petrol, doğalgaz gibi ürünlerin yanında elektrik vadeli ürün sözleşmeleri de mevcuttur (James, 2007: 28). NYMEX ve ICE gibi borsalarda fiziksel teslimat üzerine kurulu sözleşmelerin hacmi çok küçüktür. Piyasalarda çoğu işlemler riskten korunma veya spekülasyon amaçla işlemler yapmakta, fiziksel teslimatlı işlemler için spot piyasalar ağırlıklı olarak tercih edilmektedir (James, 2007: 31).

Future kontratlar organize borsalarda işlem gören standart ürünlerdir. Sözleşmelerde vadeler ve dayanak varlık değişikliğe uğramamaktadır. Forward kontratlar ise taraflar kendi aralarında anlaşarak vadelerle veya dayanak varlığı miktarında değişiklik yapabilirler.

Future sözleşmeler incelendiğinde forward sözleşmeler ile arasındaki en önemli fark teminat mekanizmasıyla katılımcıların riskini minimuma indirmesidir. Kontratlarda teminat bedelleri piyasa şartları çerçevesinde güncellenmektedir. Bu kontratlarda teminat alınmasının gerekliliği, kontratın sözleşmesi geldiğinde işlemin gerçekleşmesi için gerekli olan nakdi garanti altına almaktır. Future piyasalarda üç tane teminat yapısı vardır. Bunlar başlangıç teminatı, sürdürme teminatı ve teminat tamamlama çağrısıdır. Başlangıç teminatı, işlem başlamadan önce yatırımcılar kontratların belirli bir oranda aracı kuruma verilen teminatıdır. Bu teminatların minimum seviyesi borsalar tarafından belirlenmekte olup piyasa koşullarına göre

değişiklik gösterebilmektedir. Başlangıç teminatının belirlenmesindeki önemli etkenlerden birisi kontrattaki dayanak varlığın fiyat hareketliliğidir. Sürdürme teminatı, başlangıç teminatlarının yetersiz kaldığı durumlarda pozisyonun devam edebilmesi için talep edilen teminattır. Özellikle fiyat hareketliliğin yüksek olduğu zamanlarda teminat miktarı başlangıç teminatının üzerine veya altına düşebilmektedir. Bu durumda da ikinci bir teminat yapısı olan sürdürme teminatı devreye girmektedir. Teminat tamamlama çağrısı ise, sürdürme teminatı gün sonu yapılan değerlendirme fiyatının altına inerse teminat tamamlama çağrısı gerçekleşmektedir. Burada katılımcılarla iletişime geçilerek aradaki farkın teminat olarak yatırılması talep edilir (Saltoğlu, 2019: 20-21). Yatırımcılar eğer teminat tamamlama çağrısına rağmen gerekli miktarı yatırmazsa pozisyon borsa tarafından ters pozisyon ile kapatılmaktadır. Pozisyondan ötürü oluşan zarar yatırımcının başlangıç teminatı olarak yatırdığı teminattan tahsil edilir (Akçay, Kasap, Doğuç, & Kasap, 2012: 176).

Bir enerji future sözleşmesi;

*Dayanak varlık

*Sözleşme hacmi

*Teslimatın yapılacağı aylar veya günler

*Sözleşmenin ve yükümlülüklerin sona ereceği tarih

*Teslimat yeri

*Malın fiziksel teslimat zamanı oluşan masraflar (James, 2007: 46)

gibi özellikleri taşımaktadır.

Tablo 3.1’da CME bünyesinde gerçekleşen elektrik future sözleşmesi gösterilmektedir. Bu sözleşme sadece peak günleri kapsamaktadır. Sözleşmedeki elektrik ticareti sadece peak günleri kapsamaktadır. Peak günler Kuzey Amerika için hafta içi günlerini kapsamaktadır. Bu ticaretin teslimatında bir günde toplamda 80 MWh’lik elektrik teslimatı gerçekleşmektedir. Her saat için 5 MWh olmak üzere toplamda 16 saatlik teslimatı kapsamaktadır. Teslimat saatleri sadece peak saatleri yani tüketimin fazla olduğu 16 saati kapsamaktadır.

Tablo 3.1: PJM Western Hub Aylık Puant Elektrik Future Sözleşmesi

Kontrat Birimi	5 MW * 16 (puant saat) = 80 MW
Fiyat Birimi	Amerikan Doları / MWh
Ticaret Saatleri	Pazar 18:00 – Cuma 5:00 arası
Ürün Kodu	CME Globex: AL1
Teslimatın Yapılacağı Günler	Peak Günler (Kuzey Amerika Elektrik Güvenilirlik Kurumu için Pazartesi-Cuma günleri anlamına gelir)
İşlem Ayları	5 takvim yılı için listelenen aylık sözleşmeler
Teslimat türü	Fiziksel teslimat
Son işlem tarihi	Sözleşme ayından önceki ayın son iş günü
Uzlaşma	Uzlaşma nakit olarak yapılacaktır. Ticarete konu olan sözleşme ayı için ticaretin sona erdirilmesinin ardından nihai uzlaştırma, piyasa fiyatı temel alınarak yapılacaktır. Nihai uzlaştırma fiyatı, her bir sözleşme ayı için hesaplanan fiyattaki değişim oranına göre olacaktır.

Kaynak: CME,(2020).

Enerji future sözleşmelerin çoğunluğu fiziksel teslimat gerektirmektedir. Bir satıcı, sözleşmeyi sözleşme bitiş tarihine kadar elinde tutuyorsa ürünün teslimatını yapması gerekmektedir. Aynı şekilde alıcı da sözleşmeyi bitiş tarihine kadar elinde tutarsa fiziksel olarak ürünü teslim alması gerekmektedir (James, 2007: 31).

Dünyada elektrik vadeli sözleşmelerde yoğun olarak kullanılan peak ve peak-off saatler olmak üzere iki farklı sözleşme çeşidi mevcuttur. Peak günler hafta içi günleri, peak saatler de tüketimin yoğun olduğu saatleri kapsamaktadır. Peak saatler ve günler borsalara göre değişiklik gösterebilmektedir (Fiorenzani, 2006: 72).

3.3.3 Opsiyon

Opsiyon bir varlığın belirli fiyattan, gelecek bir tarihte alma veya satma hakkını sağlayan sözleşmelerdir. Opsiyonlar da forward ve future gibi ileri vadeli yapılacak olan işlemler için kullanılmaktadır. Opsiyon sözleşmeleri hem organize piyasalarda hem de tezgahüstü piyasalarda kullanılmaktadır. Opsiyon işlemleri alınıp satılabilen bir haktır. Opsiyon hakkının satın alan taraf, bu hakkı satın almak için belirli bir prim ödemesi yapmaktadır. Opsiyon hakkını satan tarafda opsiyonda ki yükümlülüklerini yerine getirmekle mükelleftir. Opsiyon sözleşmelerinde, opsiyon hakkını alan ve satan olmak üzere iki taraf bulunmaktadır. Opsiyon hakkını alan taraf opsiyon primini ödemekle birlikte dayanak varlığı alıp almamakta özgürdür. Eğer alma kararı verirse satan taraf opsiyondan doğan yükümlülüklerini yerine getirmek zorundadır (Akçay, Kasap, Doğuç, & Kasap, 2012: 161-162).

Opsiyonlar future ve forward sözleşmelerden farklı olarak işlemin zararlı sonuçlanacağı düşünülürse taraflara yükümlülük doğurmayan sözleşmelerdir. Anlaşmaya sahip olan taraf vade sonunda alma ya da satma yükümlülüğü bulunmamaktadır. Opsiyonlar, sözleşmeye konu olan dayanak varlığın belirli bir tarihte önceden belirlenen fiyattan alma ya da satma hakkı veren sözleşmelerdir. Opsiyon sözleşmesini alan taraf, vade sonunda dayanak varlık fiyatı beklentisi yönünde oluşmazsa işlem yapmama ya da cayma hakkına sahiptir. Vade sonunda cayma hakkına sahip olma özelliği opsiyonları future ve forward sözleşmelerden farklılaştırmaktadır (Saltoğlu, 2019: 35). Opsiyonlar hisse senetleri, döviz kurları, bonolar, emtia ürünler gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

4.3.3.1.Opsiyon Sözleşmelerin Özellikleri

Opsiyon sözleşmeleri dayanak varlık, sözleşme büyüklüğü, kullanım fiyatı (strike price), opsiyon primi, vade tarihi gibi bilgileri içermektedir. Opsiyon sözleşmelerinde alıcı ve satıcı olmak üzere iki taraf bulunmaktadır. Alım opsiyonunda satın alan taraf belirli bir tarihe kadar sözleşmeye konu olan varlığı alma hakkına sahip olmaktadır. Satım opsiyonunda ise satan taraf belirli bir tarihe kadar sözleşmeye konu olan varlığı satma hakkını elinde bulundurmaktadır. Alım opsiyonunda opsiyonu alan taraf talep ettiği takdirde satıcı dayanak varlığı satmak zorundadır. Aynı şekilde satım

opsiyonunda da satıcı opsiyonu satmak istediğinde, alıcı dayanak varlığı almak zorundadır.

Alım opsiyonunda alıcı tarafta olan yatırımcı dayanak varlığı alma hakkına sahip olmaktadır. Kullanım fiyatı vade sonunda dayanak varlığın fiyatını göstermektedir. Eğer vade sonunda spot fiyat kullanım fiyatından ucuz olursa alım opsiyonu alan taraf opsiyonunu kullanmamayı tercih edecektir. Tam tersi bir durumda da eğer spot fiyat kullanım fiyatının üzerine çıkarsa opsiyonu alma hakkını elinde bulunduran yatırımcı opsiyonu kullanacaktır. Burada yatırımcının karı hesaplanırken opsiyon hakkını elde tutmak için ödediği opsiyon primi düşülerek hesaplanmaktadır. Satım opsiyonun alım hakkını elinde bulunduran taraf ise vade sonunda dayanak varlığı satma hakkına sahip olmaktadır. Vade sonunda eğer spot fiyat kullanım fiyatının altında olursa satın opsiyonunu elinde bulunduran taraf aradaki fark kadar kar elde etmiş olacaktır (Saltoğlu, 2019: 38-39).

Opsiyonlarda alma veya satma hakkını alan taraf işlemi gerçekleştirmek zorunda değildir. Opsiyon satın alan taraf opsiyondan yüksek karlar elde edebilme imkanı bulunurken, zararı sadece ödeyeceği opsiyon primi olmaktadır. Çünkü vade sonundaki spot fiyat kullanım fiyatından daha mantıklı ise opsiyonu almamayı tercih edebilmektedir. Bu durumda dayanak varlığı spot piyasadan almayı tercih ederken tek zararı opsiyon primi olmuş olacaktır. Opsiyon işlemi yapılarak opsiyon hakkını elinde bulunduran taraf ani fiyat değişkenliğine karşı kendini koruma altına almış olacaktır. Özellikle elektrik gibi fiyat değişkenliğinin yüksek olduğu piyasalarda önem arz etmektedir. Opsiyon hakkını satan taraf ise ekstra olarak opsiyon priminden gelir elde edebilmektedir. Opsiyon hakkını satan yatırımcı işleme başlarken opsiyon primi elde ettiği için sözleşmeye karlı bir şekilde başlamaktadır (Akçay, Kasap, Doğuç, & Kasap, 2012: 169).

Opsiyon kullanım fiyatı (strike price), sözleşmeye konu olan dayanak varlığın vade sonunda hangi fiyattan işlem görebileceğini gösteren fiyattır. Opsiyonlarda kullanım fiyatı yükseldikçe alım opsiyonu daha az değerli olurken, satım opsiyonunda opsiyonun değeri artacaktır (Saltoğlu, 2019: 37).

Opsiyon primi, opsiyonu satma hakkını veya alma hakkını elinde bulunduran tarafların bu hakkı elde etmek için ödedikleri primlerdir. Opsiyon hakkını elinde bulunduran taraf ödediği bu primle sözleşme sonunda isterse dayanak varlığı almama hakkına sahiptir. Bu hakka sahip olmak içinde ödenen tutara opsiyon primi denilmektedir.

Opsiyon sözleşmeleri bireysel yatırımcılar tarafından kullanıldığı gibi bankalar veya şirketler tarafından da kullanılabilir. Opsiyon sözleşmeleri sayesinde yatırımcılar değişken faizli borçlarına üst limit koyabilmektedir. Kur değişkenliğinin yüksek olduğu dönemlerde kuru limitleyebilmektedir. Bu gibi alternatifler sayesinde de yatırımcılar finansal esnekliklerini arttırmaktadır (Güzel, 2020: 37).

4.3.3.2. Opsiyon Türleri

Opsiyonlar alım opsiyonu (call opsiyon) ve satım opsiyonu (put opsiyon) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Alım opsiyonu olan call opsiyonda, opsiyonu satın alan taraf ödeyeceği opsiyon primiyle birlikte opsiyonu satın alma hakkına sahip olur. Call opsiyonda satın alma hakkını alan ve satın alma hakkını satan olmak üzere iki taraf bulunmaktadır. Opsiyon primini satın alan taraf ödemektedir. Eğer vade sonunda dayanak varlığın spot fiyatı opsiyon fiyatı üzerinde olursa satın alan taraf opsiyonu kullanacaktır. Ancak opsiyon fiyatı spot fiyatın altında kalırsa bu sefer opsiyonu almama hakkına sahiptir. Opsiyon primini ödediği için tek zararı opsiyon primi olmaktadır (Erdoğan, 2006: 75).

Alım opsiyonunda sözleşmeyi alan taraf vade sonunda dayanak varlığın spot fiyattan daha düşük olacağını düşündürmektedir. Eğer vade sonunda dayanak varlık spot fiyattan uygunsa alım opsiyonunu alan taraf opsiyonu kullanmayı tercih edecektir. Opsiyonu satan taraf spot fiyatla dayanak varlık fiyatı arasındaki miktar kadar bu sözleşmeden zarar edecektir. Ancak dayanak varlık spot fiyattan pahalı olursa bu durumda opsiyonu alan taraf opsiyon primini yakıp ürünü spot piyasadan almayı tercih edecektir. Bu durumda opsiyonu satan tarafta opsiyon primi kadar bu sözleşmeden kar elde edecektir.

Alım opsiyonunu alan taraf için kullanım fiyatı spot fiyatın altına düştüğünde kar oluşumu başlamaktadır. Alan tarafın net karı, aradaki farktan opsiyon priminin

çıkarılmasıyla bulunmaktadır. Eğer opsiyon kullanım fiyatıyla vade sonunda spot fiyat birbirine eşit olsa bile alan taraf opsiyon primi kadar zarar etmiş olacaktır. Alım opsiyonunun satan taraf içinse kullanım fiyatı vade sonundaki spot fiyatın üzerinde olduğu zaman kar oluşmaya başlayacaktır. Ancak böyle durumda opsiyonu alan taraf spot fiyattan almaya tercih edeceği için, satan tarafın maksimum karı opsiyon primi kadar olacaktır (Kapusuzoğlu & Ceylan, 2018: 205).

Satım opsiyonu, yatırımcılara bir varlığı belirli bir fiyattan satma hakkı veren araçlardır. Özellikle fiyatların düşme eğilime girdiği dönemlerde satıcılar satım opsiyonu ile maliyetlerini sabitleyip risklerini kontrol edebilirler. Vade sonunda dayanak varlığın spot fiyatı, kullanım fiyatından yüksek olursa yatırımcı opsiyonu kullanmamayı tercih edebilir. Ancak spot fiyatta ciddi bir düşüş olup, kullanım fiyatının altına düşerse, yaptığı opsiyon sözleşmesi ile zararını kontrol etmiş olur.

Satım opsiyonunda satım hakkını elinde bulunduran taraf kullanım fiyatının vade sonunda spot fiyatının üstünde olması durumunda opsiyonu kullanmayı tercih edecektir. Sözleşmeyi satın alan taraf bu durumda iki fiyat arasındaki fark kadar kar elde edecektir. Sözleşmeyi satan taraf için bu durum zararla sonuçlanacaktır. Eğer tersi bir durum oluşursa, yani spot fiyat kullanım fiyatının üstünde olursa satım hakkını elinde bulunduran taraf bu durumda opsiyonu kullanmamayı tercih edecektir. Bu durumdaki zarar opsiyon primi kadar olacaktır. Bu zarar miktarı sözleşmeyi satın alan taraf için maksimum noktadır.

Elektrik alım ve satım opsiyonları future ve forward piyasalarda kullanılmaktadır. Batı ABD güç şebekelerinde elektrik opsiyon sözleşmelerin organize borsalarda gerçekleşen örnekleri görmek mümkündür. Ancak elektrik opsiyon sözleşmelerinin birçoğu tezgahüstü piyasalarda işlem görmektedir. Opsiyonlar elektrik piyasasında hem tedarikçi firmalar hem üreticiler için fiyat riskinden korunmak için kullanılan en etkili araçlardan birisidir (Deng & Oren, 2006: 945). Enerji opsiyon sözleşmelerinin uzlaşma şekli fiziki teslimatlı uzlaşma ya da nakdi uzlaşma şeklinde olabilmektedir. Örneğin; elektrik tedarik firması mayıs ayı boyunca elektrik fiyatlarında yaşanan dalgalanmalara karşı kendini koruma altına almak istemektedir. Günlük kullanım fiyatı 270 TL/MWh olan alım opsiyon

sözleşmesini satın almaktadır. Bu opsiyon için günlük prim olarak MW başına 10 TL ödemektedir. Toplam maliyet, primle beraber 280 TL olmaktadır. Eğer spot piyasada elektrik fiyatı 280 TL'nin üstünde çıkarsa tedarikçi firma maliyetlerini sabitleyip yaşanan dalgalanmaya karşı kendini korumuş olmaktadır. Eğer fiyatlar 280 TL'nin altında çıkarsa, örneğin 250 TL çıkarsa bu durumda firma opsiyonu kullanmayıp spot piyasadan ticaret yapmayı tercih edecektir. Buradaki zararı da opsiyon primi kadar yani 10 TL olacaktır (Eydeland & Wolyniec, 2003: 46).

Opsiyon sözleşmeleri için bir diğer ayrım ise vadesinden önce kullanılma durumudur. Vadesinden önce kullanıp kullanılmama duruma göre opsiyonlar Amerikan opsiyon ve Avrupa opsiyon olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Amerikan opsiyonlar, vadesinden önce yatırımcıya opsiyonu kullanma hakkı veren sözleşmelerdir (Saltoğlu, 2019: 35). ICE ve NYMEX'de gerçekleşen enerji opsiyon sözleşmeleri genellikle Amerikan tipi opsiyondur. Bu tarz kontratlar Avrupa tipi sözleşmelerden daha pahalıdır çünkü katılımcılara opsiyonu ne zaman kullanabileceğine dair esneklik sunmaktadır (James, 2007: 41). Amerikan opsiyonlarda sözleşme vade sonuna kadar istenilen günde kullanılabilmektedir

Avrupa tipi opsiyonlarda ise sadece vade sonunda kullanma izin veren opsiyonlardır. Avrupa tipi opsiyonlar, enerji sektöründe yaygın olarak kullanılmamaktadır. Avrupa tip sözleşmeler alıcıya sadece sözleşme sona erdiğinde işlemi gerçekleştirebilme imkanı sunmaktadır. Avrupa tipi opsiyonlar Amerikan tipi opsiyonlara kıyasla daha ucuzdur (James, 2007: 41). Popüler opsiyon fiyatlama modellerinden biri olan Black&Scholes modeli Avrupa tipi opsiyon sözleşmelerinde daha doğru sonuç vermektedir. Amerikan tipi opsiyon sözleşmelerinde opsiyon priminin hesaplamasında genellikle kullanılmamaktadır (Konakçı, 2019: 14).

Elektrik opsiyon sözleşmeler ilk olarak 1996 yılında NYMEX'de kullanılmaya başlanmıştır. Elektrik opsiyon sözleşmeler için taban (floors) ve tavan (caps) opsiyonları tercih edilebilmektedir. Opsiyon alıcısı elektriği belirli bir kullanım fiyatından (strike price) alabilmek için opsiyon primi ödemektedir. Tavan opsiyon sözleşmeleri ile kullanım fiyatı için tavan bir miktar belirlenebilmektedir. Bu durumda fiyat hareketlerinde yaşanacak dalgalanmalara karşı opsiyon alıcısı üst sınırını

belirleyebilmektedir. Taban opsiyon anlaşmalarında ise kullanım fiyatı için alt bir sınır oluşturmakta olup, opsiyon satıcısının kendi riskini minimize etme imkanı sunmaktadır. Piyasa katılımcıları anlaşma fiyatında belirli bir fiyat aralığı oluşturmak için tavan ve taban opsiyon seçeneklerini kullanmaktadır. Özellikle elektrik gibi fiyat değişkenliği yüksek olan piyasalarda bu stratejiler önemli rol oynamaktadır (Pavlatka, 2010: 67). Örneğin; 1 MW için 300 TL taban opsiyon sözleşmesi yapan bir üretici, spot fiyatlar 300 TL'nin altına düştüğü zaman aradaki farkı karşı taraftan takdim edebilmektedir. Bu sayede elektrik üreticileri taban opsiyon seçeneği ile satacağı elektriğin asgari fiyatını belirleyebilmektedir.

Opsiyonların uygulanıp uygulanmayacağı belirleyen nokta, opsiyonların karlılığıdır. Opsiyon karlılığı spot fiyatın ve kullanım fiyatının (strike price) değerine göre ölçülür. Bir alım opsiyonunda kullanım fiyatı vade sonundaki spot fiyattan düşükse veya satım opsiyonunda kullanım fiyatı vade sonunda spot fiyat büyükse bu durum karlı durum olarak adlandırılmaktadır. Diğer taraftan alım opsiyonunda spot fiyat kullanım fiyatından düşükse bu zarar olarak adlandırılmaktadır. Son olarak alım veya satım opsiyonunda kullanım fiyatı spot fiyata eşitse bu durumda başa baş opsiyon olarak tanımlanmaktadır (James, 2007: 256).

Karlı Opsiyon Durumu:

Alım Opsiyonu İçin: Dayanak Varlık Fiyatı < Vade Sonundaki Spot Fiyat

Satım Opsiyonu İçin: Dayanak Varlık Fiyatı > Vade Sonundaki Spot Fiyat

Zararlı Opsiyon Durumu:

Alım Opsiyonu İçin: Dayanak Varlık Fiyatı > Vade Sonundaki Spot Fiyat

Satım Opsiyonu İçin: Dayanak Varlık Fiyatı < Vade Sonundaki Spot Fiyat

4.3.3.3.Opsiyon Fiyatlanması

Opsiyon fiyatını etkileyen değişkenler opsiyon primi, dayanak varlığın spot fiyatı, kullanım fiyatı, vadeye kalan süre, volatilité, faiz oranları ve kar payıdır (Şeker, Çemberlitaş, & Altundağ, 2018: 123). Normal şartlarda dayanak varlıkların fiyatı arttıkça alım opsiyonun değeri artarken, satım opsiyonlarının değeri azalmaktadır. Vade ise hem alım opsiyonunda hem satım opsiyonunda opsiyon primleri fiyatlarını

arttırmaktadır. Opsiyon vadesi ilerledikçe opsiyon primleri değerlendirilmektedir. Örneğin; vadesine bir ay olan opsiyonun primi vadesine bir yıl olan opsiyon primine göre iki kat daha ucuz olabilmektedir. Faiz oranları ise alım opsiyonlarının fiyatlarını yükseltmektedir. Faiz oranının artması varlığı elde tutmanın maliyetini de yükseltecektir. Bu durumda alım opsiyonu ile faiz oranı arasında doğru orantı olmasını sağlamaktadır. Satım opsiyonlarında ise tam tersi bir durumla karşılaşmaktadır. Faiz oranının artması satım opsiyonlarının değerini azaltmaktadır. Faiz oranındaki artış kullanım fiyatının bugünkü değerini azaltmakta olup bu durum satım opsiyonunun fiyatının düşmesine sebep olmaktadır. Kullanım fiyatı ile alım opsiyonlarının arasında ters orantılı mevcuttur. Kullanım fiyatının artması alım opsiyonlarının değerini azaltırken, satım opsiyonlarının değerini arttırmaktadır (Saltoğlu, 2019: 37).

Tablo 3.2: Opsiyon Fiyatını Etkileyen Faktörler

	Alım Opsiyonu Fiyatı	Satım Opsiyonu Fiyatı
Dayanak Varlık Fiyatı Yükselirse	Artar	Azalır
Sözleşme Vadesi Uzarsa	Artar	Artar
Volatilite Artarsa	Artar	Artar
Faiz Oranı Artarsa	Artar	Azalır
Kullanım Fiyatı Yükselirse	Azalır	Azalır

Kaynak: (Kapusuzoğlu & Ceylan, 2018, s. 219)

Opsiyon fiyatındaki önemli noktalardan birisi dayanak varlığın spot fiyatıdır. Opsiyon işlemi vadeli işlem olduğundan sözleşme yapılırkenki spot fiyat vadeli fiyatı belirleyen en önemli etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir alım opsiyonunda opsiyonun net getirisi vade tarihindeki spot fiyattan kullanım fiyatı çıkartılarak elde edilmektedir. Vade tarihindeki opsiyon fiyatı yatırımcılar tarafından hesaplanmaktadır. Vade tarihindeki spot fiyat hesaplanan forward fiyatına eşit olacaktır. Bu yüzden opsiyon fiyatını etkileyen faktör, dayanak varlığın forward fiyatıdır. Forward fiyatını belirleyen faktörlerin içinde de spot fiyat gelmektedir. Bu yüzden opsiyon fiyatını etkileyen faktörlerin başında dayanak varlığın spot fiyatı gelmektedir (Akçay, Kasap, Doğuç, & Kasap, 2012: 182-183).

Opsiyon fiyatını etkileyen diğer önemli bir faktör ise volatilitedir. Fiyat hareketliliği arttıkça hem alım opsiyonlarında hem satım opsiyonlarının fiyatı artmaktadır. Elektrik fiyatlarının volatilitesi diğer ürünlere göre daha fazladır. Enerji

fiyatları hava koşullarına, ekonomik büyüme, mevcut arz yapısı gibi faktörlerden etkilenebilmektedir. Örneğin; aşırı sıcak ve soğuk havalarda enerji talebi artmaktadır, bu durumda enerji maliyetlerini yükseltmektedir. Ayrıca donma, kasırga gibi olaylar arz kesintisine sebep olabilmektedir. Bu durumda elektrik sözleşmelerinin opsiyon primlerinin diğer sözleşmelere göre daha yüksek olmasına neden olmaktadır. Çünkü volatilitenin fazla olması ileride yaşanabilecek fiyat değişkenliğinin fazla olması anlamına gelmektedir.

4.3.3.3.1. Black Scholes Fiyatlama Modeli

Opsiyon fiyatlama modellerinin başında Black Scholes modeli gelmektedir. Bu model ilk olarak 1973 yılında ortaya çıkmıştır. Ağırlıklı olarak Avrupa tipi opsiyonların fiyatlandırması için kullanılsa da bazı değişikliklerle Amerikan tipi opsiyonların fiyatlandırılması içinde kullanılmaktadır. Black Scholes modelinin varsayımları incelendiğinde;

1. Piyasa koşullarının düzgün bir şekilde işlediği varsayılmaktadır. Tarafların alım satımda katlandıkları herhangi işlem maliyeti ve vergi ücreti yoktur.

2. Dayanak varlık için herhangi bir temettü ödemesi yapılmadığı varsayılmaktadır.

3. Yapılan işlemlerde arbitraj imkanı bulunmamaktadır.

4. Risksiz faiz getirisi değişmemektedir. Yatırımcılar bu oran üzerinden istedikleri miktarda borç verebilmektedir.

5. Risksiz faiz oranı ve volatilité sabittir.

6. Talep edilen miktarlarda dayanak varlık temin edilebilmektedir (Kapusuzoğlu & Ceylan, 2018: 212).

Black Scholes modeli opsiyon fiyatlama konusunda önemli bir referans olarak alınmaktadır. Black Scholes modeli bir alım opsiyonu için şu şekilde modellenmiştir:

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

Bu formül içerisinde d_1 ve d_2 ;

$$d_1 = \frac{\ln(S/K) \pm \left(r - \delta + \frac{1}{2}\sigma^2\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

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

şeklindedir. Black Scholes modelinde ilk olarak d_1 ve d_2 değerleri tahmin edilmektedir. $N(d_1)$ ve $N(d_2)$ kümülatif normal dağılım değerlerini temsil etmektedir. Bu iki değer normal dağılım fonksiyonundaki z değeridir. Hesaplanan d_1 ve d_2 değerlerinin z tablosundaki karşılıkları yerine yazılarak opsiyon fiyatlamaya çalışılmaktadır (Akçay, Kasap, Doğuç, & Kasap, 2012: 191-192). Modelde yer alan faktörler incelendiğinde;

c : Alım opsiyonu primi

S : Sözleşmeye konu olan varlığın spot fiyatı

K : Sözleşmeye konu olan varlığın kullanım fiyatı (strike price)

r : Risksiz faiz oranı

δ : Temettü getirisi

T : Vade süresi

σ : Dayanak varlık fiyatının volatilitesi'ni temsil etmektedir.

Modelin ilk kısmı, dayanak varlığı satın almanın faydasını gösterirken, ikinci kısmı uygulama fiyatının vade tarihindeki değerini temsil etmektedir. Opsiyon sözleşmelerinde sözleşmenin değeri kar ve maliyet arasında ki fark olarak hesaplanmaktadır (Güzel, 2020: 37).

Black Scholes modeli bir satım opsiyonunda ise;

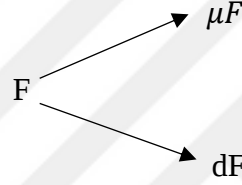
$$P = Ke^{-rT}N(-d_2) - Se^{-\delta T}N(-d_1)$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

4.3.3.3.2 Binom Opsiyon Fiyatlama Modeli

Opsiyon fiyatlama modelinde Binom yaklaşım ilk olarak 1978 yılında Sharpe tarafından ortaya koyulmuştur. Black Scholes modeli Avrupa tipi opsiyon

sözleşmelerinin fiyatlanması için kullanılmaktadır. Vadesinden önce kullanılan Amerikan tipi opsiyon sözleşmelerinin fiyatlanması içinde Binom modeli geliştirilmiştir. Daha sonraları model geliştirilerek Black Scholes modeli ile aralarında bir bağlantı kurulmuştur. Binom modeli sözleşmeye konu olan varlık fiyatının iki yönlü bir süreç izlediği üzerine hareket etmektedir. Sözleşmeye konu olana varlığın fiyatı sözleşme süreci boyunca artış veya azalış göstermektedir. Bu iki yaklaşıma göre binom modelinde yatırımcının karar verme süreci oluşturulmaktadır. Binom modeli bir ağaç yapısını andırmakta ve gerçekleşme olasılığı olan ihtimallere göre dallara ayrılmaktadır (Kapusuzoğlu & Ceylan, 2018: 215). Tek dönemli binom fiyatlama modeli;



Şekil 15: Tek Dönemli Binom Fiyatlama Modeli

Kaynak: (Pilipovic, 2007: 290)

şeklinde gösterilmektedir. Yukarıda ki denklemde “F” sözleşmeye konu olan varlığın fiyatını göstermektedir. Bu dayanak varlığın p olasılıkla “ μF ” kadar artış gösterecektir. Diğer seçenekte de dayanak varlık p-1 olasılıkla “ dF ” kadar azalış gösterecektir. Şekil 15’teki görselde 2 sonuç ortaya çıkmaktadır. Vade sonunda dayanak varlık fiyat artış göstererek “ μF ” olabilir ya da azalar “ dF ” olabilir.

Binominal opsiyon fiyatlama modeline örnek vermek gerekirse, değeri 50 TL olan bir hisse senedine 3 ay vadeli bir alım opsiyonunda, dayanak varlık fiyatının 52 TL olduğu varsayılmıştır. 3 ay sonra spot fiyatın alabileceği 2 seçenek bulunmaktadır. 3 ay sonunda spot fiyatın 55 TL olması durumunda alım opsiyonunun değeri 3 TL, fiyatın 49 TL olması durumunda alım opsiyonunun değeri sıfır TL olacaktır (Kapusuzoğlu & Ceylan, 2018: 216).

Ağaç modelindeki “p” dayanak varlığın yükselme olasılığını, “p-1” ise dayanak varlığın düşme olasılığını temsil etmektedir. Bu bilgi çerçevesinde Şekil 15’teki ağaç modeli;

$$p = (e^{-rT} - d) / (\mu - d)$$

şeklinde formülü yazılmaktadır. Formüldeki “r” yıllık faiz oranını, “p” dayanak varlığın yükselme olasılığını “t” zaman dilimini ifade etmektedir. “d” ve “μ” değerleri de spot fiyatın artması ve düşmesi öngörülen değeri ifade etmektedir. Bulanan p değeri;

$$c = e^{-rT} [p c\mu + (1-p)cd]$$

fonksiyonuna yazılarak opsiyonun cari fiyatı hesaplanmaktadır (Saltoğlu, 2019: 96-97). Bu fonksiyonda p değeri yukarıdaki işlem sonucundan gelmektedir. “cμ” ve “cd” değeri alım opsiyonun fiyatını göstermektedir. Örneğin; dayanak varlık spot fiyatı 50 TL olan bir varlığın 3 ay sonra 55 TL veya 49 TL olması beklenmektedir. Bu durumda “cμ” değeri 5 TL olurken “cd” değeri 1 TL olmaktadır.

3.3.4.Egzotik Opsiyon Anlaşmaları

Egzotik opsiyonlar standart opsiyon sözleşmelerine göre yatırımcılara alternatifler sunan opsiyon türleridir. Bu opsiyonlar yatırımcıların beklentilerine ve alacakları risklere göre çeşitli kontrat türleri sunmaktadır. Opsiyonlar yatırımcıların talepleri doğrultusunda çeşitlenmekte ve sonuç olarak ortaya egzotik opsiyonlar çıkmaktadır.

3.3.4.1.Asya Opsiyonları

Asya tipi opsiyonlar tezgahüstü piyasada yaygın olarak kullanılan opsiyon sözleşmeleridir. Asya tipi opsiyonlarda ortalama fiyat seçenekleri mevcuttur. Opsiyon kullanıma başladıktan belirli bir aşama sonrasında fiyat referansı kar oranına göre değişebilmektedir (James, 2007: 41). Asya tipi opsiyonlarda dayanak varlık fiyatı geçmiş dönemdeki fiyat geçmişine bağlı olarak oluşmaktadır (Demirci, 2010: 74). Standart bir vanilla sözleşmede getiri, kullanım fiyatıyla vade sonundaki spot fiyat arasındaki farktan oluşurken, Asya tipi opsiyonlarda getiri ise, kullanım fiyatıyla belirli bir zaman aralığındaki spot fiyatın ortalaması arasındaki farktan oluşmaktadır. (Akçay, Kasap, Doğuç, & Kasap, 2012:200). Asya opsiyonlar ortalama bir fiyat üzerinden getiri sağladığı için düzensiz fiyat hareketlerinin olduğu piyasalarda sıklıkla tercih edilebilmektedir. Özellikle fiyat değişkenliği Avrupa tipi opsiyonlarda

volatilitiyi yükselttiği için opsiyon primini arttırmaktadır. Asya tipi opsiyonlarda alınan fiyat ortalaması daha az maliyetli bir opsiyon sözleşmesi sunabilmektedir.

Asya opsiyonlarda yatırımcının karı vade boyunca dayanak varlık fiyatının aritmetik ortalamasına göre hesaplanmaktadır. Örneğin; vadesine 10 ay olan opsiyon sözleşmesin sözleşme fiyatı 25.000 TL'dir. Sözleşme toplamda 720 MWh elektriği kapsamaktadır. 10 aylık vade sonunda dayanak varlığın ortalama fiyatı 320 TL ve spot fiyatı 280 olması durumunda $3.800 \text{ TL } [(320 - 280) \times 720 - 2500]$ kar elde edilmiş olacaktır (Kapusuzoğlu & Ceylan, 2018: 211).

3.3.4.2.Bariyerli Opsiyonlar

Bariyerli opsiyonlar standart vanilla tipi opsiyonlara göre biraz daha özelleştirilmiş opsiyonlardır. Bu sözleşmelerde opsiyonların içine bazı kısıtlamalar koyulmaktadır. Bariyerli opsiyon sözleşmeleri dayanak varlığın fiyatı için belirlenen kısıtların geçilip geçilmemesine göre şekillenen sözleşmelerdir. Amerikan bariyerli opsiyonlar işlemin başlangıç tarihinden bildirim tarihine kadar her gün dayanak varlık hareketleri takip edilmekte olup dayanak varlık fiyatlarının bariyer seviyesine ulaşp ulaşmadığı kontrol edilmektedir. Avrupa tipi bariyerli opsiyonlarda ise sadece son bildirim tarihinde bariyer seviyesine ulaşılıp ulaşmadığı kontrol edilmektedir. Bariyerli opsiyonlarda Knock In ve Knock Out olmak üzere iki seviye bulunmaktadır. Knock Out seviyesi bulunan sözleşmelerde dayanak varlık fiyatı Knock Out noktasına ulaştığı zaman sözleşme geçersiz hale gelmektedir. Knock In seviyesi bulunan sözleşmelerde ise dayanak varlık fiyatı Knock In seviyesine ulaştığında opsiyonun geçerli olduğu sözleşmelerdir (Akçay, Kasap, Doğuç, & Kasap, 2012: 195-196).

3.3.4.2.Swing Opsiyonlar

Esnek bir yapıya sahip olan doğalgaz ve elektrik gibi piyasalarda kısa vadeli işlemlerin yapılabilmesi önemli bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Swing opsiyonlar taraflara günlük veya birkaç günle sınırlı olacak şekilde işlem yapabilme imkanı sunmaktadır. Bu sözleşmeler taraflara teslimat esnekliği sunmaktadır. Swing opsiyonlar, taraflara sözleşmeye konu olan dönem içinde dayanak varlık miktarını değiştirebilme olanağı sağlamaktadır. Yapılacak olan işlemler için minimum ve maksimum işlem hacimleri sözleşmede belirlenmektedir. Belirlenen minimum alım

miktarı alıcı tarafından alınmazsa alıcı taraf satıcının zararını karşılamaktadır. Bu durum sözleşmelere göre değişiklik gösterebilirken genellikle belirli miktar ceza ya da satıcının gelir kaybını ödemekle yükümlüdür (Demirci, 2010: 85).

Swing opsiyonlar, iç talepte yaşanabilecek belirsizlikler ve dayanak fiyatta oluşabilecek volatilité durumu için tarafları risklere karşı korumak için uyarlanmıştır. Elektriğin tüketiminde ve üretiminde yaşanabilen değişiklikler esnek sözleşme gereksinimini arttırmaktadır. Elektrik piyasalarında gözlemlenen bu volatilité swing opsiyonları risk yönetimi için kullanılabilir hale getirmiştir (Aydın, 2010: 51).

3.3.4.2. Geçmişe Dönük Opsiyonlar (Lookback)

Geçmişe dönük opsiyonlar sözleşmeye konu olan dayanak varlık fiyatının vadesinden önce belirli olmayan opsiyonlardır. Bu opsiyon ilk uygulandığı anda kullanım fiyatı dayanak varlığın spot fiyatına eşittir. Dayanak varlığın fiyatı değıştikçe kullanım fiyatı değışmektedir. Vade sonundaki opsiyonun kullanım fiyatı sözleşmede belirlenen tarih içerisindeki spot fiyatlara bakılarak tekrar hesaplanmaktadır. Satım opsiyonunda dayanak varlığın belirlenen tarih boyunca aldığı en düşük değere göre kullanım fiyatı hesaplanmaktadır. Alım opsiyonunda ise belirlenen tarih arasında dayanak varlığın aldığı en yüksek değere referans alınarak hesaplama yapılmaktadır. (Öngen, 2015: 229)

Geçmişe dönük opsiyonlar yatırımcılara, belirlenen zaman aralığında dayanak varlığın en cazip değerini alabilme imkanı sunabilmektedir. Bu durum yatırımcılara en uygun fiyatlardan işlem yapabilme fırsatı vermektedir. Opsiyon alıcısı bir alım opsiyonunda sözleşmeye konu olan varlığı en düşük fiyattan alabilme hakkına sahip olmaktadır. Aynı şekilde bir satım opsiyonunda da opsiyon hakkını elinde tutan taraf opsiyonu en yüksek fiyattan satma hakkına sahip olmaktadır. Bu opsiyonlarda opsiyonu satın alan taraf işlemin gerçekleştiği tarihte dayanak varlığın kullanım fiyatını bilmesede belirlenen tarihlerdeki en avantajlı seviyeden bir kullanım fiyatı oluşacağını anlayabilmektedir. Lookback opsiyonlarda opsiyon hakkını elinde bulunduran taraf, belirlenen tarih aralığındaki en uygun fiyattan işlem yapabilmeyi garantilemiş olmaktadır. Özellikle belirsizlik dönemlerinde fiyatlarda oluşan ani sıçramalar, opsiyon alıcısına yüksek karlar sağlayabilmektedir. Yüksek volatilitenin

olduğu ürünlerde yaşanan değişkenlik opsiyon alıcısı için yüksek karlar sağlayabilmekte olup, opsiyon satıcısı içinde ciddi riskler barındırmaktadır (Akçay, Kasap, Doğuç, & Kasap, 2012: 201-202).

3.3.5. Swap

Swap, iki katılımcının belirlenen dönem için nakit akışının değiş tokuşuyla gerçekleşen sözleşmelerdir. Swap işlemlerinde nakit akışı taraflar arasında ileri bir tarihle karşılıklı olarak değiştirilmektedir. Swap işlemleri, genellikle aracı kurumlar aracılığıyla gerçekleşmektedir. Swap sözleşmelerinin işlem hacimleri forward ve future sözleşmelere göre daha büyüktür. Bu yüzden küçük yatırımcılar swap işlemi yapamamaktadır (Saltoğlu, 2019: 8). Taraflardan birisi sabit bir ödeme yaparken karşı taraf değişken veya belirli bir endekse dayalı bir ödeme yöntemi seçmektedir. Belirlenen ödeme yöntemi çerçevesinde para birimlerinin değiş tokuşu gerçekleşmektedir. Taraflar değiş tokuş edilen varlığın ileri vadedeki fiyatı hakkında farklı beklentilere sahiptir (Saltoğlu, 2019: 47).

Swap anlaşmaları içinde en yoğun kullanılan faiz swapları ve döviz swap anlaşmalarıdır. Faiz swap anlaşması, aynı para birimi üzerinden yapılan anlaşmalardır. Faiz oranı swaplarında işlemler ortak bir para birimi üzerinden yapılmaktadır. Faiz swaplarında, sabit ve değişken Türk Lirası el değiştirebileceği gibi Türk Lirası faizi verip ABD Dolar faizi alma şeklinde olan swap anlaşmaları da mevcuttur. Ortak bir para birimi olduğu için faiz swaplarında para değiş tokuşu olmamakta, sadece faiz oranına göre yükümlülükler yerine getirilmektedir. Bu sözleşmelerde taraflardan birisi sözleşmede kararlaştırılan süre içinde sabit faiz oranı üzerinden nakit akışlarını ödemeyi kabul etmektedir (Başçı, 2003: 23). Örnek olarak; 100.000 TL üzerinden faiz swapında iki tarafın kendi arasında yaptığı bir sözleşmede taraflardan birisi sabit faiz öderken diğer taraf değişken faiz ödemektedir. Taraflardan birisi %20 oranında sabit faiz öderken, diğer firma baz alınan LIBOR faizi üzerinden ödeme yapmaktadır.

Para swapında ise belirlenen bir dönem için iki farklı para biriminin değiş tokuşu gerçekleşmektedir. Bu işlem belirlenmiş kur üzerinden gerçekleşmektedir. Para swapında amaç dövizde ulaşımında kolaylık sağlamaktır (Yılmaz & Şahin, 2009: 396). Örneğin bir ithalatçı firması dolar cinsinden kredi bulma konusunda problem yaşıyorsa

swap işlemiyle elindeki Türk Lirasını değiş tokuş yapıp dolar cinsinden kendine fon sağlayabilmektedir. Bu sayede maliyet avantajı sağlamış olmaktadır. Sözleşme başlangıcında para birimleri taraflar arasında el değiştirir. Firma Türk lirası verip karşılığında dolar almaktadır. Sözleşme sonunda aldığı dolar karşılığında dolar faizi öderken Türk lirası faiz geliri elde etmektedir. Sonrasında da verilen Türk lirası geri alınıp, alınan dolar geri verilecektir. Böylece değiş tokuş işlemi gerçekleşmiş olacaktır.

Enerji swaplarını sabit fiyat veya sözleşme süresi boyunca değişken fiyat ortalamasına göre fiyatlandırılmaktadır. Enerji swaplarında ürünün fiziksel teslimatı gerçekleşmemektedir. Sadece finansal bir takas söz konusudur (James, 2007: 26).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE ELEKTRİK PİYASASINDA TÜREV ÜRÜN KULLANIMA İLİŞKİN BİR UYGULAMA

Finansal piyasalarda fiyat, kur gibi birçok risk karşısında finansal korunma amaçlı türev ürünler kullanılmaktadır. Elektrik piyasasında oluşan riskler karşısında bu ürünlerin kullanımı her geçen gün artmaktadır. Bu bölümde elektrik piyasasında opsiyon sözleşmelerinin kullanıma dair bir uygulama yapılmıştır.

4.1 Araştırmanın Amacı

Elektrik piyasasında türev araçların kullanımı her geçen gün artmaktadır. Elektrik fiyatlarındaki değişkenlik yüksek olduğu için türev ürünlere olan ihtiyaç artmaktadır. Elektrik türev ürün olarak şu anda sadece tezgahüstü piyasalarda işlemler gerçekleşse de 2021 yılının ortasında EPIAŞ bünyesinde organize bir vadeli elektrik piyasasının kurulması hedeflenmektedir. Araştırmanın amacı elektrik sektöründe finansal korunma amaçlı opsiyon sözleşmeleri üzerinedir. Piyasa oluşan risklere karşı piyasa katılımcıları opsiyon sözleşmesi kullandığı zaman oluşabilecek kar ve zararı test edilmiştir. Opsiyon sözleşme sonuçlarda forward sözleşme sonuçlarıyla kıyaslanmıştır. Fiyat riskini minimize etmek için hangi yöntemin daha başarılı olabileceği araştırılmıştır.

4.2 Araştırmanın Yöntemi

Opsiyon fiyatlama modelinde veri seti olarak 01.01.2017'den 31.01.2020'a kadar olan Gün Öncesi Piyasa'da oluşan Piyasa Takas Fiyatı (PTF) kullanılmıştır. PTF'nin aylık ortalaması alınarak 2020 Ocak ayı için geçerli olacak opsiyon alım sözleşmesini hesaplanmıştır. Opsiyon alım kontratında dayanak varlık olarak 1 MW baz yük elektrik üzerinde çalışma yapılmıştır. Çalışmada birçok borsada yaygın bir şekilde kullanılmasından dolayı Avrupa tipi opsiyon sözleşmesi tercih edilmiştir. Uygulamada opsiyon fiyatlama modeli olarak Black Scholes modeli kullanılmıştır. Black Scholes modeli ile Şubat 2020 dönemi elektrik opsiyon alım sözleşmesinin

değeri hesaplanmıştır. Modelin girdilerinden spot fiyat, Aralık 2020 dönemi tezgahüstü piyasada işlem gören Şubat 2020 forward sözleşmesinin fiyatı kullanılmıştır.

4.3 Araştırmanın Kısıtları

Araştırmada opsiyon uygulama dönemi olarak Şubat 2020 dönemi seçilmiştir. Mart 2020 dönemi itibariyle Covid-19 virüsünden ötürü piyasa fiyatları çok yüksek oranda dalgalanmalar göstermiştir. Özellikle elektrik tüketiminde ciddi düşüşler yaşanması elektrik fiyatlarında ani düşüşler göstermiştir. Bu dönemdeki yüksek volatiliteden ötürü uygulamada dönem olarak Şubat 2020 seçilmiştir. Ayrıca opsiyon uygulamada vade olarak bir yıl 360 gün olarak ve tüm aylar 30 gün olarak hesaplama yapılmıştır.

4.2 Literatür Taraması

Elektrik piyasasında türev araçların kullanımıyla ilgili literatürde birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar içerisinde Demirci (2010), Türkiye elektrik piyasasında opsiyon kullanımıyla ilgili örnek bir çalışma yapmıştır. Çalışmada opsiyon fiyatlama modeli olarak Black&Scholes ve Monte Carlo yöntemini kullanmıştır. Elektrik fiyatlarında volatilitenin çok yüksek olduğundan ötürü Monte Carlo yöntemiyle Black&Scholes'e kıyasla daha iyi sonuçlar elde edilebileceğini açıklamaktadır. Black&Scholes modelinde 7 gün vadeli, Monte Carlo modelinde ise 1 gün vadeli sözleşme üzerinden uygulama yapılmıştır.

Patlavka (2010), yaptığı çalışmada elektrik piyasasındaki yüksek volatilitenin finansal korunma yöntemi olarak vadeli piyasaları olan ihtiyaca dikkat çekmiştir. Yapılan opsiyon fiyatlama örneğinde Black&Scholes yöntemini kullanmıştır. Uygulama European Energy Exchange piyasası üzerinde yapılmıştır. Elektriğin depolanamama özelliği fiyatındaki hareketliliğin en önemli nedenlerinden biri olduğunu ileri sürülmüştür.

Candio (2016), İtalya'daki elektrik piyasasını inceleyerek, piyasada oluşan risklere karşı finansal korunma araçlarından bahsetmektedir. Yapılan bu çalışmada elektrik piyasasında opsiyon kullanımı incelenmiştir. Modelde Black&Scholes metodu

kullanılmıştır. Çalışmada bir hidroelektrik santral üreticisinin, riskini minimize edebileceği yöntemler açıklanmaya çalışılmıştır.

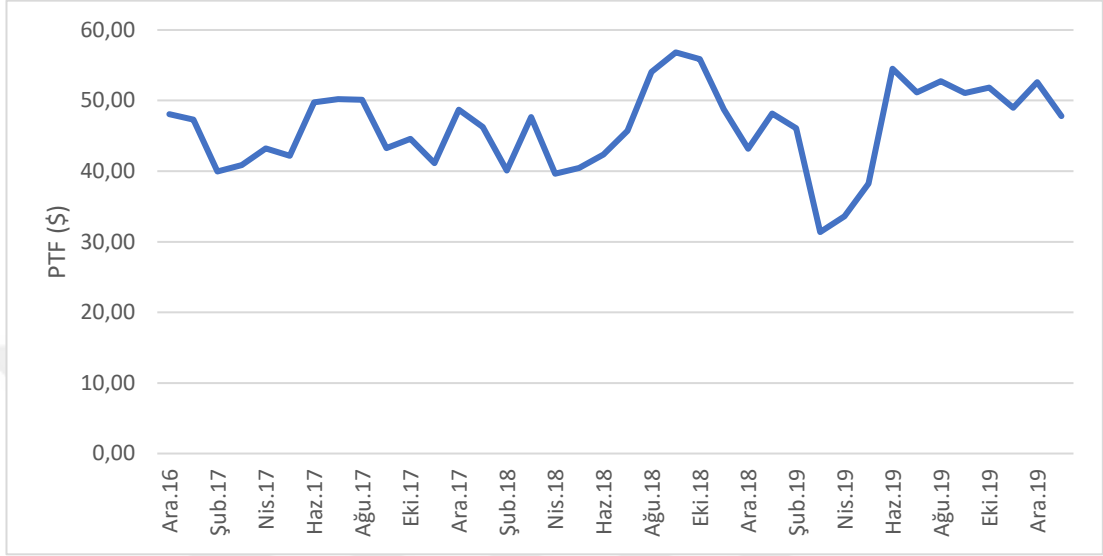
Deng ve Oren (2006) çalışmasında elektrik piyasasında türev araçlarının kullanımının artmasıyla firmaların, risklerini daha sağlıklı yönetebileceğinin üzerinde durmuştur. Özellikle elektrik piyasasının diğer piyasalara göre farklılıklarından ötürü birçok özelleştirilmiş türev ürün çeşidinin ortaya çıkabileceğinden bahsetmektedir. Ancak standart ürünlerin kullanımı, işlem maliyetlerini düşük olması ve gerekli hacmin oluşması konusundaki avantajlarından dolayı önerilmektedir.

Pineda (2016) elektrik piyasasında risk yönetimi için türev araçların kullanımını incelemiştir. Elektrik üreticisinin optimum bir satış strateji belirleyebilmesi için hibrit bir model önerisi sunmuştur. Çalışmada opsiyon tercih etmenin riski azalttığı ortaya koyulmuştur.

4.5. Opsiyon Fiyatlama Uygulaması

4.5.1. Volatilite

Black&Scholes modelinin girdilerinden en önemli olanlarından bir tanesi volatilitenin belirlenmesidir. Volatilite hesaplamasından birden çok yöntem kullanılmaktadır. Bu uygulamada volatilite hesaplamasında tarihsel volatilite metodu kullanılmıştır. Tarihsel volatilite yönteminde geçmiş fiyatlar baz alınarak fiyat hareketliliği hesaplanmaktadır. Ocak 2017'den Ocak 2020'e kadar oluşan aylık PTF ortalamaları dolar cinsinden kullanılmıştır.



Şekil 4.1: Ocak 2017- Ocak 2020 Piyasa Takas Fiyatı (\$)

Kaynak: (Rapor Epiaş, 2020)

Aylık fiyat değişim oranları logaritma tabanında hesaplatılmıştır. Daha sonra logaritma tabanında hesaplanan getirilerin karesi alınmıştır. Formülde r_t t zamanındaki aylık ortalama fiyatın önceki ay ortalama fiyatının logaritmik getirisini göstermektedir. T ise zaman periyodunu temsil etmektedir.

$$r_t = \ln(S_t / S_{t-1})$$

$$\mu = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_t$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (r_t - \mu)^2}$$

Denklemden yer μ ise T dönemi boyunca ortalama getiriyi göstermektedir. Denklem sonucu μ değeri 0,6095561 çıkmaktadır. İlgili değerler yerine koyulduğu zaman;

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{38-1} * 0,609556}$$

$$\sigma = 0,1283$$

Tarihsel Volatilite hesaplaması sonucunda volatilite değeri %12,83 olarak hesaplanmıştır. Bulunan bu değer Black&Scholes modelinde volatilite değeri olarak kullanılmıştır.

4.5.2 Black&Scholes Yöntemi

Bu bölümde Avrupa tipi opsiyon alım sözleşmesinin, 1 MW baz yük üzerinden uygulaması yapılmıştır. Uygulamada kullanılan Black&Scholes modeliyle opsiyon alım sözleşmesi;

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

$$d_1 = \frac{\ln(S/K) \pm \left(r - \delta + \frac{1}{2}\sigma^2\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

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

formülüyle hesaplanmıştır. Risksiz faizi oranı olarak TCMB tarafından 13.12.2019'da belirlenen politika faiz oranı %12 alınmıştır (TCMB, 2020). Uygulamada spot fiyat olarak, Şubat 2020 dönemi için tezgah üstü piyasada 315 TL'den işlem gören forward fiyatı, kullanım fiyatı olarak baz alınmıştır.

İlgili değerleri kullanım fiyatı 307 TL olan bir opsiyon için d1 ve d2 formülünde yerine yazarsak;

$$d_1 = \frac{\ln(315/307) \pm \left(0,12 - +\frac{1}{2}0,128^2\right)\frac{1}{12}}{0,127\sqrt{\frac{1}{12}}}$$

$$d_2 = 0,99 - 0,128 \sqrt{\frac{1}{12}}$$

d_1 değeri 0,99 d_2 değeri de 0,95 olarak elde edilmiştir. Bulunan d_1 ve d_2 değerlerinin normal dağılımdaki değerleri sırasıyla 0,83 ve 0,82 olarak bulunmuştur. Çıkan sonuçlar alım opsiyonu formülünde yerine yazıldığı zaman;

$$C = 315x0,83 - 307e^{-0,12x\frac{1}{12}} x 0,82$$

alım opsiyonun değeri 12,05 TL olarak bulunmuştur. Bu durumda Şubat 2020 dönemi için 307 TL'den opsiyonun alım hakkını elinde bulundurmak isteyen taraf opsiyon prim olarak 12,05 TL ödeyecektir.

Tablo 4.1: Opsiyon Kar/Zarar Tablosu

Şubat 2020 Spot Fiyat (TL)	Opsiyon Kullanım Fiyatı (TL)	Opsiyon Fiyatı (TL)	Kar/Zarar (TL)
298,91	307	12,05	-14.969,28

Kullanım fiyatı 307 TL olan senaryoda Şubat 2020 1 MW baz yük alım opsiyonu için 14.969,28 TL sözleşmeyi alan taraf zarar etmiş olacaktır. Şubat 2020 dönemi PTF'de öngörülemez düşüş işlemlerin zararlı sonuçlanmasına yol olacaktır. Aralık 2020 dönemi OTC'de Şubat 2020 forward baz yük kontrat fiyatı 315 TL'dir. Ancak Şubat ödemi gerçekleşen Aylık PTF 298,91 TL'dir. Eğer kontratı alan kişi bu işlemi forward üzerinden yapsaydı işlemde 11.970 TL zarar etmiş olacaktı. Opsiyon sözleşmesinden oluşan zarar burada forward sözleşmeye kıyasla daha fazla olarak gözükse de opsiyonu alan taraf sadece opsiyon primini ödeyerek yükümlülüğü yerine getirmeden pozisyonu kapatabilir. Yukarı da yapılan sözleşmede opsiyon prim maliyeti $744 * 12,05 = 8.965$ TL olacaktır. Sözleşme sonunda opsiyonu alan taraf opsiyon primi olan 8.965 TL ödeyerek forward kontrata göre zararını minimize etmiş olacaktır.

Zararla sonuçlanan pozisyonlarda opsiyonlar, uygulamada olduğu gibi zararı minimize etme özelliğine sahiptir. Ancak kar durumu baktığımızda ise forward ürünler genellikle daha çok kar imkanı barındırmaktadır. Opsiyonlar forward ürünlere kıyasla daha az gelir imkanı sağlarken, zarara uğrama ihtimaline karşıda riski minimize etmektedirler.

SONUÇ

Türkiye elektrik piyasasının liberalleşmesiyle birlikte, piyasadaki oyuncu sayısı artmaya başlamıştır. Tüketim tarafından tüketicilere kendi tedarik firmalarını seçme imkanı sunulması, elektrik tedarik tarafında rekabetçi bir piyasa oluşturmuştur. Oluşan bu talebi karşılayabilmek için elektrik üreticileri, sistem üzerinden kendi üretim maliyetlerine göre fiyat tekliflerini sisteme girmektedir. Ancak elektrik arzı ve talebi, meteoroloji, ülkelerinin ekonomik gidişatı, sanayileşme durumu gibi birçok etkenden etkilendiği için fiyatın kesişim noktasının tahmin edilmesi konusunda zorluklar oluşmaktadır. Özellikle üretim tarafında maliyet bazlı fiyatlandırmadan ötürü elektrik fiyatlarında saatlik bazda ciddi farklılıklar oluşabilmektedir. Örneğin; arz talep grafiklerine bakıldığı zaman yüksek maliyetle çalışan santrallerin başında doğalgaz santralleri gelmektedir. Artan bir doğalgaz fiyatlarında veya kurda oluşan bir hareketlilik bu santrallerin maliyetlerini etkilemekte ve piyasada ciddi riskler oluşturabilmektedir. Doğalgaz fiyatları, brent petrol fiyatı, döviz kuru gibi değişkenlerinde ülkemizde oluşan elektrik fiyatlarına ciddi etkiler oluşturabilmektedir. Aynı zamanda üretim tarafında bahar aylarında hidroelektrik kaynaklarının üretiminin artması, fiyatları aşağı yönlü baskılayabilmektedir. Bunun en önemli sebebi hidroelektrik kaynakların üretim maliyetleri fosil kaynaklara göre çok daha düşük olmasıdır. Sonbahar başlangıcında da hidroelektrik kaynaklarının üretiminin azalması bu kaynakların ikamesi olarak termik santrallerin yoğun bir şekilde devreye girmesiyle sonuçlandırmaktadır. Bu durumda fiyatları yukarıya doğru çekmektedir. Çünkü fosil kaynakların üretim maliyetleri diğer kaynaklara göre çok daha yüksektir. Aynı zamanda üretim portföyünde en fazla değişkenlik gösteren bir diğer kaynak ise rüzgar santralleridir. Rüzgar santrallerinin üretiminde yaşanan dalgalanmalar fiyatlar üzerinde ciddi etkiler yapabilmektedir. Rüzgar santrallerinin bir çoğunun son yıllarda kurulmasından dolayı YEKDEM desteği devam etmekte ve bu kaynakların üretim maliyetleri diğer kaynaklara göre çok daha düşük olmaktadır. Bu da rüzgar üretiminin

artması ve elektrik spot fiyatların aşağıya düşmesini sağlamaktadır. Ayrıca rüzgar üretiminde saatlik olarak ciddi farklar oluşabilmektedir. Örneğin; ilgili günde toplam rüzgar üretim miktarı düşük seviyelerde ilerlerken bir gün sonrasında keskin bir yükseliş gösterebilmektedir. Aynı zamanda rüzgar santralleri, değişken ve tahmin edilmesi zor olan üretim miktarlarından ötürü genellikle diğer kaynaklara kıyasla daha fazla dengesizliğe sahiptir. Tüketim tarafında da aynı değişkenlik söz konusu olabilmektedir. Elektrik tüketimi üzerinde hava durumunun ciddi etkisi görülmektedir. Sıcaklığın çok yüksek veya çok düşük olması elektrik talebini arttırmaktadır. Bahar aylarında ise yaz ve kış mevsimine göre daha düşük seviyede tüketim seviyesini oluşturmaktadır. Ayrıca ülke ekonomilerin büyümesi elektrik tüketimini yükselen bir trendde devam ettirmektedir. Ülkelerde yaşanan ekonomik krizler ise birçok sanayi ve fabrikanın üretimini sonlandırmasına neden olabilmektedir. Bu durumda elektrik talebini aşağı doğru çekebilmektedir. Üretimde ve tüketimi etkileyen birçok değişkenin olması fiyat öngörülebilirliğini azaltmaktadır.

Elektrik piyasasında oluşan bu tarz değişkenliklerden ötürü piyasa katılımcıları belirli risklere maruz kalmaktadır. Bu durumda piyasada fiyat riskini oluşturmaktadır. Ayrıca elektrik fiyatlarındaki yüksek volatilité piyasa katılımcıları için riski daha da arttırmaktadır. Bu noktada spot piyasada oluşacak risklere karşı önceden önlem almak, oluşabilecek risklerin önüne geçmede önemli bir rol oynayacaktır. Türev ürünler bu noktada piyasa katılımcılarına, işlemler spot piyasada gerçekleşmeden önce belirli pozisyon alma imkanı sunmaktadır. Bu noktada fiyat hareketliliğinin yüksek olmasından dolayı fiyatlarda sert düşüşler olma durumunda forward sözleşmeler çok fazla öngörülebilirler sağlamayabilmektedir. Ancak riskin yüksek olduğu elektrik gibi piyasalarda opsiyon sözleşmeleri çift yönlü işlem imkanı sunabilmektedir. Açılan pozisyonlarda yüksek zararlarla karşılaşma durumunun da zararı opsiyon primi ile sınırlandırma imkanı sunabilmektedir.

Elektrik gibi spesifik bir ürün için kullanılan türev ürün oranı diğer ürünlere kıyasla biraz daha geriden gelmektedir. Enerji kaynakları arasında özellikle yurtdışında petrol ve doğalgaz ürünü türev piyasalarda yoğun olarak kullanılmaktadır. Elektriğin biraz daha geriden gelmesinin nedeni elektrik piyasalarının doğalgaz, petrol, kömür piyasalarına kıyasla daha yeni olmasıdır. Bu çalışmada elektrik

piyasasında oluşan mevcut riskler ve bu riskleri minimuma indirebilmek için kullanılabilecek araçlardan bahsedilmiştir. Özellikle bu noktada oluşabilecek fiyat riskine karşı opsiyon kullanımının üzerine bir örnek yapılmıştır.

Bu çalışmada elektrik piyasasında oluşan risklere karşı opsiyon uygulama örneği yapılmıştır. Opsiyon uygulamasında Black&Scholes modeli kullanılmıştır. Fiyat volatilitesi elektrik piyasasında çok yüksek olduğu için kullanım fiyatının belirlenmesi mevsimsel olarak farklılık gösterebilmektedir. Fiyatların Black&Scholes modeliyle, gerçekleşen fiyatla karşılaştırılması yapılmış olup, kar zarar tablosu gösterilmiştir. Özellikle zararlar kapatılan pozisyonlar için opsiyon gibi alternatifler diğer türev ürünlerine kıyasla riski daha iyi yönetme olasılığı sunmaktadır. Ancak riski azalttığı için kar açısından da forward sözleşmeler kadar gelir sağlamamaktadır.

Gelecekte türev ürünlerin kullanımının daha da artması için piyasa da öngörülebilirliğin artması gerekmektedir. Öngörülebilirliğin artabileceği konulardan bir tanesi elektrik tüketimi belirleyen sanayi tüketiminin ve teknolojik gelişimin istikrarlı bir şekilde artması gelmektedir. Artan tüketim miktarı piyasadaki oyuncu sayısını da beraberinde arttıracaktır. Diğer önemli konu ise doğalgaz, ithal kömür gibi ham maddelerde dışarıya bağlı olduğumuz için döviz kuru gelmektedir. Piyasada sağlanacak olan bu öngörülebilirlik türev piyasalara da likidite sağlayacak olup, bu piyasaların gelişimine destek olacaktır. Türkiye’de elektrik türev ürünlerin kullanımına bakıldığı zaman işlemler şu anda sadece tezgahüstü piyasalarda gerçekleştiği görülmektedir. Organize piyasa olarak VİOP’ta da elektrik ürünleri bulunmaktadır. Ancak bu kontratlar elektrik teslimatını içermemektedir. Özellikle 2021 yılının ortasında EPIAŞ’ın devreye alacağı İleri Vadeli Elektrik Piyasası piyasada ki likidite ihtiyacını karşılayamaya destek olacağı düşünülmektedir. Gelişen elektrik türev piyasalarla birlikte, fiyat oluşumunda yüksek riskler barındıran piyasalarda opsiyon sözleşmeleri ön plana çıkmaya başlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Akçay, B., Kasap, M., Doğuç, T., & Kasap, G., 2012 **Türev Piyasalar ve Yapılandırılmış Ürünler.** İstanbul: Scala Yayıncılık.
- Atmaca, M. E., 2017 **Finansal Optimizasyon Modellerinin Elektrik Piyasalarına Uygulanması Ve Geliştirilmesi.** Ankara.
- Aydın, N. S., 2010 **Pricing Power Derivatives: Electricity Swing Options.** Master Thesis. Ankara.
- Başçı, S., 2003 Vadeli İşlem Piyasası Aracı Olarak Swap'ın İşleyişi Ve Finansal Piyasalardaki Kullanımları. Gazi Üniversitesi **Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi** , s.18-33.
- BİST, 2020 **Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasası Verileri.** <https://www.borsaistanbul.com/veriler/verileralt/vadeli-islem-ve-opsiyon-piyasasi/bulten-ve-piyasasi> , [Erişim Tarihi: 28.03.2020]
- Can, C., 2015 **Enerji Piyasalarında Türev Araçlar Ve Muhasebesi.** Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.
- Candino, A., 2016 **Option Pricing for the Electricity Market.** Department of Economics and Finance. Libera Università.
- Chen, J., 2020 <https://www.investopedia.com/terms/i/intercontinental-exchange.asp> , [Erişim Tarihi: 02.10.2020]
- CK, E., 2019 **Elektrik Ticaretinde Risk Yönetimi.** Ck Enerji Yatırım A.Ş. <http://tegam.itu.edu.tr/docs/librariesprovider223/default-document-library/elektrik-ticaretinde-risk-y%C3%B6netimi.pdf?sfvrsn=0> , [Erişim Tarihi: 28.02.2019]

- CME., 2020 **PJM Western Hub Peak Calendar-Month Real-Time LMP Futures Contract Specs.**
https://www.cmegroup.com/trading/energy/electricity/pjm-western-hub-peak-calendar-month-real-time-lmp_contractSpecs_futures.html , [Erişim Tarihi: 19.04.2020]
- Çetintaş, H., & Bicil, İ. M., 2015 Elektrik Piyasalarında Yeniden Yapılanma ve Türkiye Elektrik Piyasasında Yapısal Dönüşüm. **Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi.**, s.1-15
- DEK., 2018 **Türkiye Enerji Piyasaları Araştırma Raporu.**
- Demirci, E., 2010 Enerji Vadeli İşlemleri Ve Türkiye’de Elektrik Piyasasına İlişkin Bir Uygulama. **Doktora Tezi.** İstanbul.
- Deng, S., & Oren, S., 2006 Electricity Derivatives and Risk Management. Elsevier, s.940-953.
- Edwards, D. W., 2010 **Energy Trading and Investing: Trading, Risk Management and Structuring Deals in the Energy Market.** United States: McGraw-Hill
- EEXGroup., 2018 **Annual Report,**
<https://www.eex.com/blob/94908/a76c33e41fb40f89b910d6d53db2ecb8/annual-report-2018-complete-en-data.pdf>
- EIA., 2020 <https://www.eia.gov/energyexplained/electricity/electricity-in-the-us-generation-capacity-and-sales.php> ,[Erişim Tarihi:16.02.2020]
- Enerdata., 2018 **Electricity production.**
<https://yearbook.enerdata.net/electricity/world-electricity-production-statistics.html> , [Erişim Tarihi:18.03.2020]
- EnerjiBakanlığı., 2016 **Nükleer Bilgilendirme Kitapçığı.**
- EnerjiBakanlığı., 2017 **Dünya ve Türkiye Enerji Tabii Kaynaklar Görünümü.**
- EPDK., 2003 **Dünya Geneline Uygulanan Elektrik Ticaret Rejimlerinden Örnekler.** EPDK. Elektrik Piyasası Düzenleme, İzleme ve Değerlendirme Dairesi Başkanlığı.

- EPDK., 2020 **2020 Yılı Elektrik Piyasası Ocak Ayı Sektör Raporu.**,Ankara:Enerji Piyasası Denetleme Kurulu.
- Epiaş., 2016 **Teklifler,** <https://www.epias.com.tr/gun-oncesi-piyasasi/teklifler/>
- Epiaş., 2020 **Vadeli Elektrik Piyasası Vep Yöntem.** Piyasa Operasyonları Direktörlüğü.
- EpiaşDuyuru., 2020 <https://www.epias.com.tr/tum-duyurular/kurumsal/abdullah-tancan-vadeli-elektrik-piyasasi-2020de-devrede/>, [Erişim Tarihi:29.03.2020]
- Erdoğan, E., 2006 **Enerji Türev Piyasaları . Yüksek Lisans Tezi .** Zonguldak.,
- Eydeland, A., & Wolyniec, K., 2003 **Energy and Power Risk Management.** Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Fiorenzani, S., 2006 **Finance, Quantitative Methods for Electricity Trading and Risk Management Advanced Mathematical and Statistical Methods for Energy.** London: PALGRAVE MACMILLAN,
- Güzel, F., 2020 **Spot Ve Türev Piyasaların Fiyat Keşfi Ve Volatilite Etkileşimlerinin Analizi: Borsa İstanbul Üzerine Ampirik Bir Uygulama. Doktora Tezi.** Konya.
- Hunt, S., 2020 **Making Competition Work in Electricity.** United States: John Wiley & Sons, Inc.
- IEA., 2019 Electricity statistics.: <https://www.iea.org/subscribe-to-data-services/electricity-statistics> , [Erişim Tarihi:03.10.2020].
- IEA., 2020 *Data and statistics.* <https://www.iea.org/data-and-statistics> , [Erişim Tarihi:27.01.2020].
- İlter, B., 2018 **Elektrik Türev Piyasaları: Dünya Ve Türkiye Karşılaştırmalı Bir Analiz. Yüksek Lisans Tezi.**
- James, T., 2008 **Energy Markets Price Risk Management and Trading.** Singapore: Wiley Finance.
- Kaplan, J., 2016 **Türkiye’de Elektrik Enerjisi Piyasası Oluşumu. Yüksek Lisans Tezi.** İstanbul.

- Kapusuzoğlu, A., & Ceylan, N. B., 2018 Opsiyon Fiyatlama Teorisi. A. Gündoğdu içinde, **Finansın Temel Teorileri**. İstanbul: Beta Yayıncılık , s.195-227
- Karagöl, E. T., & Mihçioğur, Ü. İ., 2013 **Türkiye’de Enerji Borsası**. | Siyaset, Ekonomi Ve Toplum Araştırmaları Vakfı.
- Konakçı, U., 2019 Risk Yönetiminde Opsiyon Sözleşmeleri Ve Fiyatlandırılması Üzerine Bir Uygulama. İzmir.
- MGM., 2020 Mevsimlik Sıcaklık Analizi. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/sicaklik-analizi.aspx?s=m#sfB> , [Erişim Tarihi:31.08.2020].
- NordPool., 2018 Annual Report Defining Our Future 2018. https://www.nordpoolgroup.com/globalassets/download-center/annual-report/annual-report_2018.pdf
- Öngen, B., 2015 Klasik Yatırım Araçlarına Alternatif Finansal Enstrümanlar: Opsiyonlar ve Egzotik Opsiyonlara Genel Bakış. **Akademik Bakış Dergisi**, s.223-237.
- Özdemir, A., 2007 Jeotermal Enerji ve Elektrik Üretimi. **Jeofizik Bülteni**, 55, https://www.researchgate.net/publication/329896596_Jeotermal_Enerji_ve_Elektrik_Uretimi , s.300-310
- Özgül, A. U., 2018 Elektrik Piyasalarında Spot Fiyat Modelleri: Türkiye Örneği. **Doktora Tezi**. Denizli.
- Pavlatka., 2010 Option Derivatives in Electricity Hedging. **Acta Polytechnica Vol. 50 No. 4**, s.65-69.
- Pilipovic, D., 2007 **Energy Risk Valuing and Managing Energy Derivatives**. United States of America: McGraw-Hill
- PWC., 2020 **Türkiye Elektrik Piyasasına Genel Bakış**. PWC, A PLUS.
- RaporEpias., 2020 <https://rapor.epias.com.tr/rapor> , [Erişim Tarihi:16.02.2020].
- RaporEpias., 2020a Lisanslarına Göre Katılımcı Sayıları. <https://rapor.epias.com.tr/rapor/xhtml/dgpKatilimciSayisi.xhtml> , [Erişim Tarihi:16.02.2020].

- Saltoğlu, B., 2019 Türev Araçlar, Piyasalar ve Risk Yönetimi. **Sermaye Piyasası Lisanslama Notları Çalışma Notları**. Sermaye Piyasası Lisanslama Sicil ve Eğitim Kurulu.
- Sevim, C., 2019 **Enerji Teknolojiler ve Enerji Yatırım Projeleri**. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- ŞeffaflıkPlatformu., 2020 <https://seffaflik.epias.com.tr/transparency/> , [Erişim Tarihi:16.03.2020].
- Şeker, K., Çemberlitaş, İ., & Altundağ, S., 2018 Opsiyon Sözleşmeleri Ve Opsiyon Sözleşmelerinden Doğann Kar/Zararın Hesaplanması. **Sosyal Bilimler Akademi Dergisi**. , Sayı 2., s.121-140
- Tatlı, B., 2018 Türkiye Elektrik Pazarında Güncel Gelişmeler Ve Avrupa Birliği Komisyonunun Cez Kararı. **İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi** , s.77-104.
- TCMB., 2020 <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Temel+Faaliyetler/Para+Politikasi/Merkez+Bankasi+Faiz+Oranlari/1+Hafta+Rep> , [Erişim Tarihi:26.12.2020].
- TEİAŞ., 2020 **KURULU GÜÇ RAPORU-OCAK 2020**. Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
- TSKB., 2019 **Elektrik ve Yenilenebilir Enerji**. TSKB. http://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/elektrik-ye-tr_web.pdf ,
- TSPAKB., 2010 **Emtia Borsaları** . İstanbul: Türkiye Sermaye Piyasası Aracı Kuruluşları Birliği .
- TÜİK. , 2017 **Türkiye İstatistik Kurumu**. Türkiye Net Elektrik Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı., [Erişim: 05.06.2020]
- TÜİK., 2020 **Türkiye İstatistik Kurumu**. Elektrik Santrallerinin Toplam Kurulu Gücü, Brüt Üretimi, Net Elektrik Tüketimi, [Erişim: 06.06.2020]
- Tutuş, A., 2006 Türkiye’de Elektrik Enerjisinin Tarihsel Gelişimi Ve Yeni Piyasa Düzeni İçerisinde Hidroelektrik Enerjinin Yeri. **Tmmob Su Politikaları Kongresi**,

Http://Www.İmo.Org.Tr/Resimler/Ekutuphane/Pdf/913
6.Pdf

- Uyar, F., 2016 *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Nelerdir.*
<https://www.enerjibes.com/yenilenebilir-enerji-kaynaklari-nelerdir/> , [Erişim:14.03.2020]
- Ünal, N. A., 2007 *Enerji Sektöründe Alt Piyasa Olarak Elektrik Piyasalarının Yapısı, İşleyişi, Türev Finansal Araçlar Ve Türkiye Uygulaması.* Ankara.
- VIOP., 2018 **Enerji ve Emtia Sözleşmeleri.** Borsa İstanbul.
https://www.borsaistanbul.com/data/kilavuzlar/VIOP_Enerji_Emtia_Sozlesmeleri.pdf , [Erişim:07.06.2020]
- WEO., 2016 **World Energy Outlook 2016.** Paris: International Energy Agency.
- YEKDEM., 2020 **Yekdem Sıkça Sorulan Sorular.** EPDK
- Yılmaz, B., & Şahin, E., 2009 *Türev Ürünlerinden Swap İşlemlerinin Mali Risk Yönetiminde Kullanımı. SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi. , Sayı 9, s.393-406*