

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME YÖNETİMİ BİLİM DALI

**NAFTA BAZLI PETROKİMYA TESİSLERİNDEKİ
FİNANSAL RİSK FAKTÖRLERİ VE RİSK
OPTİMİZASYONU**

Doktora Tezi

Tezi Hazırlayan:

Elkhan HASANOV

İstanbul, 2019

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME YÖNETİMİ BİLİM DALI

**NAFTA BAZLI PETROKİMYA TESİSLERİNDEKİ
FİNANSAL RİSK FAKTÖRLERİ VE RİSK
OPTİMİZASYONU**

Doktora Tezi

Tezi Hazırlayan:

Elkhan HASANOV

Öğrenci No:

110781018

Danışman:

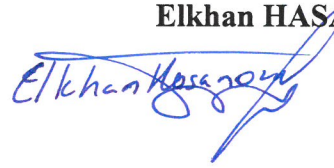
Doç. Dr. Volkan ÖNGEL

İstanbul, 2019

YEMİN METNİ

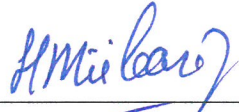
Doktora Tezi olarak sunduğum “**Nafta Bazlı Petrokimya Tesislerindeki Finansal Risk Faktörleri ve Risk Optimizasyonu**” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 19/04/2019

Elkhan HASANOV



TEZ ONAYI

Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü *İşletme Yönetimi Doktora* öğrencisi **110781018** no'lu **Elkhan HASANOV**'un hazırladığı "*Nafta Bazlı Petrokimya Tesislerindeki Finansal Risk Faktörleri ve Risk Optimizasyonu*" konulu **DOKTORA TEZİ** ile ilgili **TEZ SAVUNMA SINAVI** Lisansüstü Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddesi uyarınca 19/04/2019 günü saat 11:00'da yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonucunda adayın tezinin **KABULÜ**.....'ne OYBİRLİĞİ/OYÇOKLUĞU'yla karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	KANAATI	İMZA
Doç. Dr. Volkan ÖNGEL (Danışman) (Beykent Üniversitesi)	KABUL	
Prof. Dr. Turgut ÖZKAN (Üye) (Beykent Üniversitesi)	KABUL	
Prof. Dr. Kazım SARI (Üye) (Beykent Üniversitesi)	KABUL	
Prof. Dr. Mübariz HASANOV (Üye) (İstanbul Okan Üniversitesi)	KABUL	
Prof. Dr. Muhittin KAPLAN (Üye) (İstanbul Üniversitesi)	KABUL	

Adı ve Soyadı : Elkhan HASANOV
Danışmanı : Doç. Dr. Volkan ÖNGEL
Türü ve Tarihi : Doktora, 2019
Alanı : İşletme Yönetimi
Anahtar Kelimeler : Petrokimya, Risk Yönetimi, Eş-bütünleşme testi, Nedensellik analizi

ÖZ

NAFTA BAZLI PETROKİMYA TESİSLERİNDEKİ FİNANSAL RİSK FAKTÖRLERİ VE RİSK OPTİMİZASYONU

Petrol ve petrokimya endüstrisi, dünya enerji ve sanayi pazarında büyük bir paya sahiptir. Petrokimya endüstrisinde üretilen ürünler, ulaşım, yakıt, otomotiv, tekstil ve kimyasal proseslerde hammadde olarak insan hayatında olmazsa olmazlardandır. Petrol fiyatları aşırı dalgalanma gösterdiği için, petrokimyasal ürünlerin fiyatları da aşırı dalgalanmaktadır. Bu da, doğal olarak, petrokimya sektöründeki üreticileri yüksek fiyat riskine maruz bırakmaktadır. Bu çalışmada, nafta bazlı petrokimya tesislerinde en çok risk oluşturan faktörlerden biri olan fiyat riskine karşı korunmak için uygun hedge stratejisinin geliştirilip geliştirilemeyeceği analiz edilmiştir. Bu amaçla, petrol fiyatları ile petrokimya sektörünün hammadde ve nihai ürünlerinin fiyatları arasındaki ampirik ilişki analiz edilmiştir. Analiz, Ocak 2000 – Mayıs 2018 dönemini kapsamaktadır. Veriler, Reuters, ICIS ve Bloomberg veri tabanından alınmıştır. Yapılan analizler, petrol fiyatları ile petrokimyasal ürünlerin fiyatları arasında hem kısa dönemli, hem de uzun dönemli kuvvetli ilişki olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, petrole dayalı türev araçları kullanılarak nafta bazlı petrokimya üreticilerinin hammadde ve nihai ürün fiyatlarındaki risklere karşı korunabilmek için uygun bir hedge stratejisi geliştirebileceği anlamına gelmektedir. Çalışmada, fiyat riskine karşı örnek bir hedge stratejisi de sunulmuştur.

Name and Surname : Elkhan HASANOV
Supervisor : Assoc. Dr. Volkan ÖNGEL
Degree and Date : PhD., 2019
Major : Business Management
Key Words : Petrochemicals, Risk Management, Co-integration Test,
Causality Analysis

ABSTRACT

FINANCIAL RISK FACTORS AND RISK OPTIMIZATION IN NAFTA BASED PETROCHEMICAL PLANTS

The oil and petrochemical industry has a large share in the world energy and industrial market. The petrochemical industry, which holds the economy of many countries, is a must in human life as raw material in the products produced in its facilities and in transportation, fuel, automotive, textile and chemical processes. In this study, temperature analysis was performed from the most risk factors in naphtha based petrochemical plants. The relationship and impact of price fluctuations in Brent, ethylene, benzene products are described in detail. It is stated that the relationship between these products and the existence of a correlation with each other and whether they can make a forward-looking prediction at the same time. The data covers the period of January 2000 - May 2018. Data are taken from Reuters, ICIS and Bloomberg database. The natural logarithm of the data was taken before all statistical analyzes. These results mean that naphtha-based petrochemical producers can develop an appropriate hedge strategy to protect against risks in raw material and final product prices using petroleum-based derivatives. In the study, an exemplary hedge strategy against price risk was presented.

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
KISALTMALAR	ix
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

NAFTA BAZLI PETROKİMYA TESİSLERİ ÜZERİNE LİTERATÜR TARAMASI

1.1. Petrokimya Sektörünün Önemi.....	3
1.2. Dünya’da Petrol Üretimi ve Petrokimya	6
1.3. Türkiye’de Petrol Üretimi ve Petrokimya	15
1.4. Rafineri Teknolojisi	20
1.5. Petrokimya Teknolojisi.....	24
1.5.1. Petrokimya Ürünleri	24
1.5.2. Petrokimya Prosesleri	26
1.6. Petrokimya Endüstrisinde Maliyetler	36
1.7. Petrokimyanın Pazardaki Yeri	37

İKİNCİ BÖLÜM

STRATEJİK RİSKLER VE RİSK YÖNETİMİ

2.1. Risklerin Sınıflandırılması.....	44
2.1.1. İç Riskler.....	45
2.1.1.1. Stratejik Riskler	45
2.1.1.2. Operasyonel Riskler.....	49
2.1.2. Dış Riskler	53
2.1.2.1. Doğal Afetler	53

2.1.2.2. Finansal Riskler	53
2.1.2.3. Ekonomik Riskler	55
2.1.2.4. Politik Riskler	55
2.2. Risklerin Değerlendirilmesi	55
2.2.1. Hedeflerin ve Kapsamın Oluşturulması.....	57
2.2.2. Risk İştahı ve Risk Toleransı	57
2.2.3. Risklerin Belirlenmesi	60
2.2.4. Risklerin Belirlenmesinde Kullanılan Teknikler	61
2.2.5. Risklerin Analizi	62
2.2.6. Risklerin Değerlendirilmesi	65
2.2.7. Risklerin Ele Alınması ve Risk Planının Oluşturulması.....	65
2.2.8. İzleme ve Gözden Geçirme.....	68
2.2.9. Risk Bilincinin Artırılması.....	68
2.2.10. Risk Standartlarına ve Uluslararası Kabul Görmüş Yöntemlere Uyumun Sağlanması	69
2.2.11. Yaklaşım Etkinliğinin Gözden Geçirilmesi Ve Revizyonu	69
2.3. Sıcaklık Analizi Yaklaşımı	69
2.3.1. Matris	72

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

FİNANSAL RİSKLER

3.1. Finansal Risk Kavramı.....	83
3.1.1. Faiz Riski	84
3.1.2. Kar Marjı Riski	85
3.1.3. Kredi Yönetimi	86
3.1.4. Kur Riski.....	86
3.1.5. Likidite Riski	87
3.2. Finansal Risklere Karşı Korunma.....	87
3.2.1. Türev Ürünler	88
3.2.2. Türev Ürünler İle Risk Stratejileri	95

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
NAFTA BAZLI PETROKİMYA TESİSLERİNDE FİYAT RİSKİNİN VE
HEDGE YÖNTEMLERİNİN ANALİZİ

4.1. Araştırmanın Amacı.....	98
4.2. Araştırmanın Önemi	99
4.3. Araştırmanın Hipotezleri	103
4.4. Araştırmanın Metodu.....	106
4.5. Araştırmanın Örnekleme	112
4.6. Araştırmanın Analiz Sonuçları ve Bulguları	112
4.6.1. Durağanlık Test Sonuçları	112
4.6.2. Eş-bütünleşme Test Sonuçları	114
4.6.3. Granger-Nedensellik Test Sonuçları.....	115
4.6.4. Hata düzeltme Modellerinin Tahmin Sonuçları.....	117
4.6.5. Analiz Sonuçları ve Hedge Stratejisi İçin Bir Örnek.....	119
SONUÇ	122
KAYNAKÇA.....	127
EKLER	138
ÖZGEÇMİŞ	162

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. OPEC Verilerine Göre Dünya Birincil Enerji Kaynak Talebi.....	10
Tablo 2. Petkim Tarafından Üretilen Petrokimyasallar ve Yıllara Göre Üretim Miktarları (Ton).....	19
Tablo 3. Rafineri proseslerinin tarihsel gelişimi ve ürünler	22
Tablo 4. Rafineri özelliğine göre ürün dağılımı	24
Tablo 5. Türkiye Plastik Mamül Üretimi	25
Tablo 6. Hata ağacı oluşturulmasında kullanılan semboller.....	70
Tablo 7. Bir İş Yapılırken Karşılaşılacak Tehlikenin Şiddeti	73
Tablo 8. Risk Değerlendirme Seçim Diyagramı	74
Tablo 9. Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali	74
Tablo 10. Bir Olayın Gerçekleştiği Takdirde Şiddeti.....	75
Tablo 11. Risk Skor Matrisi (L Tipi Matris)	76
Tablo 12. Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri.....	77
Tablo 13. Bir olayın gerçekleşme ihtimali	78
Tablo 14. Önceki kazaların sonucu	79
Tablo 15. Bir olayın gerçekleştiği takdirde şiddeti	80
Tablo 16. Seçilen bölümde ya da yapılan görev üzerindeki kontroller.....	81
Tablo 17. X tipi risk derecelendirme matrisi.....	82
Tablo 18. Forward ve Futures sözleşmelerin karşılaştırılması.....	92
Tablo 19. Birim Kök Testleri	113
Tablo 20. Eş-bütünleşme test sonuçları.....	114
Tablo 21. Granger-nedensellik testi sonuçları.....	116
Tablo 22. Hata Düzeltme Modeli Tahmin Sonuçları	118

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Ham Petrol Ürünleri	5
Şekil 2. Bölgelere Göre Petrol Üretim ve Tüketim Oranları	7
Şekil 3. 1997-2007-2017 Yıllarında Dünya’da Petrol Rezervlerinin Dağılımı.....	8
Şekil 4. BASF Petrokimya tesisi	13
Şekil 5. Petrol Talebinin Sektörel Dağılımı.....	14
Şekil 6. Temel ve Ara Petrokimyasalların Yıllara Göre Üretim Miktarları	18
Şekil 7. Ham petrol rafineri şeması	21
Şekil 8. Petrokimya Endüstrisi İşleyiş Şeması	28
Şekil 9. Nafta Bazlı Petrokimya İşleyiş Şeması	30
Şekil 10. PETKİM Nafta Bazlı Petrokimya Tesislerinde Elde Edilen Ürünler ve Kullanım Alanları.....	32
Şekil 11. Doğal Gaz Bazlı Petrokimya İşleyiş Şeması.....	33
Şekil 12. Dünya’da kaya gazı kaynakları	34
Şekil 13. Kaya gazı bazlı petrokimya işleyiş şeması.....	35
Şekil 14. Dünya’da Petrokimyasal Hammadde Tüketimi	38
Şekil 15. Nafta ve Etan Fiyatları	39
Şekil 16. Enerji türlerine olan ihtiyacın yıllara göre öngörülen artışı	40
Şekil 17. Ülkeler bazında enerji ihtiyacının dağılımı	40
Şekil 18. Modern hayatta petrokimyasalların kullanım alanları.....	42
Şekil 19. Ülkeler bazında plastik talebi	43
Şekil 20. Bölgelere göre birincil hammadde kullanımı ve petrokimyasal üretim	43
Şekil 21. Stratejik risklerde çapraz yönlendiriciler	48
Şekil 22. Petrokimya Sanayisinde Risk Yönetimi Şeması	56
Şekil 23. Nafta Bazlı Petrokimya Tesislerinde Risk İştahı	59
Şekil 24. Risk tutumunu etkileyen faktörler	60
Şekil 25. Risk Analiz Yöntemleri	63
Şekil 26. Risk Skoru Hesaplama	64
Şekil 27. Risklerin Etki ve Olasılık Skalası.....	66
Şekil 28. Riskleri Önceliklendirme Matrisi	66

Şekil 29. Risk Planı Örneği	67
Şekil 30. Örnek Hata Ağacı Şeması	71
Şekil 31. Örnek Sıcaklık Analizi	71
Şekil 32. Risk Matris Şeması.....	72
Şekil 33. Bir Petrol Üreticisi ile Bir Rafineri Arasında Ham Petrol İçin Swap Sözleşmesinin Gösterimi.....	94
Şekil 34. Swap Sözleşmeli ve Swap Dışı Ham Petrol Alma Maliyeti	95



KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
OPEC	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
OECD	: İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
ARDL	: Autoregressive Distributed Lag Model
CORE	: capacity building (C), opportunity seizing (O), resources upgrading (R), and enduring success (E)
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
MTA	: Maden Teknik Arama
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
TÜPRAŞ	: Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.
BOTAŞ	: Boru Hatları İle Petrol Taşıma A.Ş.
POAŞ	: Petrol Ofisi A.Ş.
DİTAŞ	: Deniz İşletmeciliği ve Tankerciliği A.Ş.
DMT	: Dimetilteraftalat
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
PTA	: Saf Tereftalik Asit
AYPE	: Alçak yoğunluklu polietilen
YYPE	: Yüksek yoğunluklu polietilen
PVC	: Polivinil klorür
PP	: Polipropilen
PS	: Polistiren
PET	: Polietilen teraftalat
NGL	: Doğal gaz sıvısı
LPG	: Sıvı petrol gazı
HSE	: Sağlık-Güvenlik-Çevre (Health-Safety-Enviroment)
LCSP	: Lowell Sürdürülebilir Üretim Merkezi
GRI	: Global Raporlama Girişimi
OSHA	: Occupational Safety and Health Administration
DEA	: Data envelopment analysis

GİRİŞ

Petrol ve petrokimya endüstrisi, dünya ekonomisinde büyük rol oynamaktadır. Petrokimyasal ürünler, birçok proseste hammadde, taşımacılık ve endüstriyel sistemlerinde yakıt, plastikler, sentetik kauçuklar, tekstil, elektronik, inşaat, otomotiv ve birçok faydalı kimyasal ürün ile fonksiyonel olarak hayatımızda bulunmaktadır. Ekonomik büyüme ve artan nüfus ile gelecekte de petrokimyasal ürünlere olan küresel talep yüksek olacaktır. Bu talebin karşılanması, petrokimya endüstrisinin stratejik planlaması için büyük yatırımlar ve uygun optimizasyon araçları gerektirmektedir. Üretim ve yatırım faaliyetlerinin artması, ürün çeşitliliğinin genişlemesi, katma değeri yüksek yeni ürünlerin üretilmesi Türkiye'nin ekonomisi açısından oldukça önemlidir.

Petrokimya tesislerinde, stratejik, finansal ve operasyonel risk faktörleri diğer sektörlerde olduğu gibi geçerlidir. Bu risklere karşı risk yönetimi ister petrokimya olsun ister otomotiv, tekstil ya da kimya sektörü olsun bütün sektörler için ayrıca ele alınıp incelenebilir. Belirli bir işletmenin risk yönetimi planlamasında işletmenin teknolojisi, üretim süreci, coğrafik konumu gibi hususlar etkilidir, dolayısıyla en iyi risk yönetimi bir tesisten diğerine farklılık gösterebilmektedir. Benzer şekilde, kredi riski, kur riski, faiz riski gibi finansal riskler de şirketlerin finansal durumları, pazar payı, ithalat-ihracat ilişkileri, müşterilerle ilişkiler gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Sonuç olarak, her bir şirket için, o firmanın özel durumu dikkate alınarak optimizasyon yapılmalıdır. Bu çalışmada bu risk faktörlerine kısaca değinilmiştir.

Ancak, petrokimya tesislerinin yapısından, teknolojisinden, pazar konumundan, müşterilerle ilişkilerinden bağımsız bir etken vardır, o da fiyat riskidir. Bunun sebebi hammadde olarak nafta kullanılıyor olmasıdır. Bu tesislerde üretilen ürünlerin fiyatı da kullanılan hammaddelerin fiyatı da uluslararası pazarlarda belirlenmektedir dolayısıyla, şirket kendine özgü pozisyonundan bağımsızdır denilebilir. Petrokimya tesislerinin karşılaştığı en önemli finansal risk fiyat riskidir. Şirket, fiyatlardaki dalgalanmalara karşı kendini hedge edemezse, ciddi mali

kayıplara maruz kalabilmektedir. Bu durum hammadde olarak nafta kullanan tüm petrokimya tesisleri için geçerlidir.

Bu çalışmanın amacı, nafta bazlı petrokimya tesislerinde karşılaşılan fiyat riskine karşı hedge etmenin mümkün olup olmadığını araştırmaktır. Bu kapsamda petrokimyasalların fiyatları ile petrol fiyatları arasında bir ilişki var mıdır, bu ilişki nasıldır bu soruların da cevapları incelenecektir. Bu ilişki tespit edilebilirse petrol fiyatları kullanılarak, hem hammadde (nafta) fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı, hem de petrokimyasalların (etilen, polietilen, v.s.) fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı şirket hedge edilebilmektedir. Petrol türev piyasaları (futures, option v.s.) ile işlem yapma imkanı kullanılarak petrol fiyatlarını ile şirketi hem hammadde fiyatlarındaki, hem de nihai ürün fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı hedge etme imkanı ortaya çıkacaktır. Bunun için de, petrol fiyatları ile hammadde ve ürün fiyatları arasındaki ilişkiyi tespit edilmesi son derece önemlidir.

Çalışmanın;

1. Bölümünde petrokimya'nın önemi, Dünya'da ve Türkiye'deki üretim, tüketim kapasiteleri, teknolojisi, petrokimya endüstrisindeki maliyetler ve pazardaki durumuna değinilmiştir.

2. Bölümde, nafta bazlı petrokimya tesislerinde risk faktörleri nelerdir, risklerin sınıflandırılması, onların şirketlere etkisi ve risk yönetimi literatür araştırmasıyla açıklanmıştır.

3. Bölümde, finansal riskler ayrıntılı olarak ele alınacak ve risklere karşı korunma yöntemleri anlatılmıştır.

4. Bölümde petrol fiyatları ile petrokimyasal ürünlerin fiyatları arasındaki ilişkinin analizi yapılacak; analiz neticesinde ulaşılan sonuçlar değerlendirilip önerilere yer verilecektir. Son olarak da tez kapsamında incelenmiş hususlar hakkında genel bir sonuç değerlendirilmesi yapılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

NAFTA BAZLI PETROKİMYA TESİSLERİ ÜZERİNE LİTERATÜR TARAMASI

1.1. Petrokimya Sektörünün Önemi

Dünya, enerji ihtiyacının % 80'inden fazlasını kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtlardan karşılamaktadır. Fosil yakıtlar 200 milyon yıl süren bir oluşumun ürünüdür ancak insanlık tarihinde 1000 yıldır yakıt olarak kullanılmaktadır. Bu fosil yakıtların hepsi benzer koşullar altında oluşmaktadır. Petrol oluşumu, aşırı basınç altında kükürt gibi bazı mineraller ile bir araya gelmiş çeşitli hidrokarbonlar tarafından sağlanmaktadır. Günümüz bilim adamları, petrol alanlarının çoğunun, milyonlarca yıl önce milyarlarca ton toz ve kum tarafından deniz yatağında sıkıştırılmış küçük hayvan ve bitkilerin kalıntıları tarafından oluştuğunu kanıtlamışlardır.

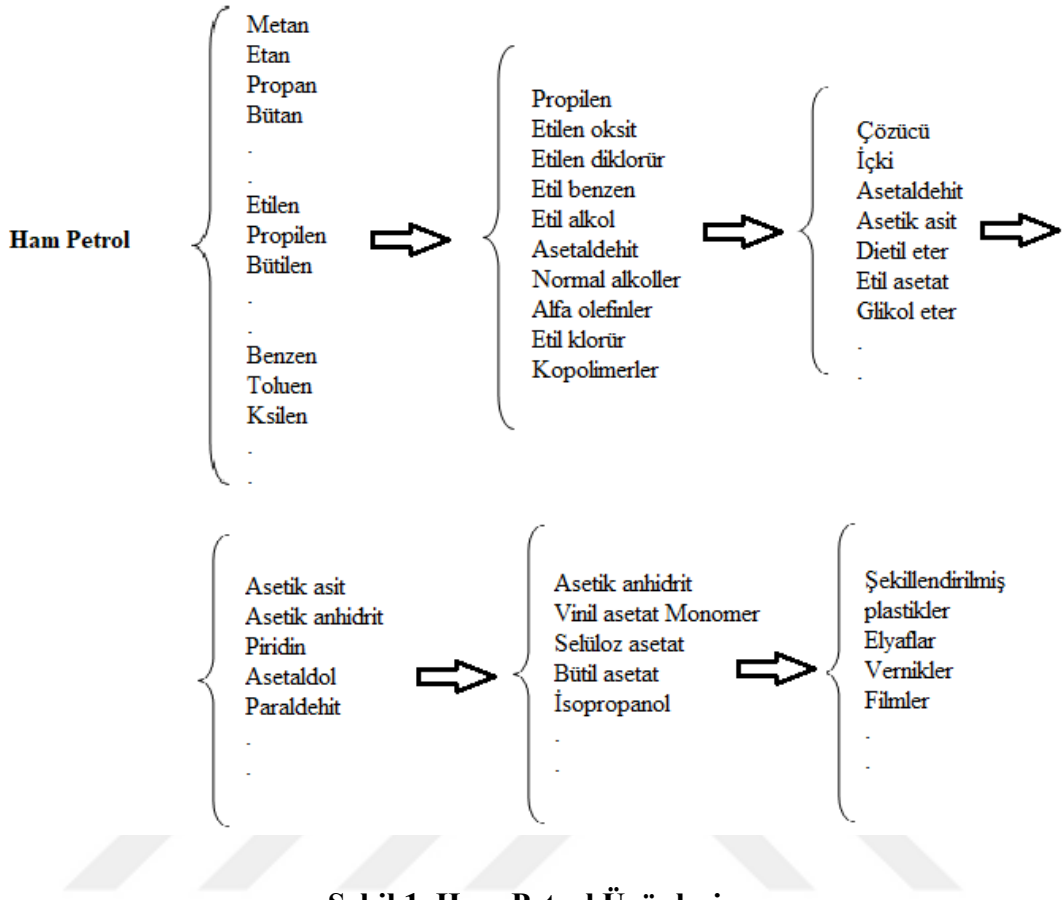
Küçük deniz bitkileri ve hayvanlar öldüklerinde denizin dibine çökerek kum ve toz ile karışırlar. Burada bakteriler bu karışım içindeki fosfor, azot ve oksijeni uzaklaştırırken karbon ve hidrojen bırakırlar. Kısmen ayrılmış kalıntılar, daha sonra çok miktarda kum, toz ve çamur tabakası ile yavaşça katmanlaşan büyük, jelatinimsi bir kütle oluşturacaktır. Katmanlar arttıkça ağırlık ve basınçla bu jelatinimsi kütle sıkıştırılmaktadır. Yaklaşık 10000 fit derinlikte sıkışan bu kütle uzun yıllar sonra petrole dönüşmektedir. Doğal olarak oluşan ham petrolün oluşumu milyonlarca yıl sürmektedir, bu süre petrolün yenilenebilir enerji kaynağı olarak kabul edilemeyecek kadar uzundur.

Petrol rafineri operasyonları, küresel enerji talebinin ortalama 2040 yılına kadar her yıl % 1.2 oranında artacağı gerçeğine dayanarak son yirmi yılda büyük ölçüde artış göstermiştir (BP, 2019, 135). 116 ülkede 790'dan fazla rafineri, endüstriyel üretim sektöründe, elektrik üretim sektöründe, ulaştırma sektöründe,

ticari sektörlerde ve denizcilik sektöründe giderek artan enerji ihtiyacını karşılamak için petrol, gaz ve petrokimyasal ürünler üretmektedir (Marsh ve Mc Lennan, 2014, 1974, John Rudill, 2005, 4). Bu da petrol rafinerilerinin dünya genelinde önemli tesisler olduğunu göstermektedir. Petrol rafinerileri, sermayesi yüksek ve sabit akışlı bir üretim altyapısı olan karmaşık entegre sistemlerdir.

Petrol rafinerisi operasyonları ile ham petrol çeşitli ürünlere dönüştürülmektedir. Bu ürünler daha çok ulaşım araçlarında yakıt, enerji üretimi, ısınma ve kimyasal proses endüstrisinde hammadde olarak kullanılmaktadır. Petrokimya endüstrisi bu ürünlerin hepsini kapsamaktadır. Petrokimya endüstrisi, isminden de anlaşılacağı gibi, petrol kimyasalları üretimine dayanmaktadır ancak, sektörde petrol ürünlerinden çok daha fazlası vardır. Petrokimya endüstrisi aynı zamanda, doğal gaz, doğal gaz sıvıları ve katran gibi petrol rafinerisinin yan ürünlerinden üretilen kimyasallarla da ilgilenmektedir. Petrokimya endüstrisinin yapısı, binlerce kimyasal süreci içinde barındıran son derece karmaşık işlemlerden oluşmaktadır.

Üretim zincirinin başında petrol, doğal gaz ve katran bulunurken devamında etilen, propilen, bütilen, bütadien gibi olefinler, benzen, toluen ve ksilen gibi aromatik bileşikler içerir. Bu süreç daha sonra binlerce ara ürün dizisiyle devam etmektedir. Bu ara ürünlerden bazıları kendi içlerinde ticari değere sahip iken bazıları ise tamamen aracı ürünlerdir. Petrokimya endüstrisinin nihai ürünleri genellikle doğrudan kullanılmaz, ancak birçok tüketim mallarının üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Ham petrolden elde edilen ürünlerinin bir kısmı **Şekil 1**'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Ham Petrol Ürünleri

Kaynak: Almansoor, A. A., (2008), Planning of Petrochemical Industry under Environmental Risk and Safety Considerations adlı kaynaktan alınmıştır.

Petrolü “Kimyasal imparator” olarak makalesinde ifade eden Frank J. Soday petrol sektörünün dünya ekonomisini yönettiğini belirtmiştir (Soday, 1951, 20). Ülkelerin petrol ve petrol kaynaklarına yönelimi, ulaşımdan enerjiye birçok tüketim ürününün elde edildiği kimya sektörüne kadar hayatımızın her alanında petrolün bulunması ve özellikle modern yaşamın olmazsa olmazı olmasından dolayı artmıştır. Petrokimya endüstrisi tarafından üretilen (plastik, kozmetik, deterjan, ilaç, boya vb.) ürünlerin %30’u son ürün olarak direkt tüketiciye sunulurken %70’i başka iş kollarında (tekstil, elektrikli eşya, metal, madeni ürünler, inşaat, otomotiv, kâğıt, hizmet sektörü) hammadde olarak yeni ürünlerin elde edilmesinde kullanılmaktadır (T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Kimya Sektörü Raporu, 2014/2). Bu sebeple petrokimya sanayi hem yaşamımız için hem de diğer sektörlerin faaliyetlerinin sürdürülmesi için vazgeçilmez bir öneme sahiptir.

Petrokimya sanayi ürün çeşitliliğindeki fazlalığından dolayı hayatımızın her alanına girmiştir. İlaç, kozmetik, sabun ve deterjan, zirai ürünler, boya, inşaat, polimer ve kimya sanayisi gibi pek çok sektörün içinde gerek hammadde olarak gerekse ara ürün olarak petrokimyasal ürünler kullanılmaktadır.

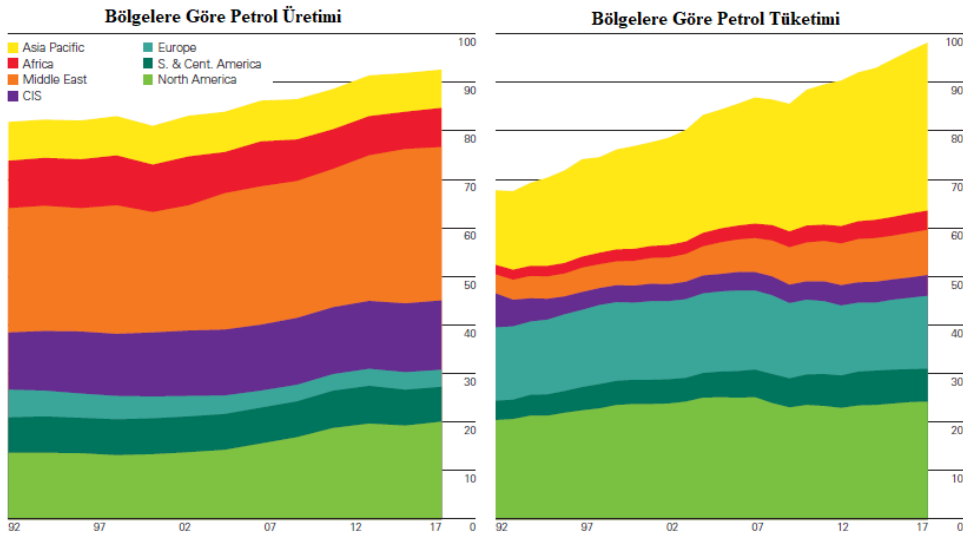
Petrol fiyatlarının dünya ekonomisi üzerinde ve ülkelerin ekonomik büyümeleri üzerinde büyük etkisi vardır. Petrol fiyatlarının petrokimya sektöründeki büyümeyle de yakından ilişkisi vardır. Hamilton'un 1983 yılında yapmış olduğu çalışmasında ABD ekonomisinin petrol fiyatlarındaki artış ile korelasyonu olduğunu bulgusuna ulaşmıştır (Hamilton, 1983, 240). Hamilton'dan sonra Burbidge (1984), Gisser (1986), Hooker (1996) gibi araştırmacılar da bu konu üzerine çalışmalar yapmış ve benzer sonuçlar elde etmiştir (Burbidge, 1984,461, Gisser, 1986, 98, Hooker, 1996, 196). Gönüllü ve çalışma grubu 2015 yılında yapmış oldukları çalışmada ham petrol fiyatı değişimlerinin petrokimya sektörü getirileri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada, petrol fiyatlarının ve hisse senetlerindeki değerlerin petrokimya endüstrisi endeksine etkileri incelenmiştir. Bu endekslerin incelendiği dönem aralığında petrokimya endekslerinin petrol fiyatları ve hisse senetleri değerlerine uyumlu olarak etkilendiğini ortaya koymuşlardır (Gönüllü, 2015, 224). Değişen petrol fiyatlarının Türkiye ihracatı üzerindeki etkisi üzerine ARDL sınır testi yaklaşımıyla yapılmış bir çalışmada ise Türkiye için uzun dönemde petrol fiyatlarındaki artışın ihracatı pozitif yönde etkilediği sonucu ortaya konulmuştur (Şengönül, 2018, 336).

1.2. Dünya'da Petrol Üretimi ve Petrokimya

Petrol, temel enerji kaynağı olmasının yanı sıra petrokimya olarak da insanoğlunun yaşamında son derece önemli bir yere sahiptir. Direkt veya dolaylı yollardan dünya ekonomisi de petrole bağımlıdır. Petrol piyasasında meydana gelen değişiklikler dünya ekonomisinde çok çeşitli etkiler yaratmaktadır. Petrol ve petrokimya ürünlerine olan bağımlılık dünya ekonomisini kontrol altına almak isteyen ülkeler tarafından siyasi bir güç sembolü haline de gelmiştir. Geçmişte, petrol

kaynaklarının bulunduğu topraklarda hakimiyet kurmak arzusunda olan devletler askeri güç kullanmış, hatta savaşmışlardır.

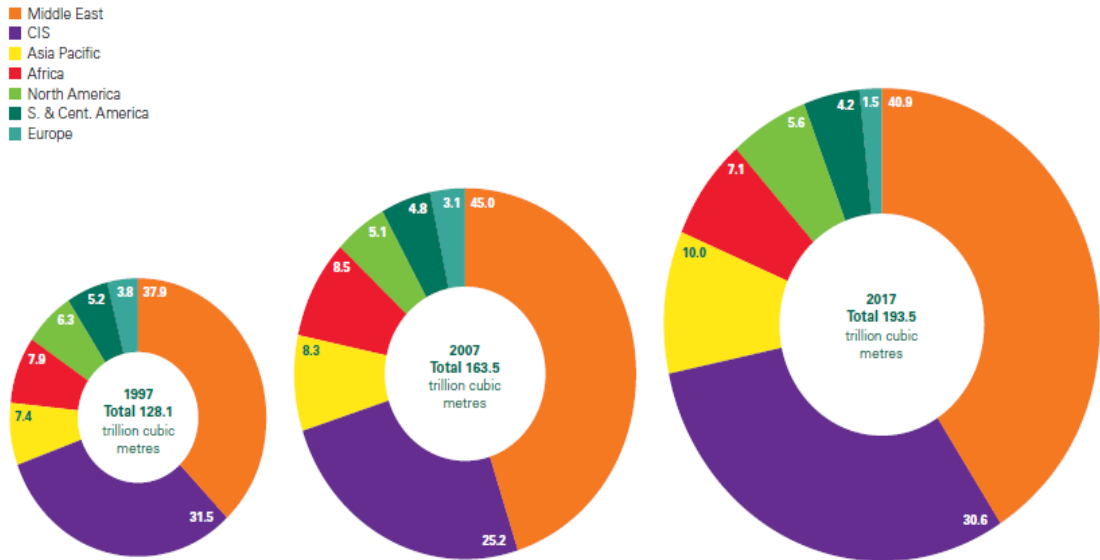
I. Dünya Savaşı'na kadar petrol kaynakları ABD tarafından yönetilirken II. Dünya Savaşı'ndan sonra dengeler değişmiş, Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC) adı altında, keşfedilmiş petrol rezervlerinin üçte ikisine sahip ve petrol ihraç eden 12 ülkenin üyesi olduğu bir konfederasyon kurulmuştur. 1960 yılında Bağdat'ta kurulan OPEC'in merkezi kuruluşundan sonraki beş yıl Cenova iken sonrasında Viyana'ya taşınmıştır. Kurucu üyeleri; Suudi Arabistan, İran, Kuveyt, Irak ve Venezuela'dır. Sonrasında bu kuruluşa, 1961'de Katar, 1962'de Ubya ve Endonezya, 1967'de Birleşik Arap Emirlikleri, 1969'da Cezayir, 1971'de Nijerya katılmıştır. 1973-1992 yılları arasında Ekvator ve 1975-1994 yılları arasında ise Gabon katılmıştır. **Şekil 2**'de bölgelere göre petrol üretim ve tüketim oranları verilmiştir (BP, 2018, 2). Bu örgütün başlıca amacı üye ülkelerin petrol politikalarını, belli bir standart çerçevesinde hem ihracatın hem de ithalatın güvenli ve istikrarlı bir şekilde yürütülmesini sağlamak, üretim ve tüketimi belirli dengelerde tutmaktır. OPEC, hem ithalatçı ülkelerin hem de ihracatçı ülkelerin çıkarlarını korumayı amaç edinmiştir. Bağımsız petrol üreten ülkeler arasında birliği geliştirerek petrol fiyatlarının ve üretim miktarlarının belirlenmesi açısından OPEC'in faaliyetleri oldukça önemlidir.



Şekil 2. Bölgelere Göre Petrol Üretim ve Tüketim Oranları

Kaynak: BP statistical review of World energy 2018

Arap ülkeleri ellerinde bulundurdukları petrol gibi önemli bir gücü batı ülkelerine karşı silah olarak kullanma teşebbüsünü OPEC üzerinde yapmaya kalkmıştır. 1970’li yıllarda aşamalı olarak petrol fiyatlarını varil başına 1.84 dolardan 34 dolara yükselterek ithalatçı ülkelerin ekonomisine büyük bir darbe indirmiştir. Petrol fiyatlarındaki bu yükseliş dış borç artışı, iç ekonomide devalüasyonla birlikte işsizlik sorunlarını ortaya çıkarmıştır. Petrol rezervlerine karşı dolar rezervlerini artıran OPEC ülkeleri yatırımlarını yine batıya yaparak batı ekonomisinin yıkılmasına izin vermemiştir. 1980’lerde OPEC ülkeleri arasında gerek fiyatlandırma gerekse izlenen politika konularında görüş ayrılıkları ortaya çıkmış ve 1990 yılında Irak’ın Kuveyt’i işgaliyle en üst düzeye ulaşmıştır. Bütün bunlar olurken ithalatçı ülkelerde tasarruf önlemleri ve alternatif enerji kaynaklarının bulunması yönündeki çalışmalar artmıştır. Alternatifi tam olarak olmayan petrol ve petrokimya ürünlerine olacak olan ihtiyacı karşılamak üzere kendi kaynaklarını bulma çabasına girmişlerdir. Bu çabanın sonucunda Kuzey Denizi’nin zengin yataklarını keşfetmişlerdir. OPEC dışı petrol rezervlerinin faaliyete geçmesi petrol fiyatlarında düşüşü yanında getirmiştir. **Şekil 3**’de Dünya petrol rezervlerinin 1997-2007-2017 yıllarına göre dağılımı gösterilmiştir. Buna göre her geçen yıl petrole olan ihtiyacın artmasıyla birlikte petrol rezervlerinin de arttığı görülmektedir.



Şekil 3. 1997-2007-2017 Yıllarında Dünya’da Petrol Rezervlerinin Dağılımı

Kaynak: BP statistical review of World energy 2018

Yaşanan petrol krizlerine karşı ekonominin korunması açısından çeşitli önlemlerin alınması gerekliliğini düşünen İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı (OECD) ülkeleri 1974 yılında Uluslararası Enerji Ajansı'nı (IEA) kurmuşlardır (Bayraç, 1999, 149). Üye ülkelerin öncelikle petrol ile ilgili sorunlarına çözüm getirmek amacıyla kurulan bu örgüt; petrol piyasasında ortaya çıkan iniş ve çıkışlarda ülke ekonomilerinin etkilenmesini önlemek, belli bir istikrarda devamlılığını sağlamak ve petrole bağımlılığı azaltmak amacıyla alternatif kaynak bulma çalışmalarında bulunmak gibi faaliyetlerde de bulunmuştur.

Avusturya, Avustralya, Belçika, Kanada, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan, İrlanda, İtalya, Japonya, Kore, Lüksemburg, Hollanda, Yeni Zelanda, Portekiz, İspanya, İsveç, İsviçre, Yunanistan, Türkiye, Norveç (Özel anlaşma ile bağlı), Portekiz, İspanya, İsveç, İsviçre, Türkiye bu örgütün üye ülkeleridir. İngiltere ve ABD Avrupa Komisyonunda IEA'nın faaliyetlerine katılmaktadır.

IEA, yalnızca üye ülkelerin değil dünyanın enerji planlamasını yapmaktadır. Gelecekte petrol ve petrokimyasal ürünlerin tüketimi ve bu tüketimi karşılayabilme durumunu önceden detaylı analizlerle ortaya koymaktadır. Var olan kaynakların kullanımı, yeni kaynaklar bulunması, alternatif kaynakların araştırılması bu analizlerin öngörüleleriyle sağlanmaktadır.

IEA'nın 2018 yılında 2020-2040 dönemini içine alan Dünya Enerji Bakışı çalışmasına göre; evrensel enerji kullanımının önüne geçilemez bir şekilde artacağı ve fosil yakıtlardan enerji kaynağı olarak kullanıma devam edeceği tahmin edilmektedir. Günümüzdeki fosil yakıtların rezervi, üretimi ve tüketim miktarları göz önüne alındığında, petrolün 40, doğalgazın 62, kömürün ise 204 sene daha kullanıma yeteceği ön görülmektedir.

Tablo 1. OPEC Verilerine Göre Dünya Birincil Enerji Kaynak Talebi

	Düzyey (Milyon varil petrol eşdeğeri/gün)				Ortalama Artış
	2015	2020	2030	2040	2015-2040
Petrol	86.5	92.3	97.9	100.7	0.6
Kömür	78.0	80.7	85.8	86.2	0.4
Doğal Gaz	59.2	65.2	79.9	93.2	1.8
Nükleer Enerji	13.5	15.8	20.1	23.8	2.3
Hidrolik Enerji	6.8	7.5	9.0	10.3	1.7
Biyokütle	28.0	30.1	34.0	37.3	1.2
Diğer Yenilenebilir Kaynaklar	3.8	6.6	12.9	20.0	6.8
Toplam	276.0	298.2	339.4	371.6	1.2

Kaynak: OPEC, World Oil Outlook 2017

Tablo 1'de Dünya birincil enerji kaynakları talebi tablosuna göre 2015 yılında petrolün payı % 86.5, 2020 yılında ise % 93.3 civarlarında olması beklenmektedir. Buna bağlı olarak OPEC'in öngörülerine göre 2015-2040 yıllarını kapsayan petrol talebi yıllık % 0,6 oranında artacağı yönündedir. Yine bu yıllar arasında kömür, doğal gaz ve diğer enerji kaynaklarına olan talebinin petrole oranla daha fazla artması beklenmektedir (OPEC, 2017).

Petrol üretimi ve petrole olan talebin diğer enerji kaynaklarına göre daha yavaş artış göstermesi bu enerji kaynağının yıllar içindeki payının hafif şekilde düşmesine neden olacaktır. Ancak, bu düşüşe rağmen önümüzdeki on yıllarda enerji kaynakları arasında petrol % 30 dolaylarındaki paya sahip olarak liderliğini sürdürecektir. Zamanla yenilenebilir kaynakların kullanımı artarak payını arttıracığı ön görülse de dünya enerji talebinin karşılanmasında yetersiz kalacağı düşünülmektedir.

Petrole alternatif farklı enerji kaynaklarının bulunması ile petrolün payının düşmesi beklenirken petrolün önemini kaybetmemiş olmasının birçok sebebi vardır. Petrolün enerji kaynağı olmasının yanı sıra petrokimyasal maddeler birçok sektör için hammadde ve ara mal olarak kullanılıyor olması petrole olan talebin düşmesini engellemektedir.

Mohanty (2017), Suudi Arabistan'da petrol şoklarının borsa getirilerine asimetric etkisinin endüstriyel düzeyde analizini yapmıştır. Suudi Arabistan dünyanın önde gelen petrol ihracatçı ülkelerinden biri olması ve ekonomisinin petrol gelirlerine önemli ölçüde bağlı olması nedeniyle Suudi borsalarının getirileri petrol fiyatlarındaki şoklardan etkilenmeye yatkındır. Bu çalışmada, 2007-2016 döneminde 15 sektör için sanayi düzeyinde borsa verilerini kullanarak, Suudi Arabistan'daki borsa getirilerinin petrol fiyatına duyarlılığı incelenmiştir. Hem toplam piyasa hem de endüstri düzeyinde analizler, örneklem döneminde petrol fiyatlarındaki değişimler ile borsa getirileri arasında anlamlı bir pozitif ilişki olduğunu gösterilmiştir (Mohanty, 2017, 410).

Valizadeh (2018), yapmış olduğu çalışma ile İran petrokimya endüstrisinde enerji fiyatlarının enerji tüketimi verimliliği üzerine etkisini incelemiştir. Bu çalışmada 1994-2012 döneminde İran petrokimya endüstrisi ele alınmıştır. İşgücünün enerjiye oranı, sermayenin toplam enerji tüketimine oranı, emek fiyatı, sermaye maliyeti Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna dayanarak, petrokimya endüstrisinde ortalama enerji tüketiminde verim artışını ölçmüştür. Ardından, ARDL (Autoregressive Distributed Lag Model) yaklaşımı kullanılarak, açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Sonuç olarak İran'ın petrokimya endüstrisindeki enerji tüketimi verimlilik endeksinin uzun vadeli bir eğilim içinde olduğu bulgusuna erişilmiştir. Bu bulgulara göre, enerji fiyatlarının enerji tüketimi verimliliği üzerinde önemli ve olumlu bir etkisi olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, işgücünün toplam enerji tüketimine oranı, sermayenin toplam enerji tüketimine oranı ve sermaye-teknoloji fiyatının petrokimya endüstrisindeki toplam enerji tüketimi verimliliği üzerinde önemli ve olumlu etkisi olduğu ortaya konulmuştur (Valizadeh, 2018, 2252).

Vu (2018), sanayileşmeyi teşvik etmek için küreselleşmenin benimsenmesi üzerine Singapur petrokimya endüstrisini incelemiştir. Sanayi politikasının başarılı bir şekilde uygulanması için hem hedef politikalara hem de yatay politikalara ihtiyaç vardır. Ayrıca, ülkenin sürekli iyileştirilmesi için stratejik yatırımlarla karşılaştırmalı üstünlüğünü takip etmek, küreselleşme kaldıraçlı sanayileşmeyi kolaylaştırmak için etkili bir yoldur. Bu çalışmada, bir ülkenin karşılaştırmalı üstünlüğünün, yalnızca işgücü maliyeti, konum ve doğal kaynaklar gibi görünür kaynaklarda değil, aynı zamanda liderlik öngörüsü, yönetim yetenekleri gibi gizli ve maddi olmayan kaynaklarla da sağlandığı belirtilmiştir. İşgücü ve iş ortamının kalitesi devlet ile sanayi arasındaki stratejik ortaklık ile sağlanmalıdır. Singapur hükümetinin ekonomik kalkınmayı teşvik etmek için kullandığı stratejik politika çerçevesi dört boyutta ele alınmıştır; kapasite geliştirme (C), fırsat yakalama (O), kaynakların iyileştirilmesi (R) ve kalıcı başarı (E) CORE çerçevesi olarak adlandırılmıştır. Bu çerçeve ile hükümet, petrokimya endüstrisini, öngörülebilir gelecek için ekonominin büyümesinde etkili bir faktördür. Bu çalışmada açıklanan strateji, gelişmekte olan ülkeler için de tavsiye niteliği taşımaktadır (Vu, 2018, 180).

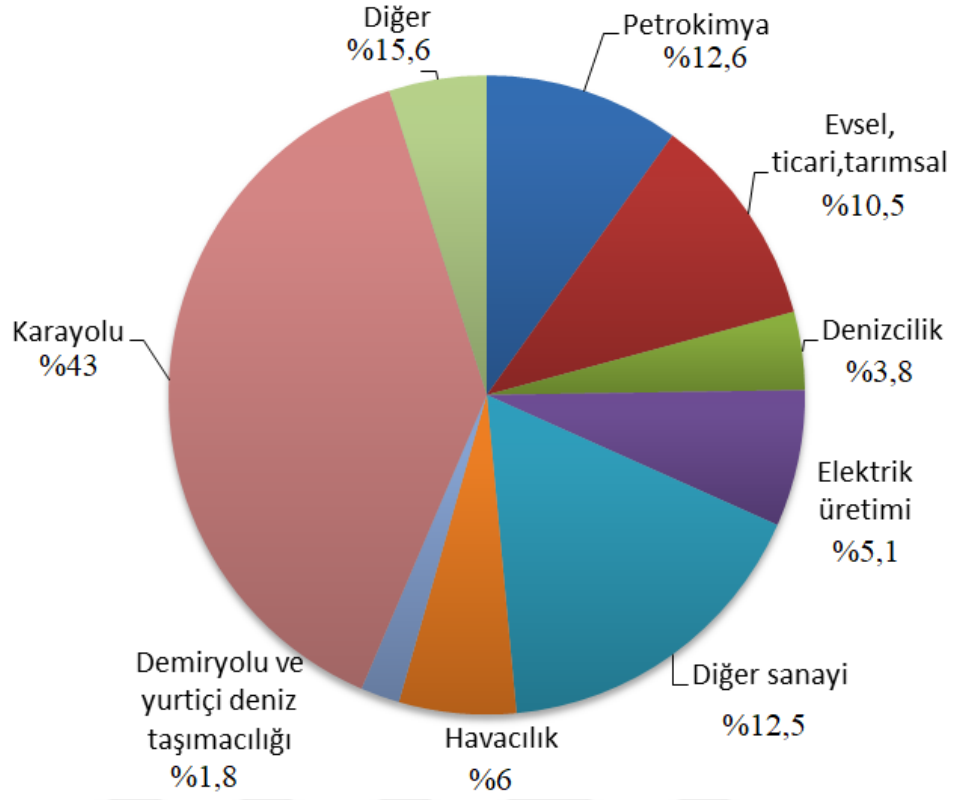
Petrokimya tesisleri, hammadde ve ürünlere dayalı çok çeşitli proseslerin uygulandığı ve ileri teknolojileri içinde barındırdığı entegre sistemlerdir. Petrokimya tesisleri için çok geniş bir arazi gerektirir. Geniş boru hattı ağı, dönen ekipman fırınları, sütunlar, gemiler ve tank kullanır. Petrokimya tesislerinde yer alan teknoloji, özel ekipman, gelişmiş mühendislik ve kalifiye personel gerektirmektedir. Aşağıdaki **Şekil 4**'te tipik bir petrokimya tesisi olan BASF Petrokimya tesisi gösterilmektedir.



Şekil 4. BASF Petrokimya tesisi

Kaynak:https://www.linde-engineering.com/en/process_plants/petrochemical-plants/references/index.html internet sitesinden 16.01.2019 tarihinde alınmıştır.

Ulaşımın petrokimyaya, evsel tüketimden elektrik üretimine birçok sektör petrole dayalı olarak işleyiş göstermektedir. **Şekil 5**'te petrol kullanımının sektörel dağılımı gösterilmiştir. Petrol, yalnızca petrol formunda değil çok çeşitli sektörel işleyişin sonucunda farklı formlarda insanoğlunun hayatının içinde mevcut bulunmaktadır. Petrolün % 12.6'sı petrokimya sanayisinde hammadde olarak kullanılmaktadır. Petrokimya sanayi ürünleri olan polietilen, polipropilen, sentetik kauçuk, dodesil benzen, karbon siyahı, fitalik anhidrit gibi maddeler, plastik ürünler, sentetik elyaf, çözücüler, reçineler, lastik, deterjan, boya gibi çok çeşitli malların üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır (OPEC, 2017). Petrokimya endüstrisi aynı zamanda, doğal gaz, doğal gaz sıvıları ve katran gibi petrol rafinerisinin yan ürünlerinden üretilen kimyasallarla da ilgilenmektedir. Petrokimya endüstrisi, binlerce kimyasal ve süreçten oluşan son derece karmaşık bir yapıya sahiptir. Bir sürecin ürünleri, diğerlerinin besleme stokları olmakla birlikte, ciddi biçimde çapraz bağlıdır. Çoğu kimyasal madde için hammaddeden nihai ürünlere kadar olan üretim yolu benzersiz değildir, ancak birçok olası alternatifi içermektedir.



Şekil 5. Petrol Talebinin Sektörel Dağılımı

Kaynak: OPEC, World Oil Outlook 2017

Petrokimya endüstrisi, 1849 yılında ilk petrol kuyusuna ulaşılmışından çok sonra ortaya çıkmış, II. Dünya Savaşı döneminde jet yakıtları, sentetik plastikler gibi yeni pazarlarda petrokimyasallar önem kazanmıştır. Petrokimya sanayi, katma değeri yüksek ürünlerle gelişimini sürdürmüştür. 1980'li yılların ikinci yarısından sonra kurulan büyük ölçekli petrokimya tesisleri dünya ekonomisinde olumlu gelişmeleri beraberinde getirmiştir. Petrokimyasal ürünlere olan talep, ülkelerin ekonomik büyüme oranlarına göre artış göstermiştir. Özellikle, son yıllarda Çin'in göstermiş olduğu ekonomik büyüme yatırımlara da yön vermiştir. 2004 yılında canlanan ekonomi ile petrokimyasal ürünlere karşı artan talepler petrokimya sanayinde işlem hacmini arttırmıştır. Petrol ürünlerine katma değer kazandırarak daha değerli ürünlere dönüştüren petrokimya endüstrisi ürün çeşitliliği ile oldukça büyük bir öneme sahiptir. Bu ürünler, diğer sanayilerde ham madde olarak kullanılmasıyla petrokimya sanayisinin diğer sanayilerin de temelini oluşturduğunu söylemek yanlış olmaz. Temel ihtiyaçlardan yüksek teknolojiye kadar birçok alanda hayatımıza dahil

olan petrokimyasallar, sağlık alanında, deterjan, gıda, inşaat, ulaşım, yakıt, tekstil gibi birçok uygulama alanıyla insan hayatının olmazsa olmazlarındandır. Ayrıca ağaç ve metal ürünlere karşılık plastiklerin kullanılmaya başlamasıyla petrokimyasallara talep daha çok artmıştır.

Petrokimyasalların artan rolü, küresel enerji tartışmalarında kilit noktalardan biridir. Bu sektörün çeşitliliği ve karmaşıklığı, petrokimyasalların öneminin artmasına rağmen diğer sektörlerden daha az dikkat çekmelerine sebep olmaktadır. Petrokimya, küresel petrol tktiminin hızla artmasındaki en büyük etkenlerden biri haline gelmektedir. 2030'a kadar petrol talebindeki büyümenin üçte birinden fazlası, 2050 yılında ise neredeyse yarısına yaklaşarak karayolu, havacılık ve deniz taşımacılığındaki talebin önüne geçeceği tahmin edilmektedir. Aynı zamanda, halihazırda daha yüksek yakıt ekonomisi, artan toplu taşıma, alternatif yakıtlar ve elektrifikasyon kombinasyonu sayesinde petrole olan yönelim azalacaktır. Petrokimya endüstrisi, 2030 yılına kadar, bugün Kanada'nın toplam gaz tktiminin yaklaşık yarısına eşdeğer, 56 milyar metreküp doğal gaz tktmeye hazırlanıyor (IEA, 2018, 22).

Chu (1994), ithalat ve ihracata dayalı büyümede Tayvan'ın petrokimya endüstrisi üzerine bir araştırmasında devletin rolüne değinmiştir. Özel sermayenin üstlenemediği veya başaramadığı durumlarda devletin girişimci, yatırımcı ve organizatör rolünü üstlendiğini belirtmiştir. Bu eğilim, Tayvan'ın ekonomik büyümesinin bir yan ürünü olarak özel sektörün devlete göre daha güçlü bir şekilde büyüdüğü ve devletin özerkliğinin bir sonucu olarak azaldığı gerçeğini yansıttığını söylemiştir (Chu, 1994, 789). Bu alışma, devletin rolünü gerekli bir koşul olarak görme konusunda Wade'in "piyasayı yöneten" tezine yalnızca kısmi destek veriyor, ancak, geliştirme sürecini erken aşamalarda zoraki yönlendiren bir devlet olduğunu göstermektedir (Wade, 1990,160).

1.3. Türkiye'de Petrol retimi ve Petrokimya

Türkiye, enerji kaynakları bakımından zengin bir ülke profili göstermesine rağmen, bugüne kadar yapılan araştırmalar, petrol rezervlerinin yeterli miktarda olmadığını ortaya koymuştur. Bununla birlikte, Türkiye'nin karmaşık jeolojik yapısı,

çok çeşitli yeraltı zenginliklerinin oluşumuna imkan sağlarken petrol arama ve çıkartma çalışmalarını zorlaştırmaktadır. Bu zorluk beraberinde yüksek maliyetleri de getirmektedir. 1942-1958 yılları arasındaki dönemde Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) ve Maden Teknik Arama (MTA) kuruluşları, petrol arama çalışmalarını gerçekleştirmek üzere kurulmuştur. Bu dönemde Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Garzan ve Raman petrol rezervlerine ulaşılmıştır. Bu gelişmeden sonra 7 Mart 1954 tarihli, 6326 sayılı Petrol Yasası çıkarılmıştır. Bu yasaya göre Türkiye'de yerli firmaların yanı sıra yabancı firmaların da petrol arama ve üretim çalışmaları yapmalarına izin verilmiştir (DPT, 2007: 8). Bu çalışmalar, 90'lı yıllara kadar, TPAO çatısı altında bütüncül bir yapı içinde kamu kuruluşları ve TPAO'ya bağlı ortaklıklar tarafından yürütülmüştür. 90'lardan sonra TPAO, Boru Hatları İle Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAŞ), Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş. (TÜPRAŞ), Petrol Ofisi A.Ş. (POAŞ) ve Deniz İşletmeciliği ve Tankerciliği A.Ş. (DİTAŞ) tarafından yürütülen faaliyetlerin bütüncül yapısı özelleştirme yolu ile parçalanmış, sektördeki kamu ağırlığı azaltılmıştır.

Türkiye'de petrokimya 1960'lı yıllarda 1. Beş Yıllık Plan çerçevesinde ele alınmıştır. Petrokimya sektörüne yapılan yatırımlar ile Türkiye'nin ilk petrokimya kompleksi İPRAŞ rafinerisi PETKİM Petrokimya Holding A.Ş. tarafından İzmit-Yarımcı'da kurulmuştur. Hızla artan yurtiçi ihtiyacı karşılamak üzere PETKİM tarafından bu sefer de İzmir-Aliğa rafinerisi kurulmuştur. Türkiye'de temel ve ara petrokimyasallar ve termoplastiklerin üretimi daha çok devlet çatısı altında iken sentetik elyaf gibi petrol ürünleri ile sürdürülen sanayi özel sektörün elinde bulunmaktadır. Temel ve ara petrokimyasallar ve termoplastiklerin üretiminde PETKİM'in dışında özel sektöre ait 250,000 ton/yıl DMT (Dimetiltereftalat) kapasiteli SASA ile 40,000 ton/yıl polistiren kapasiteli Başer Kimya nafta bazlı petrokimya tesisleri faaliyet göstermektedirler. PETKİM, faaliyetini sürdürmekte olan 5 fabrikası ile (SBR, CBR, KS, BDX ve PS) Yarımcı Kompleksini 01.11.2001 tarihinde TÜPRAŞ'a devretmiştir.

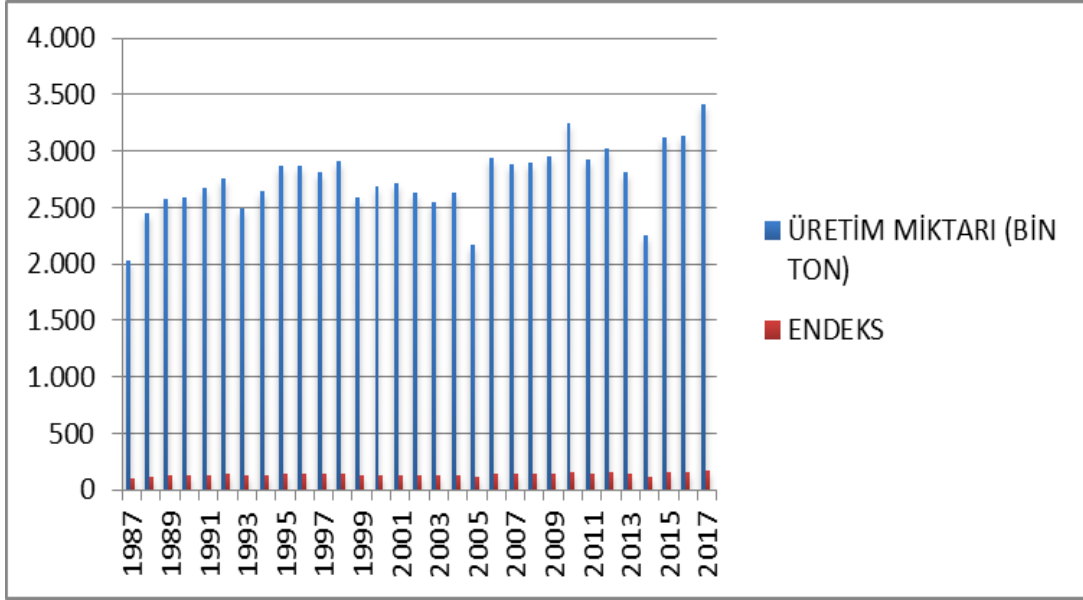
Türkiye'de petrokimya endüstrisi, kimyasal maddelerin üretiminde %25'lik bir oranla önemli bir yere sahiptir (Turkish Time İhracat Stratejileri, 2013). Kimya sanayi dünyada en çok üretim yapan sektörlerdendir. Ülkemizde hammadde

üretiminin yetersizliği ve iş gücü ihtiyaçlarının karşılanamaması sanayiciyi ithalata yönlendirmektedir. Petrokimyasal ürünlerin son beş yılda yapılan ithalatları, % 35'i polimer, %18'i elyaf, %47'si lastik ve %31'i diğer petrokimyasal ürünlerde olmak üzere artış göstermiştir. Bu da petrokimyaya bağımlılığımızın sürekli bir artış halinde olduğunun en açık göstergesidir. Petrokimya sektörü ülkemizdeki toplam kimyasal üretiminin %25'ini temsil etmekte olup, PETKİM bugün ülkemizin en büyük petrokimyasal üreticisi olarak bulunmaktadır.

Türkiye'de petrokimya ürünlerine karşı talebin artış hızı dünya ortalamalarının çok üzerinde seyretmektedir. Sektörün büyüme hızının GSMH büyüme hızına oranı dünya ortalamasının yaklaşık iki katı kadardır. 1990 yılında yaklaşık % 64 olan yurtiçi pazar payı da 2014 yılında %25'ye düşmüştür. 2008 yılında Azerbaycan petrol şirketi olan SOCAR Türkiye'nin tek petrokimya tesisi olan PETKİM'i 2 milyar 40 milyon dolar yatırımla özelleştirilmiştir. PETKİM'in kuruluş tarihinden bu yana yapılan en büyük yatırımı olan SOCAR nafta bazlı petrokimya tesislerinde ETİLEN ve PTA (Saf Tereftalik Asit) Kapasite Artırımı ve Modernizasyon projesinin hayata geçirilmesiyle yaklaşık %13 kapasite artışı sağlanmıştır. Özellikle 2014 yılında tamamlanan 140 milyon dolar tutarındaki yatırımlarla etilen kapasitesi 520.000 tondan 587.000 tona yükselmiştir. Yeni yatırımlarla, PETKİM bazı ürünlerde ithalatla karşılanan talebin tümünü karşılar hale gelmiştir. Böylece son altı yılda gerçekleştirilen yatırımların toplam maliyeti 600 milyon dolara ulaşmış, etilen ihtiyacı karşılanacak seviyeye gelmiştir. Ancak, Türkiye petrokimyasal talebinin her yıl %10–12 arttığı göz önüne alındığında yeni yatırımların yapılmaması halinde, pazar payının en geç iki sene içinde %25'in altına düşeceği açıkça görülmektedir. Bu büyüme eğiliminin gelecekteki 10 yılda aynı hızla devam etmesi durumunda, ülkemiz 2025 yılında yaklaşık 15 milyar dolar petrokimyasal ürünü ithal etmek durumunda kalacaktır (PETKİM, 2017).

Türkiye petrokimya sanayisinin gelişimi petrokimya ürünlerine olan talep ile birlikte artmıştır. T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından son yayınlanan ekonomik ve sosyal göstergeler içinde iktisadi sektörlerdeki gelişmeler hakkındaki raporda 1987-2017 yılları arasında temel ve ara petrokimyasalların ülkemizde üretim miktarları açıklanmıştır. Bu rapora göre lineer bir artış

gözlenmemekle birlikte zaman zaman düşüşler yaşansa da günümüzde petrokimya üretimi 3500 ton civarlarına ulaşmıştır. **Şekil 6**'de yıllara göre petrokimyasalların üretim miktarları verilmiştir.



Şekil 6. Temel ve Ara Petrokimyasalların Yıllara Göre Üretim Miktarları

Kaynak: <http://www.sbb.gov.tr/Pages/EkonomikSosyalGostergeler.aspx> (Erişim tarihi, 04.04.2019).

Petrokimyasal üretimde talebin karşılanma oranının yüksek olması ve ülke içinde yeterli olması petrokimyasal ürünlerin fiyatlarının belirlenmesinde de önemli rol oynamaktadır. Türkiye'nin petrokimya endüstrisine yatırım yapmayı sürdürmesi, üretim kapasitesini ürün çeşitliliğindeki ihtiyaca göre artırması, katma değeri yüksek yeni ürünler üretmesi sektörün devamlılığı ve gelişimi için oldukça önemlidir. Bu sayede yabancı yatırımcıların ilgisini çekecek, rekabet gücünü elinde tutan bir bölge haline gelecektir.

Ham petrol ve doğal gaz; günümüzde enerji ihtiyacının karşılanmasına büyük oranda kaynaklık ettiği gibi, kimya endüstrisinin ürettiği birçok kimyasal maddenin de ana kaynağını petrokimya sanayi oluşturmaktadır. Türkiye'nin petrokimya devi Petkim, entegre ve modern teknolojiye sahip tesisleri ile uluslararası standartlara uygun petrokimyasal ürünler üretmekte ve ithal etmektedir. Türkiye'nin petrokimya

ihtiyacının %18'i PETKİM tarafından karşılanmaktadır. Petkim, yurt içi ve uluslararası pazarlardaki 2010-2014 yılları arasındaki beş yıllık sürede üretmiş olduğu petrokimyasal ürünleri ve yıllara göre üretim (ton) miktarlarını açıklamıştır. **Tablo 2'**de petrokimyasal ürünlerin üretim miktarları verilmiştir. Bu tabloda beş yıllık üretim raporunda üretim miktarlarında düşüş olduğu görülmektedir (PETKİM, 2017). Petkim, 1990'lı yıllarda Türkiye ekonomisindeki ihtiyacın %70'ini karşılayabilirken bu pay %20'lere düşmüştür. Bunun başlıca sebebi talebin artmasına karşın yeni yatırımların yapılmaması ve kapasite artırımının olmamasıdır.

Tablo 2. Petkim Tarafından Üretilen Petrokimyasallar ve Yıllara Göre Üretim Miktarları (Ton)

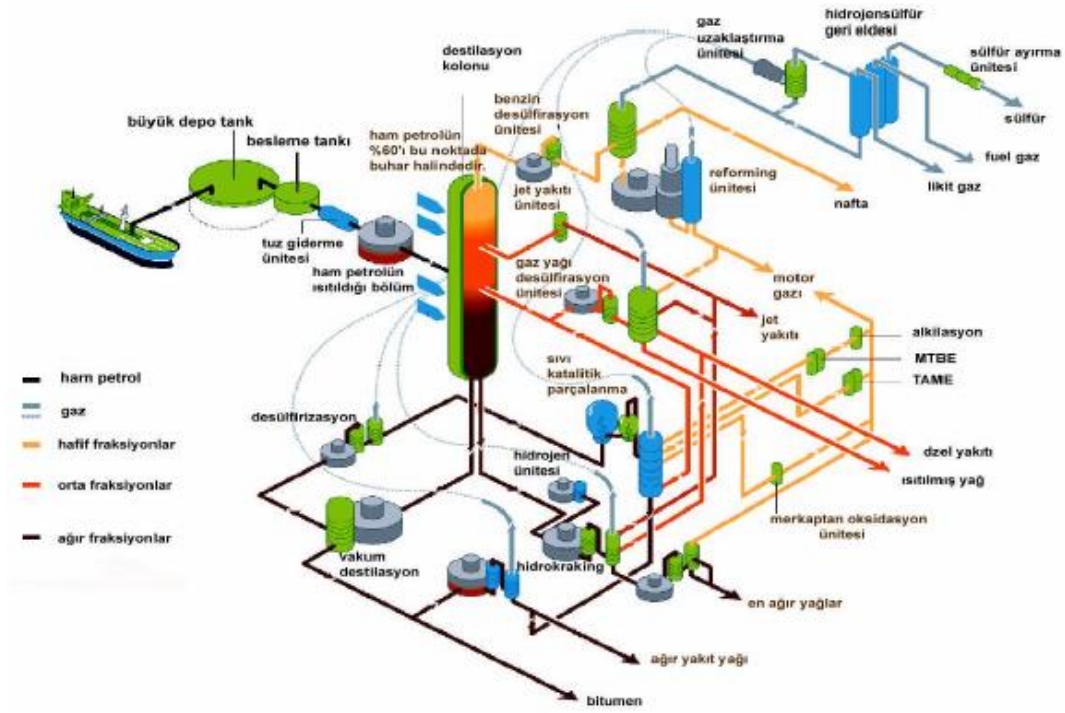
ÜRÜNLER	2013 FİİLİ	2014 FİİLİ	2015 FİİLİ	2016 FİİLİ	2017 FİİLİ	2018 FİİLİ
ETİLEN	462.868	328.267	558.387	551.422	586.440	480.606
TERM OPLASTİKLER	583.199	545.511	662.208	661.959	713.396	571.512
PVC	120.679	105.375	120.734	151.464	153.770	108.214
AYPE	147.584	132.757	179.459	187.120	179.765	145.662
AYPE-T	121.178	142.883	159.765	119.696	168.125	132.444
YYPE	84.821	79.001	90.570	88.785	91.869	79.706
PP	108.937	85.495	111.680	114.893	119.867	105.485
ELYAFHAM MADDELERİ	192.527	163.920	196.001	240.822	273.066	245.963
ACN	87.724	75.135	85.854	102.722	101.949	93.902
PTA	28.112	15.621	31.839	69.287	75.040	64.626
MEG	76.691	73.164	78.308	68.813	96.077	87.435
DİĞER ÜRÜNLER	1.578.541	1.209.044	1.701.298	1.674.906	1.846.461	1.474.273
PA	28.745	26.636	40.200	37.516	43.701	42.704
BENZEN	140.759	127.207	150.220	142.620	174.185	128.517
PROPİLEN (KS)	52.035	24.077	28.108	384	0	0
PROPİLEN (PS)	178.618	129.903	220.057	252.089	273.133	220.683
P-X	122.544	111.575	127.444	119.781	150.618	117.863
Ç ₄	149.933	103.054	156.382	153.485	162.767	130.593
PY-GAS	354.296	245.866	415.011	409.171	421.193	355.608
KLOR (GAZ)	74.007	62.828	72.649	65.542	71.744	57.185
SUDKOSTİK (%100)	83.333	71.139	81.236	72.922	78.106	64.348
VCM	118.200	90.938	119.071	127.617	137.016	85.585
DİĞER	276.073	215.822	290.920	293.778	333.997	271.187
GENEL TOPLAM	2.817.140	2.246.742	3.117.895	3.129.109	3.419.363	2.772.353

Kaynak: PETKİM 2019

2018 yılında komşu ülkelerde yaşanan siyasi olaylar ve bu olaylara bağlı artan jeopolitik riskler, Türkiye'nin risk primini olumsuz yönde etki etmiştir. Bununla birlikte küresel olarak yaşanan belirsizlikler, finans piyasalarındaki dalgalanmalara sebep olmuştur. Türkiye ekonomisi bütün bu olumsuzluklara rağmen kamu tarafından alınan önlemlerle ekonomisi dünyanın en hızlı büyüyen ülkeler arasında yer aldı. 2018'in ilk çeyreğinde %7,4 büyüme oranına ulaşmıştır. Bu gelişmelerin petrokimya endüstrisine yansımaları ile 2017 yılında ivme kazanarak plastik sektörü, miktar bazında %10,2 gibi yüksek bir büyüme göstermiştir. 2018 yılında üretilen toplam plastik hammaddenin % 31'ini AYPE, % 9'unu YYPE, % 15'ini PVC, % 12'sini PP, % 10'unu PS, % 23'ünü de PET oluşturmuştur (PAGEV, 2018/6).

1.4. Rafineri Teknolojisi

Petrol rafinerileri, tüketicilerin ihtiyaçlarına göre kalitesi yüksek, çok sayıda ürün elde edebilmek amacıyla geliştirilmiştir. İlk rafinarizasyon işlemi balina yağı kullanılarak gaz yağı üretimi olmuştur. İç yanmalı motorlarda yakıt olarak benzin ve dizel kullanılmaktadır. Bu motorların keşfedilmesiyle rafinerilerde benzin ve dizel üretilmeye başlamıştır. Daha sonra uçak ve jetlerin keşfiyle de yüksek oktanlı benzin ve jet yakıtı yine rafinerilerde elde edilmiştir. Petrol rafinerileri birçok ünitelerden oluşmuş kompleks tesislerdir. Bu tesislerde hidrokarbon karışımlarından oluşmuş ham petrolün izolasyonu ve bu hidrokarbonlardan oluşan son ürünlerin elde edilmesi işlemleri gerçekleştirilmektedir. **Şekil 7**'de bir petrol rafinerisinin öğeleri gösterilmiştir.



Şekil 7. Ham petrol rafineri şeması

Kaynak: http://web.hitit.edu.tr/dersnotlari/ibrahimbilici_11.03.2014_9Z6K.pdf (Erişim tarihi, 04.04.2019).

1862 yılında atmosferik distilasyon ile elde edilen gaz yağı o dönemin en çok satılan petrol ürünü olması sebebiyle uzun yıllar en çok üretilen rafineri ürünü olmuştur. Gelişen teknoloji ile birlikte kullanım alanı çeşitlenen diğer rafineri ürünlerine olan ihtiyacın artmasıyla farklı prosesler geliştirilmiştir. **Tablo 3**'de Rafineri prosesleri ve ürünlerini gelişim süreci tarihsel olarak sıralanmıştır (Beşergil, 2007, 152).

Tablo 3. Rafineri proseslerinin tarihsel gelişimi ve ürünler

Yıl	Prosesin Adı	Amacı	Yan-Ürün,vs
1862	Atmosferik Distilasyon	Gazyağı üretimi	Nafta, katran, vs.
1870	Vakum Distilasyonu	Hampetrolleri fraksiyonlama	Asfalt, Kalıntı
1913	Termal Kraming	Benzin Verimini Arttırma	Kalıntı, bunker yakıtı
1916	Sweetening	Kükürt ve kokuyu azaltma	Kükürt
1930	Termal Reforming	Oktan Sayısını Yükseltme	Kalıntı
1932	Hidrojenasyon	Kükürt Uzaklaştırma	Kükürt
1932	Koklaştırma	Benzin baz stoklarını arttırma	Kok
1933	Solvent ekstraksiyon	Yağların VI arttırma	Aromatikler
1935	Solvent devaksing	Akma noktasını düzenleme	Vakslar
1935	Kat polimerizasyon	Benzin Verimi ve Oktan Arttırma	Petrokimya ham maddeleri
1937	Katalitik Kraming	Daha yüksek oktanlı benzin	Petrokimya ham maddeleri
1939	Visbreaking	Viskoziteyi Düşürme	Distilat ve katran
1940	Alkilasyon	Benzin Verimi ve Oktan Arttırma	Yüksek oktanlı Uçak Benzini
1940	İzomerizasyon	Alkilasyon ham maddeleri	Nafta
1942	Fluid Katalik Kraming	Benzin Verimi ve Oktan Arttırma	Petrokimya ham maddeleri
1950	Deasfaltering	Kraming ham maddesi arttırma	Asfalt
1952	Katalitik Reforming	Nafta Dönüştürme	Aromatikler
1954	Hidrodestülfürizasyon	Kükürt Uzaklaştırma	Kükürt
1956	İnhibitör Sweetening	Merkaptanları Uzaklaştırma	Disülfürler
1957	Katalitik İzomerizasyon	Yüksek Oktanlı Moleküller	Alkilasyon ham maddeleri
1960	Hidrokraking	Kaliteyi İyileştirme, S azaltma	Alkilasyon ham maddeleri
1974	Katalitik Devaksing	Akma Noktasını Düzenleme	Vakslar
1975	Kalıntı Hidrokraking	Benzin verimini arttırma	Ağır Kalıntılar

Kaynak: http://web.hitit.edu.tr/dersnotlari/ibrahimbilici_11.03.2014_9Z6K.pdf (Erişim tarihi, 04.04.2019).

Rafinerilerde üretilen ürünler, amaçlarına göre farklılık gösterebilir ya da tüketici talebine göre bazı ürünlere ağırlık verilebilmektedir. Petrol rafinerilerinde elde edilen ürünler;

- yakıt gazı (metan-etan karışımı),
- sıvılaştırılmış petrol gazları (propan-bütan karışımı),
- Nafta (İşlenmemiş benzin olarak da adlandırılan nafta, parafinik, naftenik ve aromatik organik bileşiklerden oluşmaktadır.)

- benzin (pentan-nonan karışımı),
- jet yakıtı (nafta-gaz yağı karışımı),
- gaz yağı,
- motorin
- yağlama yağları ve ağır ürünler (asfalt, zift, katran)

olmak üzere sınıflandırılmıştır.

Nafta, ham petrolün atmosferik şartlarda distilasyonu ile elde edilen (30-200°C), parafinik, naftenik ve aromatik hidrokarbon karışımından oluşan, renksiz, yanıcı ve uçucu bir sıvıdır. Genel olarak çözücü olarak kullanılsa da birçok ürünün başlangıç maddesi olarak da kullanılmaktadır. Organik kimyada alkanların yaygın adı parafindir. Ham petrolün rafinasyonunda yan ürün olarak ortaya çıkmaktadır. Halkalı alkanların yaygın adı sikloparafinlerdir. Aynı zamanda bu yapılara naftenik hidrokarbonlar da denilmektedir. %25-27 oranında ham petrol içeriğinde bulunmaktadır. Naftenik hidrokarbonlardan farklı olarak aromatik bağlarla bağlanmış halkalı yapılu bileşiklerdir. Bu ürünler ilaç kimyası, tarım ilaçları, kozmetik, tekstil, savunma sanayisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Organik kimyada alkenlerin yaygın adı olefinlerdir. Yapılarındaki çift bağ doymamışlıklarının göstergesidir. Ham petrolde bulunma yüzdeleri çok fazla değildir; genellikle termal ya da katalitik kraking proseslerinde meydana gelmektedirler. Bunlar birçok polimerin monomeridir ve petrokimyasal proseslerde hammadde olarak sıklıkla kullanılırlar. Birden fazla karbon-karbon çift bağ içeren dienler ve karbon-karbon üçlü bağ içeren alkinler (olefinler) de petrol rafineri ürünlerindedir (Jukić, 2016, 177).

Rafineriler, basit, hydroskimming, yarı kompleks, kompleks ve tam kompleks olmak üzere çeşitlere ayrılmaktadır. Tüm rafinerilerde elde edilen ürünler ve %'lik dağılımlar **Tablo 4**'de özetlenmiştir. Bu tabloya göre üretim teknolojisi arttıkça benzin, dizel ve kerosen ürünlerinin arttığı görülmektedir.

Tablo 4. Rafineri özelliğine göre ürün dağılımı

Ürün	Basit	Hydroskimming	Y.Kompleks	Kompleks		T. Kompleks	
				CC	HC	CC+VB	HC+VB
LPG	1,5	1,6	2,2	4,5	2,1	5	2,3
Nafta	23,2	6,3	6,4	6,7	5,9	7,2	6,3
Benzin	0	16,2	18,8	26,2	19,3	28,8	20,4
Kerosen	11	11	11	11	16,7	11	16,7
Dizel	24,8	24,8	31,4	24,6	33,9	27,5	40
F.Oil	37,5	37,5	26,6	21,4	14,9	13,8	6
Kayıp+Yakıt	2	2,6	3,6	5,6	7,2	6,7	8,3

Kaynak: Shell Essentials of Refining Eğitimi, 11-13.12.2007, Sakarya.

1.5. Petrokimya Teknolojisi

Petrokimyasal tesisleri yeni teknolojilerle çok daha karmaşık bir hale gelmiştir. Son yıllarda Çin kömür bazlı petrokimya tesisleri geliştirmiş ve bu tesisler ham petrol bazlı hammaddeye kıyasla daha ekonomik yapıdadır. Kuzey Amerika'daki kaya (shale) gazıyla ilgili gelişmeler ise etan krakerleri ve propilen, bütadien gibi ürünlerin üretiminde amaca yönelik teknolojilere yatırımları teşvik etmektedir. Kaya gazı ile ilgili gelişmeler, olefin teknolojileri için de fırsatlar sunmaktadır.

1.5.1. Petrokimya Ürünleri

Petrol rafineri ürünleri, petrokimya sanayisinde hammadde olarak kullanılmaktadır. Petrokimya ürünlerini dört grupta incelemek mümkündür.

Plastikler, 1990'lı yıllarda dünya plastik malzeme tüketimi 86 milyon ton iken 2010 yılında 250 milyon ton civarında olmuştur. Plastik otomotivden gıdaya, tarımdan inşaatla birçok sektörde ham madde olarak kullanılmaktadır. **Tablo 5**'te Türkiye'de plastik mamül üretim oranları verilmiştir. Bölgesel tüketim olarak incelendiğinde, Güney Asya, Kuzey Amerika ve Batı Avrupa ülkelerinin en büyük paya sahiptir (PVC, AYPE, PP ve PS). Türkiye'de plastik mamül üretimi 2017 yılının sonunda 9 milyon 624 bin ton ve 36 milyar 793 milyon dolar iken, 2018

yılının sonlarında 10 milyon 329 bin ton üretimle 40 milyar 522 milyon dolar olması beklenmektedir (PAGEV, 2018/3).

Tablo 5. Türkiye Plastik Mamül Üretimi

	2017	2018/3	2018/T	% Artış 2018/2017 (Ay)	% Artış Tahmini 2018/2017 (Yıl)
1000 Ton	9624	3477	10329	48,7	7,3
Milyon \$	36793	13641	40522	54,5	10,1

Kaynak: PAGEV Türkiye Plastik Sektör İzleme Raporu 2018/3 Aylık

Elyaf ham maddeleri, Sentetik elyaf ham maddeleri petrokimya endüstrisinin ürünlerindedir. Etilen glikol, teraftalik asit veya dimetiltereftalat gibi monomerlerin polikondensasyon reaksiyonuyla elde edilmektedir. Petrol fraksiyonu olan naftanın veya doğalgazın parçalanması sonucu üretilen etilenin oksitlenmesiyle etilen oksit, etilen oksitin hidrolizi ile etilen glikol üretilmektedir (akrilik asit, teraftalik asit ve kaprolaktam).

Lastik Hammaddeleri, Doğal ve sentetik kauçuk, karbon siyahı lastik sanayisinin en önemli hammaddeleridir. Bu hammaddelerden özellikle doğal kauçukta %100 dışa bağımlılık bulunmaktadır. 2007 ve 2008 yıllarında ekonomik nedenlerle Stiren Bütadien Kauçuğu (SBR), Cis Polibütadien Kauçuğu(CBR), Karbon Siyahı(KS), Bütandien 1,3(BDX) ve polistiren(PS) fabrikaları kapanmış ve kauçuk sektörü tamamen dışa bağımlı hale gelmiştir. Lastik sektörünün en önemli kullanıcısı ise otomotiv endüstrisidir. Amonyum sülfat, sudkostik, hidrojene benzin, benzen, paraksilen gibi yan ürün ya da çözücüler, tarımda gübre ham maddesi olan amonyum sülfat, yakıt olarak kullanılan benzin, benzen, para ksilen gibi çözücüler petrokimya endüstrisinin ürünleridirler.

1.5.2. Petrokimya Prosesleri

Petrol rafinerisi ve petrokimya sanayisi arasındaki yapısal ilişki birbirlerinden ayrılmayan sektörler haline getirmiştir. Evrensel rekabete dayalı, politik ve konuma dayalı değişimler birbirine bağlı bu proseslerin birleştirilmesi ihtiyaç olması ile beraber aynı zamanda da avantajdır. Katma değeri yüksek ürünlerde karlılık artışı, yatırımın daha hızlı geri dönüşü, hammadde temininde güvenilirlik, fiyat dalgalanmalarına karşı daha kararlı bir yapı, rekabet gücünün artması gibi nedenler genel olarak rafineri ve petrokimya tesislerinin entegrasyonu ile büyük kompleksler halinde inşa edilmesine yönlendirmiştir. Bu entegrasyon ile daha az stoklama ve taşıma maliyetinin düşmesi, servislerin ve yardımcı işletmelerin iletişimi, karşılıklı ürün ilişkileri nedeniyle üçüncü parti taşıma ve dağıtım maliyetlerinin düşmesi ve işletme esnekliği gibi maliyet avantajları da sağlanmış olmaktadır. Bu duruma, BP'nin rafineri ile entegrasyonu iyi bir örnektir. Şirketin bu entegrasyon sonucunda %30 kar marjı sağlaması maliyetlerin düştüğünün kanıtıdır. Hem gelişmiş ülkelerde, hem de gelişmekte olan ülkelerde yeni kurulan ve yeniden yapılanan nafta bazlı petrokimya komplekslerinde rafineri-petrokimya entegrasyonu en ileri düzeyde planlanarak rekabet üstünlüğü yaratılmaya çalışılmaktadır. Hatta dünyadaki yeni eğilim bu olgu çerçevesinde petrokimyasal merkezli küçük-büyük ölçekli firmaları, yan sanayisi, araştırma kurumları, teknoloji geliştirme merkezleri, inovasyon destek grupları ve uygun alt yapısıyla kimyasal sanayi öbeklerinin kurulması yönündedir. Böylece bu kümelenmeyi oluşturan ekonomik roller; çeşitli servisler, yardımcı işletmeler, bakım ve onarım merkezleri, sosyal alanlar gibi ortak bir sosyo-ekonomik alanda çalışarak ürün maliyetlerini düşürmekte, rekabet üstünlüğü yaratmaktadırlar.

Hassani (2017), petrol ve petrokimya endüstrisinin sürdürülmesinde inovasyon ve teknolojinin rolü üzerine yapmış olduğu çalışmada, petrol fiyatlarındaki oynaklık, jeopolitik konum ve ekonomik belirsizlik karşısında petrol ve petrokimya şirketlerinin ayakta kalması için inovasyon ve teknolojik olarak ilerlemeleri gerektiğini savunmuştur. Bu çalışma, maliyet azaltma ve zaman tasarrufu, verimlilik kazanımları, sürdürülebilir büyüme ve çevreyi bir bütün olarak koruma amaçlı yenilikçi ve teknolojik gelişmelere odaklanarak, petrol ve petrokimya endüstrisindeki teknoloji ve inovasyonun etkisinin incelenmesini konu edinmiştir. Örneğin, süper bilgisayarlar ve gelişmiş algoritmalar, sismik görüntüleme teknolojisi,

sondaj ve çıkarma teknolojileri, petrol ve petrokimya endüstrisinde maliyet azaltma ve zamandan tasarruf için en önemli inovasyon ve teknolojiler olduğu görülmüştür (Hassani, 2017, 15).

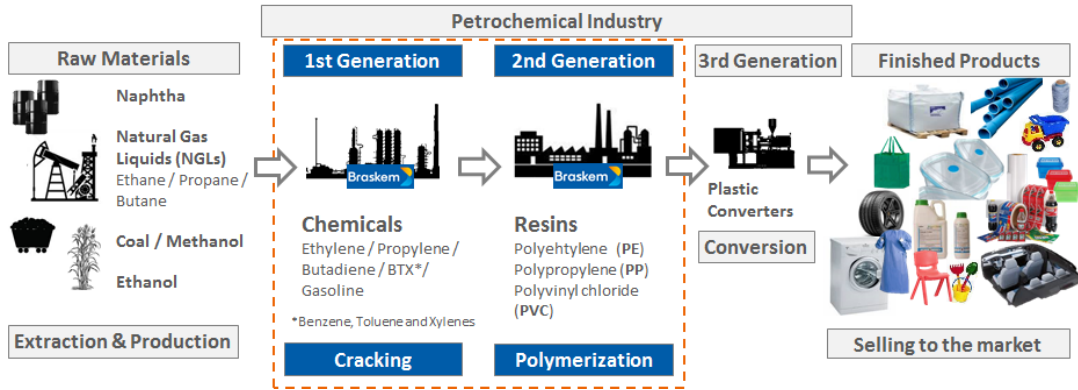
Lenkova (2018), petrokimya işletmelerinin inovatif gelişimindeki sorunları ve beklentileri üzerine yapmış olduğu çalışmada Rusya örneği üzerinden incelemiştir. Rusya'daki petrokimya sektörü, en yenilikçi, ümit vaat eden sektörlerden biri olup, dünya ekonomisinde düşük performans gösteren sektörlerinden biri olduğunu belirtmiştir. Mevcut koşullar altında, petrokimya şirketlerinin devlet ve üst yönetiminin en önemli görevi, yerli ürünlerin dünya pazarlarındaki rekabetçiliğini artırmak amacıyla petrol ve gaz kimyasının inovatif gelişiminin sağlanmasıdır. Çalışma ile tanımlanan petrokimya işletmelerinin inovatif gelişimindeki temel engeller;

- Sabit üretim varlıklarının amortismanı.
- Rusya'da monomerlerden piroliz üretiminin düşük düzeyde olması.
- Sektörün teknik seviyesinin gerekenden düşük olması.
- Modern kimyasal ve petrokimya ekipmanlarının üretimi için kapasite eksikliği.
- İnsan kaynaklarının inovatif üretim için yetersiz olması.
- Petrokimya sektörünün ulaşım sisteminin gelişmemiş olması nedeniyle teknolojik zincirlerin işbirliği ve kombinasyonu için imkanların sınırlı olması.
- Rusya Federasyonu'ndaki inovatif faaliyetleri teşvik edecek etkili yasal çerçevenin bulunmaması.

Belirlenen bu engellerden de anlaşılacağı gibi, yerli petrokimyanın potansiyel yatırımcılar için düşük çekiciliği ve yetersiz devlet desteği sorunların temelini oluşturmaktadır (Lenkova, 2018, 320).

Rafineri-Petrokimya sanayi entegrasyonunun ABD başta olmak üzere Avrupa ülkeleri, Çin, Japonya, Hindistan, Singapur ve Suudi Arabistan gibi dünyanın birçok bölgesinde uygulamaları vardır. Rafineri ve petrokimya sanayi ilişkisinin dünyadaki eğilimine paralel olarak, bu değişim rüzgarından Türkiye'deki rafineri ve petrokimya komplekslerinin etkilenmemesi mümkün değildir. Bu iki büyük sanayi dalının büyüme stratejilerinin birlikte planlanması ülkemizde Petrokimya Sanayi'ne yeni bir ivme kazandıracaktır (Kimya Sanayii Ö.İ.K., Petrokimya Sanayii-Klor Alkali-Sentetik Elyaf ve İplik Çalışma Gr. Rap., 2008, 15).

Petrokimya Endüstrisi, nafta (ham petrolden elde edilen), doğal gaz sıvıları (doğal gazdan elde edilen), kaya (shale) gazı ve kömür gibi enerji endüstrilerinden elde edilen hammaddelere dayanmaktadır. Şekil 8'de petrokimya endüstrisinin işleyiş şeması gösterilmiştir. Hammadde, birçok temel petrokimya maddesinin üretildiği bir buhar kırıcıdan geçer. Bu kimyasallar ya diğer petrokimya şirketlerine satılmaktadır ya da daha fazla değer yaratmak için termoplastik reçineler haline geldikleri bir polimerizasyon sürecinden geçmektedirler. Reçineler, piyasaya satılmaya hazır bitmiş ürünlere dönüştüren dönüştürücülere satılmaktadır.



Şekil 8. Petrokimya Endüstrisi İşleyiş Şeması

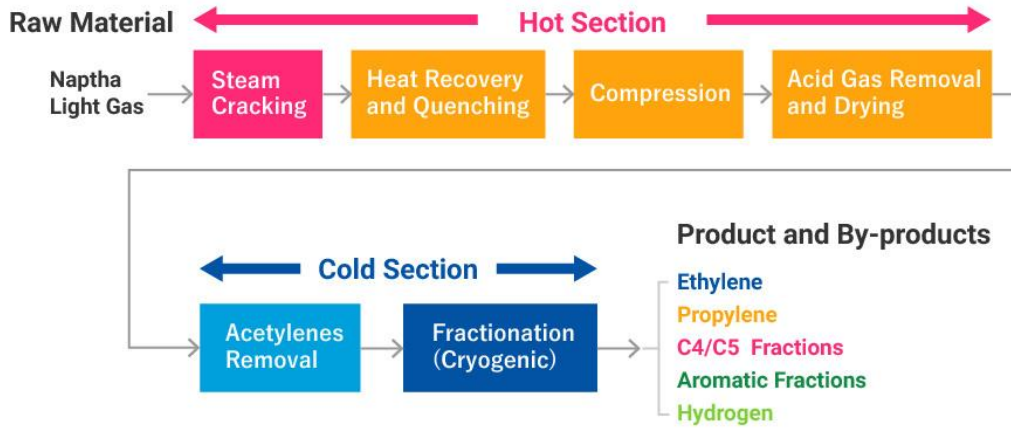
Kaynak: <http://www.braskem-ri.com.br/petrochemical-industry> (Erişim tarihi, 04.04.2019).

Nafta, petrol rafinerilerinde, ham petrolün damıtılmasından elde edilen ara ürünlerden biridir. Benzin naftadan hafif, gaz yağı ise ağırdır. Dünya pazarında, çeşitli nafta ticareti yapılmaktadır. Günümüzde temel petrokimya üretiminde

kullanılan üç çeşit nafta vardır (bunlar farklı türlerde naftanın farklı olefin karışımlarına yol açtığı için ayrılmaktadır).

- Hafif nafta; parafinik nafta (C_5H_{12} - C_6H_{14} aralığında) olarak adlandırılır ve petrol rafinerisinin bir yan ürünüdür. Petrol ve doğal gaz sahalarında doğal gazın yoğunlaşmasından da az miktarda hafif nafta meydana gelir. Hafif naftanın buharla kırılması ile hafif olefinler yüksek verimle elde edilir.
- Ağır nafta; non-normal parafinik nafta olarak adlandırılır (C_7H_{16} - C_9H_{20} aralığında). Aromatiklerde hafif naftaya göre daha zengindir. Oktan sayısı düşük olduğu için doğrudan ulaşım yakıtı olarak kullanılamaz. Bu nedenle, genellikle benzinin işlenmesiyle yüksek oktanlı benzine dönüştürülür. Bununla birlikte, petrokimya üretimi için de kullanılabilir.
- Geniş aralıklı nafta, hafif ve ağır naftanın bir karışımıdır (C_5H_{12} - C_9H_{20} aralığında). Buhar kırılmasında kullanılan en yaygın nafta türüdür (Dancuar, 2003, 133).

Nafta bazlı petrokimya tesislerinde etilen, propilen, C4-C5 fraksiyonları, aromatik fraksiyonlar olmak üzere çok çeşitli petrokimyasal ürün elde edilmektedir. Nafta hafif gaz öncelikle sıcak işlemde geçirilir. Bu sıcak işlem buhar kırıcı, sıcak kurutma ve söndürme, basınç, asit gaz uzaklaştırılması ve kurutma işlemlerinden oluşmaktadır. Bu aşamadan sonra soğuk işleme geçerek asetilenler uzaklaştırılır ürün fraksiyonları elde edilir.



Şekil 9. Nafta Bazlı Petrokimya İşleyiş Şeması

Kaynak: <https://www.chiyodacorp.com/en/service/chemistry/> (Erişim tarihi, 04.04.2019).

Şekil 9’da nafta bazlı petrokimya tesislerinin işleyiş şeması verilmiştir. Nafta bazlı petrokimya tesisleri oldukça eskidir ancak hala tercih edilmektedir. Bunun en temel sebebi ürün olarak aromatik yapılu ürünlerin elde ediliyor olmasıdır. Naftadan elde edilen ürünler çok çeşitli kullanım alanlarına sahiptir:

- **Etilen:**

LDPE: Çantalar, sera örtüleri, filmler, kablolar, oyuncaklar, borular, şişeler, hortumlar, paketleme

HDPE: Ambalaj filmi, yapım ve su boruları, şişeler, meşrubat, kasalar, oyuncaklar, bidonlar, variller

MEG: Polyester elyaf, polyester film, antifriz

VCM - PVC – EDC: Borular, pencere ve kapı çerçeveleri, panjur ve kepenkler, kablolar, şişeler, inşaat malzemeleri, paketleme, film, yer karoları, serum torbaları

CA-CAUSTIC SODA: Tekstil, deterjan, alüminyum

- **Propilen:**

PP: Örgü ipliği, çuvallar, halı, iplik, halatlar ve avcılar, masa örtüleri, peçeteler, paspaslar, keçe, hortumlar, radyatör, Borular, balık ağları, fırçalar, battaniyeler

ACN: Tekstil lifleri, yapay yün,

ABS: (Akrilonitril Bütadien Stiren) reçineler

- **C4:**

BÜTADIEN: Silgi, Otomobil lastiği

- **Aromatikler:**

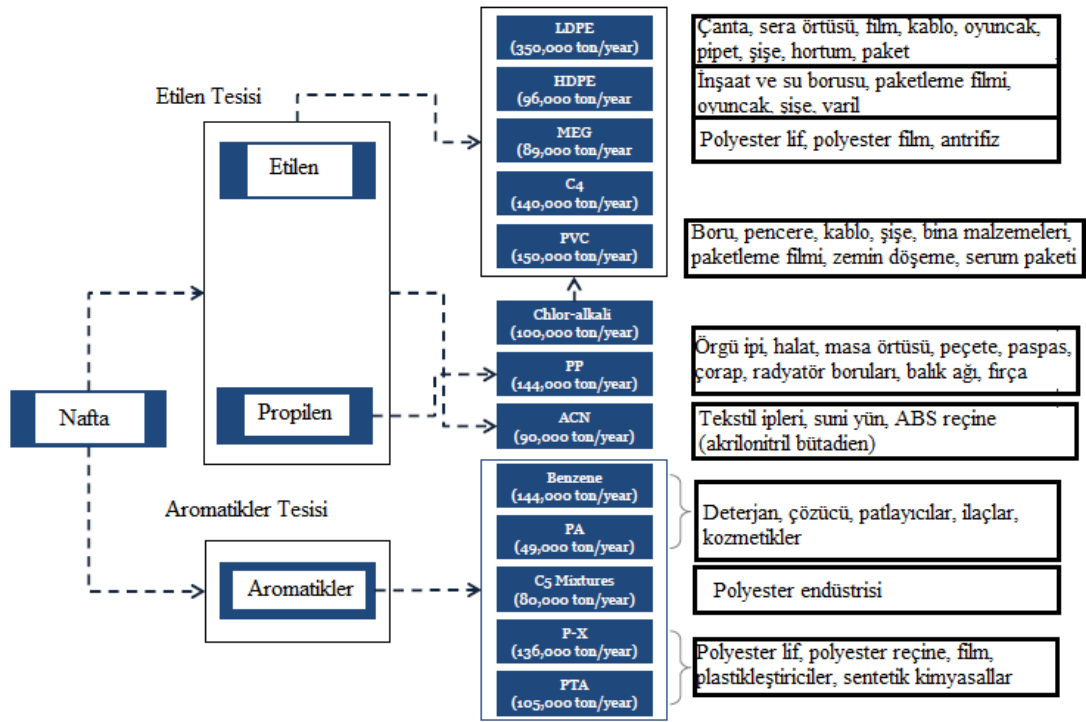
BENZEN: Deterjan, beyaz eşya parçaları

TOLUEN: Solventler, patlayıcılar, eczacılık, kozmetik

O-X – PA: Pigmentler, plastikleştiriciler, sentetik kimyasallar, polyester

P-X – PTA: Polyester elyaf, polyester, reçine, polyester film (PETKİM, 2012)

Nafta, uluslararası borsa ve piyasalarda işlem gören ticari bir üründür. Nafta fiyatlarının sürekli değişimi, petrokimya şirketlerini hammadde riskine karşı nafta satışı yapan firmalarla uzun vadeli kontratlar ile güvence altına alarak nafta teminine yöneltmektedir. Birbirine bağlı 13 ana fabrikadan oluşan PETKİM'in hammadde, ara ve nihai ürünleri genellikle yanıcı ve patlayıcı maddelerdir. Diğer yandan, hammadde, ara ve nihai ürünler, kullanılmadan önce depolarda stok olarak bekletilmektedir. Örneğin, PETKİM'in ana hammaddesi olan, petrolden elde edilen nafta, her biri 50 000 ton olan toplam 200 000 ton kapasiteli, üretim sahası içerisinde yer alan 4 tank içerisinde depolanmakta ve buradan boru hattı ile fabrikalara aktarılmaktadır.



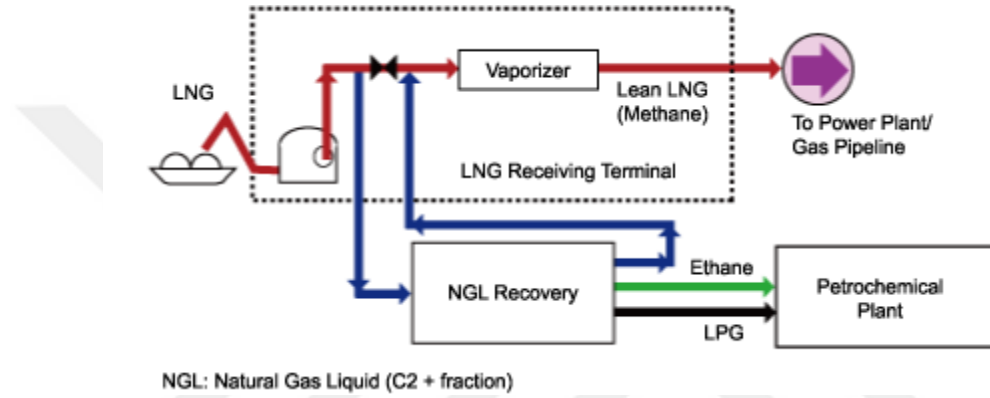
Şekil 10. PETKİM Nafta Bazlı Petrokimya Tesislerinde Elde Edilen Ürünler ve Kullanım Alanları

Kaynak: <http://www.petkim.com.tr/UserFiles/file/Petkim2Q18Presentation.pdf> (Erişim tarihi, 04.04.2019).

Şekil 10'da PETKİM nafta bazlı petrokimya tesislerinde elde edilen ürünler ve kullanım alanları verilmiştir. Nafta bazlı petrokimya tesisi olan PETKİM tesislerinde etilen, propilen ve aromatiklerden oluşan üretim aşamasıyla petrokimyasal ürünler elde edilmektedir. Bu ürünler polimer sanayisi, deterjan, kozmetik, inşaat gibi birçok alanda hammadde olarak kullanılmaktadır.

Doğal gaz, ıslak gaz veya kuru gaz olarak adlandırılmaktadır. Bu adlandırma, su muhtevasına değil metan oranına atıfta bulunmaktadır. Çoğunlukla Orta Doğu'da bulunan ıslak gaz, hemen hemen sadece metan veya metan oranı fazla, etan, propan ve bütan içerir. Rusya'da bulunan doğal gazın (ağırlıkça)% 95-96'sı ise metandır. Geri kalan doğal gaz, etan, propan, bütan ve az miktarda kirlilik (örneğin su, kükürt, vb.) içerir. Kabaca, dünya çapında üretilen doğal gazın% 5'i temel petrokimya üretiminde kullanılmaktadır (IEA, 2005, 17). Etan (C_2H_6) çoğunlukla doğal gazın

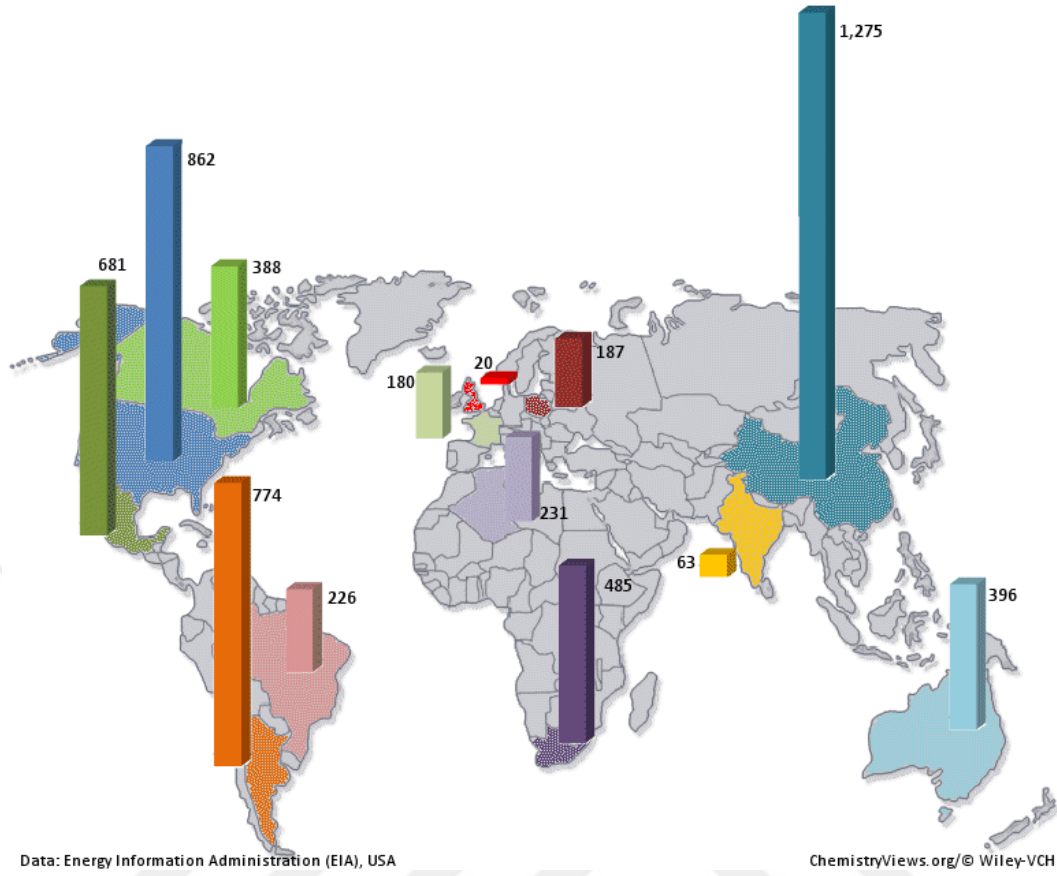
işlenmesinde bir yan ürünü olarak üretilir. Diğer gaz halinde bulunan ürünlerden propan (C_3H_8) ve bütan (C_4H_{10}) ayrıştırma yoluyla elde edilmektedir. Gaz haldeki hammaddelerin başlıca kaynağı doğal gaz sıvılarıdır (NGL'ler). NGL'ler petrol veya gaz alanlarından çıkarılan ıslak gazda bulunur ve doğal gaz boru hatlarında metanın taşınması sorunlara neden olabileceğinden, metandan ayrılmalıdır. LPG (çoğunlukla etan, propan ve bütandan oluşan sıvılaştırılmış petrol gazları) de bu tip tesislerde üretilmektedir. **Şekil 11**'de doğal gaz bazlı petrokimya tesislerinin işleyiş şeması verilmiştir.



Şekil 11. Doğal Gaz Bazlı Petrokimya İşleyiş Şeması

Kaynak: <https://www.toyo-eng.com/jp/en/products/energy/lng/> (Erişim tarihi, 02.04.2019)

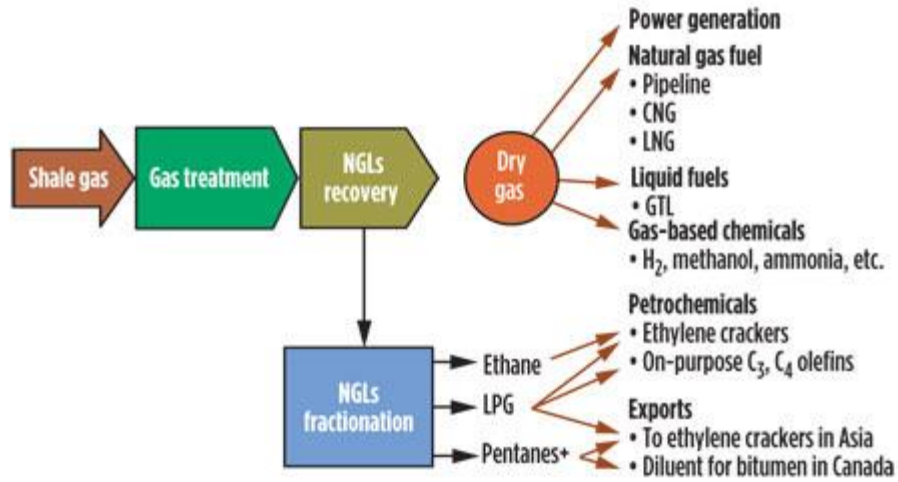
Kaya gazı (Shale gas) kayaların (kayaçların) içine sıkışmış halde bulunan gaz (doğalgaz) olarak tanımlanmıştır. Kayalar arasında biriken gazın çıkartılabilmesi için yatay sondaj yöntemi ya da hidrolik çatlatma yöntemi kullanılmaktadır. Kayaçlar arasında kalan gaz bu sayede yüzeye çıkarılabilmektedir. Kaya gazı çıkarmak için kullanılan bu yöntemlerin depremleri tetikleme, sera gazı emisyonunu artırma ve kuyuya basılan su nedeniyle yeraltı su kaynaklarını kirletme gibi riskli çevresel etkileri bulunmaktadır (TPJD, 2012).



Şekil 12. Dünya’da kaya gazı kaynakları

Kaynak: www.chemistryviews.org (Erişim tarihi, 04.04.2019).

Dünya genelinde bilinen rezervler **Şekil 12**’de bölgesel olarak gösterilmiştir. Dünya’da doğal gaz rezervleri ile kaya gazı rezervleri Ortadoğu hariç benzerlik göstermektedir. İlk kaya gazını çıkaran ABD, 34 eyaletinde bulunan toplam 500 bin civarında kaya gazı kuyusuyla faaliyettedir. İlk kaya gazı kuyusu, 1981 yılında ABD’nin Texas eyaletinde açılmıştır. 1995’den itibaren de, yatay sondaj ve hidrolik çatlatma yöntemiyle kaya gazı üretimini önemli miktarda artırmıştır (Ridley, 2011). ABD her yıl yaklaşık olarak 100 milyar m³ LNG ithalatı yaparken, 2011 yılından itibaren bu rakam 20 milyar m³ değerine kadar düşmüştür. Yani ABD, kaya gazı sayesinde LNG ithalatını %80 oranda azaltmıştır.



Şekil 13. Kaya gazı bazlı petrokimya işleyiş şeması

Kaynak: <http://www.gasprocessingnews.com/features/201307/shale-hydrocarbons-ushering-an-industrial-renaissance-in-north-america.aspx> (Erişim tarihi, 04.04.2019)

Kaya gazı bazlı petrokimya tesislerinde üretilen motor yakıtları, gaz-sıvı (GTL) ve NGL bazlı petrokimyasallar olarak sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) ve sıkıştırılmış doğal gaz (CNG) ABD'nin odak noktası olmuştur. Şekil 13'de kaya gazı bazlı petrokimya tesislerinde elde edilen ürünler gösterilmiştir. Doğal gaz yakıtlar, sıvı yakıtlar, petrokimyasallar bu petrokimya tesislerinde üretilmektedir. 2020 yılına kadar ABD doğal gaz üretiminin toplamının yarısını kaya gazından elde edeceği düşünülmektedir. Bu durumun gerçekleşmesi hem ABD ekonomisini hem de dünya genelinde gaz fiyatlarını da etkileyecektir. Buradan da anlaşılacağı üzere kaya gazı üretimi doğal gaz fiyatlarında düşüşü sağlayabilecek potansiyelindedir. 2006 yıllarında Avrupa'daki doğal gaz fiyatları ile ABD doğal gaz fiyatları hemen hemen aynı seviyede iken şuan ABD doğal gaz fiyatlarına göre Avrupa üç kat, Japonya ise beş kat daha fazla fiyatlarda bulunmaktadır. Bu da kaya gazının önemini gözler önüne sermektedir (Chiodi, 2016, 66). Türkiye'de TPAO'nun araştırma ve açıklamalarına göre kaya gazı ile ilgili farklı havzalarda ve bölgelerde, "unconventional" kaynak potansiyeline sahip jeolojik bölgeler bulunmaktadır. TPAO'nun yapmış olduğu araştırmalara göre, Diyarbakır, Erzurum ve Trakya'da kaya gazı-petrol sahalarının varlığı tespit edilmiştir (TPAO, 2010).

Nafta bazlı petrokimya tesislerinde, doğal gaz ve kayagazı bazlı petrokimya tesislerinden farklı ürün olarak aromatikler elde edilmektedir. Bu da bu tesislerin hala kullanılıyor olmasının en önemli sebebidir.

1.6. Petrokimya Endüstrisinde Maliyetler

Petrokimya maliyetleri; ruhsatlandırma, üretme, işlenme süreci (rafinaj), nakliye, dağıtım ve depolama giderlerinden oluşmaktadır. Maliyetler en çok kaynağın bulunduğu jeolojik konumdan ve bölgelerin coğrafyasından etkilenmektedir. Maliyetlerin dağılımına bakıldığında ortalama 1/3'ünün üretim ve dağıtım giderlerinden kaynaklı olduğu görülmektedir. 1999 yılında Ortadoğu'da bulunan bazı kaynaklarda varil başına üretim ve dağıtım maliyeti 1 dolar civarında olabilirken Kuzey Denizi gibi coğrafyası zorlu bölgelerde bu maliyet 15 dolara kadar çıkabilmektedir. Bu derece bir fark olmasıyla birlikte ortalama üretim maliyeti varil başına yaklaşık 5-6 dolar dolaylarındadır (Bayraç, 1999, 94).

Petrokimya tesislerinde genel olarak sürekli akım prosesleri uygulanmaktadır. Çok çeşitli kimyasal reaksiyonlarla petrokimyasal ürünler elde edilmektedir. Üretimde ölçek ekonomisi oldukça önemlidir. Üretim ölçeği % 100 arttırıldığında birim yatırım maliyeti de % 20 azalmaktadır. Petrokimya tesislerinde üretimin büyük ölçek yapılması üretim maliyetlerini de düşürmektedir.

Petrokimya tesislerinde hammaddelerin tesise, elde edilen ürünlerin tesisten müşteriye taşıma işlemlerinin maliyetleri de küçümsenmeyecek kadar fazladır. Petrokimya sanayisinde kullanılan petrol ürünleri taşımadaki riskleri ve büyük miktarda taşıma yapıldığı için taşıma maliyetleri yüksek olmaktadır.

Dağıtım maliyetleri ise büyük ölçüde dağıtım şekillerine bağlıdır. Petrokimyasal ürünleri, tesisler ve tüketiciler arasında türlerine ve kullanım yerlerine göre farklı yollar izlenerek dağıtım sağlanmaktadır.

Williams (1981), yedi sezgisel algoritma ile petrokimya sektöründe üretim dağıtım çizelgelemesi üzerine çalışmıştır. Her bir algoritmanın amacı, nihai ürün talebini karşılayan ve ortalama stok tutma maliyetlerinin ve işleme için ortalama sabit ücretlerin toplamını en aza indiren bir üretim ve / veya ürün dağıtım

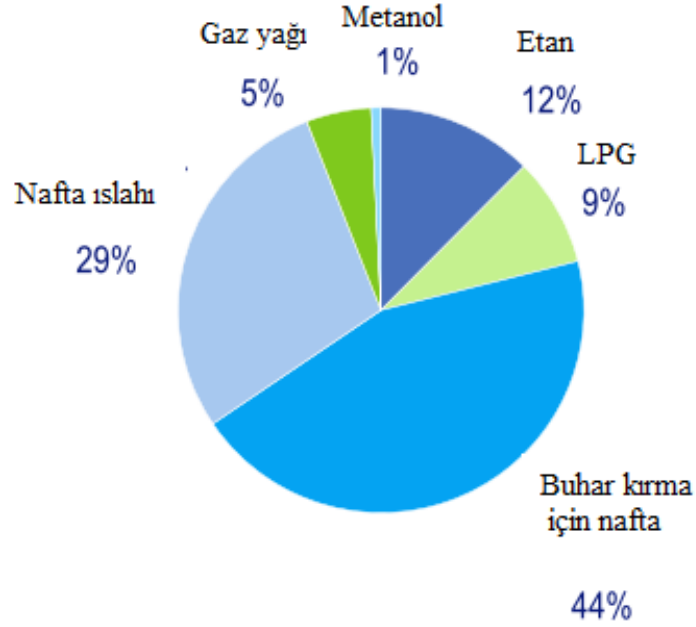
programının belirlenmesidir. Ürüne yönelik dışsal talebin belirleyici, sabit bir oranda olduğu ve sadece “perakende” tesislerinde gerçekleştiği varsayılmıştır. 11.000 bilgisayar kaynaklı problem performanslarına dayanarak yedi buluşsal yöntem birbiriyle ve dinamik bir programlama algoritması ile karşılaştırılmıştır. Williams’ın bu çalışması, literatüründeki çoklu kademeler ve alanlar arasında koordineli planlama kullanımındaki ilk girişimlerden biridir (Williams, 1981, 330).

Bernhofen (2000) çalışmasında, petrokimya endüstrisinde döviz kurları ve piyasa gücü üzerine mikroekonomik bir yaklaşım getirmiştir. Piyasa gücünün döviz kuru geçişi üzerindeki etkisini araştırmak için basit bir homojen ürün oligopol modelini geliştirmiştir. Bu model, sanayi denge fiyatı, firmaların marjinal maliyetleri ve ortalama sanayi davranışları ile açıklanmıştır. Yine bu model firmaya özgü marjinal maliyetlerde ve firmaya özgü davranışta farklılıklar sağlamasına izin vermektedir. Petrokimya endüstrisinde, döviz kuru geçişinin yabancı firmalar tarafından yapılan rekabetçi olmayan davranışlardan kaynaklandığına dair hipotezi test etmek için oluşturulmuş bir mikro-data setinden yararlanılmıştır. Veriler 1982-1993 yılları arasında döviz kuru dalgalanmalarıyla karakterize edilen 29 homojen petrokimya ürününün profili için piyasa fiyatları ve ortalama marjinal üretim maliyetleri hakkında ayrıntılı ve uluslararası olarak karşılaştırılabilir bilgi sağlamaktadır. Bu veriler, temel teorik modelin davranışsal varsayımları ile uyumludur. Bu çalışmanın sonucunda, ABD, Almanya ve Japonya'daki en büyük iki ithalatçı petrokimya ülkesinden firmaların, incelenen dönem aralığında ABD pazarında (istatistiksel olarak) önemli pazar gücü kullandıklarını bulgusuna ulaşılmıştır (Bernhofen, 2000, 295).

1.7. Petrokimyanın Pazardaki Yeri

Petrokimya tesislerinde hammadde seçimini kullanılabilirlik, maliyet, güç tüketimi ve üretilecek ürün portföyü olmak üzere dört önemli faktör belirler. Hammadde yoğunluğuna uygun olarak, petrokimya endüstrisindeki büyüme, hammadde talebini de beraberinde getirmektedir. Hammaddelerin maliyeti petrokimyasalların üretiminde en büyük paya sahiptir. Tahminler, hammadde maliyetinin toplam maliyetlerin % 40-60'ını oluşturduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, elde edilmesi nafta için çok fazla bir sorun olmasa da, hem fiyatlama hem de

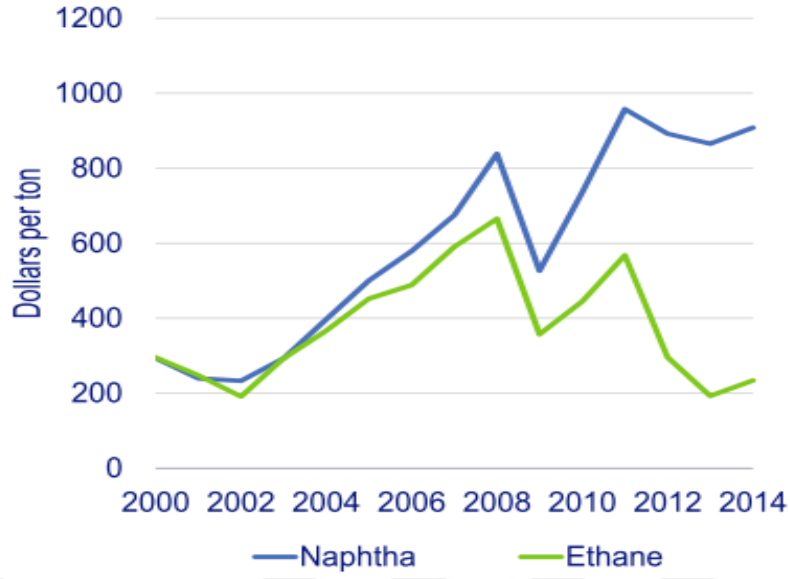
iç piyasada bulunamaması nedeniyle propan ve bütan talebi azaltılmaktadır. Dolayısıyla, LNG ithalatının tercih edilmesi giderek daha fazla artmaktadır.



Şekil 14. Dünya’da Petrokimyasal Hammadde Tüketimi

Kaynak: <https://www.grandviewresearch.com/research-insights/petrochemicals-market-insights-size-share> (Erişim tarihi, 08.04.2019)

Şekil 14’de Dünya’da petrokimyasal hammadde tüketim oranları verilmiştir. Oranlara bakıldığında nafta tüketimin oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bu hammaddelerin tüketimi petrokimya sanayisinin gelişimi ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Nafta’dan sonra etan tüketimi de büyük bir orana sahiptir. Nafta ve etanın 2000-2014 yılları arasında oluşan maliyet farklılıkları Şekil 15’de kıyaslanmıştır. Zaman zaman düşüşler gözlemlense de nafta maliyetleri etandan her zaman daha yüksek olmuştur.

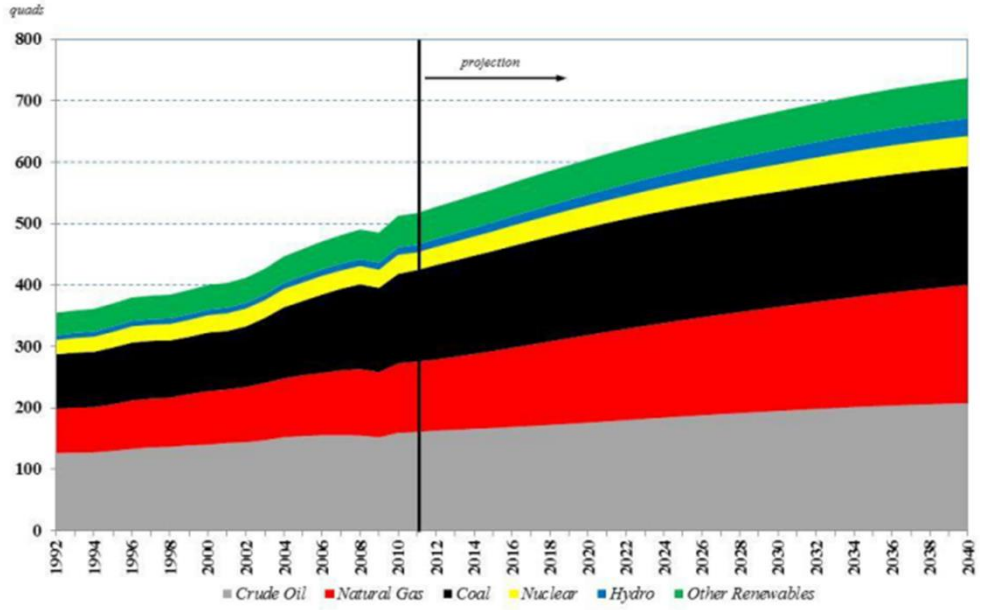


Şekil 15. Nafta ve Etan Fiyatları

Dünya enerji ihtiyacına karşılık üretimin gelecekte yeterli olamayacağı ve buna bağlı olarak gitgide artan petrol ve petrokimya ürünlerinin maliyeti insanlara yeni enerji kaynağı arayışına itmektedir. Yeni bir enerji çeşidi olmayıp ancak çıkarılma sürecindeki zorluklardan dolayı sektörel olarak tercih edilmeyen kaya gazı da alternatif enerji kaynaklarındandır.

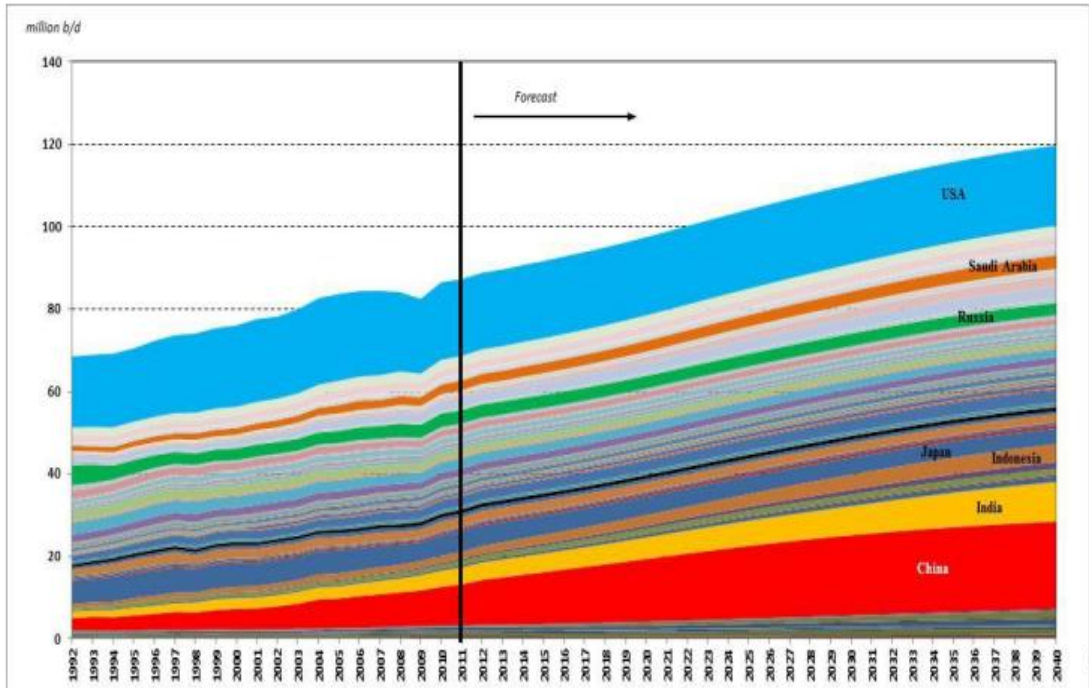
Baker Enstitüsü'nün 1992-2040 yılları arasında gözlenen ve ön görülen enerji türlerine olan ihtiyacın yıllara göre artışı **Şekil 16**'da gösterilmiştir. Bu grafikte, ihtiyacın azalmadan artmaya devam ettiği görülmektedir. Ülkeler bazında bu ihtiyacın dağılımı ise **Şekil 17**'de ifade edilmiştir (Kenneth, 2015, 3,4).

Baker Institute CES forecast of TPER by fuel, 1992-2040



Şekil 16. Enerji türlerine olan ihtiyacın yıllara göre öngörülen artışı

Kaynak: <https://slideplayer.com/slide/3844491/> (Erişim tarihi, 04.04.2019).



Şekil 17. Ülkeler bazında enerji ihtiyacının dağılımı

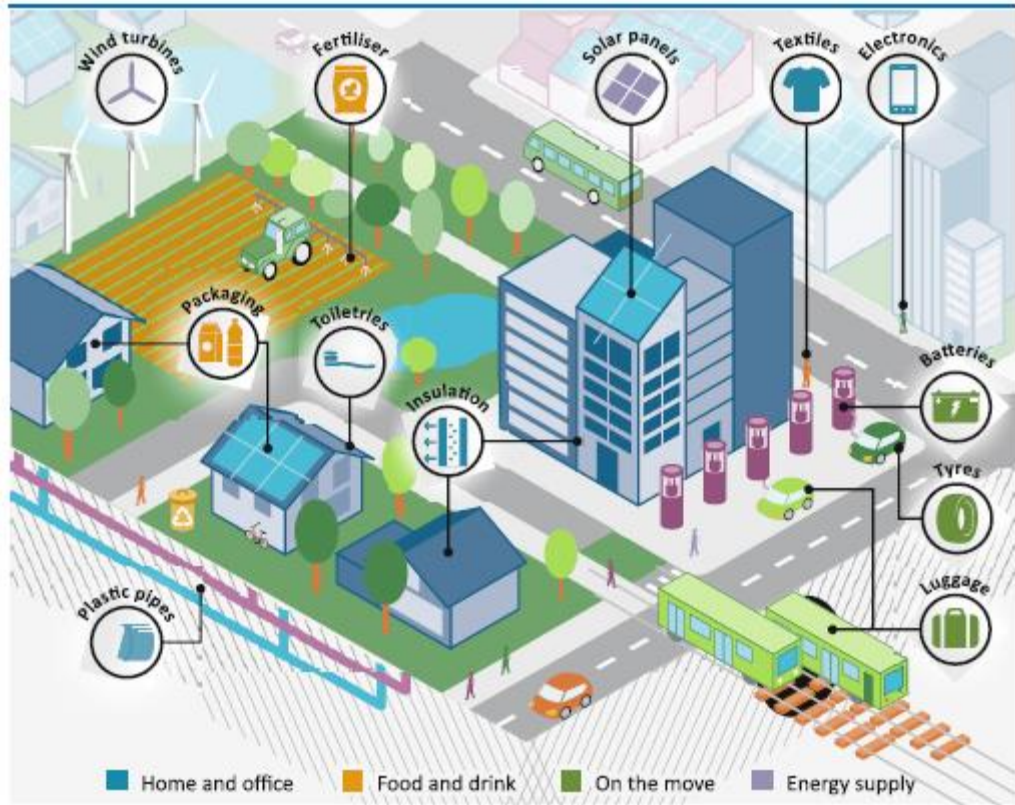
Kaynak: <https://slideplayer.com/slide/3844491/> (Erişim tarihi, 04.04.2019).

Ülkelerin sanayisi ne kadar gelişirse o oranda da enerjiye olan ihtiyaçları artmaktadır. Bu sebeple ülkenin kendi enerji ihtiyacını karşılaması oldukça önemlidir. Dünya genelinde artan enerji ihtiyacı alternatif kaynaklara yönelimi arttırmıştır.

Türkiye, petrokimya sanayisindeki kapasitesi ile diğer ülkelerin oldukça gerisinde kalmaktadır. Etilen üretiminde yılda 588.000 ton kapasiteyle Dünya genelindeki üretimin sadece % 0,39'una karşılık gelmektedir. Türkiye'nin petrokimya sektörüne yeterince yatırım yapmaması bu sonucu doğurmaktadır. Hammadde tedariğinin öz kaynaklardan sağlanması ve ihracata yönelim ile birlikte Petrokimya sektörünün ülke ekonomisine büyük katkıları olacaktır. 2023 hedeflerinde 500 milyar dolarlık ihracatın 50 milyar dolarının kimya sektörü tarafından sağlanması yer almaktadır. Kimya sektörünün en önemli hammaddelerini petrokimyasal ürünler oluşturmaktadır. 2002-2014 yılları arasında Türkiye 238 milyar dolar kimyasal ithalatı yaparken bunun 158 milyar dolarını petrokimyasal ürünlerin oluşturduğu çarpıcı bir gerçektir. Petrokimyaya karşı artan iç talep ve ihracat oranları göz önüne alındığında petrokimya sektörü ihmal edilmeyecek kadar büyük bir sektör olduğu anlaşılmaktadır. Hem dışa bağımlılığın ortadan kalkması hem de ihracat kapasitesinin artırılması için petrokimya sektörüne yeterince önem vermek gerekmektedir (Macit, 2016, 11).

2017 verilerine göre Dünya ekonomisi gelişmiş ülkelerin ekonomik performansı ile büyümüştür. Sanayilerin gelişmesi, birçok sektöre hammadde olan petrokimyasal ürünlere olan talebi de arttırmıştır. Bu dönemde ABD'de yeni kurulan etilen bazlı tesislerin bu arzı karşılamak üzere devreye girmesi de önemli gelişmelerden biri olmuştur. Bu Pazar şartlarından nafta bazlı petrokimya tesisleri yine olumlu etkilenmiştir. Artan talep ve sınırlı hammadde ve ürün stoğu kar marjlarına destek vermeye devam etmiştir. Bununla birlikte artan petrol fiyatları kar marjlarında bir miktar düşüşe sebep olmuştur. Türkiye piyasalarındaki çalkantılı ve belirsiz kur artışları, siyasi hareketlilik karşısında başarılı bir performans göstererek dünya genelinde ekonomisi en hızlı büyüyen ülkelerin içinde yer almıştır. Kamusal risk yönetimi ile olumsuz gelişmelerin üstesinden gelerek yılın 3'üncü çeyreğinde %11,1 gibi yüksek büyüme oranına ulaşmıştır.

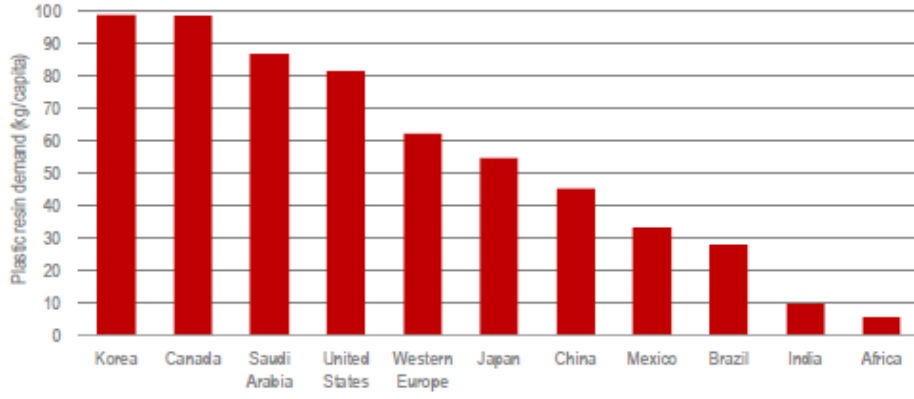
Plastikler, gübreler, ambalajlar, giysiler, dijital cihazlar, tıbbi cihazlar, deterjanlar veya lastikler gibi günlük hayatımızda sık sık karşımıza çıkan petrokimyasallar modern toplumların ayrılmaz bir parçasıdır (Şekil 18). Günlük hayatımız için kritik öneme sahip ürünlere ek olarak, petrokimya, güneş panelleri, rüzgar türbini kanatları, bataryalar, binalar için ısı yalıtımı ve elektrikli araç parçaları dahil olmak üzere modern enerji sisteminin içinde de yer almaktadır.



Şekil 18. Modern hayatta petrokimyasalların kullanım alanları

Kaynak: www.chemistryviews.org (Erişim tarihi, 04.04.2019).

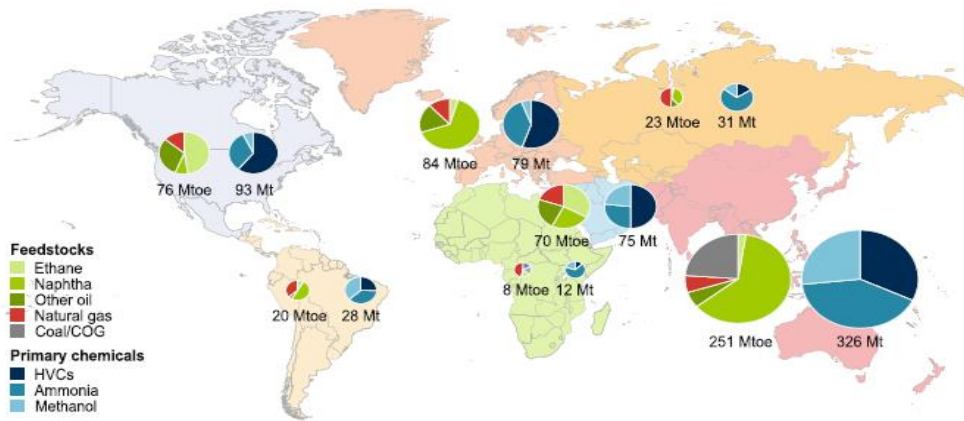
Zaten küresel enerji sisteminin önemli bir bileşeni olan petrokimyasalların önemi gün geçtikçe daha da artmaktadır. Petrokimya ürünlerinin en bilindik olanı plastiklerdir. Birçok alanda kendine kullanım alanı bulan plastiklere olan talep sürekli artış halindedir. Şekil 19’da görüldüğü gibi gelişmiş ülkelerin plastik daha fazla talep görmektedir.



Şekil 19. Ülkeler bazında plastik talebi

Kaynak: Source: METI (2016), Future Supply and Demand Trend of Petrochemical Products Worldwide, Tokyo (Erişim tarihi, 09.04.2019)

Sektördeki küresel rekabeti artırmak, kimyasal hammaddeler için yeni arz dinamikleri ile sağlanmaktadır. Yirmi yıl süren durgunluk ve düşüşün ardından, Amerika Birleşik Devletleri şeyl gazı devrimi sayesinde kimyasal üretim için düşük maliyetli bir bölge olarak öne çıkmaya başladı. Şekil 20’de bölgelere petrokimyasal üretime bakıldığında ABD, etan bazlı petrokimyasallar üretmek için küresel kapasitenin yaklaşık % 40’ına ev sahipliği yapmaktadır. Çin ve Avrupa, nafta bazlı petrokimya tesislerinde ürettikleri yüksek değerli petrokimyasallar ile küresel kapasitenin yaklaşık dörtte birini oluşturmaktadır. (Dünya Enerji Konseyi Türkiye_ Uluslararası Enerji Ajansı Petrokimya Sektörünün Geleceği, Aralık 2018).



Şekil 20. Bölgelere göre birincil hammadde kullanımı ve petrokimyasal üretim

Kaynak: IFA (2018), International Fertilizer Association Database (Erişim tarihi, 09.04.2019)

İKİNCİ BÖLÜM

STRATEJİK RİSKLER VE RİSK YÖNETİMİ

2.1. Risklerin Sınıflandırılması

Petrokimya ürünlerinin tarım, hizmet sektörleri, ticaret, bilim, kültür, eğitim ve savunma sektörleri olmak üzere neredeyse tüm sektörlerde tüketicileri bulunmaktadır. Ulusal rekabet gücü ve büyüme petrokimya sektörünün gelişimine bağlıdır. Petrokimya sektörü, stratejik, finansal, operasyonel, politik ve benzeri birçok risk ile karşı karşıya kalmaktadır. Risklerin tanımlanması, ölçülmesi ve bu risklere en uygun karşılığın bulunmasıyla risk etkilerinin ortadan kaldırılması ya da azaltılması sektörün verimliliğini artıracak ortamı sağlamaktadır. Bu risklerin sistematik bir şekilde yönetilmesi amacıyla risklerin belirlenmesi ve sınıflandırılması oldukça önemlidir. Bir sektörde ticari faaliyetler yönüyle finansal performansı olumsuz yönde tahribata sebep olacak etkilerin kontrol altında tutulması için geliştirilen sistemler bütününe risk yönetimi denilmektedir (Corrigan, 1998, 54).

Risklerin doğru bir şekilde yönetilebilmesi için

- Risklerin tanınması,
- Değerlendirilmesi,
- Bu risklere karşı alınacak tedbirlerin belirlenmesi,
- Bu riskler ile karşılaşıldığında eylem planının hazır olması,
- Risk takip sisteminin kurulması,
- Uyarı noktalarının belirlenmesi,
- Riskleri önleyici veya azaltıcı yatırımların yapılması,
- Alınacak risklere bilinçli olarak karar verilmesi

gerekmektedir. Bu riskleri iç ve dış riskler olarak temelde ikiye ayırabiliriz.

2.1.1. İç Riskler

İç riskler stratejik, finansal ve operasyonel riskler olarak üç başlıkta incelenebilir.

2.1.1.1. Stratejik Riskler

Stratejik riskler, kısa, orta veya uzun vadelerde belirlenmiş hedeflerin satış ve tedarik zincirinde oluşabilecek risklerdir. Finansal yapının finansal risklere karşı duyarlılığı tespit edilerek risklerin belirlenmesi ve bu risklerin yönetilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda alınacak tedbirler hedeflere ulaşmayı sağlayacaktır. Satışta karlılık, fiyat, rekabet ve pazar, tedarik zincirinde nafta, diğer hammadde ve malzeme tedarikçisinin yanında hizmet tedarikçisi de stratejik riskler çerçevesinde değerlendirilmektedir. Sürekli bir değişim halinde olan bu parametreler sistematik olarak takip altında tutulmalıdır. Satış risklerinin yönetilmesi sürecinde pazar analizleri yapılarak, küresel kapasiteler ve sektördeki rekabet koşulları ile birlikte karlılık oranları hesaplanarak fiyatlandırma yapılmalıdır. Bu sayede doğru satış stratejileri ile maksimum kazanç elde edilebilmektedir.

Botes (2017), petrokimya sektöründe alıcı-tedarikçi zinciri esnekliği (SCR, supply chain resilience) ve alıcı-tedarikçi zinciri işbirliğini (SCC, supply chain collaboration) Kraljiç matrisi kullanarak incelemiştir. Bu çalışmada tedarikçi ile ilgili riskler göz önüne alınmış, üç SCR öncülünün tümü yürütülmüştür. SRC öncülleri;

- Toplu hareket ve bilgi paylaşımı ile kaliteli tedarik zincir verilerine ağ üyelerinin erişebilmesinin sağlanması
- İşbirliğine dayalı iletişim, alıcı-tedarikçi bağlantısı optimizasyonu ve süreç düzenlenmesi ile tedarik zinciri bozulmalarına karşı hızlı çözümlerin bulunması
- Alıcılar ve tedarikçiler arasında bilgi paylaşımı ile yaklaşmakta olan aksaklıkların erken tespit edilebilmesi böylece çeşitli tedarik zinciri elemanlarının herhangi bir aksamaya karşı etkili bir şekilde yanıt verebilmesi ve yeniden yapılanması için yeterli zamanın kazanılması

Bu çalışmada, tedarik zincirinin görünürlüğünü kazanmanın, bir firmanın yaklaşmakta olan aksaklıkları daha iyi tahmin etmesini sağlayarak SCR'yi sağladığı fikrini desteklemiştir. Ayrıca bulgular, hızın tedarik zincirlerinin bir bozulmaya daha

hızlı tepki vermesini sağladığına dair kanıtlar sunmuştur. Son olarak, tedarik zinciri esnekliği, bozulmanın gerektirdiği değişen tedarik zinciri gereksinimlerine göre tedarik zinciri operasyonlarının uyarlanabilirliği ve yeniden yapılandırılması yoluyla SCR'yi sağlamıştır. Aynı zamanda, Kraljic'in tedarik matrisi çerçevesinde değerlendirilen bulgular, firmanın tedarikçilerle işbirlikçi faaliyetlerde bulunma gerekçesinin, tedarik edilen ürünün kritikliğine (kar etkisi) ve tedarikçi pazarının niteliğine (tedarik karmaşıklığı) dayandığını göstermektedir. Bu çalışma uygulayıcılara, SCR'yi etkinleştirmek için SCC'ye hangi alıcı-tedarikçi ilişkilerinin uygun olacağını belirlemek için Kraljic'in matrisini kullanma ana hatlarını sunmaktadır (Botes, 2017, 185).

De Mello (2017), Polipropilen (PP), propilen, nafta ve ham petrol arasındaki fiyat dinamiklerini incelemiştir. Bu çalışmada, Güney Doğu Asya ve Kuzey Batı Avrupa pazarlarındaki dinamikler üzerinde durulmuştur. De Mello, kağıt, propilen ve PP pazarının çeşitli alt sektörlerdeki önemi nedeniyle üreticilere girdi maliyetlerinin ve talebin fiyatları nasıl yönlendirdiğini açıklamaya çalışmıştır. Üst ve alt fiyatlar arasında farklı dinamikleri test etmeyi kolaylaştıran bir vektör hata düzeltme çerçevesi kullanılmıştır. Her iki bölgede de PP fiyatlarının endojen olduğunu, zaman içinde bazı gelişmelere rağmen yani girdi maliyetleri ve aşağı yönlü talep faktörlerinin PP fiyatlarını artırma eğiliminde olduğunu söylemiştir. Her iki bölge pazarında da naftaya yönelik şoklar ve petrol fiyatları çoğunlukla birbirlerine bağlı olduğunu ortaya koymuştur (De Mello, 2017, 1).

Satış riskleri gibi tedarik zincirinde oluşabilecek riskler de sektörün can damarlarından biridir. Nafta bazlı petrokimya tesislerinde en önemli girdi naftadır. Nafta, alifatik ve aromatik hidrokarbonların karışımından oluşmaktadır; belli bir formülü yoktur. 0.66-0.70 kg/l yoğunluğundaki nafta ince nafta, 0.70-0.76 kg/l yoğunluğundaki nafta ise ağır nafta olarak isimlendirilmiştir. Petrokimya sektöründe daha çok ince nafta kullanılmaktadır. Ağır nafta ise genellikle akaryakıt üretiminde rafinerilerde kullanılmaktadır. Üretim esnasında nafta içeriğinde bulunmayan ancak taşıma ve depolama sırasında suda çözünen sodyum, potasyum gibi metaller içeriğe dahil olabilmektedir. Bu yüzden nafta kullanılmadan önce saflaştırılmalıdır.

Lababidi (2004) çalışmasında, belirsiz işletme ve ekonomik koşullar altında faaliyet gösteren bir petrokimya şirketinin tedarik zinciri için bir optimizasyon modeli geliştirmeyi amaçlamıştır. Önerilen optimizasyon modeli, bir petrokimya tesisinin gerçek bir tedarik zincirinin temel planlama gereksinimlerini simüle etmektedir. Model, anahtar parametrelerdeki belirsizliği yansıtan bir dizi vaka çalışması ile kapsamlı bir şekilde test edilmiştir. Belirsizliğin tedarik zinciri üzerindeki etkisinin incelenmesinde iki yaklaşım uygulanmıştır. İlk yaklaşım, deterministik modelde sapmalara dayandırılmıştır ve ikinci yaklaşım için ise senaryo analizinde stokastik yaklaşım kullanılmıştır. Önerilen stokastik model, talep kaynaklarına gönderilen ürün hacmini en üst düzeye çıkarmak ve her senaryo için talep kayıplarını ve birikimlerini en aza indiren optimum üretim hacimlerini belirlemeyi başarmıştır. Hem birinci hem de ikinci aşama kararların deterministik sonuçlardan oldukça farklı olduğu bulunmuştur. Dolayısıyla, deterministik optimizasyon modellerinin, piyasa taleplerinde belirsizlik arz eden tedarik zincirleri için yetersiz planlama sonuçlarına yol açabileceği sonucuna varılmıştır (Lababidi, 2004, 70).

Nadir metaller, üretim esnasında nafta içinde bulunmaz. Ancak taşıma depolama esnasında alkali metaller (Na, K, Li gibi) suda çözüldükleri için nafta içeriğine kolayca girebilirler. Bu sebeple nafta kullanılmadan önce suda çözülmüş safsızlıkları uzaklaştırmak için su ihtivasının ortadan kaldırılması gereklidir. Nafta hem gaz hem de sıvı fazlardan oluşmakta ve fazlar arası geçiş hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Bir ateş kaynağı ya da havada bulunan oksijen ve statik elektriklenme naftanın gaz fazının patlaması için yeterlidir. Bu yüzden naftanın tedariği içerisinde taşınması, depolanması ve kullanımı da çeşitli riskler taşımaktadır. Ayrıca finansal açıdan nafta ile birlikte diğer hammadde ve malzemelerin sürekli tedariği petrokimyasal üretimin aksamaması için oldukça önemlidir. Tedarik sürecinde alınacak hizmetin kalitesi ve sürekliliği de tedarik zincirinde göz önünde bulundurulması gereken bir risktir.

Tedarik zincirinin oluşturulması ve yönetiminde tedarik zincirinin etkinliği, hızı ve maliyetler etkili faktörlerdir. Bu faktörlerin tesis, envanter ve lojistik bileşenleri lojistiği yönlendirirken, bilgi, kaynak ve fiyatlandırma kısmı ise çapraz

fonksiyonel etkileri yani bölümler arası etkileşimleri belirlemektedir. Şekil 21’de stratejik risklerde çapraz yönlendiriciler ve birbirine olan etkileri gösterilmiştir.



Şekil 21. Stratejik risklerde çapraz yönlendiriciler

Kaynak: <http://www.satinalmadergisi.com/2014/09/09/tedarik-zinciri-yonlendiricileri-ve-performans-olcumleme/> (30.03.2019).

Tedarik zincir yapısının oluşturulmasında, üretim yapılan tesisin konumu, stokların tesise mesafesi, hizmet veya satış noktalarının uzaklığı, nakliye kapasitesi gibi faktörler önemli role sahiptir. Bununla birlikte depolama, elleçleme, taşıma gibi konulara yönelik hazırlanmış mevzuatlar da tedarik zinciri yapısında göz önünde bulundurulması gereken zorunluluklardır.

İmalat sektörlerinde üretim tesislerinin konumunun belirlenmesi, yurtiçi ve uluslararası tedarikçilerle etkileşim, ölçek, bölgenin ekonomik gelişmişlik seviyesi ve nitelikli insan kaynağı, teknik altyapı, hammaddeye, ulaştırma sistemine ya da hedef pazara yakınlık gibi pek çok faktörün etkisi altındadır. Stratejik riskler belirlenirken bütün bu etkilerin hesaba katılması gereklidir.

2.1.1.2. Operasyonel Riskler

Basel düzenlemeleri çerçevesinde operasyonel riskler, şirket içerisinde insanlar, sistemler veya dış olaylardan kaynaklı kayıp riskler olarak tanımlanmıştır. Operasyonel riskin yönetilmesi oldukça önemlidir. Yönetimin sağlanabilmesi için öncelikli olarak risklerin ölçülebilir hale getirilmesi gerekmektedir. İnsanın ön planda olduğu bu risk türünün ölçülebilmesi zordur.

- Bilgi teknolojileri ve güvenliği riskleri

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte riskleri de hızlı bir değişim göstermektedir. Teknolojiye dayalı bu risklerin değerlendirilmesi ve önlemler alınmasında BT profesyonelleri ve BT denetçileri devreye girmektedir. İletişim, donanım, yazılım ve bilgi güvenliğini kapsayan bu risk türü sürekli bir değişim ve gelişim içerisindedir. Değişimin takip edilmesi ve şirket profiline uygun yönetimin yapılabilmesi için önemlidir. Bu yüzden risk yönetim süreçleri düzenli periyotlarla yönetim kurulu tarafından gözden geçirilmelidir. Ayrıca risk sınırlarını da yönetim kurulu belirlemelidir.

- Hukuk ve Bürokratik Riskler

İşletmenin ticari işlemleri, ithalat ve ihracatta gümrük mevzuatına uygun lisans ve belgelerin hazırlanmaları, hukuki ve bürokratik işlemlerin düzenli takip edilmesi gerekmektedir. Hukuki ve bürokratik yükümlülüklerini yerine getirilebilmesi için yasal düzenlemeler ve mevzuat iyi bilinmelidir.

- İnsan Kaynakları ve İtibar Riskleri

Yönetim ve çalışanların itibarı satışları etkileyecek kadar önemlidir. Temiz bir geçmişi olan bir işletme ticari ilişkiler açısından güven oluşturmaktadır. Şirketin sosyal sorumluluk çalışmaları da pazarda pozitif bir etki yaratacaktır.

- HSE

Çalışanların iş sağlığı ve güvenliğini sağlamak amacıyla uygulanan çalışmalar bütünü Sağlık-Güvenlik-Çevre (Health-Safety-Environment) kısaca HSE önlemleri olarak tanımlanmıştır. Bu çerçevede çalışanların sağlığı, güvenliği, makine ve teçhizatların bakımı, güvenliği, çevrenin korunması gibi HSE uygulamaları işveren ve çalışanların sorumluluğu altındadır. İş sağlığı ve güvenliği yasalarla da desteklenmektedir.

Al-Sharrah (2010) çalışmasında proses endüstrisinde karar verme ve optimizasyon için sürdürülebilirlik göstergelerini petrokimya endüstrisi örneği üzerinden incelemiştir. Sürdürülebilirlik göstergeleri bir endüstrinin performansını değerlendirmek için önemli araçlardır. Farklı karmaşıklık seviyelerinde farklı gösterge türlerinin mevcudiyeti sayesinde, herhangi bir endüstri, bu endekslerin çalışmasını planlamak veya geliştirmek için kullanılabilir. En basit sürdürülebilirlik endeksleri (katma değer, IRCHS ve K risk endeksi) bile karar verme modellerinde nesnel işlevler olarak çok faydalı bulunmuştur. Bu çalışmada, petrokimya endüstrisi minimum çevresel etki, maksimum ekonomik kazanç ve minimum operasyonel risk olmak üzere üç sürdürülebilirlik hedefi için yapılandırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, çevre koruma planlamasının aynı zamanda daha güvenli çalışmaya yönelttiğini göstermektedir. Ayrıca ekonomik kazanç planlaması, çevresel ve güvenlik riskini asgari iki katına çıkarmaktadır. Bu durumun tersi de geçerlilik göstermektedir (Al-Sharrah, 2010, 1455).

Samuel (2013), Sürdürülebilir üretimin değerlendirilmesi konusunu Malezya'daki petrokimya endüstrisi örneği üzerinden incelemiştir. Petrokimya endüstrisinin Malezya ekonomisine büyük katkılarının yanı sıra çevre ve insanlara yönelik etkilerinin de fazla olması nedeniyle Malezya örneği seçilmiştir. Sektör, doğal gaz, LPG ve dizel gibi yenilenemeyen fosil yakıtlara da oldukça bağımlıdır. Lowell Sürdürülebilir Üretim Merkezi (LCSP) tarafından geliştirilen beş kademeli çerçeveden ve Global Raporlama Girişimi (GRI) Kılavuz İlkeler 3.1'de belirtilen göstergelerden yararlanılarak, petrokimya sektörü tarafından kullanılan göstergelerin analizi yapılmıştır.

Malezya'da sürdürülebilir üretimi endüstriyel düzeyde değerlendirmek için bir çerçevenin olmaması ve LCSP çerçevesinin benzer uygulamalarda başarıyla kullanılmasından dolayı LCSP çerçevesi seçilmiştir. GRI kurallarına göre, performans göstergeleri altı kategoride gruplandırılmıştır. Altı kategori Çevre (EN1-EN30), Ekonomik (EC1 – EC9), Toplum (SO1 – SO8), İnsan Hakları (HR1 – HR9), İşgücü Uygulamaları ve İyi Çalışma (LA1-LA14) ve Ürün Sorumluluğu'nu (PR1-PR9) içermektedir. Çalışma, anket yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve yarı yapılandırılmış derinlemesine görüşmelerle desteklenmiştir. Çalışma için seçilen göstergeler katılımcı firmalardan alınan geri bildirimlere dayanmaktadır. Katılımcı firmalardan elde edilen bilgilerin bir analizi, petrokimya endüstrisinin, sürdürülebilirlik yönünde ilerlemek için GRI çerçevesinde belirlenen göstergelerin çoğunun kullanılmasındaki tatmin edici performansını göstermektedir. Sonuçlar, izlenen göstergelerin çoğunun uyumluluk (Seviye 1), performans (Seviye 2) ve çevresel etkiler (Seviye 3) ile ilgili olduğunu göstermektedir. Ürün ve hizmetlerle ilgili tek seviye 4 göstergesi zayıf bir şekilde izlenmiştir (% 38,5). İzlenen göstergelerin hiçbiri ekolojik taşıma kapasitesi açısından sürdürülebilirlik konularını ele alan Seviye 5 kategorisine girmemiştir. Sürdürülebilirliği bir topluluk ya da bölgesel bağlamda değerlendiren Seviye 5 göstergeleri ancak gerekli politikalar ve düzenlemeler yapıldıktan sonra etkin bir şekilde uygulanabilir denilmiştir (Samuel, 2013, 399).

Kochan (1994), petrokimya endüstrisinde sözleşmeli çalışanların iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili çalışmasında yönetimin tehlikeli bir durumda olduğunu göstermiştir. Yönetim ve iş sağlığı ve güvenliği personelleri sözleşmeli personellerin iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri ve denetlemelerini titizlikle yapmadıklarını söylemektedir. Daimi işçiler ve onların bağlı oldukları sendikalar iş güvenliği fazla önem verirken sözleşmeli işçilerin bu hakları göz ardı edilmektedir. Sonuç olarak daimi ve geçici işçiler arasında sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunların ortadan kaldırılması için bazı önerilerde bulunulmuştur. Bunlar;

- Sözleşmeli çalışanların güvenliği ile ilgili yönetici sorumluluğa sahip olduğu belirsizlikleri ortadan kaldırmak;
- Kök neden analizi ve problem çözme için gereken veriler ile yönetim, iş gücü ve OSHA (Occupational Safety and Health Administration) sağlamak
- Sektördeki bazı lider firmalarda ortaya çıkan yenilikleri veya "en iyi uygulamaları" yaymak
- Tüm paydaşları (yöneticiler, çalışanlar, işçi temsilcileri ve müteahhitler) güvenliğin artırılması sürecine dahil etmek.

Kochan, yönetim ve işgücünün bu yönde ilerlemesine yardımcı olma konusunda devletin koordinasyon ve kolaylaştırıcı bir rol üstlenmesi gerekmekte olduğunu söylemiş, özellikle OSHA'nın üstlenmesi gereken görevler konusunda önerilerde bulunmuştur;

- Müteahhit çalışanları da dahil olmak üzere tesislerinde çalışan tüm işçilerin iş yerlerinde güvenliğini sağlamak için tesis yöneticilerini sorumlu tutmak,
- Tesis yöneticilerinin doğrudan işyerlerine özel güvenlik verilerini toplamasını talep etmek;
- Petrokimya tesislerinde çalışan farklı iş türlerine uygun asgari eğitim standartlarını belirlemek,
- Bu bölgelerdeki hem doğrudan işe alım hem de sözleşmeli çalışan temsilcilerinin yer aldığı işgücü yönetim kurullarının rollerini güçlendirmek,
- Güvenliği eğitmek ve yönetmek için sektördeki en iyi uygulama modellerini test etmek ve yaygınlaştırmak için bölgesel deneysel ve gösteri projelerini desteklemek (Kochan, 1994, 70).

2.1.2. Dış Riskler

Bir şirketin operasyonları sırasında karşı karşıya kalabileceği doğal afetler, ulusal ve uluslararası ekonomilerde devalüasyon ve politik ilişkilerde karşılaşılabilecek olumsuzluklar dış riskler arasındadır.

2.1.2.1. Doğal Afetler

Dış riskler için risk yönetiminde doğal afetler için acil durum eylem planları hazırlanmalıdır. HSE için uygulanan iş sağlığı ve güvenliği çalışmaları doğal afetler için de uygulanmalıdır. Olası durumlar için periyodik olarak eğitimler sağlanmalı, tatbikatlarla çalışanlar bilinçlendirilmelidir. Aynı zamanda doğal afetlere karşı varlıklar sigortalanarak koruma altına alınabilmektedir.

2.1.2.2. Finansal Riskler

Ulusal ve uluslararası para piyasaları gerek finansal gerekse politik gelişmelerden etkilenmektedir. Petrokimya sanayisi hammadde olarak dışa bağımlı bir sektördür bu yüzden bu etkileri fazlasıyla üstüne çekmektedir. Beklenmeyen ekonomik krizler ve finansal dar boğazlar da risk yönetimine dahil edilmelidir.

Sarmadi (2013), çalışmasında Tahran borsasında işlem gören petrokimya şirketlerinin entelektüel sermaye ile finansal performansı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırma bulguları şu şekilde sunulmuştur:

- Tahran Borsası'nda listelenen petrokimya şirketlerinde entelektüel sermaye ile finansal performans göstergeleri (ROE ve ROS) arasında anlamlı bir ilişki vardır.
- Entelektüel sermayenin bileşenleri arasında, sermaye kullanımı etkinliği (CEE) ve yapısal sermaye verimliliği (SCE), Tahran Borsası'ndaki petrokimya şirketlerinde finansal performans göstergeleri (ROE ve ROS) ile en fazla ilişkiye sahip olduğu söylenebilir.
- Bağımlı değişken katsayılarının araştırılmasıyla, bağımlı değişken ROS'un bağımsız değişkenlere en fazla bağımlı olduğu sonucuna varılabilir.

Araştırma bulguları, Tahran Borsası'nda listelenen Petrokimya Şirketlerinde entelektüel sermaye ile iki performans göstergesi (öz kaynak getirisi ve satış getirisi) arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bulgular entelektüel sermayenin bileşeni arasında yapısal sermaye verimliliğinin finansal performans göstergeleri ile en fazla ilişkiye sahip olduğunu ve dolayısıyla finansal performans göstergeleri arasında, satış getirisinin (ROS) entelektüel sermaye bileşeniyle en fazla ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir (Sarmadi, 2013, 12).

Mashhadi (2015), petrokimya şirketlerinin borsadaki finansal performansları üzerine yapmış olduğu çalışmada şirketlerin performanslarını değerlendirmiş ve karşılaştırma yapmıştır. Bu amaçla, DEA (data envelopment analysis) kullanmıştır. DEA'nın kullanılması, finansal performansın değerlendirme oranını belirlemek için aynı anda birkaç finansal kriter kullanma fırsatı vermektedir. Bu çalışmada, Menkul Kıymetler Borsası'nda 1.306-1.311'de finansal kayıtları olan petrokimya şirketlerinin performansı DEA ile değerlendirilmiştir. Satılan malların nihai maliyeti, sabit değer, cari varlık, cari borç, net satış, borçların toplamı ve varlıkların toplamı girdi ve hissedarların ödeme getirisi, cari oran, hızlı oran, bakiye devri, varlık dolaşımı olarak dikkate alınmış, net kar marjı, sermaye getirisi, aktif getiri ve borç oranı çıktı olarak kabul edilmiştir. DEA Frontier 2007 yazılımında girdi bazlı bir BCC formunda veri kaydedilmesinden sonra her şirketin etkinliği her yıl için hesaplanmış ve şirketlerin finansal etkinlikleri karşılaştırılmıştır (Mashhadi, 2015, 33).

Rahdari (2016) çalışmasında, kurumsal yönetim, kurumsal sosyal sorumluluk ve kurumsal finansal performans derecelendirmelerini kullanarak çoklu performans sonuçlarının değerlendirilmesi için üçgen derecelendirme sistemi tasarlamış ve İran petrokimya endüstrisinde test etmiştir. Analiz sonucunda incelenen pazarın işletme uygulamalarını benimsemesindeki başarısızlığından kaynaklanan derecelendirme sisteminin üç boyutu arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermiştir. Ayrıca, bulanık sayılar ve ağırlık vektörlerinin kullanılması sonucunda sonuçlarda herhangi bir tutarsızlık olmaması için duyarlılık analizleri de yapılmıştır. Teorik olarak, anahtar performans göstergelerini kullanarak performans değerlendirmesi için üçgen bir çerçeve önerilmiştir. Ampirik olarak, çerçeveyi, petrokimya endüstrisindeki

bulanık kümelere uygulanmıştır. Sonuç olarak, bu çalışma, paydaşların gereksinimlerinin tam olarak karşılanmasında çevresel, sosyal ve yönetim önlemlerinin karar alma süreçlerine dahil edilmemesinin kurumsal bir hata olduğu sonucuna varılmıştır (Rahdari, 2016, 430) .

2.1.2.3. Ekonomik Riskler

Küresel problemler nedeniyle iç ve dış ekonomi her an risk altındadır. Bu riskler her zaman öngörülebilir riskler olmamakla birlikte ciddi sonuçlar da doğurabilmektedir. Petrokimya sektörü uluslararası ekonomiden en çok etkilenen alanlardan biridir. Şirketin yapısına uygun hazırlanan risk yönetiminde ekonomik faktörler geniş olarak ele alınmalı, olası riskler için önlemler kurgulanmalıdır.

2.1.2.4. Politik Riskler

Uluslararası ilişkilerde politik faktörler oldukça önemlidir. İthalatın ve ihracatın işleyişinde politik ilişkilerin etkili olduğu özellikle petrol ve petrokimya sektöründe en önemli unsurlardan biri olan politik riskler üzerine de çalışmalar yapılmalıdır. Hammadde tedarikinde dış piyasaya bağlı olan şirketler politik gelişmeleri yakından takip ederek olası durumlar öngörülmesi ve önlemler alınmalıdır.

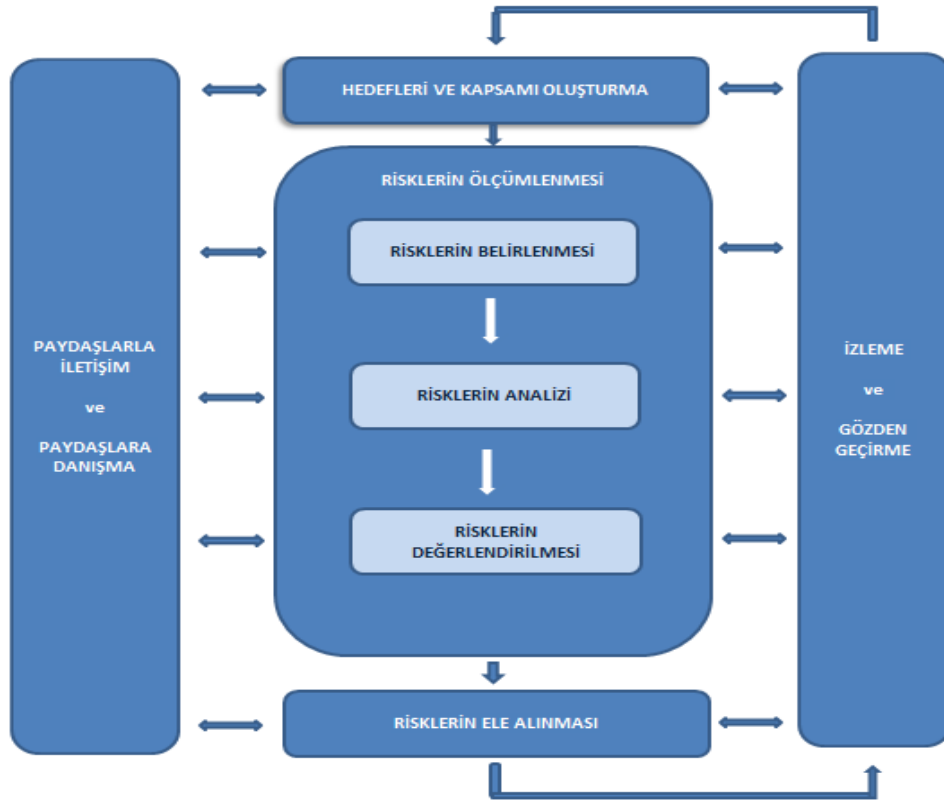
Günümüz iş dünyasında gelişen teknoloji, artan rekabet koşulları, politik ilişkilerdeki dalgalanmalar kurumsal risk yönetimini zorunlu hale getirmiştir. Kurumsallığın bir gereksimi olan risk yönetimi işleyişte belirli standartların yerine getirilmesi için de oldukça önemlidir. Bazı riskleri ön görmek zor olsa da kabul görmüş risk metodolojilerden de yararlanarak şirketin yapısına özgü risk yönetimi hazırlanmalıdır. Şirketlerin varlıklarını uzun yıllar koruyabilmeleri belirlenen risk faktörleri düzenli takip altında tutmakla sağlanabilmektedir.

2.2. Risklerin Değerlendirilmesi

Petrokimya sanayisi, üretim ölçeği büyük, işleyişi zor, elde edilen ürünlerin rekabet gücü yüksek bir alandır. Petrokimya ürünlerinin tüketicileri tarım, hizmetler, ticaret, bilim, eğitim, savunma neredeyse tüm sektörleri kapsamaktadır. Ulusal rekabet gücü ve büyüme büyük ölçüde petrokimya sektörünün gelişimine bağlıdır.

Petrokimya sanayi birçok riski içinde barındırmaktadır. Piyasada rekabeti elinde tutabilmek için petrokimya işletmeleri istikrarsız koşulları risk yönetimi içine alarak çekirdek yönetim sistemi olarak kullanmalıdır. Risk yönetimi, tipik risklere karşı önleyici senaryoları formülize ederek planlamaya dayanır.

Şekil 22’de petrokimya sanayisinde risk yönetiminde izlenecek yolun şeması verilmiştir (Purdy, 2010, 882). Petrokimya’da risk yönetimi planlaması öncelikle paydaşlarla yapılan görüşmeler ışığında yapılmalıdır. Şirket hedefleri ve kapsamı oluşturularak maruz kalınabilecek riskler belirlenir. Riskler kapsamlı bir şekilde araştırılarak analiz edilir ve değerlendirilir. Risk yönetiminin sürekli kontrol altında tutulabilmesi için her bir risk ayrı ayrı ele alınarak periyodik gözlenmesi ve değişen koşullara göre yeniden yapılanması gerekmektedir.



Şekil 22. Petrokimya Sanayisinde Risk Yönetimi Şeması

Kaynak: <https://slideplayer.biz.tr/slide/2722740/> (Erişim tarihi: 04.04.2019)

2.2.1. Hedeflerin ve Kapsamın Oluşturulması

Nafta bazlı petrokimya tesisleri kurumsal risk yönetimi uygulamasında hedeflerini açıkça belirler, riski yönetirken dikkate alacağı iç ve dış parametreleri tanımlar ve sürecin geri kalan kısmı için kapsam ve risk kriterlerini düzenler. Risk yönetimi çalışmalarında nafta bazlı petrokimya tesislerinin iç ve dış kapsamının iyi anlaşılması gerekmektedir. Dış kapsamın anlaşılması, risk kriterlerini geliştirirken dış paydaşların hedeflerinin ve kaygılarının da dikkate alınması önemlidir. İç kapsam kuruluşun kültürü, süreçleri, yapısı ve stratejisi ile ilgilidir.

Hedeflerin ve kapsamın belirlenmesi aşamasında risk yönetiminin sistematik bir şekilde ilerleyebilmesi ve hiçbir riskin atlanmaması için risklerin sınıflandırılması gerekmektedir. Bölüm 3’de sınıflandırılmış riskler bu bölümde değerlendirilecektir. Risklerin sınıflandırmasında öncelikle iç ve dış riskler olmak üzere iki genel başlık altında ele alınıp sonrasında ayrıntılandırılmıştır. Petrokimya tesislerindeki iç riskler, stratejik, finansal ve operasyonel riskler olarak üç alt gruba ayrılmıştır. Stratejik riskler satışta karlılık, fiyat belirleme, rekabet, pazar ve kapasite, tedarik zincirinde nafta tedarigi, sektörde kullanılan diğer hammaddelerin tedarigi ve alınan hizmetlerin tedarigi olarak sınıflandırılarak incelenmiştir. Finansal riskler ise faiz, kar marjı, kredi yönetimi, kur ve likidite olarak değerlendirilmiştir. Operasyonel risklerde ise daha çok sektörün işleyişi ile ilgilidir. Bu riskler de bilgi teknoloji ve güvenliği, hukuk ve bürokratik, insan kaynakları ve itibar, HSE başlıkları altında belirlenmiştir. Dış riskler tahmini daha zor olan risklerdir. Sektörün dışında gelişen doğal afet, finansal, ekonomik ve politik sebeplerden kaynaklı risklerdir.

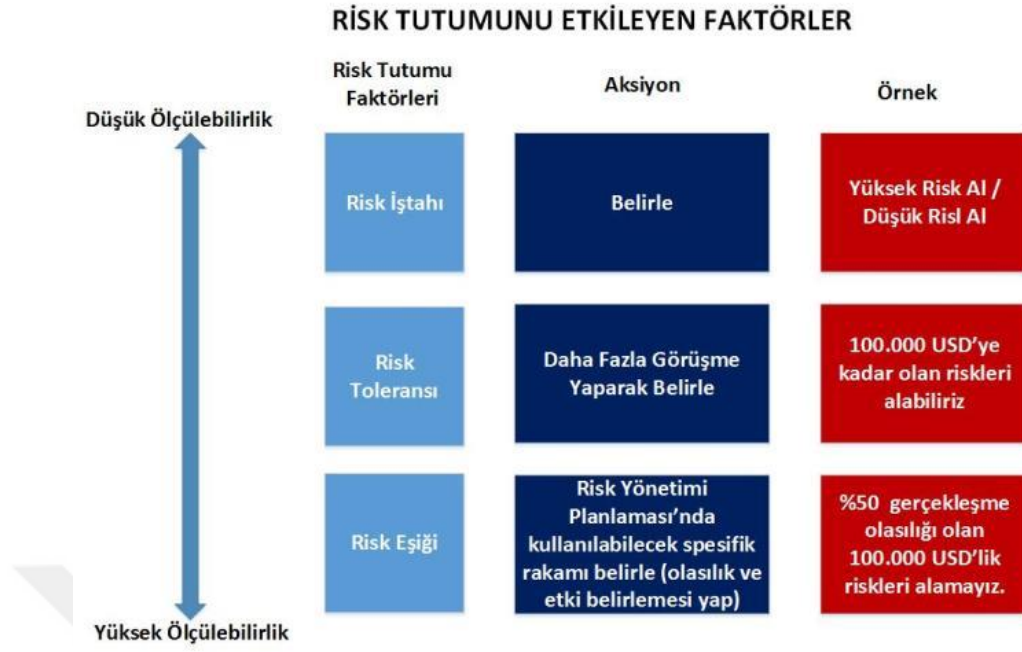
2.2.2. Risk İştahı ve Risk Toleransı

Kurumsal risk yönetimi uygulamalarında Nafta bazlı petrokimya tesislerinin almayı kabul ettiği genel risk seviyesi risk iştahı, belirlediği hedef kapsamında kabul ettiği sapmalar ise risk toleransı olarak adlandırılmaktadır. Yönetim kurulu ve üst yönetim ile mutabık kalınan risk iştahı nafta bazlı petrokimya tesislerinin sadece tek bir riskle ilgili değil aynı zamanda risklerin portföy olarak toplanmış hali için de geçerli olan maksimum risk seviyesini belirtmektedir. Nafta bazlı petrokimya tesislerinin risk iştahı düşük, orta ve yüksek düzeyde olmak üzere üç kademe değerlendirilmektedir. Bunun yanında bu tür petrokimya tesislerinin belirlediği ana iş

hedeflerinin her biri için belirlenen, iş hedefleri ile aynı ölçü birimine sahip olan ve petrokimya tesislerinin geneli için belirlenmiş risk iştahının içerisinde kalan sapmalar ise risk toleransı olarak ifade edilmektedir. Risk toleransı her bir hedef için ayrı ayrı belirlenmekte ve hedeften artı-eksi dalgalanmaları göstermektedir. Hedefler bazında risk toleransları belirlendikten sonra risk portföyüne bakılmakta ve toplamda risk iştahının aşıp aşılmadığı tekrar kontrol edilmektedir (Chen, 2006, 1).

Bu kapsamda nafta bazlı petrokimya tesislerinin risk iştahı aşağıdaki gibidir:

- Nafta bazlı petrokimya tesisleri, gerçekleştirmekte olduğu faaliyetlerin tamamı dikkate alındığında düşük risk iştahı ile üretim yapmaktadır.
- Ana iş hedefleri üzerinde piyasa koşulları, ekonomik çevre ve rakip firmaların etkisinin bulunduğu düşünüldüğünde büyüme ve karlılık hedefleri için nafta bazlı petrokimya tesislerinin risk iştahı yüksek seviyededir.
- Diğer ana iş hedeflerinden biri olan verimlilik konusunda ise nafta bazlı petrokimya tesislerinin risk iştahı düşük seviyededir.
- Nafta bazlı petrokimya tesisleri çevre, iş sağlığı ve güvenliği, müşteri memnuniyeti ve ürün kalitesinde düşük seviyede risk iştahına sahiptir.
- Nafta bazlı petrokimya tesisleri, değerleri ve gelecek vizyonuyla da bağlantılı olan risk iştahı konusunda gerekli adımları atmaktadır. Bu kapsamda projeler ve devam etmekte olan yatırımlar büyük önem arz etmektedir. Bu tesisler, proje ve yatırımlar ile ilgili risk iştahını düşük seviyede tutmakta ve bu alanda yer alan hedeflerine öncelik vermektedir.
- Petrokimya tesisleri stratejik öneme sahip olması nedeniyle güvenlik en üst düzeyde değerlendirilmektedir. Bu nedenle güvenliğe yönelik risk iştahı düşük seviyede yer almaktadır.



Şekil 24. Risk tutumunu etkileyen faktörler

Kaynak: <https://vkegitimvedanismanlik.wordpress.com/2016/10/04/risk-tutumu-frisk-istahi-risk-toleransi-risk-esigi/> (Erişim tarihi, 09.04.2019)

2.2.3. Risklerin Belirlenmesi

Risk yönetim sürecinde öncelikli olarak risklerin belirlenmesi önemlidir. Risklerin kaynaklarının tespiti, etki alanları, nedenleri ve potansiyel sonuçları nafta bazlı petrokimya tesisleri tarafından belirlenir. Nafta bazlı petrokimya tesislerinin başarısını artıran, engelleyen, azaltan, hızlandıran veya geciktiren olaylara dayalı bir risk haritasının oluşturularak petrokimya tesislerin kontrolünde olan veya olmayan tüm riskler bu haritada dikkate alınır. Doğru risklerin belirlenmesinde konu ile ilgili güncel bilgilerin kullanılmasına dikkat edilir. Güncel bilgilerin sağlanabilmesi için de geçmiş veriler incelenir ve ilgili kişiler sürece dahil edilir.

2.2.4. Risklerin Belirlenmesinde Kullanılan Teknikler

Risklerin belirlenmesinde, beyin fırtınası, olayların kayıt altında tutulması, uzman araştırmaları ve görüşleri, çalıştaylar, swot analizleri, risk anketleri ve senaryo analizleri gibi teknikler kullanılmaktadır.

- Beyin fırtınası

Beyin fırtınası, düşünce sisteminden yararlanan bir veya birden fazla düşüncenin bir araya gelerek yeni fikirlerin üretilmesidir. Belli bir sıra, düzen ve çözüm gerektiren durumlarda başvuru olan bir yöntemdir. Risklerin belirlenmesinde farklı görüşler ve bilgi birikimlerinden yararlanarak daha detaylı sonuçlar ortaya konulabilmesi için sıklıkla kullanılmaktadır.

- Olay ve kayıplı olay dataları

Petrokimya tesisleri riskleri çok olan çalışma alanlarından biridir. Geçmişte yaşanan olaylar ve özellikle kayıplı olaylar kayıt altında tutulmaktadır. Bu durumlar ve bu durumlara benzer başka olayların yaşanma ihtimalleri risk belirlenmesinde önemlidir. Bu kayıtlar risk yönetimine de katkı sağlamaktadır.

- Mülakat ve kişisel değerlendirmeler

Nafta bazlı petrokimya tesislerinde çalışan beyaz yaka ve mavi yaka tüm personeller ile mülakat yapılarak onların çalıştıkları ortamı değerlendirmeleri istenir. Bu sayede bu tesislerin her bir bölümü için riskler belirlenmiş olur.

- Çalıştaylar

Çalıştaylar önemli ve hassas hususlarda kaliteli kararlar alınabilmesi için konuya hakim katılımcılarla konunun analiz edilmesi için tasarlanan bir yöntemdir. Beyin fırtınasını da içinde barındırması açısından çoklu fikirlerin bir arada olduğu bir risk belirleme yöntemi olarak tercih edilmektedir.

- SWOT analizleri

SWOT analizi, sadece petrokimya sektöründe değil birçok sektörde tercih edilen bir risk belirleme ve risk yönetimi analiz metodudur. SWOT analizi ile nafta bazlı petrokimya tesislerinin güçlü ve zayıf yönleri belirlenir. SWOT analizleri sonucunda belirlenen güçlü yönler ile fırsatlar ve bu fırsatlardan nasıl yarar sağlanacağı açığa çıkarılır. Belirlenen zayıf yönler ile de riskler ortaya çıkarılır ve bu risklere karşı alınacak önlemler belirlenir.

- Risk anketleri

İşletmelerin maruz kaldıkları riskleri daha iyi görebilmeleri ve bu riskleri yönetebilmeleri için anket sistemi oldukça faydalıdır. Şeffaf ve entegre bir risk yönetimi için işletmenin bütün birimlerinin katıldığı bir ankette yararlanmak etkili bir yöntemdir. Kurumsal risk yönetiminde şirket yapısını oluşturan tüm birimlerin görüşleri değerlendirilmelidir.

- Senaryo analizleri

Nafta bazlı petrokimya tesisleri için tehlike oluşturabilecek durumların senaryoları çıkarılıp maruz kalınması olası risklerin belirlenmesi risk analizinin daha kaliteli yapılması açısından önemlidir. Simülasyon teknikleri de kullanılarak risk senaryoları canlandırılır ve o durum meydana geldiğinde nasıl bir yol izleneceği belirlenir. Simüle edilmiş olaylar risklerin daha açık görülmesini sağlar.

2.2.5. Risklerin Analizi

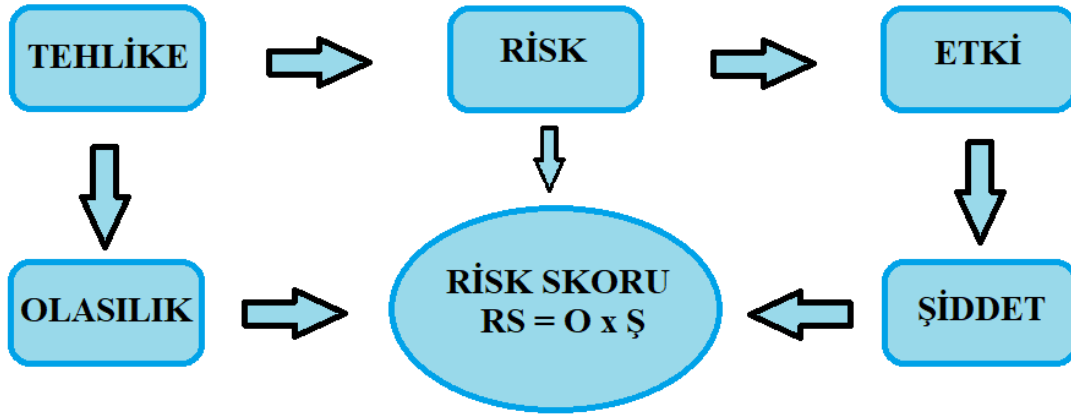
Risklerin analizindeki amaç riskleri, aksiyon alıp almamaya karar verecek seviyede anlamaktır. Bu adım risk kaynaklarının belirlenmesi, risk sonuçlarının olumlu ve olumsuz olarak incelenmesini ve risklerin olası sonuçlarının belirlenmesini içerir. Sonuçları ve olasılıkları etkileyen diğer faktörlerin de belirlenmesi son derece önemlidir. Bir olay, birden fazla sonuca sebep olabileceği gibi, birden fazla hedefi de etkileyebileceği her zaman göz önünde bulundurulur. Buna bağlı olarak mevcut kontrollerde bunların etkinliği ve verimliliği dikkate alınır. Farklı risklerin ve bu risklerin kaynaklarının birbiriyle olan ilişkileri de

değerlendirilir. Risk analizleri riskin derecesine, analizin amacına, mevcut bilgi ve kaynaklara göre farklı şekillerde yapılabilir. Analizler, mevcut duruma göre nitel, nicel veya bu iki yöntemin kombinasyonu olan hibrit yöntemlerle yapılabilir. **Şekil 25**' de bu yöntemler verilmiştir (Toth, 2010, 194).



Kaynak: Toth, 2010 (Erişim tarihi, 09.04.2019)

Nitel yöntemler, riskleri düşük, orta ve yüksek olarak derecelendiren yöntemlerdir. Risklerin niteliksel olarak analiz edilmesinde kullanılan yöntemler ile risklerin etki değerleri belirlenir. Risk kavramı ile belirsizlik kavramı birbiri ile bağlantılı kavramlardır. Belirsizliğin bilinmezlik ve sürpriz, riskin ise tehlike ve olasılık şeklinde iki boyutu vardır. Tehlikenin olasılığı ile etkinin ise şiddeti çarpıldığında risk skoru hesaplanmaktadır.



Şekil 26. Risk Skoru Hesaplama

Kaynak: <http://blog.milliyet.com.tr/tehlake-ve-risk-degerlendirme-talimati/Blog/?BlogNo=443784>
(erişim tarihi: 04.04.2019)

Risk haritasının hazırlanmasında makro ve mikro ayrıştırma algoritmaları kullanılır. Ayrıştırma algoritması uygulanan işyerinde tehlikeli bölümlerinin tehlike derecelerine göre birbirinden ayrıştırılması gereklidir. Bu sayede tehlikeler derecelerine göre ayrıştırılmaktadır. Uzmanların görüşleri de alınarak risk haritaları çıkarılmaktadır (Wang, 2004, 238).

Nicel yöntemlerle riskler sayısal veriler ile derecelendirilmektedir. Bu yöntemlerde risk, tehdidin olma olasılığı ve tehdidin etkisinin şiddetinin çarpımı sonucu sayısal bir değer olarak tespit edilir. Nicel yöntemlerde belirlenen riskin kabul edilebilir olup olmadığı, zamanla azalıp azalmadığı daha net bir şekilde takip edilebilmektedir.

Hibrit yöntemlerde ise nitel ve nicel yöntemlerin karması olan yöntemlerdir. Örneğin; risk duyarlılığı analizlerinde belirsizliği yüksek olan riskler ile belirliliği kararlı risklerin zaman, maliyet, kalite gibi etkilerinin karşılaştırılmasıyla risk senaryoları oluşturulur. Senaryolar analiz edilerek kazanç-kayıp eğrileri çıkarılmaktadır.

2.2.6. Risklerin Değerlendirilmesi

Risklerin değerlendirilmesindeki amaç, risk analizi sonuçlarına göre karar almaya yardımcı olmak için risk seviyelerini karşılaştırarak risklerin önceliklendirilmesi ve kategorize edilerek yönetilecek hale getirilmesidir. Risklerin azaltılması veya elimine edilmesi için sadece kontrol altında tutulması gereken durumlar değerlendirilir. Risklerin etki ve olasılıkları ölçülür.

Etki, bir riskli olayın meydana gelmesi durumunda hedeflere göre maruz kalınan etkinin şiddetinin derecesini gösterir. Olasılık ise riskli bir olayın olma ihtimalidir.

2.2.7. Risklerin Ele Alınması ve Risk Planının Oluşturulması

Etki skalası genel olarak belirlenebileceği gibi daha önce sınıflandırılmış olan riskler için ayrı ayrı da oluşturulabilmektedir. Riskin en iyi şekilde önceliklendirilebilmesi için etki skalasının hassas bir şekilde oluşturulması gerekmektedir.

Riskleri önceliklendirirken etki ve olasılık skalaları kullanılmaktadır. **Şekil 27**'de etki-olasılık skalası verilmiştir. Etkiler önemsiz, düşük, önemli, yüksek, çok yüksek olarak nitel olarak sınıflandırılmıştır. Olasılık skalasında ise düşük ihtimal, olası, muhtemel, kuvvetle muhtemel, kesine yakın olarak derecelendirilirken her bir olasılık derecesi nicel olarak bir değere de denk gelmektedir.

Etki Skalası:

Derece	Etki	Açıklama
1	Önemsiz	Stratejik planda yer alan hedeflere ulaşmada ihmal edilebilir
2	Düşük	Stratejik planda yer alan hedeflere ulaşmada karşılaşılabilecek zorluklar
3	Önemli	Stratejik planda yer alan hedeflere ulaşmada gecikmeler
4	Yüksek	Stratejik planda yer alan hedeflere ulaşmada yeniden yapılandırma gerekliliği
5	Çok Yüksek	Stratejik planda yer alan hedeflere ulaşamama

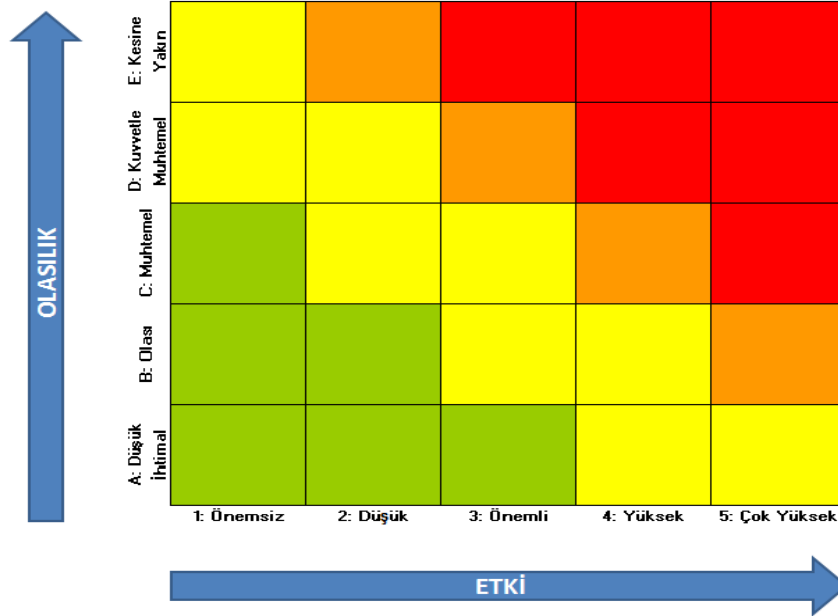
Olasılık Skalası:

Derece	Olasılık	Yaklaşık İhtimal (%)
A	Düşük İhtimal	5 yıl içerisinde risklerin gerçekleşme olasılığı %5 'tir
B	Olası	5 yıl içerisinde risklerin gerçekleşme olasılığı %25 'tir
C	Muhtemel	5 yıl içerisinde risklerin gerçekleşme olasılığı %50 'tir
D	Kuvvetle Muhtemel	5 yıl içerisinde risklerin gerçekleşme olasılığı %75 'tir
E	Kesine Yakın	5 yıl içerisinde risklerin gerçekleşme olasılığı %95 'tir

Şekil 27. Risklerin Etki ve Olasılık Skalası

Kaynak:https://books.google.com.tr/books/about/%C5%9Eehiri%C3%A7i_ula%C5%9F%C4%B1m_a%C4%9Flar%C4%B1nda_tehlike.html?id=yMi2XwAACAAJ&redir_esc=y (Erişim tarihi, 04.04.2019).

Etki ve olasılıkları ölçülen riskler, daha sonra risk seviyelerine göre önceliklendirme matrisinde gösterilirler.



Şekil 28. Riskleri Önceliklendirme Matrisi

Kaynak:https://books.google.com.tr/books/about/%C5%9Eehiri%C3%A7i_ula%C5%9F%C4%B1m_a%C4%9Flar%C4%B1nda_tehlike.html?id=yMi2XwAACAAJ&redir_esc=y (Erişim tarihi, 04.04.2019).

Şekil 28'da olasılık-etki matrisi verilmektedir. Genellikle 5 x 5 karelerden oluşan L tipi matris olarak da bilinen matris diyagramıyla olasılık-etki ilişkilerinin değerlendirilmesi yapılır.

Risklerin ele alınması riskleri değiştirmek için bir veya daha fazla opsiyonun seçilmesini ve bu opsiyonların uygulanmasını içerir. Genel olarak riskler ele alınma sürecinde risklerin ele alınmasının değerlendirilmesi, arta kalan risk seviyelerinin tolere edilebilir olup olmadıklarına karar verilmesi, eğer tolere edilebilir değilse yeni bir değerlendirme ve etkinliğinin ölçülmesi işlemleri yapılır. Riskler ele alınırken risklerin durumuna göre aşağıdaki yöntemler kullanılır:

- Kabul Etme (Göze alma)
- Müdahale Etme (Riskle mücadele etme, kontrol etme)
- Transfer Etme (Paylaşma)
- Sonlandır (Faaliyetten vazgeçme)
- Fırsatları Değerlendirme

No.	Üst Süreç	Strateji	Risk Kategorisi	Alt Kategori	Riskin Tanımı	Skorlama		Tetikleyici Olaylar / Durumlar	Etki / Yorumlar	Mevcut Kontroller	Skorlama		İlave Aksiyonlar	Skorlama		Sorumlu Ünite	Sorumlu Personel	Zaman Çizelgesi	Aksiyon Durumu	Risk Sıralaması
						Doğal Risk					Kalan			Hedef						
						Etki	Olasılık				Etki	Olasılık		Etki	Olasılık					

Şekil 29. Risk Planı Örneği

Risklerin ele alınmasında en uygun yöntem seçilirken seçilen yöntemin uygulanması sonucu elde edilecek avantaj ile maliyet ve işgücünün dengelenmesine, paydaşların fikirlerinin alınmasına ve risklerin önceliklerinin net olarak belirlenmesine önem verilir. **Şekil 29'**da risk planı örneği verilmiştir. Riskleri, uygun yöntemlerle ele aldıktan sonra oluşan ikincil riskler yeni bir risk olarak değerlendirilir ve bu riskler için süreç tekrardan işletilir. Daha sonra risk planları oluşturulur. Risklerin ele alınması planlarının amacı seçilen yöntemlerin nasıl

uygulanacağını dokümanete etmektir. Risk planları seçilen yöntemin nedenleri ve sağlayacağı tahmini fayda, planı onaylayanlar ve planların uygulanmasından sorumlu olanlar, önerilen aksiyonlar, kaynak gereksinimleri, performans ölçümleri ve kısıtlamalar, raporlama, izleme, zamanlama ve program gibi unsurları içerir.

2.2.8. İzleme ve Gözden Geçirme

İzleme ve gözden geçirme risk yönetimi sürecinin planlı bir parçasıdır. İzleme ve gözden geçirmede sorumluluklar açıkça tanımlanır. Bu sürecin amacı kontrollerin etkin ve verimli bir şekilde çalıştığının temin edilmesi, risk değerlendirmesini geliştirmek için yeni bilgiler edinmek, olaylardan, değişimlerden, trendlerden, başarılarından ve hataları analiz edip ders çıkarmak, iç ve dış ortamdaki değişiklikleri tespit ederek risklerin ele alınış yöntemlerinin ve önceliklerinin revizyonu ve ortaya çıkan yeni riskleri tespit etmektir.

İzleme ve gözden geçirme düzenli kontroller veya sıkı gözetimlerle yapılabilir. Periyodik ya da özel amaçlı olabilir. Risk yönetimi aksiyonları kayıt altında tutularak izlenir.

2.2.9. Risk Bilincinin Artırılması

Risk bilincinin tüm çalışanlarda artırılarak risklere karşı bütünsel bir yaklaşıma gidilmesi benimsenmiştir. Bu çerçevede Nafta bazlı petrokimya tesisleri genelinde risk bilincinin artırılabilmesine yönelik olarak şu yöntemler kullanılmaktadır:

- Oryantasyon eğitimleri
- Kurum içi ve dışı eğitimler
- Görsel ve işitsel iletişim araçları
- Hedef kartı tanımlamaları
- Sorumluluk
- Çalıştaylar
- KRI tanımlamaları

2.2.10. Risk Standartlarına ve Uluslararası Kabul Görmüş Yöntemlere Uyumun Sağlanması

Nafta bazlı petrokimya tesisleri, yasal düzenlemelere uymamaktan kaynaklanabilecek risklere maruz kalmamak için risk haritasında tanımlanmış olan riskler ile ilgili olan yasal mevzuatları yakından takip etmekte olup mevcut mevzuattaki yeni düzenlemeleri de göz önünde bulundurarak süreçlerini ve uygulamalarını sürekli güncellemektedir.

Risk yönetimi sürecinde Nafta bazlı petrokimya tesisleri esas olarak ISO 31000'i klavuz olarak almış olup buradaki prensiplere uyum sağlama amacıdadır. Risk yönetimi ile ilgili diğer uygulamaları (COSO gibi) ve gelişmeleri de yakından takip etmektedir.

2.2.11. Yaklaşım Etkinliğinin Gözden Geçirilmesi Ve Revizyonu

Risk yönetiminde kullanılan yöntemlerin ve uygulamaların etkinliği ve etkililiği her yılın sonunda ölçülür, en iyi uygulamalarla kıyaslanır, değerlendirilir ve iyileştirmeler yapılır.

2.3. Sıcaklık Analizi Yaklaşımı


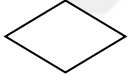
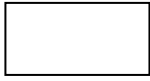
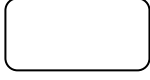
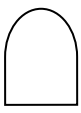
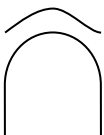
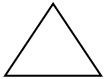
Nafta bazlı petrokimya tesislerinde üretim aşamalarında kullanılan sıcaklık değerleri, ürünlerin ve hammaddelerin ortam sıcaklıkları kritik öneme sahiptir. Petrokimya tesislerinde kullanılan hammaddeler ve bazı ürünler zehirleyici, yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı özelliklere sahiptir. Proseslerde kullanılan sıcaklık ve depolama koşullarındaki sıcaklık değerleri belirli sınırlarda tutulmalıdır. Bu tesislerde ürün çeşitliliği ile birlikte proses çeşitliliği de oldukça fazladır. Proses tasarımında kullanılan reaktörler ve operasyonlarda ısı üretimi ve ısı kaybı dengesi ile sıcaklık önemli parametrelerdendir. Isı üretiminin ısı kaybından fazla olması, üretimde gerçekleşen reaksiyonlar sonucu aşırı ve ani sıcaklık değişimleri veya dış kaynaklardan gelen ısı istenmeyen sıcaklık artışına sebep olmaktadır.

2013 yılında Çin'de bir petrokimya tesisinde meydana gelen sıcaklık kaynaklı yangında 400 metre çaplı bir alanda 200 kw/m² değerinde ısı akısı ortaya çıkmıştır (Wang, 2013, 67). Avrupa Birliği'ne üye ülkelerce 8kw/m² değerindeki ısı akısı

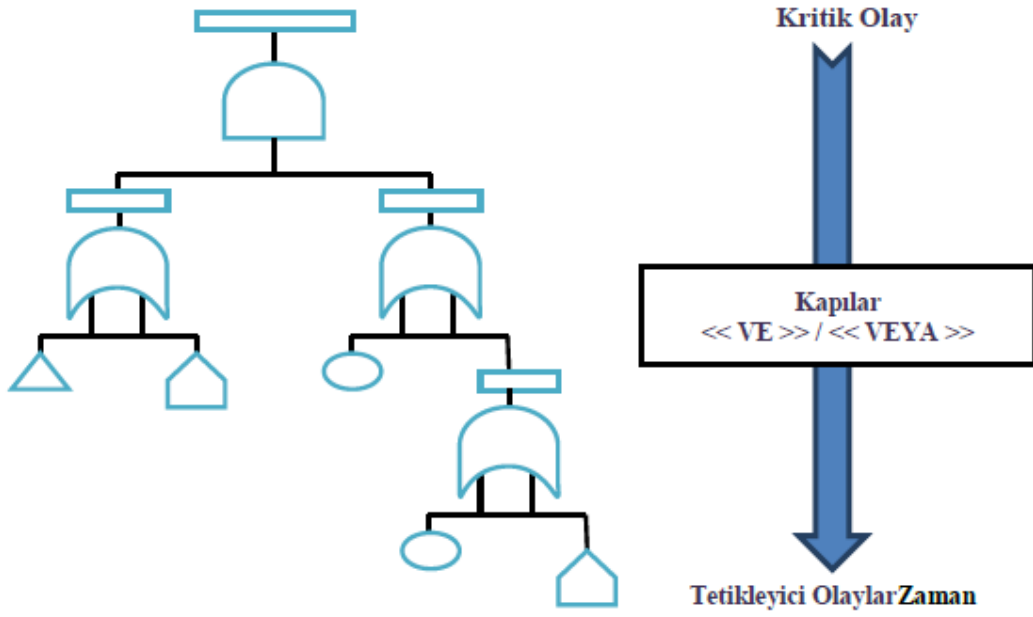
ölümcül seviye olarak kabul edilmiştir (İneris, 2013, 149). Bu değerle karşılaştırıldığında Çin’de yaşanan olayın derecesi daha net anlaşılmaktadır.

Nafta bazlı petrokimya tesislerinde işletme, işletme çalışanları ve ürün güvenliği ve katastrofik sonuçların önlenmesi için nicel risk belirleme yöntemlerinden hata ağacı analizi sıklıkla kullanılmaktadır. Hata ağacı, kıtalararası füzelerin güvenilirliğini değerlendirmek üzere 1961 yılında Watson tarafından tasarlanmış ve sonrasında geliştirilerek birçok alanda kullanılmış bir analiz yöntemidir. Sıcaklık analizine katkı sağlayan bu yöntemle sıcaklık artışına sebep olan sebepler detaylı olarak tanımlanabilmektedir. Hata ağacının oluşturulmasında birçok sembol kullanılmaktadır. **Tablo 6**’da bazı semboller gösterilmiştir.

Tablo 6. Hata ağacı oluşturulmasında kullanılan semboller

Sembol	İşaret edilen	İşlev
	Temel olay	Temel olay veya hata.
	Gelişmemiş olay	Gelişmemiş durum.
	Olay	Daha temel olaylardan oluşan olay
	Durumsal olay	Normal şekilde oluşabilecek olay
	VE kapısı	C çıktı olayı eğer bütün girdi olayları (A ve B) aynı anda oluşuyorsa oluşur.
	VEYA kapısı	C çıktı olayı eğer herhangi bir girdi olayı oluşursa meydana gelir.
	Transfer sembolü	Ağacın başka bir yerde daha ileri noktaya geliştiğini gösterir.

Kaynak: IEC 61025 (03.04.2019)



Şekil 30. Örnek Hata Ağacı Şeması

Kaynak: Özkılıç, Ö. (2007). İş Sağlığı, Güvenliği ve Çevresel Etki Değerlendirmesi. İstanbul: MESS Yayınları (Erişim tarihi, 09.04.2019)

Sıcaklık için yapılan hata ağacı analizi ile sıcaklık artışına sebep olan faktörler belirlendikten sonra sıcaklık analizi daha ayrıntılı bir tablo ortaya çıkar. Sıcaklık analizi ile doğal ve kalan skorlama yapılır. Bölümlere özgü riskler tanımlanır, etki değeri, olasılık sınıfı, tetikleyici olaylar ve durumlar, etki ve uzmanların yorumları, mevcut kontroller detaylandırılır. Mevcut kontrollerden sonraki etki, olasılık ve ilave aksiyonlar da belirlendikten sonra doğal ve kalan skorlama sınıfları belirlenir. **Şekil 31**'de örnek sıcaklık analizi tablosu verilmiştir.

DOĞAL SKORLAMA										KALAN SKORLAMA			
Departman	No	Riskin Tanımı	Etki	Olasılık	Tetikleyici Olaylar / Durumlar	Etki / Yorumlar	Mevcut Kontroller	Etki	Olasılık	İlave Aksiyonlar	Maliyet	Doğal	Kalan

Şekil 31. Örnek Sıcaklık Analizi

2.3.1. Matris

Çok popüler ve yaygın olarak kullanılan risk analizi yöntemlerinden biri Risk Matrisi Yöntemi'dir (Hyatt, 2004 17). Yöntemde, tahmin edilen riskin değerini etkileyen olumsuz olay (önceden belirlenmiş olaylar senaryosu) ve bu olayların sonuçları olmak üzere iki temel faktör dikkate alınır. Olayların meydana gelme olasılığının derecelendirilmesi 5x5 karelerden oluşan konvensiyonel skala üzerinde yapılır. Olayların olma olasılığı 1 (en düşük) - 5 (en yüksek) arası, olayların etkileri ise A (en küçük etki) – E (en büyük etki) arası derecelendirilir.

	A	B	C	D	E
5	M	M	H	H	H
4	M	M	M	H	H
3	L	M	M	M	H
2	L	L	M	M	M
1	L	L	L	M	M

Şekil 32. Risk Matris Şeması

Kaynak:<https://docplayer.biz.tr/47752761-Risk-degerlendirmesi-metotlari-yr-d-doc-dr-ismail-topal.html> (Erişim tarihi: 04.04.2019)

Şekil 32'de bir matris şeması verilmiştir. Bu matriste risk alanları küçük (L), orta (M), yüksek (H) olarak belirlenir. Risk matrisi yöntemini kullanarak, analiz edilen tehlikelerin (olaylar) ölçeğine göre olasılık kategorisini ve beklenen kayıp kategorisini doğru bir şekilde tanımlamak önemlidir. Üç aşamalı bir risk ölçeği kullanıldığında, az risk, mevcut prosedürler kapsamında gerçekleştirilen faaliyetlerin alanına eşittir, orta risk fiili kriz / risk yönetimi altındaki alana eşittir (riski kabul edilebilir seviyeye indirmek için), yüksek Risk, risk altındaki kişilerin derhal tahliyesinin önerildiği bölgeye eşittir. Matris metodunda olasılık değerleri ve potansiyel etkiler, önerilen kategorilere göre konvensiyonel olarak gruplandırılabilir.

- **L Tipi Matris**

L tipi matris 5 x 5 karelerden oluşmaktadır. Elde edilen diyagram sebep-sonuç ilişkilerinin değerlendirilmesinde sıklıkla tercih edilmektedir. Bu diyagram basit olmakla birlikte tek başına risk analizi yapmak zorunda olan analistler için idealdir. Farklı süreçler içeren veya birbirinden çok farklı akım şemasına sahip işlerin hepsi için tek başına yeterli değildir ve analistin yetkinliğine göre başarı oranı değişmektedir. Bu tür işletmelerde tercih edilmesi önerilmese de aciliyet gerektiren ve bir an evvel önlem alınması gereken durumlarda tehlikelerin belirlenmesi için kullanılabilir.

Tablo 7. Bir İş Yapılırken Karşılaşılacak Tehlikenin Şiddeti

RİSK POTANSİYELİ	DERECELENDİRME
HAFİF	Geçici sakatlığa, hastalığa veya yaralanmaya yol açacak durum veya koşul
ORTA	Ciddi yaralanma veya hastalığa, bunların sonucunda İş günü kaybına ve ekipman ve malzeme kaybına neden olan koşul veya iş
CİDDİ	İnsan yaşamını tehlikeye düşürecek, kalıcı sakatlığa yol açacak yada iş gücü, ekipman veya malzeme kaybına neden olacak durum

Kaynak:<https://docplayer.biz.tr/47752761-Risk-degerlendirmesi-metotlari-yrd-doc-dr-ismail-topal.html> (Erişim tarihi: 04.04.2019)

Risk potansiyelleri hafif, orta ve ciddi olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Hafif riskler, geçici sakatlıklar ve rahatsızlıklara yol açacak durum veya koşulları, orta riskler, ciddi yaralanma veya hastalığa sebep olurken iş günü kaybına veya ekipman ve malzeme kaybına sebep olan koşul veya işleri, ciddi riskler ise insan hayatını tehlikeye atan, kalıcı sakatlığa sebep olan durumları ifade eder.

Tablo 8. Risk Değerlendirme Seçim Diyagramı

POTANSİYEL	OLASILIK			
	SIK SIK	ARA SIRA	SEYREK	ÇOK SEYREK
HAFİF	4	3	2	1
ORTA	8	6	4	2
CİDDİ	12	9	6	3

Kaynak:<https://docplayer.biz.tr/47752761-Risk-degerlendirmesi-metotlari-yr-d-doc-dr-ismail-topal.html> (Erişim tarihi: 04.04.2019)

Risk değerlendirilmesinde, risk potansiyellerinin olasılık dereceleri üzerinden rakamsal değer verilir. Bu değerlere göre risk değerlendirmesi yapılır.

Bu metot ile öncelikle bir olayın gerçekleşme ihtimali ile gerçekleştiği takdirde ortaya çıkan sonucun derecelendirilmesi yapılmaktadır. Risk skoru, ihtimal ve zarar derecesinin çarpımından elde edilerek tablodaki yerine yazılır. İhtimal Dereceleri **Tablo 9**'da Şiddet Dereceleri ise **Tablo 10**'da belirtilmiştir.

Tablo 9. Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali

İHTİMAL	ORTAYA ÇIKMA OLASILIĞI İÇİN DERECELENDİRME BASAMAKLARI
ÇOK KÜÇÜK	Hemen hemen hiç
KÜÇÜK	Çok az (yılda bir kez), sadece anormal durumlarda
ORTA	Az (yılda bir kaç kez)
YÜKSEK	Sıklıkla (ayda bir)
ÇOK YÜKSEK	Çok sıklıkla (haftada bir, her gün), normal çalışma şartlarında

Kaynak:<https://docplayer.biz.tr/47752761-Risk-degerlendirmesi-metotlari-yr-d-doc-dr-ismail-topal.html> (Erişim tarihi: 04.04.2019)

Tablo 10. Bir Olayın Gerçekleştiği Takdirde Şiddeti

ŞİDDET	DERECELENDİRME
ÇOK HAFİF	İş saati kaybı yok, ilkyardım gerektiren
HAFİF	İş günü kaybı yok, kalıcı etkisi olmayan ayakta tedavi ilk yardım gerektiren
ORTA	Hafif yaralanma, yatarak tedavi gerekir
CİDDİ	Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, meslek hastalığı
ÇOK CİDDİ	Ölüm, sürekli iş göremezlik

Kaynak:<https://docplayer.biz.tr/47752761-Risk-degerlendirmesi-metotlari-yrd-doc-dr-ismail-topal.html> (Erişim tarihi: 04.04.2019)

Şekil 32’de verilen matristen elde edilen rakamsal değere göre **Tablo 11**'de belirtilen eylemlere göre gerekli önlemler alınmaktadır. Önlemlerin alınmasından sonra belirlenen risk için yeni bir risk skoru belirlenmeli ve risk formu yeniden doldurulmalıdır.

Risk Skoru = İhtimal x Şiddet Derecesi

Tablo 11. Risk Skor Matrisi (L Tipi Matris)

İHTİMAL	ŞİDDET				
	1 (Çok Hafif)	2 (Hafif)	3 (Orta Derece)	4 (Ciddi)	5 (Çok Ciddi)
1 (Çok Küçük)	Anlamsız 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
2 (Küçük)	Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
3 (Orta Derece)	Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
4 (Yüksek)	Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 16	Yüksek 20
5 (Çok Yüksek)	Düşük 5	Orta 10	Yüksek 15	Yüksek 20	Tolere Edilemez 25

Kaynak:<https://docplayer.biz.tr/47752761-Risk-degerlendirmesi-metotlari-yrd-doc-dr-ismail-topal.html> (Erişim tarihi: 04.04.2019)

Risk skor matrisine göre elde edilen sonuçlar kabul edilebilirlik derecelerine göre katlanılamaz, önemli, orta düzeyde, katlanılabilir ve önemsiz riskler olarak kategorize edilir. **Tablo 12'**de bu risklere karşı uygulanacak eylemler belirtilmiştir.

Tablo 12. Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri

SONUÇ	EYLEM
Katlanılamaz Riskler (25)	Belirlenen risk kabul edilebilir bir seviyeye düşürülünceye kadar iş başlatılmamalı eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Gerçekleştirilen faaliyetlere rağmen riski düşürmek mümkün olmuyorsa, faaliyet engellenmelidir.
Önemli Riskler (15,16,20)	Belirlenen risk azaltılmaya kadar iş başlatılmamalı eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Risk için devam etmesi ile ilgiliyse acil önlem alınmalı ve bu önlemler sonucunda faaliyetin devamına karar verilmelidir.
Orta Düzeydeki Riskler (8,9,10,12)	Belirlenen riskleri düşürmek için faaliyetler başlatılmalıdır. Risk azaltma önlemleri zaman alabilir.
Katlanılabilir Riskler (2,3,4,5,6)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için ilave kontrol proseslerine ihtiyaç olmayabilir. Ancak mevcut kontroller sürdürülmeli ve bu kontrollerin sürdürüldüğü denetlenmelidir.
Önemsiz Riskler (1)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için kontrol prosesleri planlamaya ve gerçekleştirilecek faaliyetlerin kayıtlarını saklamaya gerek olmayabilir.

Kaynak:<https://docplayer.biz.tr/47752761-Risk-degerlendirmesi-metotlari-yrd-doc-dr-ismail-topal.html> (Erişim tarihi: 04.04.2019)

- Çok Değişkenli X Tipi Matris Diyagramı

Matris diyagramları çok boyutlu düşünce yöntemiyle problemleri konuların açığa kavuşturulmasını sağlamaktadır. Matris diyagramları, bir problemin veya olayın meydana gelmesine sebep olan etki faktörlerinin tanımlanması ve aralarındaki ilişkinin boyutunun belirlenmesinde kullanılmaktadır. Matris diyagramının temel avantajı; her çift değişken arasındaki ilişkinin derecesini grafiksel olarak göstermesidir. Bu tip risk değerlendirmesi, karmaşık prosesler veya akım şemalarına sahip işyerlerine uygulanabilmektedir. Tek başına bir analistin yapması için uygun değildir. 5 yıllık kaza geçmişi ve tecrübeli bir takım lideri önderliğinde disiplinli bir takım çalışması gerektiren bir metottur. Bu matris ile daha önce meydana gelmiş bir kazanın veya buna bağlı bir olayın tekrarlanma olasılığı da değerlendirilmektedir. Değerlendirme sonucunda riskin giderilmesi için alınacak önlemlerin maliyet analizi de yapılarak, riskin maliyeti ile riski ortadan kaldırma imkanı var ise bu işlemin

maliyeti karşılaştırılır. Öncelikle işletme içerisinde bir bölüm veya bir olay seçilir, seçilen konu ile ilgili olarak 5 yıllık geçmiş kaza araştırması yapılır veya arşivler incelenir, geçmiş kazalara sebep olan faktörler belirlenir ve tekrarlama olasılıkları araştırılır. Aşağıda X tipi matris ile risk değerlendirmesi yapılması için gerekli olasılık verileri ilgili tablolardan alınır. Tablo 8’te belirtilen risk matrisi üzerinden belirlenen değerler risk değerlendirme formülünde yazılarak risk derecelendirme skoru hesaplanır.

$$\text{Risk Derecelendirme Skoru} = A + B + C + D$$

Elde edilen değerler, Şekil 8’teki matris metodolojisi temelli risk değerlendirme tablosuna kaydedilir ve çıkan sonucun büyüklüğüne göre en büyük değerden başlayarak riskler için gerekli önlemler alınır.

Tablo 13. Bir olayın gerçekleşme ihtimali

OLASILIK	DERECELENDİRME
ÇOK YÜKSEK	Basit ekipman hatası veya valf hatası, hortumdan sızıntı veya her günkü normal şartlar altında gerçekleşebilecek insan hatası.
YÜKSEK	İkili ekipman hatası, ekipmandan sızıntı veya hortum yırtılması, borulamada kırılma, insan hatası
ORTA	İnsan hatası ile ekipman hatasının kombinasyonu veya proses hattında veya borulamalarındaki hata
KÜÇÜK	Çoklu ekipman, valf, insan, boru hattı hatası veya tanklardaki, proses kaplarındaki spontane gelişen hatalar
ÇOK KÜÇÜK	Sadece olağanüstü durumlarda gerçekleşir

Kaynak: <https://docplayer.biz.tr/47752761-Risk-degerlendirmesi-metotlari-yrd-doc-dr-ismail-topal.html> (Erişim tarihi: 04.04.2019)

Tablo 13'de Bir olayın gerçekleşme olasılıkları çok yüksek, yüksek, orta, küçük ve çok küçük olmak üzere derecelendirilmiştir.

Tablo 14. Önceki kazaların sonucu

SONUÇ	ÖNCEKİ KAZALAR
Ö	Ölümlü kaza
UK	Uzuv kayıplı hayati tehlike yaratabilecek kaza, hayati tehlike yaratacak meslek hastalığı
İGK	İş günü kaybı, uzun süreli tedavi gerektiren iş kazası veya meslek hastalığı
HY	Hafif Yaralanma
KRK	Kazaya ramak kalma, tehlikeli durum

Kaynak:<https://docplayer.biz.tr/47752761-Risk-degerlendirmesi-metotlari-yrd-doc-dr-ismail-topal.html> (Erişim tarihi: 04.04.2019)

Tablo 14'de daha önce gerçekleşmiş kazaların sonuçları belirtilmiş **Tablo 15'**te ise gerçekleşen olayların çalışan, toplum, çevre ve ekipman olarak etkilerine göre olayın şiddetini belirleyen derecelendirme yapılmıştır.

Tablo 15. Bir olayın gerçekleştiği takdirde şiddeti

ŞİDDET	DERECELENDİRME
ÇOK HAFİF	<p>Personel : Hafif sıyrıklar, 3 günden az iş günü kayıplı kazalar.</p> <p>Toplum : Direkt etki yok.</p> <p>Çevre : Tamamen kontrol altında tutulabilecek çevresel etki</p> <p>Ekipman : Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 1 – 1,000 \$ arası</p>
HAFİF	<p>Personel : İlk yardım gerektiren yaralanmalar.</p> <p>Toplum : Koku veya gürültü yayılması sonucu rahatsızlık verilmesi, direkt etki yok.</p> <p>Çevre : Kontrol altına alınabilecek lokal çevresel etki</p> <p>Ekipman : Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 1,000 – 10,000 \$ arası</p>
ORTA	<p>Personel : Doktor müdahalesi gerektiren şiddetli yaralanmalar ve meslek hastalıkları</p> <p>Toplum : Doktor müdahalesi gerektiren şiddetli yaralanmalar</p> <p>Çevre : Kontrol altına alınamayan küçük düzeyli çevresel etki</p> <p>Ekipman : Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 10,000 – 100,000 \$ arası</p>
CİDDİ	<p>Personel : Hayatı tehdit edici yaralanma, akut zehirlenmeli meslek hastalığı veya kaza yada meslek hastalığı sonucu bir kişinin ölümü</p> <p>Toplum : Hayatı tehdit edici yaralanma veya kaza sonucu bir kişinin ölümü</p> <p>Çevre : Kontrol altına alınamayan orta düzeyli çevresel etki</p> <p>Ekipman : Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 100,000 – 1,000,000 \$ arası</p>
ÇOK CİDDİ	<p>Personel : Birçok çalışanın hayatını tehdit edici şekilde yaralanması, meslek hastalığına yakalanması veya kaza yada meslek hastalığı sonucunda ölmesi</p> <p>Toplum : Hayatı tehdit edici şekilde yaralanma, meslek hastalığına yakalanma veya kaza yada meslek hastalığı sonucu birden çok ölüm</p> <p>Çevre : Kontrol altına alınamayan büyük çaplı çevresel etki</p> <p>Ekipman : Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 1,000,000 \$ ve üzeri</p>

Kaynak:<https://docplayer.biz.tr/47752761-Risk-degerlendirmesi-metotlari-yrd-doc-dr-ismail-topal.html> (Erişim tarihi: 04.04.2019)

Tablo 16' da olası risklerin kontrol altında tutulabilmesi için risk derecelerine göre kontrollerinin dereceleri verilmiştir.

Tablo 16. Seçilen bölümde ya da yapılan görev üzerindeki kontroller

SONUÇ	KONTROL DERECEŚİ
VAR	Kontrol var, sistemin çalışması ekipmanla da takip ediliyor
ORTA	Kontrol var, ancak birim amiri gözetimi ile yapılıyor
ZAYIF	Belli aralıklarla çalışanların uyarılması sağlanıyor
YOK	Tamamen çalışanın sorumluluğunda

Kaynak: <https://docplayer.biz.tr/47752761-Risk-degerlendirmesi-metotlari-yrd-doc-dr-ismail-topal.html> (Erişim tarihi: 04.04.2019)

Tablo 17. X tipi risk derecelendirme matrisi

Ö	5	10	15	20	25	ÖNCEKİ BENZER KAZALAR	5	10	15	20	25
UK	4	8	12	16	20		4	8	12	16	20
IGK	3	6	9	12	15		3	6	9	12	15
HY	2	4	6	8	10		2	4	6	8	10
KRK	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
	OLASILIK						PERSONEL SAYISI				
ÇOK CİDDİ	5	10	15	20	25	ŞİDDET	5	10	15	20	25
CİDDİ	4	8	12	16	20		4	8	12	16	20
ORTA	3	6	9	12	15		3	6	9	12	15
HAFİF	2	4	6	8	10		2	4	6	8	10
ÇOK HAFİF	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
	ÇOK KÜÇÜK	KÜÇÜK	ORTA	YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK		1 kişi	1-3 kişi	5	5-10 kişi	10'DAN FAZLA

A = OLASILIK

B = OLASILIK x ÖNCEKİ KAZALAR

C = ÖNCEKİ KAZA x PERSONEL SAYISI

D = PERSONEL SAYISI x ŞİDDET

	Etki yok
	Orta derece etki
	Etki yok
	Yüksek derece etki
	Kabul edilemez bölge

Kaynak: <https://docplayer.biz.tr/47752761-Risk-degerlendirmesi-metotlari-yrdr-doc-dr-ismail-topal.html> (Erişim tarihi: 04.04.2019)

X tipi matris metodu L tipi matris metoduna göre daha karmaşıktır. Geçmiş kaza verilerine ihtiyaç duyulur, daha kapsamlı bir çalışma ve uzman bir ekip gerektirir. (İSGGM, 2007).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

FİNANSAL RİSKLER

3.1. Finansal Risk Kavramı

Finansal risk, kurumların finansal faaliyetlerine veya ekonomideki finansal dalgalanmalara bağlı meydana gelen risklerdir. Finansal riskler faiz, kar marjı (crack spread), kredi yöntemi, kur ve likidite olmak üzere sınıflara ayırarak incelenebilmektedir. Bu risklerin şiddeti sektörlerin faaliyet alanında ve hedeflerine göre farklılık gösterirken her sektöre göre de yönetim şekli farklı olmaktadır. Risklerin büyüklüğü, Riske Maruz Tutar/Miktar (Exposure) olarak ifade edilmektedir. Bu riske maruz tutarın ortaya çıkarabileceği zararın şiddetinin azaltılması ve/veya ortadan kaldırılması için firmaların yaptığı çalışmalara Hedge (Korunma) Yönetimi işlemleri denilmektedir (Aliyeva, 2015, 324).

Hedge işlemlerinde temel hedef, riskin hiç olmaması, risk varsa ortadan kaldırılması veya riskin etkilerini en aza indirmektir. Bunun için de ilk yaklaşım risklerin pozitif ve negatif etkilerinin birbirini ortadan kaldırarak doğal olarak riskin etkisiz hale gelmesi her zaman avantaj olmuştur. Bu nötrleme durumuna Doğal Hedge denilmektedir. Mümkün olduğunca doğal hedge mümkün olmayan durumlarda ise hedge işlemleri yerine getirilmelidir.

Finansal risk yönetimi, bir şirketin finansal yapısının faiz oranları, kar marjı, kur, likidite gibi değişkenlerden ne kadar etkileneceği ölçülerek risklerin belirlenmesi ve bu risklere bağlı olarak şirket için en uygun risk yönetiminin finansal olarak belirlenmesidir. Şirketin hedge edilmesi, piyasa değişkenleri ile şirketin finansal durumu arasındaki ilişki, değişkenlere olan duyarlılık durumları incelendiğinde şirketin finansal yapısına özgü risk yönetimi planlaması yapılmaktadır. İyi hazırlanmış bir risk yönetimi ile finansal risklerin etkileri şirketi ya hiç etkilemeyecek ya da asgari düzeyde etkileyecektir (Çağdaş, 2003, 56).

Omran (2017), yapmış olduğu çalışmada petrokimya projelerinde finansal model uygulama için aromatik ürünleri ekonomik olarak değerlendirmiştir. Bu çalışmada proje ekonomisinin tam olarak anlaşılması için sermaye gereksinimleri, işletme giderleri, nakit akışı ve karlılık önlemleri olmak üzere dört ana konuya değinilmiştir. Genel olarak petrokimyasallar, doğrudan veya dolaylı olarak petrolden türetilen bileşikler ve polimerlerdir. C6-C8 aromatikler, benzen, toluen ve ksilenleri içeren petrokimyasal ara ürünlerdir. Bu araştırma çalışması, karlılığı kontrol etmek için herhangi bir endüstriye uygulanabilen Microsoft Excel Programı kullanılarak bir finansal model şablonu yürütmeyi amaçlamıştır. İki yapılandırma model uygulaması benzen, toluen ve ksilen üretimi için Yapılandırma I ve sadece 3 milyon ton düz akışlı nafta hammaddesine dayanan benzen ve para ksilen üretimi için Yapılandırma II olarak kabul edilmiştir. Ayrıca, Konfigürasyon II ve MIDOR rafinerisi arasındaki entegrasyonun ekonomik etkisi de incelenmiştir. Uygulanan finansal model ile hesaplanan ekonomik göstergelerin, projenin gerçek durumuyla eşleştiği bulunmuştur. Araştırma sonucunda (Omran, 2017, 859);

- Yapılandırma I ve II bu temelde karlı değildir.
- Yapılandırma II ve MIDOR rafinerisi arasındaki entegrasyon, bağımsız olandan daha karlıdır.
- Nafta besleme stoğunun miktarı, sırasıyla yılda 70.000 ve 5500 bin tona yükselirse, I ve II konfigürasyonları uygulanabilir olacaktır.
- Nafta ham madde fiyatındaki indirim sırasıyla % 9 ve % 4,5'e ulaşırsa, I ve II konfigürasyonları uygulanabilir olacaktır.

bulgularına ulaşılmıştır.

3.1.1. Faiz Riski

Finansal risklerden faiz riski, takibi ve kontrol edilmesi son derece önemli risklerdendir. Firmaların yatırım yaptıkları aktif unsurların belirli zaman periyodunda artış ya da azalış göstermesi kar ve zarar olarak hesaplanmaktadır. Faiz oranlarındaki değişim sonucunda faiz oranına duyarlı varlık ve yükümlülüklerin değerinde meydana gelen olumsuz bir değişiklikler faiz riski olarak tanımlanmaktadır.

En önemli üç faiz riski kaynağı şunlardır:

- Değişken faiz oranlarında varlıkların, yükümlülüklerin ve bilanço dışı kalemlerin değerlendirilmesi ile sabit faiz oranlarında vade uyumsuzluğu riski
- Faiz oranlarının, benzer vadelerde ve yeniden değerlendirilme ile varlıklar ve borçlara uyarlanmasında oluşan kusurlu korelasyondan kaynaklı temel değer riski
- Verim eğrisinin değerlerinde, eğiminde ve biçiminde meydana gelen değişikliklerden kaynaklanan verim eğrisi riski

Bu durumlarda faiz oranlarının beklenmedik dalgalanması, şirketleri finansal olarak etkilemektedir. Faiz oranları, makroekonomik koşullarla ilişkileri göz önüne alındığında tipik bir faktördür. Sadorsky (2001) ve Boyer ve Filion (2007) çalışmalarında, Kanada petrol ve gaz endüstrisinde faiz oranlarının hisse senedi getirileri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermişlerdir (Armeanu, 2008, 4).

3.1.2. Kar Marjı Riski

Repo oranı kısa vadeli faiz oranlarının bir ölçütüdür. Repo oranı artarsa bankaların repo fonları için daha fazla ödeme yapmaları gerekmektedir. Mevcut kar marjlarını korumak için bankalar müşterilerine verdikleri faiz oranlarını yükseltmektedir. Faiz oranlarının artması ekonomi üzerindeki etkiyle birlikte enflasyona sebep olur. Petrokimya sanayisinde kar marjı, ham petrokimyasal fiyatları ile toptan petrokimyasal ürünlerin fiyatları arasındaki farktır. Petrokimya sanayisinde arz, talep, ulaşım ve diğer faktörler nedeniyle her iki fiyat da kısa süreli olarak bağımsız olarak dalgalanabilir. 2008 yılında, örneğin, ham petrol fiyatları rafine edilmiş petrol ürünlerinin fiyatından yaklaşık yüzde 20 daha yüksek bir artış göstermiştir. O zamandan beri, ham petrol fiyatları neredeyse yarı yarıya düşmüş, rafine edilmiş petrol ürün fiyatları ise 2008 yılının en yüksek seviyesine yaklaşmıştır (Cross, 2013, 4). Petrol ürünlerinin fiyatlarındaki değişiklik petrokimya sanayisine de yansımıştır. Bu tür kısa vadeli hareketler kar marjlarını daraltarak şirketi önemli bir riske sokmaktadır. Petrokimya ürünleri hammadde fiyatlarının altına düşerse kar

marjı negatiftir. Kar marjının en önemli belirleyicisi hammaddenin farklı petrokimyasal ürünlere dönüştürülmesi oranıdır.

3.1.3. Kredi Yönetimi

Firmaların karlıklarını sürdürebilmesi için kredi yönetim riskini iyi bir şekilde yönetmelidirler. Kredi yönetimi firma ile banka ya da firma ile müşteriler arasında mutabakata varılmış şartlara uygun yükümlülüklerin yerine getirilmemesi olasılığının en aza indirgenmesi ile ilgilidir. Kullanılan kredinin ödenememe riskidir.

3.1.4. Kur Riski

Bir ülkenin para biriminin, başka ülkelerin para birimleri karşısındaki değerinin değişmesi sonucunda oluşan riske kur riski denir. Bu değişimler değer kazanma ya da değer kaybetme şeklinde olmaktadır. Kur riski piyasada meydana gelen beklenmeyen döviz kurlarındaki dalgalanmalar sonucunda oluşabilecek madde zarar olasılığını ifade eden finansal bir risktir. Yabancı para birimleri ile yapılan yatırım, alacaklanma veya borçlanma durumlarında kurlardaki değişkenlik pozitif ya da negatif olarak şirketleri etkilemektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkeler kurlardaki dalgalanmalardan oldukça fazla etkilenmektedir. Kur risk yönetimi bu ülkelerde elzemdir. İçinde bulunduğumuz 2018 yılı gibi kurlardaki yüksek oranlar birçok sektörü derinden etkilemiştir. Döviz kuru ile yurtiçi enflasyon oranının yakından ilişkisi kur riskini oluşturan en önemli nedenlerdendir. Yatırımcı kur riskinden olabildiğince az etkilenmek için ülke çeşitlendirmesi yoluna gitmektedir. Dolayısıyla döviz kurundaki değişimden etkilenme düzeyi, firmanın yabancı para birimleriyle gerçekleştirdiği işlemler kadar, içinde bulunulan ekonominin performansı ve uygulanan para politikalarıyla da ilişkilidir (Doğanay, 2016, 1).

Yabancı uluslararası yatırımlarda birincil risk olan döviz kuru değişiklikleri petrokimya sanayisi için önemli bir faktördür, çünkü petrol ve petrokimyasal ürünler uluslararası piyasalarda ABD doları cinsinden fiyatlandırılmaktadır. Bu nedenle, petrokimya sanayisi kur dalgalanmalarına karşı fazlasıyla duyarlıdır.

3.1.5. Likidite Riski

Likidite riski, elde bulunan kıymetin istenildiği zamanda likiditeye çevrilememesi ya da bu kıymetin piyasa değerinin çok altından elden çıkarılmasının sonucu ortaya çıkan bir finansal risktir. Bir başka deyişle likidite riski, nakit giriş ve çıkışları arasında oluşturulması gereken dengenin belirsizlik içerisinde olmasıdır (Lockett, 1980, 66).

Thömmes (2013), çalışmasında ham petrol fiyatları ile petrokimyasal değer zinciri boyunca petrol bazlı ürünler arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Girdi ve çıktı ürünler arasındaki karmaşık fiyat ilişkilerinin anlaşılması, fiyat riskine maruz kalan petrokimya şirketleri için önemlidir. Kârlılıkları, girdi ve çıktı fiyatları arasındaki fark ile bağlantılıdır. Bu nedenle, değer zinciri boyunca fiyat ilişkileri hakkındaki bilgiler risk yönetimi kararları için de değerlidir. Bu çalışmada, vektör hata düzeltme modelleri (VECM) kullanarak, emtia fiyatları arasındaki ilişkileri araştırılmıştır. Değer zincirinin aşağısındaki tüm fiyatların, sistemdeki itici fiyat olan ham petrol fiyatıyla eşleştiği görülmüştür. Ayrıca, VECM'lerde yer alan uzun vadeli emtia mal ilişkileri hakkındaki bilgilerin, petrol bazlı ürünlerin fiyatlarının tahmininde kullanılıp kullanılmayacağını değerlendirilmiştir. Çalışma, ayrıca petrokimya endüstrisinde risk yönetimi için öneriler sunmuştur (Thömmes, 2013, 429).

3.2. Finansal Risklere Karşı Korunma

Petrol ve petrokimya endüstrisi, Dünya ekonomisini elinde tutmaktadır. Bu nedenle, petrol piyasasında ve dolayısıyla petrokimya fiyatlarında dalgalanmalar, hem ülke içi hem de dünya genelinde ekonomide önemli etkiler oluşturmaktadır. Bu etkilerin daha kontrol altında tutulabilmesi için önemli adımlardan biri türev ürünlerin arttırılmasıdır. İkinci Dünya Savaşı sonrası ekonominin düzenlenmesi, piyasaların istikrar kazandırılması konularını ele alan Bretton Woods Antlaşması ile döviz kuru sistemi oluşturulmuştur. 1944 yılında yapılan Antlaşma görüşmeleri 1958 yılı itibariyle işlevsel hale gelmiştir. Dünyada altın yerine doların kullanılmaya başlaması yine bu antlaşmayla olmuştur. O dönemde 1 ons altın 35 dolar olarak belirlenmiştir. Bu sayede dolar, diğer para birimlerine göre değer kazanmaya başlamıştır. Antlaşmayı kabul eden ülkeler finansal piyasalar istikrar kazanmış, türev ürünlerin piyasaya katılmasıyla finansal risklere olumlu etkiler sağlanmıştır. 1971

yılına kadar bu antlaşma varlığını korusa da 1973 yılına gelindiğinde Bretton Wood sistemi son bulmuştur. Bunun üzerine dünya ekonomisi hızlı bir değişim sürecine girmiştir. Sabitlenen kur sisteminin tekrar hareketlenmesiyle finansal risk kavramı yeniden ortaya çıkmış buna bağlı olarak risk yönetimi önem kazanmıştır (Chambers,2009, 54,55).

Risk yönetimi özellikle finansal riskler açısından riskin ortadan kaldırılması değil o riski nasıl kontrol altında tutulacağını belirlemesidir. Riskin olmaması demek her şeyin belli olması demektir ki risk, ekonominin ayrılmaz bir parçasıdır (Yıldırak, 2008). Risklerin kontrol altında tutulması ve şirketlerin bu risklerden korunması için farklı finansal araçlar kullanılmaktadır. Bu araçlar başlıklar altında incelenecektir.

3.2.1. Türev Ürünler

Türev ürünler, değeri başka ürünlerin değerine bağlı olarak belirlenen ürünlerdir. Türev ürünler dört temel başlıkta örneklenecek olursa;

- Tarımsal Türev Ürünler: Buğday, pamuk, pancar, un, şeker, meyve, hayvan
- Finansal Türev Ürünler: Faiz, kur, hisse senedi
- Metal Türev Ürünler: Altın, gümüş, bakır, platin
- Enerji Türev Ürünleri: Petrol, doğal gaz, kömür, petrokimya

gibi örnekler verilebilir. Türev ürünler ifadesi bazı kaynaklarda vadeli piyasa ürünleri veya vadeli işlem sözleşmeleri olarak da geçmektedir (Yıldırak, 2008, s.2).

Enerji fiyatları düştüğünde, üretici firmaların özkaynak değerleri de artar; Sonuç olarak, hazır nakit kıtlığı artar ve enerji satışları veya alımları için sözleşme yükümlülüklerinin yerine getirilmemesi daha olasıdır. Fiyatlar yükseldiğinde, hükümetler tüketicileri korumak için adım atma eğilimindedir. Bu nedenle emtia fiyat riski enerji endüstrisinde baskın bir rol oynar ve türevlerin kullanımı enerji

firmalarının, yatırımcıların ve müşterilerin enerji fiyatlarının yüksek dalgalanmasından kaynaklanan riskleri yönetmelerine yardımcı olmak için yaygın bir araç haline gelmektedir. Türev ürünler özellikle fiyat riskini yönetmek için kullanışlıdır. Enerji alanında kullanımı, bir yüzyıldan fazla bir süredir tarımsal fiyat riskini yönetmek için başarıyla kullanılmaları şaşırtıcı değildir. Yerli enerji endüstrilerinin serbestleştirilmesi, fiyat riskinin, diğer emtialara göre enerji için daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bir anlamda, enerji türevleri pazarın serbestleştirilmesinin doğal bir büyümesidir. Türevler, yatırımcıların riske girmeden kar edebilecekleri şekilde risk aktarılmasına imkan verir ve yatırımcıların nakit kazançlarını fiyat dalgalanmalarından izole etmeleri için gittikçe daha popüler bir yol haline gelmektedir (EIA, 2002, 16).

Türev ürünler, değerlerini temel varlığın değerinden alan sözleşmeler ve finansal araçlardır. Bir hisse senedi veya menkul kıymetler varlıklarından farklı olarak, bir türev sözleşme, temel varlıkta mülkiyet hakkını temsil etmez. Örneğin, PETKİM hisse senedindeki bir arama seçeneği, opsiyon sahibine belirli bir miktarda belirli bir PETKİM hisse senedini (grev fiyatı) satın alma hakkı verir. Bu seçenek PETKİM'e (altta yatan varlık) sahiplik hissesini göstermez. Bununla birlikte, hisseyi belirli bir fiyattan satın alma hakkı vardır. Örneğin, PETKİM hisse senedi 100 \$'a satılırken alışı en az 60 \$ değerinde olacaktır. Opsiyon sahibi, opsiyon kullanabilir, hisse senedini almak için 40 \$ ödeyebilir ve ardından hisse senedini hemen 60 dolara 100 dolara satabilir. Bir türevin altında yatan varlık, fiziksel bir emtia (örneğin ham petrol veya buğday), yabancı veya yerel para birimleri, hazine bonusu, şirket hisse senetleri, menkul kıymetler veya emtia gruplarının değerini temsil eden endeksler, bir hizmet veya hatta maddi olmayan bir mal olabilir. Kritik olan, temel emtia veya varlığın değerinin açık olması; aksi takdirde, türevin değeri tanımsız hale gelir.

Petrokimya temel varlık ise petrokimya üzerine yazılmış future anlaşmalar onun türev ürünüdür. Yani cari piyasalarda işlem gören varlıklardan türeyen finansal araçlardır. Fiyatlandırmayı ise nakit piyasada işlem gören yatırım değerleri belirlemektedir (Yıldırak, 2008). Future anlaşmalar gibi Forward sözleşmeler, Opsiyonlar ve Swap sözleşmeleri finansal araçlardır.

- **Futures Anlaşmalar**

Amerika Birleşik Devletleri'nde vadeli işlemler 1800'lerin ortalarında Chicago Ticaret Kurulu'nda (CBOT) vadeli sözleşmelerin alım satım işlemlerinden doğmuştur. 1850'lere gelindiğinde, Ortabatı'daki çiftçiler ve tahıl tüccarları, ürettikleri veya depoladıkları tahıl fiyatlarındaki değişikliklere maruz kalmamak için ileriye yönelik sözleşmeye dönüşmüştür. CBOT standartlaştırılmış futures anlaşmalardan sonra, spekülörler sözleşmelerin değerindeki değişiklikten kazanç sağlamak amacıyla sözleşmeleri satın almaya ve satmaya başlamıştır. Malın gerçek teslimi ikincil öneme sahip duruma düşmesi üzerine bu uygulama CBOT'da kurumsallaşmış ve modern futures işlem sözleşmesi doğmuştur.

Futures anlaşmalar, anlaşma yapıldığı tarihten gelecekte belirlenen teslim tarihine kadar olan süre zarfında sabit tutulmak üzere kararlaştırılan fiyatın korunmasına yönelik yasal bir anlaşmadır (Alpan, 1999, 3). Bu anlaşma sayesinde ortaya çıkabilecek faiz ve kur riskine karşı hedge edilmesi sağlanır ki bu risk yönetimi açısından oldukça önemlidir. Futures Sözleşmeler, organize borsalarda işlem görmektedir. Bu sözleşmeler, belli miktardaki varlıklar için yapılırlar. Varlık denilince bunların kapsamına hem mallar hem de finansal ürünler girmektedir. Futures piyasalar, futures sözleşmelerin işlem gördüğü piyasalardır.

- **Forward Sözleşmeler**

Forward sözleşmeler, alıcı ve satıcıların aralarında yaptıkları belirli bir süre aralığında geçerli olmak üzere fiyat belirleme anlaşmalarıdır. Bu sözleşmelerde tarafların geleceğe yönelik fiyat belirlemesi oldukça zor olabilmektedir. Forward Sözleşmeler her türlü mal ve hizmet üzerine genellikle döviz kuru ve faizler göz önünde bulundurularak düzenlenebilmektedir (Chance, 1989, s.210). Forward sözleşmelerin bir standardı olmamakla birlikte tarafların ihtiyaçları doğrultusunda düzenlenmektedir. Sözleşmeye konu olan varlık, teslim ve ödeme tarihi, teslim adresi, fiyatlandırma gibi tarafların belirledikleri hususları içermektedir. Dolayısıyla forward sözleşmelerin futures sözleşmeler gibi işlem gören organize borsaları yoktur tezgahüstü yani organize olmamış borsalarda işlem görür (Çonkar, Ata, 2002, 2). Bu sebepler temerrüt riski futureslere göre daha yüksektir. Yine futures anlaşmalarına göre

daha esnektir. Bu sözleşmeler taraflar mutabık olduklarında iptal edilebilir ve taraflar dışında başka kişilere devredilemez. Forward sözleşmeler daha çok kur riski ve faiz riskinden korunmak amacıyla kullanılan araçlardandır.

Forward sözleşmelerde taraflar kadar içerik olarak da çeşitlilik göstermektedir. En basit forward sözleşme, sabit (kesin) bir fiyat belirlerken daha ayrıntılı fiyat belirleme mekanizmaları arasında taban ve tavan fiyatlar ile enflasyon bulunmaktadır. Bu şekilde belirlenen fiyat alıcı ve satıcı açısından emtianın gelecekteki satış fiyatı ile ilgili belirsizliği azaltabilir veya ortadan kaldırabilir. Bu fiyatları kesin bir şekilde bilmek, ileriye dönük kullanıcıların ticari faaliyetlerini daha iyi planlamalarını sağlayabilir. Genel olarak, ileriye dönük bu sözleşmeler, tarafların ticari satış ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde esnek olarak tasarlanmaktadır. Forward sözleşmelerin vadeli fiyatlandırması ve teslimat özelliklerinin doğrudan bir sonucu varsayılr ve bu kredi riskidir. Uzun vadeli vadeli sözleşmelerde, temerrüde maruz kalma ve kredi riskleri önemli olabilir. Sözleşmeyi kabul eden taraflar, özellikle sözleşmenin değeri bir tarafın lehine hareket ettiğinde, diğer tarafın performansı ile ilgilenmelidir. Örneğin, bir petrol rafinerisi varil başına 19 dolardan petrol satın alma sözleşmesi yapmışsa, petrol fiyatının varil başına 19 doların üzerine çıkması ile bir tarafın temerrüde düşme riskiyle başa çıkmak için, taraflardan yalnızca kredi notu iyi olan taraflarla ilgilenilir. Ayrıca, kredi derecelendirmesine dayanarak belirli bir tüccardan ne kadar alabileceklerini veya satacaklarını da sınırlayabilirler. Tablo 18'de forward ve futures sözleşmeler arasındaki farklar özetlenmiştir.

Tablo 18. Forward ve Futures sözleşmelerin karşılaştırılması

Forward Sözleşmeler	Futures Sözleşmeler
İki taraf arasında yapılır.	Borsada yapılır.
Sözleşme unsurları standart değildir.	Sözleşme unsurları standarttır.
Diğer piyasa katılımcıların haberi yoktur.	Borsalarda şeffaf bir şekilde işlem görür.
Vade sonunda teslimat yapılır.	Teslimat zorunlu değildir.
Devredilemez.	Vade sonuna kadar alınıp satılabilir.
Kredi riski vardır.	Takas Kurumu'nun garantisindedir.
Kar/Zarar vade sonunda ortaya çıkar.	Kar/Zarar günlük olarak hesaplanır.
Başlangıç teminatı yoktur.	Başlangıç teminatı yatırılmak zorundadır.

Kaynak: VOB Türev Araçlar Lisanslama Rehberi (Erişim tarihi, 09.04.2019)

- Opsiyonlar

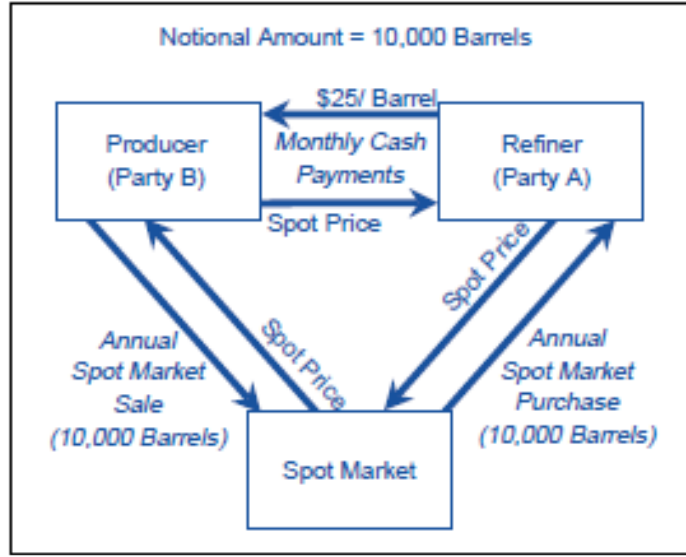
Opsiyonlar, sözleşmenin alıcısına, belirli bir süre boyunca belirli bir fiyattan (grev bedeli) satın alma veya satma hakkı veren bir sözleşmedir. Alım ve satımda bir zorunluluk bulunmamaktadır. Amerikan opsiyonları, alıcının, opsiyonun süresi doluncaya kadar istediği zaman alım satım yapma hakkını kullanmasını sağlar. Avrupa opsiyonları sadece vade sonunda kullanabilme imkanı verir. Opsiyon bir borsada veya tezgahüstü pazarında satılsa da alıcı bunu öder. Örneğin, Aralık 2002'de 3.40 dolarlık bir fiyata 100 metreküp doğal gaz satın alma opsiyonu 0.14 dolara mal olabilir. Aralık ayındaki fiyat 3,40 doları aşarsa, alıcı opsiyon kullanabilir ve gazı 3,40 dolara satın alabilir. Daha yaygın olarak, opsiyon yazarı alıcıya piyasa fiyatı ile piyasa fiyatı arasındaki farkı öder. Doğal gaz fiyatı 3,40 doların altındaysa, alıcı opsiyon süresinin dolmasına izin verir ve 0,14 doları kaybeder (EIA, 2002). Opsiyonlar katlara ve tavanlara fiyat koymak için başarıyla kullanılır; ancak, pahalı olma eğilimindedirler (Chambers, 2007).

- Swap

Farklılıklar için sözleşmeler olarak da bilinen Swap finasta en son yeniliklerdendir. Kısmen, opsiyon maliyetinden daha düşük bir maliyetle fiyat kesinliği sağlamak için oluşturulmuştur. Bir Swap sözleşmesi, iki taraf arasında, dayanak varlıklar tarafından oluşturulan bir seri nakit akışını takas etme

anlaşmasıdır. Alıcı ile satıcı arasında fiziksel bir mal taşınmaz. Sözleşmeler, iki taraf veya anapara arasında herhangi bir merkezi ticari tesis veya borsa dışında yapılır ve bu nedenle tezgahüstü türevleri olarak nitelendirilir. Genellikle para, faiz ve hisse üzerinden sözleşme yapılır. Swap sözleşmeleri ile taraflar döviz kuru, faiz oranı ve diğer fiyat değişimlerinden kaynaklanan risklere karşı korumaktadır. Bununla birlikte, kambiyo kontrol ve kısıtlamalarından kurtulmak, nakit akışlarını düzene sokmak, arbitraj yapmak, maliyetleri azaltmak ve kar elde etmek de swap sözleşmelerinin diğer amaçları arasındadır. Swap sözleşmelerinde geçerli tarih aralığı başlangıç ve bitiş tarihi olarak belirlenir ve ödemelerin yapılacağı tarihler de bellidir. Sözleşme vadesinden önce sözleşmeden vazgeçilemez, taraflar aralarında anlaşığı takdirde iptal edilebilir.

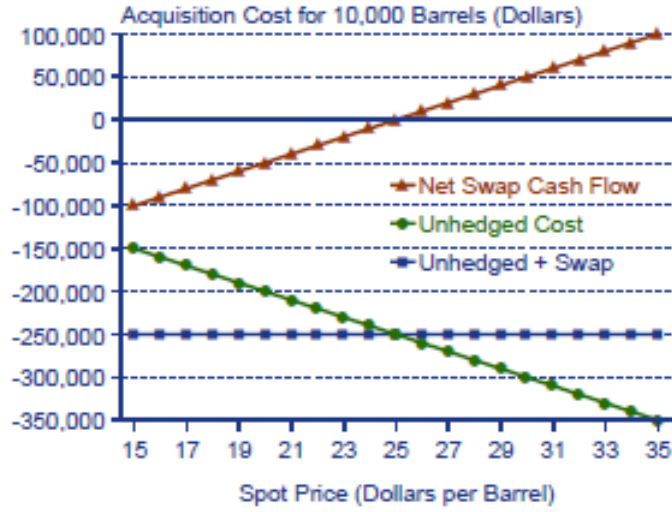
Şekil 33'de standart bir ham petrol değişimi örneği gösterilmektedir. Örnekte, bir rafineri ve bir petrol üreticisi, aylık ödemelerle birlikte 10 yıllık bir ham petrol swap sözleşmesi yapmıştır. Rafineri (A Partisi), üreticiye (Parti B) varil başına 25 doları tutarında sabit bir fiyat ödemeyi kabul etmiş ve üretici rafine eden tarafa NYMEX hafif tatlı ham petrol için bir vadeli işlem sözleşmesinin uzlaşma fiyatını ödemeyi kabul etmiştir. Sözleşmede alım satım anlaşmasının tutarı 10.000 varildir. Bu sözleşme uyarınca ödemeler netleştirilir, böylece her ay için daha yüksek ödemeye sahip olan taraf, daha az tutarı olan tarafa net bir ödeme yapar. İşlemin son gününde NYMEX uzlaştırma fiyatı varil başına 23 dolar ise, A Partisi varil başına 10,000 veya 20.000 dolar tutarında bir ödemeyi B Partisine yapacaktır. NYMEX fiyatı varil başına 28 dolar ise A Partisine 30.000 dolarlık ödeme yapılması 10 yıllık bir swap, her biri 10 yıl süreyle birer ay olgunlaşan, 120 adet nakit olarak düzenlenmiş vadeli sözleşme paketi oluşturur (EIA, 2002).



Şekil 33. Bir Petrol Üreticisi ile Bir Rafineri Arasında Ham Petrol İçin Swap Sözleşmesinin Gösterimi

Kaynak: Energy Information Administration (Erişim tarihi, 09.04.2019)

Örnekteki gibi her iki taraf da değişken NYMEX ödeme fiyatı üzerinden ham petrol alıp satabildiği sürece swap varil başına 25 dolar sabit bir fiyatı garanti eder, çünkü üretici ve rafineri finansal swap işlemlerini spot pazarda nominal sözleşme büyüklüğüne uyan miktarlarda fiziksel satış ve satın alma işlemleriyle birleştirebilir. İç döngüde gösterilen alım satımlar birbirini iptal ettikten sonra kalan tek şey üreticiye ve rafinerininin ham petrol alımına yapılan sabit para ödemesidir. Üretici, rafineriye hiçbir zaman ham petrol vermez veya rafineriye doğrudan üreticiden ham petrol almaz. Spot piyasada tüm fiziksel alım satımlar NYMEX fiyatıyla olmaktadır. **Şekil 34**'te bir swap sözleşmesi olan ve olmayan satın alma maliyetlerini göstermektedir.



Şekil 34. Swap Sözleşmeli ve Swap Dışı Ham Petrol Alma Maliyeti

Kaynak: Energy Information Administration (Erişim tarihi, 09.04.2019)

Swap sözleşmeleri ile bağlantılı faydaların çoğu vadeli işlem veya opsiyon sözleşmeleriyle ilişkili olanlara benzerdir. Diğer bir deyişle, kullanıcıların malları almak zorunda kalmadan fiyat riskini yönetmelerini sağlar. Borsada işlem gören vadeli işlemlerden ve opsiyonlardan farklıdır. Çünkü bireysel olarak müzakere edilen araçlar oldukları için kullanıcılar, risk yönetimi faaliyetlerine daha standart hale getirilmiş vadeli işlem sözleşmeleri veya borsada işlem gören opsiyonlar özelleştirebilirler.

3.2.2. Türev Ürünler İle Risk Stratejileri

Şirketler piyasadaki finansal risklerden korunmak amaçlı türev ürünleri kullanmaktadır. Açık pozisyonlar için ise hedge yapmaya, risksiz kazanç sağlamak için arbitraja ve riski göze alarak kar elde etmek için ise spekülasyona yönelmektedirler. Şirketler, türev ürünler ile risk stratejileri uygulayarak finansal risklerden korunmaya çalışmaktadır. Bu stratejiler, hedging, spekülasyon ve arbitraj olmak üzere üç başlık altında incelenmiştir.

- **Hedging (Riskten Korunma)**

Hedging, gelecekte gerçekleşebilecek bir işlem ya da öngörülen nakit pozisyonu için riskin azaltılması işlemidir. Bu riskin başkasına aktaran kişiye hedger denir. Bir hedger, finansal risklerden korunmak amacıyla türev ürünleri kullanmaktadır. Maruz kalınan kur, faiz ve fiyat gibi risklerden korunmak için hedging işlemi uygulanmaktadır. Bu yöntem finansal ya da finansal olmayan kuruluşlar tarafından kullanılabilir. Örneğin bir işletme sahibi çekmiş olduğu krediyi hedge yaparak maliyetini azaltabilir. Türev ürün ile hedge edilecek ürün birbiri ile bağlantılı olmalıdır. Yani bir varlığın satılmasıyla türev ürünün de satılması yatırımcının finansal riskini azaltır. Bu sayede cari piyasa ile türev piyasa pozisyonları dengelenir. Hedge işleminde teslim tarihi ve hedge yapma tarihi arasındaki fark baz riskinde etki yaratmaktadır. Bu süre arttıkça baz riski artmaktadır. Baz riski, cari fiyat ile türev ürün fiyatı arasındaki farkı gösterir (Haushalter, 2000, 110).

$$\text{Baz} = \text{Hedge yapılacak ürünün cari fiyatı} - \text{Türev ürünün fiyatı}$$

Eğer hedge yapılacak türev ürünün fiyatı ile türev ürünün bağlı olduğu ürünün fiyatına eşit ise baz riski sıfır olur. Fiyat farkının olduğu durumda baz riski ortaya çıkacaktır.

- **Spekülasyon**

Türev ürünler spekülasyonlar için de kullanılmaktadır. Spekülasyon, ileriye yönelik tahmin ve beklentilere dayanarak, fiyat artışlarına karşı kar elde etmek amacıyla yapılan alım-satım işlemidir. Bu işlemi yapana spekülâtör denir. Şirketler mevcut fonlarından fazla gelir elde edebilmek için türev ürünleri spekülasyonlar için kullanırlar. Bu sayede riskten korunmak isteyenlerin transfer ettikleri riskleri üstlenirler ve bunun bedelini beklerler. Spekülâtörler, hedgerler'ların kaçındığı riskleri üstlenerek kar elde etmeye çalışırlar (Miyazaki, 2007, 397).

- **Arbitraj**

Arbitraj, bir piyasadan düşük fiyata alıp başka bir piyasada yüksek fiyatla satma işlemidir. Bu işlemi yapana Arbitrajcı denir. Arbitrajcı bir varlığı düşük fiyattan alıp hemen yüksek fiyattan satar. Örneğin, arbitrajcı hisse senedi alırken ve satarken bütün borsaları takip eder; düşük fiyattan alıp yüksek fiyattan satar. Böylelikle maksimum kar elde etmiş olur. Farklı borsalardaki fiyat asimetrisinden yararlanarak risk almaksızın kar elde ederler (Ghosh, 2003, 474).



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

NAFTA BAZLI PETROKİMYA TESİSLERİNDE FİYAT RİSKİNİN VE HEDGE YÖNTEMLERİNİN ANALİZİ

4.1. Araştırmanın Amacı

İkinci ve üçüncü bölümlerde açıklanan iç ve dış riskler bütün işletmelerin karşı karşıya kaldığı risk türleridir. Tüm sanayi işletmeleri, çevre riski, işçi sağlığı riski, hammadde temininde kesintiye uğrama riski gibi faaliyet risklerine (operasyonel riske) maruz kalmaktadır. Faaliyet risklerinin niteliği, daha çok üretim teknolojisi ve bulunulan sektörün özellikleri tarafından belirlenmektedir. Örneğin, bir tekstil firmasının yüzleştiği çevre riski, çimento, kimya veya demir-çelik firmasının yüzleştiği çevre riskinden farklıdır. Benzer şekilde, yakıt olarak doğal gaz kullanan elektrik üretim santrali ile kömür kullanan termik santralin yüzleştiği hammadde teminindeki aksaklık riskleri ve bunlara karşı alınabilecek önlemler tamamı ile farklıdır. Dolayısıyla, işletmelerin bu risklere karşı korunmak için alabileceği önlemler de bulunulan sektörün özellikleri ve üretimde kullanılan teknoloji tarafından belirlenmektedir.

İşletmelerinin yüzleştiği finansal risklerin birçoğu, işletmenin bulunduğu sektörden veya üretim teknolojisinden bağımsızdır. Finansal piyasaların gelişmişlik düzeyi ve piyasalarda mevcut olan türev araçlar, bu risklerden birçoğuna karşı etkin korunmaya olanak tanımaktadır. İşletmelerin maruz kaldığı en önemli finansal riskler fiyat riski, kur riski ve faiz riskidir. Ancak, faiz ya da kur riskine karşı etkin korunma mekanizmaları mevcuttur. Örneğin, hammaddeyi ABD doları ile alıp Euro ile satış yapan ya da yurtdışından döviz ile girdi alıp ürünlerini Türk Lirası ile satan işletmeler, kur riski ile yüzleşmektedir. Kur riskine maruz kalan bir işletme, kurdaki dalgalanmalara karşı korunmak için döviz piyasalarında vadeli işlem yapabilir ya da opsiyon satın alabilir. Dolayısıyla, kur riskini kolayca yönetmek mümkündür. Benzer şekilde, faiz riski için de bankalar ile faiz swapı yapılarak koruma yapılabilir.

Üretim teknolojisinden bağımsız olarak, nafta bazlı petrokimya tesisleri, diğer risklerle birlikte, fiyat riski ile de yüzleşmektedir. Fiyat riskine karşı hedge etmenin mümkün olup olmadığı, bu çalışmanın temel araştırma amacıdır. Nafta, petrolden elde edildiği için, nafta fiyatları petrol fiyatlarından etkilenmektedir. Üretilen ürünlerin fiyatı ise, arz koşulları (üretim maliyetleri) ile birlikte, talep koşulları (diğer sektörlerin büyüme performansı ve hammadde talebi) tarafından belirlenmektedir. Dolayısıyla, hem hammadde olarak kullanılan naftanın fiyatındaki dalgalanmalara karşı, hem de hazır ürünlerin fiyatlarındaki dalgalanmalar karşı etkin bir hedge yönteminin olup olmadığının araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada, hem hammadde, hem de nihai ürün fiyatlarındaki dalgalanmalar karşı petrol ve petrole bağlı türev araçlarının hedge aleti olarak kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmaktadır.

4.2. Araştırmanın Önemi

Petrol, uluslar arası ticareti en çok yapılan hammadde olduğu için, petrole bağlı vadeli işlemler ve opsiyon gibi birçok türev araç bulunmakta ve bu araçlarla uluslar arası finans piyasalarında günlük çok büyük hacimlerde işlemler yapılmaktadır. Dolayısıyla, petrol fiyatları ile nafta fiyatları ve petrokimyasal ürünlerin fiyatları arasında bir ilişki varsa, bu ilişkiden yararlanarak, hammadde fiyatlarındaki ve ürün fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı etkin hedge oranı ve stratejisi tespit edilebilir.

Örneğin, nafta fiyatları ile petrol fiyatları arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu varsayalım. Bu durumda, naftayı ara girdi olarak kullanan petrokimya tesisi, gelecekte hammadde fiyatlarındaki artışa karşı kendisini hedge etmek için vadeli işlem piyasasında petrol satın alma opsiyonu satın alabilir. Eğer petrol fiyatları artarsa, petrol fiyatları ile nafta fiyatları arasındaki pozitif ilişkiden dolayı, nafta fiyatları da artmış olacaktır. Ancak, bu durumda, petrokimya tesisi yüksek fiyattan nafta satın almak zorunda kalsa bile, opsiyonu kullanarak daha düşük fiyattan petrol satın alarak ve düşük fiyattan alınan bu petrolü spot piyasada daha yüksek fiyattan satarak, nafta fiyatlarındaki artışı telafi etme şansına sahip olacaktır. Nafta fiyatları ile petrol fiyatları arasında negatif bir ilişki olması halinde de, petrokimya tesisleri,

petrol satma opsiyonu satın alarak, hammadde fiyatlarındaki artışa karşı korunabilirler.

Benzer şekilde, petrokimyasalların fiyatlarındaki düşüşe karşı kendisini hedge etmek için de petrol türev ürünlerinden yararlanmak mümkündür. Yine, varsayımsal olarak, petrokimyasal ürünlerin fiyatı ile petrol fiyatları arasında pozitif ilişkinin olduğunu, yani, petrokimyasalların fiyatı ile petrol fiyatlarının aynı yönde hareket ettiğini varsayalım. Bu durumda, petrokimyasal üreticisi, ürün fiyatlarındaki düşüşe karşı kendisini korumak için, petrol satma opsiyonu satın alabilir. Eğer petrokimyasal ürün fiyatları gerçekten de düşerse, petrokimyasallar ile petrol fiyatları aynı yönde hareket ettiği için, petrol fiyatları da düşmüş olacaktır. Bu durumda, üretici, petrol satma opsiyonunu kullanarak daha yüksek fiyattan petrol satma hakkını kullanabilir. Spot piyasadan daha ucuz fiyata aldığı petrolü opsiyon kullanarak daha yüksek fiyattan satan üretici, petrokimyasal fiyatlarındaki düşüşe karşı kendisini korumuş olacaktır. Petrol fiyatları ile petrokimyasal fiyatları arasında negatif ilişki bulunması durumunda ise, ürün fiyatlarındaki düşüşe karşı hedge etmek için petrokimya tesisi petrol satın alma opsiyonunu tercih etmelidir.

Yukarıda açıklanan hedge stratejilerinin uygulanabilmesi için, petrol fiyatları ile nafta ve petrokimyasallar arasında istikrarlı bir ilişkinin bulunması gerekmektedir. Dolayısıyla, “petrole bağlı türev araçlar kullanılarak, nafta bazlı petrokimya tesisleri kendilerini fiyat riskine karşı koruyabilir mi?” sorusuna yanıt aramak için, petrol fiyatları ile nafta ve petrokimyasal ürünler arasındaki ilişkinin analiz edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, fiyatlar arasındaki hem kısa dönem ilişkisi, hem de uzun dönem ilişkisi analiz edilecektir.

Emtia fiyatları riskinin yönetimi, hem emtia üreticileri, hem de tüketicileri için son derecede önemlidir. Carter v.d. (2017), reel sektör firmalarının emtia fiyat riski yönetimi ile ilgili literatür araştırmasında, hem emtia üreticilerinin, hem de ara girdi olarak emtia kullanan üreticilerin fiyat riskine maruz kaldıklarını, uygun bir hedge stratejisi uygulayan firmaların maruz kaldığı riskin düştüğü ve bu şirketlerin kârlılık ve piyasa değerlerinin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrı-ayrı sektörlerin emtia fiyat riski yönetimi ile ilgili birçok çalışma olmasına karşın,

petrokimya tesislerinin risk yönetimi ile ilgili akademik çalışmalar son derecede sınırlıdır (Carter, 2017, 4).

Carter v.d. (2006) ve Lin ve Chang (2009) yakıt fiyat riskine karşı türev araçların kullanımı ile havayolu şirketlerin piyasa değeri arasında pozitif ilişki tespit etmişlerdir (Carter, 2006, 55). Benzer şekilde, Treanor v.d. (2014, 169), hava yolları şirketleri için finansal ve operasyonel risk yönetim araçlarının fiyat riskine maruz kalma olasılığını azalttığını tespit etmişlerdir. MacKay ve Moeller (2007), petrol rafinerileri için, hedge işlemlerinin, firmaların faaliyet nakit akışına olumlu etkisi olduğunu tespit etmişlerdir (MacKay, 2007, 1380). Tufano (1998, 1042), altın üreticilerinin hedge stratejilerinin firmaların riske maruz kalma olasılığını düşürdüğünü göstermiştir. Chidambaran v.d. (2001, 520), Adam ve Fernando (2006) da, altın üreticilerinin hedge stratejileri ve finansal yönetimlerinin birlikte kullanılmasının, işletmelerin piyasa değerini artırdığını göstermiştir (Adam ve Fernando, 2006, 284). Jin ve Jorion (2006) da, petrol ve gaz üreticilerin fiyata karşı hedge etmelerinin, bu şirketlerin hisse değerlerinin petrol ve doğal gaza olan duyarlılığını azalttığını tespit etmiştir (Jin, 2006, 896).

Petrokimya üreticilerinin risk yönetim yöntemi ile ilgili bulabildiğimiz tek akademik araştırma, Thömmes ve Winker (2013) tarafından yapılan çalışmadır. Thömmes ve Winker (2013), yaptıkları analizde, petrol fiyatları ve petrokimyasal ürünlerin fiyatları arasındaki ilişkiyi analiz etmek için vektör hata düzeltme modeli kullanmışlardır. Elde edikleri sonuçlara göre, petrol fiyatları ile petrokimyasal ürünler arasında uzun dönemli istikrarlı ilişki tespit edilmiştir. Dolayısıyla, hem hammadde hem de petrokimyasal ürün pazarı tarafında fiyat riskine maruz kalan işletmeler, petrol fiyatlarını kullanarak fiyat riskine karşı hedge stratejisi geliştirebilirler. Ayrıca, petrol fiyatları kullanılarak petrokimyasal ürünlerin fiyatlarını tahmin etmek de mümkündür.

Bu tezde de petrol fiyatları ile petrokimyasal ürünlerin fiyatları arasındaki ilişki analiz edilmektedir. Ancak, Thömmes ve Winker (2013)'in uyguladığı Johansen-Juselius (1990) eş-bütünleşme testinden farklı olarak, bu çalışmada, Pesaran v.d. (2001) eş-bütünleşme testi tercih edilmiştir. Zaman serileri arasında ekonometrik analiz yapabilmek için, serilerin durağanlık özellikleri test edilmelidir.

Ancak, literatürde yaygın olarak kullanılan birim kök ve durağanlık testlerinin küçük örneklem özelliklerinin tatminkâr olmadığı bilinmektedir. Ayrıca, serilerden bazıları durağan iken bazıları birim kök içeriyorsa, Johansen-Juselius (1990) testi kullanılamamaktadır. Dolayısıyla, Pesaran v.d. (2001) tarafından önerilen eş-bütünleşme testi, Johansen-Juselius testinden daha kullanışlı ve kuvvetlidir.

Bu tezdeki uygulamanın Thömmes ve Winker (2013) çalışmasından ikinci farkı da, değişkenler arasında Granger-nedensellik ilişkisinin araştırılmasıdır. Granger-nedensellik testi, bir değişkenin geçmiş dönem değerlerinin diğer değişkeni açıklama gücünün olup olmadığını test etmektedir. Değişkenler arasında Granger-nedensellik ilişkisinin bulunması, ilgili değişkenin gelecekteki değerini tahmin etmek için kullanılabileceği anlamına gelmektedir. Tüm üreticiler için, hem hammadde olarak kullandığı girdilerin, hem de ürettiği ürünlerin gelecekteki değerini tahmin etme son derecede önemli olduğu için, analizde kullanılan tüm değişkenler arasında kısa dönem, uzun dönem ve kuvvetli (hem kısa, hem de uzun dönem) Granger-nedensellik ilişkisi araştırılmıştır.

Bu tezin bir diğer katkısı da, petrokimyasal ürünlerin fiyatları arasındaki ilişkinin de analiz edilmiş olmasıdır. Thömmes ve Winker (2013), değişkenler arasında, değer zinciri boyunca ilişkiyi analiz etmiştir. Yani, petrol ile nafta, nafta ile petrokimyasallar arasındaki ilişkiye bakmıştır. Bu çalışmada, ilave olarak, petrokimyasalların fiyatları arasındaki ilişkiye de bakılmıştır. Petrokimya tesisleri, birçok petrokimyasal ürünü aynı anda ürettiği için, optimal risk yönetimi, girdi ve çıktılarının fiyatları arasındaki etkilerin tüm boyutları ile bilinmesini gerektiriyor. Dolayısıyla, hem üretim sürecinin planlaması ve optimizasyonu, hem de daha uygun risk stratejisinin belirlenmesi için, üretilen ürünlerin fiyatları arasındaki ilişkinin de analiz edilmesi gerekmektedir.

Çalışmanın bir diğer önemi de, petrol fiyatlarındaki aşırı dalgalanmaların olduğu bir dönemi kapsamasıdır. Petrol fiyatları ile diğer emtia fiyatları arasındaki

ilişki çok daha fazla analiz edilmişken¹, petrokimyasal fiyatları arasındaki ilişki Thömmes ve Winker (2013) çalışması dışında analiz edilmemiştir. Thömmes ve Winker'in analizi 2011 yılına kadar uzanmaktadır. Ancak, 2014 yılının ikinci yarısından sonra petrol fiyatları ve emtia fiyatları çok sert bir şekilde düşmüş ve sonrasında da daha düşük düzeylerde seyretmiştir. Dolayısıyla, fiyatlardaki aşırı dalgalanmaların olduğu bir dönemin de analize dahil edilmesi, değişkenler arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılmasına olanak tanımaktadır. Zira, bu çalışmada hesaplanan uzun dönem esneklikleri Thömmes ve Winker (2013)'in bulduğu değerlere yakın olsa da, görece olarak daha yüksektir (Örneğin, Thömmes ve Winker, petrol fiyatındaki yüzde birlik bir değişimin nafta fiyatlarını uzun dönemde %0.92 oranında artırdığını bulmuşken, bu çalışmada hesaplanan fiyat esnekliği %0.95'tir).

4.3. Araştırmanın Hipotezleri

Bu çalışmada, Brent petrol fiyatları ile, petrokimya tesislerinin temel ara girdisi ve en önemli maliyet unsuru olan nafta fiyatları ve en önemli petrokimyasal ürünler olan etilen ve benzen arasındaki kısa ve uzun dönem araştırılmaktadır. Bu kapsamda, test edilecek temel araştırma hipotezleri, aşağıda gösterilmiştir:

Birinci araştırma hipotezi:

H_0 : Petrol fiyatları ile petrokimyasal fiyatları arasında uzun (1)

dönemli istikrarlı ilişki yoktur

H_1 : Petrol fiyatları ile petrokimyasal fiyatları arasında uzun

dönemli istikrarlı ilişki bulunmaktadır

Burada, petrokimyasal ürünler, yukarıda da bahsedildiği gibi, nafta, etilen ve benzeni içermektedir. Sıfır hipotezinin reddedilmesi, petrol fiyatları ile hammadde ve ürün fiyatları arasında istikrarlı bir ilişkinin olduğu ve dolayısıyla, petrol ve petrole dayalı türev araçlarının, hammadde ve ürün fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı

¹ Örneğin, Pindyck and Rotemberg (1990), Baffes (2007, 2010), Harri et al. (2009), Nazlioglu and Soytaş (2012), birçok emtia fiyatının petrol fiyatından nasıl etkilendiğini analiz etmiştir. Karagiannis v.d. (2015) ve Moutinho v.d. (2017) petrol fiyatlarının yakıt fiyatlarına bakmıştır.

hedge aleti olarak kullanılabilceği anlamına gelmektedir. Burada özel olarak vurgulamak gerekiyor ki, ilişkinin aynı yönlü ya da birebir olması şartı değil. Örneğin, petrol fiyatları ile ürün fiyatları arasında negatif ilişki varsa, hedge stratejisi geliştirirken, petrokimya tesisi, petrol satma opsiyonu yerine satın alma opsiyonu satın alarak da kendini fiyatlardaki dalgalanmalar karşı korumuş olacaktır. Benzer şekilde, ilişki birebir değilse ve aradaki ilişki birden daha az ya da daha fazla ise, hangi oranda ve ne kadar petrolü alma ya da satma opsiyonu kullanması gerekli olduğu da kolaylıkla hesaplanabilir.

İkinci araştırma hipotezi:

H_0 : Petrol fiyatları petrokimyasal fiyatlarının (2)

Granger – nedeni değildir

H_1 : Petrol fiyatları petrokimyasal fiyatlarının

Granger – nedenidir

İkinci araştırma hipotezi, petrol fiyatlarındaki değişmelerin, petrokimyasal fiyatlarındaki değişmeleri açıklama gücünün olup olmadığını test etmektedir. Sıfır hipotezinin reddedilmesi, petrol fiyatlarındaki dalgalanmaların, petrokimyasal fiyatlarında da dalgalanmaya neden olduğu ve petrol fiyatları kullanılarak petrokimyasal fiyatlarının tahmin edilebileceği anlamına gelmektedir. Tüm üreticiler için üretilen ürünlerin fiyatını tahmin etme ve fiyatlarda meydana gelen dalgalanmaları açıklayabilme, hem fiyat risklerine karşı uygun hedge stratejisinin geliştirilmesi, hem de üretim planlaması için son derece önemlidir. Dolayısıyla, fiyatlar arasında Granger-nedensellik ilişkisinin olup olmadığı da araştırılmıştır.

Etkin bir hedge stratejisini ve hedge oranının belirlenebilmesi için petrokimyasal ürünlerin fiyatları arasında da karşılıklı ilişki olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, ilave olarak, aşağıdaki iki hipotez de test edilmiştir:

Üçüncü araştırma hipotezi:

H_0 : Petrokimyasal fiyatları arasında uzun dönemli (3)

istikrarlı ilişki yoktur

H_1 : Petrokimyasal fiyatları arasında uzun dönemli

istikrarlı ilişki vardır

Dördüncü araştırma hipotezi:

H_0 : Petrokimyasal fiyatları bir – birinin (4)

ve petrol fiyatlarının Granger – nedeni değildir

H_1 : Petrokimyasal fiyatları bir – birinin

ve petrol fiyatlarının Granger – nedenidir

Petrokimyasal ürünlerin fiyatları arasındaki ilişkinin kuvveti ve boyutu, üreticilerin optimal üretim planlaması ve fiyatlardaki dalgalanmalara karşı korunması için son derecede önemlidir. Üçüncü araştırma hipotezindeki sıfır hipotezinin reddedilmesi, petrokimyasal ürünlerinin fiyatları arasında istikrarlı ilişki olduğu anlamına gelmektedir. Eğer fiyatlar arasında istikrarlı bir ilişki varsa, bu ilişkiden yararlanarak optimal üretim planlaması ile fiyatlardaki dalgalanmalara karşı korunma olanağı bulunmaktadır. Bu durumda, fiyatlar arasındaki bağımlılık derecesinden yararlanarak, toplam satış gelirlerindeki dalgalanmaları azaltmam mümkün olacaktır. Dördüncü araştırma hipotezinin reddedilmesi, ürünlerden birinin fiyatındaki dalgalanmadan yararlanarak, diğer ürünlerin fiyatlarındaki dalgalanmaların açıklanabileceği anlamına gelmektedir. Dolayısıyla, bu bilgilerden yararlanarak, fiyat dalgalanmalarının üretici firmalara olumsuz etkilerini azaltmak mümkün olacaktır.

Yukarıda dört hipotez belirtilmesine karşın, analizde kullanılan ham petrol (Brent), nafta, etilen ve benzen gibi temel petrokimyasal ürünlerin fiyatları arasında olası tüm ikili kombinasyonlar için uzun dönem ilişkisi ve Granger-nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Dolayısıyla, dört değişken arasında 12 uzun dönem ilişkisi ve

12 Granger-nedensellik ilişkisi test edilmiştir. Ayrıca, Granger-nedensellik testi, uzun dönem, kısa dönem ve kuvvetli (kısa ve uzun dönem birlikte) nedensellik olmak üzere, üç değişik şekilde yapılmıştır. Başka bir ifade ile bu tezde 12 uzun dönem ilişkisi ve 36 Granger-nedensellik ilişkisi test edilmiştir.

4.4. Araştırmanın Metodu

Zaman serileri arasındaki herhangi bir ilişkiyi analiz etmeden önce, serilerin durağan olup olmadığına başka bir ifade ile birim kök içerip içermediğine bakılması gerekmektedir. Eğer seriler durağan değilse, bu değişkenler kullanılarak yapılan regresyon yanıltıcı sonuçlara yol açabilir. Bu durum literatürde “purious relationship” olarak bilinmektedir (Granger ve Newbold, 1974, 20; Banerjee v.d. 1993, 74). Ele alınan değişkenler, birinci farkları alındıktan sonra durağan hale geliyor ve bunların regresyonu da durağan hata terimleri veriyorsa değişkenlerin eş-bütünleşik olduğu söylenir ve bu değişkenler arasında yapılan regresyon anlamlı olur (Engle ve Granger, 1987, 76).

Ele alınan zaman serilerinin durağanlığı, dört değişik birim kök testi kullanılarak test edilmiştir. Bu testler, ADF (Dickey ve Fuller, 1979, 31) testi, PP (Phillips ve Perron, 1988, 340) testi, KPSS testi (Kwiatkowski vd, 1992, 162) ve Zivot-Andrews (1992) testleridir. ADF, PP ve Zivot-Andrews testlerinin temel özelliği, sıfır hipotezi altında serilerin durağan olmadığıdır. Yani bu testlerde, sıfır hipotezinin reddedilmemesi, serilerin durağan olmadığı, reddedilmesi ise durağan olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Buna karşın, KPSS testinin sıfır hipotezi ise, serilerin durağan olduğudur. Bu testte sıfır hipotezinin reddedilmesi, serilerin durağan olmadığı, reddedilmemesi ise, durağan olduğu anlamına gelmektedir. İstatistikte bilindiği üzere, sıfır hipotezin reddedilmemesi, o testin kabul edilmesi anlamına gelmez. Dolayısıyla, ADF ve PP testlerine ilave olarak, sıfır hipotezi serilerin durağan olduğu şeklinde formüle edilen KPSS testi de kullanılmıştır. Zivot-Andrews testinin diğer testlerden farkı ise zaman serilerinde yapısal kırılmanın olabileceğine olanak tanımasıdır.

Hem testlerin görelî kuvvetlerinin düşük olması nedeniyle serilerin durağanlık özelliği konusunda kesin sonuca varılamaması hem de durağanlık dereceleri farklı olabileceği için değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkileri analiz etmek için Pesaran v.d. (2001) tarafından önerilen sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. Bu test, I(0) ve I(1) olan seriler için kullanılabilir.

İki değişken arasında uzun dönem ilişkisinin olup olmadığı, aşağıdaki regresyon modeli kullanılarak yapılmaktadır.

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \Delta X_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_i \Delta Y_{t-i} + \gamma X_{t-1} + \delta Y_{t-1} + \epsilon_t \quad (5)$$

Bu denklemde ϵ_t hata terimi, Δ ise fark işaretidir, yani, $\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1}$.

Serilerin eş-bütünleşik olup olmadığı, düzey değişkenlerinin gecikmeli değerlerinin istatistiksel olarak sıfırdan farklı olup olmadığı hipotezinin test edilmesi için kullanılmaktadır. Yani, F-testi yardımı ile

$$H_0: \gamma = \delta = 0 \quad (6)$$

$$H_1: \gamma \neq 0 \text{ ve } \delta \neq 0$$

hipotezinin test edilmesi ile seriler arasında uzun dönem ilişkisi olup olmadığı test edilebilir.

Bu test, I(0) ve I(1) olan serilere uygulanabildiğinden Pesaran vd. (2001) F istatistiği için biri I(0) diğeri de I(1) serileri olmak üzere iki farklı değer (sınır değerleri) sunmaktadır. Eğer (6)'da verilen hipotezin test edilmesiyle hesaplanan F istatistiği I(0) için verilen alt sınır değerinin altında yer alıyorsa, serilerin eş bütünleşik olmadığı ve dolayısıyla bu seriler arasında uzun dönemli ilişkinin olmadığı sonucuna varılır. Hesaplanan F istatistiği I(1) için üst sınır değerinin

üzerinde ise serilerin eş bütünleşik olduğu ve bu seriler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna varılır. Ancak, hesaplanan F istatistiği bu iki sınır değer arasında yer alırsa, bu durumda serilerin eş bütünleşme özelliği konusunda herhangi bir sonuca ulaşmak mümkün olmamaktadır. Bu durumda diğer eş bütünleşme testlerine ve ilave istatistiksel analizlere başvurulması gerekmektedir.

Seriler arasında eş bütünleşme tespit edilmesi halinde, değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisi aşağıdaki regresyon modeli yardımı ile elde edilmektedir.

$$X_t = \alpha_0 + \theta Y_t + u_t \quad (7)$$

Verilerin logaritması alındığı için θ parametresi X değişkeninin Y değişkenine göre esnekliğini ölçmektedir.

Değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin bulunmasına karşın çeşitli şoklar nedeni ile bu uzun dönemli ilişkiden sapmalar olabileceği kabul edilmektedir. Ancak, uzun dönemli ilişkinin var olabilmesi için, kısa dönem sapmaların düzeltilmesi ve ilişkinin bu uzun dönemli düzeyine yansımaları gerekmektedir. Bu nedenle de değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkiyi tanımlamak için hata düzeltme modeli kurulabilir. Değişkenler arasındaki kısa dönem ilişkisi, aşağıdaki hata düzeltme modeli yardımı ile tahmin edilmiştir.

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \Delta X_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_i \Delta Y_{t-i} + \varphi ECT_t + \vartheta_t \quad (8)$$

Burada, ECT_t hata düzeltme terimidir ve uzun dönem denkleminde (Denklem 7) elde edilen hata teriminin gecikmeli değeridir, yani, $ECT_t = u_{t-1}$.

Uzun dönemli ilişkiden sapmaların düzeltilebilmesi için hata düzeltme modelindeki hata düzeltme teriminin katsayısının negatif olması gerekiyor. Yani, yukarıdaki denklem 4'te $\varphi < 0$ olması gerekiyor. Hata düzeltme modelinde hata düzeltme teriminin katsayısının negatif olması, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olduğuna dair bir gösterge olarak da yorumlanmaktadır. Dolayısıyla, değişkenlerin eş bütünleşik olup olmadığı alternatif olarak (8) denklemindeki hata düzeltme katsayısının (φ) negatif olup olmadığını test etmekle de sınanabilir. Yani, eş bütünleşme testi, alternatif olarak, aşağıdaki hipotez testi yardımı ile de sınanabilir:

$$H_0: \varphi \geq 0 \quad (9)$$

$$H_1: \varphi < 0$$

Bu hipotez, t-testi yardımı ile yapılabilmektedir. Sıfır hipotezinin reddedilmesi, değişkenlerin eş bütünleşik olduğu, başka bir ifade ile değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Pesaran vd. (2001), F testine benzer şekilde, t-testi için de alt ve üst sınır değerler türetmişlerdir.

Seriler arasında eş bütünleşme olmaması değişkenler arasında uzun dönem ilişkinin olmadığı şeklinde yorumlanmaktadır. Bu durumda değişkenler arasında kısa dönem ilişkisi aşağıdaki ARDL modeli yardımı ile analiz edilebilir:

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \Delta X_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_i \Delta Y_{t-i} + \vartheta_t \quad (10)$$

Değişkenler arasında ilişki için uygun ARDL veya hata düzeltme modeli tahmin edildikten sonra Granger-nedensellik testleri yapılmıştır. Granger-nedensellik testi, bir değişkenin diğer değişkeni açıklama gücüne sahip olup olmadığını test

etmektedir. Değişkenler arasında eş bütünleşme tespit edilmemişse bu değişkenler arasında sadece kısa dönem Granger-nedensellik testi yapılabilir. ARDL modelinde kısa dönem Granger nedensellik testi aşağıdaki hipotezin test edilmesi ile yapılmaktadır:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_m = 0 \quad (11)$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0, \beta_2 \neq 0, \beta_3 \neq 0, \dots, \beta_m \neq 0$$

Sıfır hipotezinin reddedilmesi, Y değişkenin X değişkenini kısa dönemde açıklama gücüne sahip olduğu dolayısıyla da Y değişkeninden yararlanılarak X'in gelecekteki değerlerinin tahmin edilebileceği anlamına gelmektedir. Değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişki yukarıdaki (10) numaralı denklemde verilmektedir.

Değişkenler arasında eş bütünleşme tespit edilmişse, değişkenler arasında uzun dönemli ilişki bulunmaktadır. Dolayısıyla, bu değişkenler arasında, hem kısa dönem hem de uzun dönem Granger-nedensellik ilişkisi test edilebilir. Aslında bu durumda üç farklı Granger-nedensellik testi yapılabilir. Birincisi, değişkenler arasında kısa dönemde Granger-nedensellik testidir. Bu test, yukarıdaki (8) numaralı denklemde verilen hata düzeltme modeli tahmin edildikten sonra aşağıdaki sıfır hipotezinin test edilmesi yoluyla yapılmaktadır:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_m = 0 \quad (12)$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0, \beta_2 \neq 0, \beta_3 \neq 0, \dots, \beta_m \neq 0$$

Sıfır hipotezinin reddedilmesi, Y değişkeninin, kısa dönemde, X değişkenini tahmin etmek için kullanılabileceği anlamına gelmektedir. Değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişki yukarıdaki (8) numaralı denklemde verilmektedir.

İkincisi, uzun dönem Granger-nedensellik testidir. Uzun dönemli Granger-nedensellik testi yine (8) numaralı denklemde verilen hata düzeltme modeli tahmin edildikten sonra aşağıdaki sıfır hipotezinin test edilmesi yoluyla yapılmaktadır:

$$H_0: \varphi = 0 \quad (13)$$

$$H_1: \varphi \neq 0$$

Bu hipotezin reddedilmesi Y değişkeninin uzun dönemde X değişkenini tahmin etmek için kullanılabileceği anlamına gelmektedir. İki değişken arasındaki uzun dönemli ilişki yukarıdaki (7) numaralı denklemde verilmektedir.

Üçüncü nedensellik testi ise hem kısa hem de uzun dönem Granger-nedensellik testidir. Yani, Y değişkeninin geçmiş değerleri kullanılarak X değişkeni değerini, hem kısa dönem hem de uzun dönemde tahmin etmek mümkündür. Bu nedenle, bu üçüncü nedensellik testi kuvvetli Granger-nedensellik testi olarak da anılmaktadır. Kuvvetli nedensellik testi yine (8) numaralı denklemde verilen hata düzeltme modeli tahmin edildikten sonra aşağıdaki sıfır hipotezinin test edilmesi yoluyla yapılmaktadır:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_m = \varphi = 0 \quad (14)$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0, \beta_2 \neq 0, \beta_3 \neq 0, \dots, \beta_m \neq 0, \varphi \neq 0$$

Sıfır hipotezinin reddedilmesi Y değişkeninin geçmiş değerlerinden yararlanılarak X değişkeninin hem kısa hem de uzun dönemde gelecek değerlerinin tahmin edilebileceği anlamına gelmektedir. İki değişken arasındaki uzun dönemli ilişki yukarıdaki (7) numaralı denklemde kısa dönemli ilişki ise (8) numaralı denklemde verilmektedir.

4.5. Araştırmanın Örneklemi

Bu çalışmada; nafta bazlı petrokimya tesislerinde en çok risk oluşturan fiyat riski için analiz yapılmıştır. Brent, etilen, benzen ürünleri ve fiyat dalgalanmaları arasındaki ilişki ve etki detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Brent, etilen ve benzen ürünleri arasındaki ilişkinin ve birbirileri ile korelasyonun olup olmadığı, bununla birlikte ileriye dönük bir tahminde bulunup bulunamayacağı belirtilmiştir. Bu çalışmanın verileri Ocak 2000 – Mayıs 2018 dönemini kapsamaktadır. Veriler, Reuters, ICIS ve Bloomberg veri tabanından alınmıştır. Tüm istatistiksel analizlerden önce verilerin doğal logaritması alınmıştır.

4.6. Araştırmanın Analiz Sonuçları ve Bulguları

Bu bölümde, yapılan analizlerin sonuçları sunulmuştur. Öncelikle, değişkenlerin durağan olup olmadığını test etmek için yapılan birim kök testlerinin ve eş bütünleşme testinin sonuçları ile Granger-nedensellik testinin sonuçları verilmiştir. Daha sonra, değişkenler arasında tahmin edilen hata düzeltme modelinin tahmin sonuçları sunulmuştur. Son olarak da tahmin edilen parametrelerden yararlanarak, fiyat riskine karşı korunmak için geliştirilebilecek hedge stratejisine bir örnek verilmiştir.

4.6.1. Durağanlık Test Sonuçları

Değişkenler arasındaki ilişki analizleri yapılmış ve aşağıda sonuçları verilmiştir. Tablo 19'da brent, nafta, etilen ve benzen için yapılmış birim kök testleri verilmiştir. ADF, PP ve ZA testleri için %5 ve %1 anlamlılık düzeyi reddedilirken KPSS testi için durağanlık hipotezinin reddedilmediği anlamına gelmektedir.

Tablo 19. Birim Kök Testleri

	ADF Testi	PP Testi	KPSS Testi	ZA testi
Düzeyler				
Brent	-1.892	-1.867	0.359	-3.563
Nafta	-2.549	-2.148	0.353	-4.613
Etilen	-3.890*	-2.808	0.231	-6.034**
Benzen	-3.281	-2.870	0.292	-4.968
Birinci Farklar				
Brent	-14.471**	-14.489**	0.084**	-14.710**
Nafta	-12.576**	-12.570**	0.083**	-12.684**
Etilen	-10.373**	-12.216**	0.065**	-10.533**
Benzen	-12.346**	-12.292**	0.067**	-12.508**
Kritik Değerler				
%5 (trend ve sabit)	-3.430	-3.430	0.146	-5.08
(sadece sabit)	-2.875	-2.875	0.463	-5.34
%1 (trend ve sabit)	-4.001	-4.001	0.216	-5.57
(sadece sabit)	-3.460	-3.460	0.739	-4.80
Açıklama: * ve **, ADF, PP ve ZA testleri için birim kök hipotezinin, sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeyinde reddedildiği, KPSS testi içinse, durağanlık hipotezinin reddedilmediği anlamına gelmektedir. Dolayısıyla * ve ** ilgili serilerin sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu anlamına gelmektedir. Tüm düzeyde trend anlamlı olduğu için düzeyde yapılan birim kök testleri trend içermektedir. Ancak birinci farklarda trend kullanılmamıştır.				

Tablodan da görüleceği üzere, etilen hariç, tüm testler serilerin düzeyinin birim kök içerdiği, farkları alındığı zamansa birim kök içermediği sonucunu vermektedir. Bu sonuçlar, Brent, Nafta ve Benzen serilerinin birim kök içerdiği (I(1) olduğu) ve dolayısıyla durağan olmadığı anlamına gelmektedir. Buna karşın, test sonuçları, etilen serisinin durağanlığı hakkında farklı sonuçlar vermektedir. ADF ve Zivot-Andrews testi etilen düzeyinin durağan olduğuna (I(0) olduğu) işaret etmesine karşın PP ve KPSS testi bu serinin I(1) olduğuna yani durağan olmadığına işaret

etmektedir. Tüm durağanlık testlerinin küçük örneklerde kuvvetin görel olarak düşük olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla bu testlerin sonuçlarını kesin kanıt olarak görmemek gerekiyor.

4.6.2. Eş-bütünleşme Test Sonuçları

Bu testlerin görel kuvvetlerinin düşük olması durağanlık için kesin sonuca ulaşmayı engellemiştir. Uzun dönemli ilişkilerin analizi için sınır testi yapılmıştır. Bu tabloda verilen sonuçlar, serilerin tamamının birinci farkı alındığı zaman durağan olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, bu veriler için sınır testi uygulanabilir. Değişkenlerin eş bütünleşme özelliği gösterip göstermediği, başka bir ifade ile değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olup olmadığını test etmek için yapılan sınır testlerinin sonucu Tablo 20’de sunulmuştur.

Tablo 20. Eş-bütünleşme test sonuçları

Değişkenler	F testi		t-testi	
Brent → Nafta	13.316***		-5.114***	
Nafta → Brent	27.687***		-7.399***	
Brent → Etilen	7.424**		-3.861**	
Etilen → Brent	4.460		-2.992	
Brent → Benzen	12.172***		-4.815***	
Benzen → Brent	5.964***		-3.152	
Etilen → Nafta	3.342		-2.567	
Nafta → Etilen	9.156***		-4.257**	
Nafta → Benzen	10.025***		-4.432***	
Benzen → Nafta	8.705***		-4.135**	
Benzen → Etilen	13.826***		-5.106***	
Etilen → Benzen	3.629		-2.213	
Kritik Değerler	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
% 10	4.04	4.78	-3.13	-3.40
% 5	4.94	5.73	-3.41	-3.69
% 1	6.84	7.84	-3.96	-4.26

Tablodan da görüleceği üzere, etilen-brent, etilen-nafta ve etilen-benzen hariç ele alınan tüm olası ilişki çiftleri için eş bütünleşme olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, ilgili değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu anlamına gelmektedir. Özellikle, petrol fiyatları ile nafta ve petrokimyasal ürünlerin fiyatları arasında uzun dönemli ilişkinin bulunması, petrole dayalı finansal türev araçlarının, hammadde ve ürün fiyatlarındaki riske karşı hedge aleti olarak kullanılabilmesi anlamına gelmektedir.

4.6.3. Granger-Nedensellik Test Sonuçları

Eş-bütünleşme ilişkisi tespit edilen tüm değişken ikilileri için hata düzeltme modeli tahmin edilmiştir. Değişkenler arasında eş-bütünleşme tespit edilmediği durumlarda ise, ARDL modeli tahmin edilmiş ve değişkenler arasında Granger-nedensellik ilişkisi olup olmadığı araştırılmıştır.

Eş-bütünleşme ilişkisi olan ve dolayısıyla hata düzeltme modeli tahmin edilen değişken ikilileri için kısa dönem, uzun dönem ve kuvvetli (kısa ve uzun dönem) Granger-nedensellik testleri yapılmıştır. Eş-bütünleşme ilişkisi olmayan değişken ikilileri içinse, bu değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olmadığından, sadece kısa dönem Granger-nedensellik testi yapılmıştır.

Granger-nedensellik testlerinin sonuçları, aşağıdaki Tablo 21'de verilmektedir.

Tablo 21. Granger-nedensellik testi sonuçları

	Kısa dönem nedensellik:	Uzun Dönem Nedensellik	Kuvvetli (Kısa+Uzun Dönem) Nedensellik
Brent naftanın Granger-nedeni değildir	395.046****	-5.114****	263.784****
Nafta brentin Granger-nedeni değildir	1.646*	-7.399****	6.665****
Brent etilenin Granger-nedeni değildir	29.320****	-3.861****	26.099****
Etilen brentin Granger-nedeni değildir	33.154****	-	-
Brent benzenin Granger-nedeni değildir	51.038****	-4.815****	40.022****
Benzen brentin Granger-nedeni değildir	9.413****	-3.152****	9.424****
Etilen naftanın Granger-nedeni değildir	57.711****	-	-
Nafta etilenin Granger-nedeni değildir	42.338****	-4.257****	37.673****
Nafta benzenin Granger-nedeni değildir	80.851****	-4.432****	63.274****
Benzen naftanın Granger-nedeni değildir	139.601****	-4.135****	72.876****
Benzen etilenin Granger-nedeni değildir	27.262****	-5.106****	31.742****
Etilen benzenin Granger-nedeni değildir	14.463****	-	-
Açıklama: *, ** ve *** sırası ile %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezinin reddedildiği anlamına gelmektedir. – işareti, ilgili yönde uzun dönemli ilişki olmadığı için Granger-nedensellik testinin yapılmadığı anlamına gelmektedir.			

Tablodan da görüleceği üzere, değişkenler arasında eş-bütünleşme tespit edilen tüm durumlarda, ilgili değişkenler arasında hem kısa hem de uzun dönemde Granger-nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu da ilgili değişkenler arasında, hem kısa hem de uzun dönemde bir ilişki olduğu ve değişkenlerin benzer dinamikler gösterdiği anlamına gelmektedir.

Değişkenler arasında sadece kısa dönem ilişkinin bulunması, bu değişkenler için uzun dönemli ortak hareket olmadığı anlamına gelmektedir. Yapılan testler, etilen fiyatlarından petrol, nafta ve benzen fiyatlarına yönelik sadece kısa dönemli ilişki olduğunu göstermektedir. Petrol ile petrokimyasalların etkilemesi beklenen bir durumdur ve en önemli girdidir. Petrolden elde edildiği için beklenen bir durumdur. Petrokimyasal fiyatlarının petrol fiyatlarına etkilenmesi beklentiler teorisi ile açıklana bilir. Şöyle ki petrokimyasallar fiyatların artması talep artışı olarak yorumlanır dolayısıyla petrokimyasalların artması gelecekte talebin de artacağı şeklinde yorumlana bilir. Dolayısıyla bu beklentiler nedeni ile petrol fiyatlarında artış olacaktır. Bu, uzun dönemde, etilenin nafta veya benzen fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı hedge aleti olarak kullanılamayacağı anlamına gelmektedir. Kısa dönemde ise Granger-nedensellik tespit edildiği için, etilenin sadece kısa dönemde ilgili ürünlerin fiyat riskine karşı hedge aleti olarak kullanılabilir.

Diğer tüm değişken ikilileri için, hem kısa dönem, hem de uzun dönemde, Granger-nedensellik ilişkisi görülmüştür. Bu da, ilgili değişkenlerin uygun bir hedge aleti olarak kullanılabileceği anlamına gelmektedir. Ayrıca, bu değişkenlerin fiyatları kullanılarak ilgili ürünlerin gelecekteki fiyatlarını, hem kısa dönem, hem de uzun dönem için tahmin etmek mümkün olacaktır.

4.6.4. Hata düzeltme Modellerinin Tahmin Sonuçları

Örnek olarak, brent ile diğer üç ürün yani etilen, nafta ve benzen arasındaki ilişki için tahmin edilen uzun ve kısa dönem ilişkileri, aşağıdaki **Tablo 22**'de verilmiştir². Tablodan da görüleceği üzere, brent fiyatı, diğer ürünlerin fiyatları için tahmin edilen hem kısa, hem de uzun dönem ilişkisinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

² Bu değişkenler için, ilave olarak, Johansen-Juselius (1990) eşbütünleşme testleri de uygulanmıştır. Bu testlerin sonucu ekte gösterilmiştir. Bu testin sonuçlarına göre de ilgili değişkenler eşbütünleşme göstermektedir.

Tablo 22. Hata Düzeltme Modeli Tahmin Sonuçları

	Bağımlı değişken		
	Nafta	Etilen	Benzen
Uzun Dönem			
Sabit	0.454 (0.056)***	3.037 (0.155)***	1.491 (0.171)***
$Brent_t$	0.952(0.001)***	0.632 (0.026)***	0.853 (0.028)***
Kısa Dönem			
Sabit	-0.001 (0.004)	-0.002 (0.006)	-0.002 (0.008)
ECT_{t-1}	-0.368 (0.072)***	-0.144 (0.037)***	-0.186 (0.039)***
ΔY_{t-1}	-0.079 (0.071)	0.226 (0.063)***	0.033 (0.067)
ΔY_{t-2}	0.011 (0.035)	-0.055 (0.062)	
ΔY_{t-3}	-0.130 (0.035)***	-0.165 (0.061)***	
$\Delta Brent_t$	1.021 (0.036)***	0.375 (0.061)***	0.751 (0.078)***
$\Delta Brent_{t-1}$	0.239 (0.036)***	0.296 (0.066)***	0.341 (0.088)***
Tanımlama Testleri			
Q(1)	0.001 [0.929]	0.509 [0.476]	0.029 [0.865]
Q(4)	1.921 [0.750]	3.878 [0.423]	1.779 [0.776]
ARCH(1)	0.047 [0.829]	0.209 [0.647]	1.000 [0.317]
ARCH(4)	1.638 [0.802]	0.698 [0.952]	5.558 [0.235]
<p>Açıklama: Normal parantez () içindeki sayılar, parametre tahminlerinin standart hatalarıdır. Kare parantez [] içindeki sayılar, tanımlama testlerinin olasılık değerleridir. *, **, ***, sırasıyla, %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeyinde parametrelerin sıfıra eşit olduğu hipotezinin reddedildiğini göstermektedir.</p> <p>Q(i), hata terimleri arasında i-ninci dereceden serisel otokorelasyon olup olmadığını gösteren Ljung-Box'ın (1979) Q istatistiğidir. ARCH(i), hata terimleri arasında i-ninci dereceden değişen varyans sorunu olup olmadığını gösteren Engle'in (1982) LM testidir.</p>			

Tablodan da görülebileceği gibi, petrol fiyatlarının petrokimyasal ürünlerin fiyatlarına uzun ve kısa dönemli etkileri, %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Yani, petrol fiyatlarındaki değişimler, bu ürünlerin fiyatlarını, hem kısa dönemde, hem de uzun dönemde istatistiksel olarak anlamlı şekilde artırmaktadır. İlave olarak, hata düzeltme katsayıları da yine %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Yani, uzun dönemli ilişkiden sapma olduğu zaman, ilgili ürünlerin fiyatları, denge düzeyine geri dönme eğiliminde olmaktadır.

Tahmin edilen ilişkiye göre, petrol fiyatlarındaki %1'lik artış, nafta fiyatlarını uzun dönemde %0.95 oranında artırmaktadır. Etilen ve benzenin uzun dönem esneklikleri ise, sırası ile, 0.63 ve 0.85 olarak tahmin edilmiştir. Kısa dönemde ise, petrol fiyatlarındaki %1'lik değişim, nafta fiyatlarını %1.26 ($=1.021+0.239$) oranında artırmaktadır. Etilen ve benzen fiyatlarının kısa dönem esneklikleri ise 0.67 ($=0.375+0.296$) ve 1.09($=0.751+0.341$) olarak hesaplanmıştır.

4.6.5. Analiz Sonuçları ve Hedge Stratejisi İçin Bir Örnek

Tahmin edilen model sonuçları, petrol fiyatlarının ilgili petrokimyasal ürünlerin fiyatlarındaki dalgalanma riskine karşı hedge aleti olarak kullanılabilirliğini göstermektedir. Örnek olarak, nafta ve benzen ikilisini inceleyelim. Analiz sonuçları, bu iki ürün arasında, çift yönlü hem kısa, hem de uzun dönemli nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, bir değişkenin fiyat bilgilerinden yararlanarak diğer değişkenin gelecekteki fiyatlarını, hem kısa dönem, hem de uzun dönem için tahmin etmek mümkündür. Ayrıca, nafta petrokimyasal tesisler için hammadde, benzen ise üretilen ürün olduğu için, girdi fiyatlarındaki riski nihai ürün ile, nihai ürün fiyatındaki riski ise girdi fiyatı ile hedge etmek imkanı vardır. Örneğin, bir petrokimya tesisinin, yüksek fiyattan alınan nafta ile üretilen benzeni düşük fiyatla satma riski ile karşı karşıya kaldığı durumu düşünelim. Bu durumda petrokimya tesisi fiyat riskine karşı kendisini üç farklı şekilde hedge etmek olanağına sahiptir. Birincisi, benzen ile petrol fiyatları da eşbütünleşik olduğu ve bu iki değişken arasında da çift yönlü Granger-nedensellik ilişkisi olduğu için, petrole bağlı türev araçlar kullanılabilir. Üretici, fiyat düşüşüne karşı kendisini hedge etmek için, petrol satma opsiyonu satın alabilir. Eğer benzen fiyatları gerçekten de düşerse, bu durumda, üretici spot piyasadan petrol alır ve

opsiyonu kullanarak petrolü yüksek fiyattan satar. Bu durumda, petrol opsiyonunun kullanımından elde edilen gelir, benzen fiyatının düşmesi sonucu oluşan zararın tamamını veya bir kısmını telafi edecektir.

İkinci yol olarak, uzun vadeli nafta satma sözleşmesi imzalayabilir. Eğer gelecekte gerçekten de benzen fiyatları düşerse, bu durumda, Granger-nedensellik dolayısıyla, nafta fiyatları da düşmüş olacaktır. Bu durumda, üretici, spot piyasadan nafta satın alarak önceden belirlenmiş yüksek fiyattan satabilir. Bu da, fiyatlardaki düşüşü telafi edecektir.

Üçüncü ve daha mantıklı yöntem ise, her iki yöntemi de aynı anda kullanmaktır. Brent-nafta, brent-benzen ve nafta-benzen fiyatları arasında uzun ve kısa dönemli çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu için, bu ürünlerin ikili ilişkilerinden yararlanarak, hem nafta satışı hem de petrol satışını içeren karma bir strateji geliştirilmesidir. Bu şekilde uygun bir karma hedge stratejisinin geliştirilmesi ise, ilgili ürünlerin çapraz esnekliklerinin bilinmesini gerektirmektedir.

Tahmin edilen denklem ve hesaplanan esneklik katsayıları, uygun hedge oranının belirlenmesi için kullanılabilir. Örnek olarak, bir petrokimya tesisinin 1 ton nafta satın aldığını ve naftanın cari fiyatının 500 dolar/ton olduğunu düşünelim. Petrolün ton fiyatının ise 400 dolar/ton olduğunu varsayalım. Bu durumda, nafta fiyatındaki artış riskine karşı kendisini koruması için 1.575 ($= \frac{500}{400} * 1,26 = \frac{Nafta Fiyatı}{Petrol Fiyatı} * Esneklik$) ton petrolü 400 dolar/ton fiyatından satın

alma opsiyonu almalıdır. Bu dönemde, petrol fiyatlarının %10 oranında arttığını ve 440 dolar/ton seviyesine çıktığını varsayalım. Petrol fiyatlarındaki %10'luk artış, nafta fiyatlarını kısa dönemde %12.6 oranında artıracaktır. Başka bir sözle, nafta fiyatlarının 563 dolar yükselmesi beklenmektedir. Naftanın üreticiye olan maliyeti, toplam 63 dolar arttığı için, bu artışı telafi edecek kadar petrol satışı gerçekleştirilirse, üretici fiyat artışına karşı kendisini hedge etmiş olacaktır. Üretici, 1.575 ton petrolü 400 dolar/ton fiyatından satın alır ve bunu spot fiyat olan 440/dolar ton fiyatından satarsa, ton başına 40 dolar veya toplamda, $1.575*40=63$ dolar satış geliri elde etmiş olacaktır ki, bu da, nafta fiyatındaki artışı tamamı ile telafi etmektedir. Doğal olarak, opsiyon fiyatları da, hedge stratejilerinde mutlaka dikkate

alınmalıdır. Ancak, ürün fiyatları arasında uzun ve kısa dönemli ilişkinin tespit edilmiş olması, bu ürünler için kârlı hedge stratejilerinin geliştirilebileceğini göstermektedir. Tüm ürün fiyatları arasındaki karşılıklı etkileşim boyutunun bilinmesi, kuşkusuz ki, daha etkin bir hedge stratejisinin geliştirilmesine olanak tanıyacaktır. İlave olarak, üretici firmaların risk tercihleri de belirlenecek hedge stratejisinin en önemli parametrelerinden biri olacaktır.



SONUÇ

Dünya ekonomisini elinde tutan petrol ve petrokimya endüstrisi, birçok endüstrinin de temelini oluşturmaktadır. Gerek hammadde olarak gerekse fonksiyonel kullanım ile hayatımızın her alanında yer alan petrokimyasal ürünlere karşı ihtiyaç her geçen gün daha da artmaktadır. Artan dünya nüfusu ile birlikte küresel talebin artması bu sektörün önemini daha belirgin hale gelmektedir. Talebin karşılanması için alternatif enerji kaynakları gündeme gelse de bu, petrol ve petrokimyaya olan talebi düşürmemektedir. Bunun başlıca sebebi birçok sektör için hammadde ve ara mal olarak vazgeçilmez olmasıdır. Bu amaçla talebin karşılanmasına yönelik küresel anlamda stratejik planlamalar, yatırımlar ve optimizasyon araçları gerektirmektedir. Petrokimya tesisleri, hammadde ve ürünlere dayalı çok çeşitli proseslerin uygulandığı ve ileri teknolojileri de içinde barındırdığı entegre sistemlerdir. Petrokimyasal ürünler, birçok prosesde hammadde, taşımacılık ve endüstriyel sistemlerinde yakıt, plastikler, sentetik kauçuklar, tekstil, elektronik, inşaat, otomotiv ve birçok faydalı kimyasal ürün ile fonksiyonel olarak hayatımızda bulunmaktadır.

Petrokimya endüstrisi, 1849 yılında açılan ilk petrol kuyusu ile birlikte ortaya çıkmış II. Dünya Savaşı döneminde jet yakıtları, sentetik plastikler gibi yeni pazarlarda petrokimyasalların önem kazanmasıyla büyümeye devam etmiştir. Türkiye ise petrokimya endüstrisi ile 1960'lı yılların başında tanışmış ve hızlı bir gelişim göstererek ekonominin nabzını tutmuştur. 1965 yılında kurulmuş olan PETKİM ülkenin en büyük petrokimyasal üreticisi olarak hala varlığını sürdürmektedir ve Türkiye'nin ekonomisi açısından da oldukça önemli bir konuma sahiptir. Türkiye'de petrokimyasal ürünlerin son beş yılda yapılan ithalatları, % 35'i polimer, %18'i elyaf, %47'si lastik ve %31'i diğer petrokimyasal ürünlere yöneliktir. Bu da petrokimyaya bağımlılığımızın sürekli bir artış halinde olduğunun en açık göstergesidir. Petrokimya sektörü ülkemizdeki toplam kimyasal üretiminin %25'ini temsil etmektedir.

Petrol ürünlerine katma değer kazandırarak daha değerli ürünlere dönüştüren petrokimya endüstrisi artan ürün çeşitliliği ile oldukça büyük bir öneme sahiptir. Bu ürünler bazen son ürün olurken bazen de diğer endüstri alanlarında hammadde veya ara ürün olarak kullanılmaktadır. Petrokimyasalların artan rolü, aynı zamanda küresel petrol tüketiminin hızla artmasında da büyük etkiye sahiptir. Petrokimyasal üretimi ile talebin karşılanma oranı ve ülke içinde yeterli olması petrokimyasal ürün fiyatlarının belirlenmesinde de önemli rol oynamaktadır. Türkiye'nin petrokimya endüstrisine yatırım yapmayı sürdürmesi, üretim kapasitesini ürün çeşitliliğindeki ihtiyaca göre artırması, katma değeri yüksek yeni ürünler üretmesi sektörün devamlılığı ve gelişimi için oldukça önemlidir. Bu sayede yabancı yatırımcıların ilgisini çekecek, rekabet gücünü elinde tutan bir bölge haline gelecektir.

Petrokimya endüstrisindeki maliyetleri; ruhsatlandırma, üretme, işleme süreci (rafinaj), nakliye, dağıtım ve depolama giderlerinden oluşmaktadır. Bu maliyetleri en çok kaynağın bulunduğu jeolojik konum ve bölgelerin coğrafyası etkilemektedir. Petrokimya tesisleri, hammadde ve ürünlere dayalı çok çeşitli proseslerin uygulandığı ve ileri teknolojileri içinde barındırdığı entegre sistemlerdir. Petrokimya tesisleri çok geniş bir arazide kurulmakta geniş boru hattı ağı, dönen ekipman fırınları, sütunlar, gemiler ve tanklardan oluşmaktadır. Petrokimya tesislerinde yer alan teknoloji, özel ekipman, gelişmiş mühendislik ve kalifiye personel gerektirmektedir. Bu tesislerde hammaddelerin tesise, elde edilen ürünlerin tesisten müşteriye taşınmasında ortaya çıkan maliyetler de küçümsenmeyecek kadar fazladır. Petrokimya sanayisinde kullanılan petrol ürünleri taşıma sırasında meydana gelebilecek riskler ve büyük ölçek taşıma yapılmasından kaynaklı taşıma maliyetleri de yüksek olmaktadır.

Türkiye, petrokimya endüstrisindeki üretim kapasitesi ile diğer ülkelerin oldukça gerisinde kalmaktadır. Örneğin; etilen yılda 588.000 ton kapasiteyle üretilmektedir bu da Dünya genelindeki üretimin sadece % 0,39'una karşılık gelmektedir. Bu değer Türkiye'nin petrokimya sektörüne yeterince yatırım yapmamasının göstergesidir. Hammadde tedarikinin ülke içi kaynaklardan sağlanması ve ihracata yönelimin artmasıyla birlikte petrokimya sektörüne dolayısıyla ülke ekonomisine büyük katkı sağlanacaktır. 2023 hedeflerinde 500

milyar dolarlık ihracatın 50 milyar dolarının kimya sektörü tarafından sağlanması yer almaktadır. Petrokimyaya karşı artan iç talep ve ihracat oranları göz önüne alındığında petrokimya sektörü ihmal edilmeyecek kadar büyük bir sektör olduğu anlaşılmaktadır. Hem dışa bağımlılığın ortadan kalkması hem de ihracat kapasitesinin artırılması için petrokimya sektörüne yeterince önem vermek gerekmektedir.

İkinci bölümde yer verilen riskler, petrokimya sektörü de dahil olmak üzere bütün sektörler için geçerlidir. Bu risklerin doğru bir şekilde yönetilebilmesi için risklerin tanınması, değerlendirilmesi, bu risklere karşı alınacak tedbirlerin belirlenmesi, bu riskler ile karşılaşıldığında eylem planının hazır olması, risk takip sisteminin kurulması, uyarı noktalarının belirlenmesi, riskleri önleyici veya azaltıcı yatırımların yapılması, alınacak risklere bilinçli olarak karar verilmesi gerekmektedir. Her bir risk için petrokimya tesisi değerlendirilmiştir. Ancak diğer sektörlerle göre nafta bazlı petrokimya tesislerinde daha çok bu risklerden finansal risk olan fiyat riski ile karşılaşmaktadır. Fiyat riskine karşı hedge etmenin mümkün olup olmadığı sorusunun cevabı bu çalışma kapsamında incelenmiştir.

Çalışmamızda, petrokimya sektörü ve nafta bazlı petrokimya tesisleri üzerine araştırma yapılmıştır. Dünyada ve Türkiye'deki petrokimya sektörünün gelişimi ve şu anki durumu, sektörün karşılaştığı riskler ve risk yönetimi konularında literatür araştırması yapılmıştır. Sektör için stratejik, operasyonel ve finansal riskler olmak üzere birçok riskle karşı karşıyadır. Bu riskler bu çalışma kapsamında yorumlanmıştır. Ancak sektörün karşılaştığı en önemli finansal risk fiyat riskidir. Bunun da en büyük sebebi hammadde olarak naftanın kullanılıyor olmasıdır. Nafta, uluslararası pazarda işlem görmektedir dolayısıyla fiyatlardaki dalgalanma oldukça fazladır. Bu riskin hedge edilmesi şirketin ciddi maliyet kaybı yaşamaması için önemlidir.

Çalışmanın amacı, tüm risk faktörleri incelendikten sonra nafta bazlı petrokimya tesislerinde karşılaşılan fiyat riskine karşı hedge etmenin mümkün olup olmadığını belirlemektir. Bu çalışmanın verileri Ocak 2000 – Mayıs 2018 dönemini kapsamaktadır. Veriler, Reuters, ICIS ve Bloomberg veri tabanından alınmıştır. Brent, etilen, benzen ürünleri ve fiyat dalgalanmaları arasındaki ilişki ve etki

incelendiğinde; brent, etilen ve benzen ürünleri arasındaki ilişkinin ve birbirileri ile korelasyonun olup olmadığı, bununla birlikte ileriye dönük bir tahminde bulunup bulunamayacağı belirtilmiştir.

Çalışmada kullanılan yöntemde öncelikli değişkenlerin durağanlık özelliği araştırılmış ve ele alınan değişkenler arasında eş bütünleşme olup olmadığı araştırılmıştır. Ele alınan değişkenlerin durağanlık dereceleri farklı olduğu için, Pesaran v.d. (2001) tarafından önerilen sınır testi yaklaşımı ile eş-bütünleşme olup olmadığı test edilmiştir. Petrol fiyatları ile ürün fiyatları arasında eş bütünleşme ilişkisi olduğu bulunmuştur. Petrol fiyatları ile ürün fiyatları arasında eş-bütünleşme bulunması demek, bu değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu anlamına gelmektedir. Petrol fiyatları ile ürün fiyatları arasında uzun dönemli istikrarlı ilişki olduğu için fiyatlardaki dalgalanmaları karşı hedge edebilmek için petrol fiyatları kullanılmıştır. Aynı zamanda ürün fiyatları ile petrol fiyatları arasındaki ilişkinin katsayısı da hesaplanmıştır. Bu katsayılardan yararlanarak, petrol ürün fiyatlarının petrol fiyatlarından ne kadar etkilendiği tespit edilmiştir. Çünkü nafta bazı petrokimya tesislerinde, temel ara girdi naftadır bu da petrolden elde edilmektedir.

Çalışmada sonuç olarak; temel ara girdi olan nafta ve temel ürünlerin petrol fiyatları ile ilişkini bilindiğinde, petrol piyasasındaki türev ürünlerden yararlanarak, fiyat dalgalanmalarına karşı hedge etmek mümkün olduğu tespit edilmiştir. Bu bilgi kullanılarak da, nafta bazı petrokimya tesisleri, petrol fiyatlarından yararlanarak fiyatlardaki dalgalanmalara karşı kendilerini hedge edebileceği sonucuna varılmıştır.

Çalışma ile nafta bazı petrokimya tesislerinin karşılaştığı en önemli risk olan fiyat riskine karşı risk yönetiminde hedge edilip edilemeyeceği hususuna değinilmiştir. Nafta bazı petrokimya tesisleri için risk yönetimine dahil edilebilecek sonuçlar elde edilmiş ve bu tesislerin fiyat riskinden en hafif şekilde etkilenmesi için yol gösterilmiştir.

Tezde yapılan ampirik uygulamanın birkaç kısıtı bulunmaktadır. Birinci kısıt, değişkenler arasında ilişkinin doğrusal model çerçevesinde analiz edilmesidir. Birçok finansal değişkenin doğrusal olmayan yapıya sahip ola bileceği gösterilmiştir. Örneğin, petrol fiyatlarındaki artışın etkisi ile petrol fiyatlarındaki düşüşün etkisi

farklı ola bilmektedir. Bundan başka, petrol fiyatlarındaki büyük dalgalanmaların etkisi, küçük dalgalanmalardan farklı olabilir. Dolayısı ile, bundan sonraki çalışmalarda, ilgili değişkenler arasında böylesi bir asimetrik etkinin olup olmadığının araştırılması faydalı olacaktır.

Ampirik uygulamanın ikinci kısıtı, değişkenler arasındaki ilişkinin zamanla sabit olduğunun varsayılmış olmasıdır. Tahmin edilen ekonometrik değişkenlerin model tanımlama testleri, model tahminlerinin tatminkâr olduğunu göstermektedir. Ancak, yine bir çok değişken arasındaki ilişkinin, ekonomik koşullara bağlı olarak değişebileceği gösterilmiştir. Örneğin, petrol fiyatlarındaki dalgalanmaların etkisi, petrol fiyatlar düşükken (ya da düşüyorken) ve yüksekken (yükseliyorken) farklılık gösterebilir. Dolayısıyla, ilgili değişkenler arasındaki ilişkinin o andaki ekonomik koşullara bağlı olup olmadığının da araştırılması faydalı olacaktır.

Çalışmanın bir diğer kısıtı da, hedge vasıtası olarak sadece petrolün alınmış olmasıdır. İleriki çalışmalarda, diğer emtiaların (altın ve gümüş gibi değerli metaller, demir-çelik, v.s.) ya da finansal aletlerin (faiz, hisse senedi v.s.) petrokimya sektörü için hedge aleti olarak kullanılıp kullanılmayacağını araştırılması da önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Adam, T.R., Fernando, C.S. (2006) Hedging, speculation, and shareholder value. *Journal of Financial Economics* 81 (2), 283–309.
- Aliyeva, B., M., , Zholamanova, M., T., & Zhorabayeva, Zh. K., (2015). Analysis of the Development of Financial Risk Management of the Enterprise in Kazakhstan, *Asian Social Science*; Vol. 11, No. 24; 2015 ISSN 1911-2017 E-ISSN 1911-2025, Published by Canadian Center of Science and Education
- Almansoor, A. A., (2008), Planning of Petrochemical Industry under Environmental Risk and Safety Considerations.
- Alpan, Fulya, (1999). Örneklerle Futures Anlaşmalar ve Opsiyonlar, İstanbul 1999.
- Al-Sharrah, G., Elkamel, A., & Almansoor, A. (2010). Sustainability indicators for decision-making and optimisation in the process industry: The case of the petrochemical industry. *Chemical Engineering Science*, 65(4), 1452–1461.
- Armeanu, D., Balu, F. O., & Obreja, C. (2008). Interest rate risk management using duration gap methodology. *Theoretical and Applied Economics*, 518(1), 3-10.
- Baffes, J., (2007). Oil spills on other commodities. *Resources Policy* 32, 126–134.
- Baffes, J. (2010). More on the energy/nonenergy price link. *Applied Economics Letters*, 17, 1555–1558
- Banerjee, A.; Dolado, J.; Galbraith, J. W.; Hendry, D. F. (1993). *Co-Integration, Error-Correction, and the Econometric Analysis of Non-Stationary Data*. Oxford University Press
- Bayraç H. Naci (1999) Uluslararası Doğalgaz Piyasasının Ekonomik Analizi, Türkiye'deki Gelişimi ve Eskişehir Uygulaması, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi.

- Bernhofen, D., M., Xu, P., (2000). Exchange rates and market power: evidence from the petrochemical industry, *Journal of International Economics*, Volume 52, Issue 2, December 2000, Pages 283-297.
- Besergil, B., (2007). *Hampetrolden Petrokimyasallara El Kitabı*, Tükeltmat A.S., İzmir.
- Botes, A., Niemann, W., Kotzè, T., (2017). Buyet-Supplier Collaboration and Supply Chain Resilience: A Case Study in The Petrochemical Industry, *South African Journal of Industrial Engineering* December 2017 Vol 28(4), pp 183-199.
- Boyer, M.M. and D. Fillion (2007) “Common and Fundamental Factors in Stock Returns of Canadian Oil and Gas Companies”, *Energy Economics* 29, 428-453.
- BP, (2019). *BP Statistical Review of World Energy 2019*.
- BP, (2018). *Statistical Review of World Energy 2018*.
- Burbidge, J. ve Harrison, A. (1984), “Testing for the Effects of OilPrice Rises Using Vector Autoregressions”, *International Economic Review*, 25(2), 459–484.
- Carter, D.A., Rogers, D.A., Simkins, B.J. (2006). Does hedging affectfirm value? Evidence from the U.S. airline industry. *Financial Management*, 35 (1), 53–86.
- Carter, D.A, Rogers, D.A, Simkins, B.J, Treanor, S.D. (2017) A review of the literature on commodity risk management. *Journal of Commodity Markets*, 8, 1-17
- Chambers, Nurgül, (2009). *Türev Piyasalar*, 4. Baskı, İstanbul 2007
- Chen, X., Yang, T., Wang, B., Ai, Z., & Cheng, C. (2006). *Application of Risk-Based Inspection in Safety Assessment of Pressure Equipment of Chinese Petrochemical Plants. Volume 1: Codes and Standards*.

- Chidambaran, N.K., Fernando, C.S., Spindt, P.A. (2001) Credit enhancement through financial engineering: freeport McMoRan's gold-denominated depositary shares. *Journal of Financial Economics*, 60, 487–528.
- Chiodi, A., Gargiulo, M., Gracceva, F., De Miglio, R. Spisto, A., Costescu, A., Giaccaria, S. (2016). A modelling analysis of the economic impacts on global energy markets and implications for Europe, Publications Office of the European Union ISBN:978-92-79-65782-5 (print),978-92-79-65781-8 (PDF), ISSN:1018-5593 (print),1831-9424 (online)
- Chu, W.-W. (1994). Import substitution and export-led growth: A study of Taiwan's petrochemical industry. *World Development*, 22(5), 781–794.
- Çonkar, Kemalettin ve Ata, H. Ali, (2002). Riskten Korunma Aracı Olarak Türev Ürünlerin Gelişmiş Ülkeler ve Türkiye'de Kullanımı, AKÜ İİBF Dergisi, Yıl: 2002, C. IV, ss.2
- Corrigan Gerald E., (1998). *The Practice of Risk Management*, Goldman Sachs &Co., SBC Warburg Dillion Read, 1998.
- Cross, P., Desrochers, P. and Shimizu, H., (2013). *The Economics of Petroleum Refining Understanding the business of processing crude oil into fuels and other value added products*, The Canadian Fuels Association.
- Çağdaş, B., Gürsoy, C., T., (2003), Şirketlerde finansal risk yönetimi amaçlı bir modelin geliştirilmesi yöntem ve aşamaları, itüdergisi/d mühendislik Cilt:2, Sayı:3, 55-64 Haziran 2003.
- Dan Armeanu, Florentina-Olivia Balu, Carmen Obreja (2008), Interest Rate Risk Management using Duration Gap Methodology, *Theoretical and Applied Economics* No. 1 / 2008 (518)
- Dancuar L, Mayer J, Tallman M, Adams J., (2003). Performance of the Sasol SPD naphtha as steam cracking feedstock. *Preprints of American Chemical Society (Division of Petroleum Chemistry)* 2003;48(2):132-138.

- De Mello, L., M., Ripple, R., D., (2017). Polypropylene Price Dynamics: Input Costs or Downstream Demand, *The Energy Journal*, International Association for Energy Economics, vol. 0 (Number 4).
- Dickey, D.A., and W.A. Fuller, (1979). "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root." *Journal of the American Statistical Association* 74, no. 366: 427–431.
- Doğanay, M. (2016) Döviz Kuru Riski Yönetimine Sektörel Bir Yaklaşım, *International Journal of Cultural and Social Studies (IntJCSS)* August 2016 : Volume 2 (Special Issue 1).
- DPT, (2007:8). Dokuzuncu Kalkınma Planı, (2007-2013), T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- Energy Information Administration, (2002). *Derivatives and Risk Management in the Petroleum, Natural Gas, and Electricity Industries* October 2002 U.S. Department of Energy Washington, DC 20585.
- Engle, R.F., (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica* 50, 987–1007.
- Engle, R. F. ve Granger, C. W. J. (1987). "Co-integration and error-correction: Representation, estimation and testing". *Econometrica*55: 251—276.
- Ghosh, D. K., & Arize, A. C. (2003). Profit Possibilities in Currency Markets: Arbitrage, Hedging, and Speculation. *The Financial Review*, 38(3), 473–496.
- Gisser, M. ve Goodwin, T.H. (1986), "Crude oil and the macroeconomy: tests of some popular notions", *Journal of Money, Credit and Banking* 18, 95–103.
- Gönüllü, Ç., O., Otluoğlu, E., Şengöz, M. H., (2015), Ham petrol fiyatı değişimlerinin petrokimya sektörü getirileri üzerindeki etkisi, *International Journal of Economic and Administrative Studies*, Year:7 Number 14, Winter 2015 ISSN 1307-9832.

- Granger, C. W. J. ve Newbold, P. (1974). "Spurious regressions in econometrics".
Journal of Econometrics 2: 111—120.
- Hamilton, J.D. (1983), "Oil and the Macroeconomy since World War II.", Journal of
Political Economy, 91, 228–248.
- Harri, A., Nalley, L., Hudson, D. (2009). The relationship between oil, exchange
rates, and commodity prices. Journal of Agricultural and Applied Economics,
41, 501–510
- Hassani, H., Silva, E., S., Al Kaabi, A., M., (2017). The role of innovation and
technology in sustaining the petroleum and petrochemical industry,
Technological Forecasting & Social Change 119 (2017) 1–17.
- Haushalter, G., D., (2000). Financing Policy, Basis Risk, and Corporate Hedging:
Evidence from Oil and Gas Producers, Journal of Finance, Vol. 55, No. 1
(February 2000), p. 110.
- Hooker, M. (1996), "What Happened to the Oil Price-Macroeconomy Relationship",
Journal of Monetary Economics, 38(2), 195-213.
- Hyatt N., (2004). Guidelines for process hazards analysis, hazards identification and
risk analysis. Dyadem Press 2004, ISBN 0849319099.
- IEA, (2005). Energy Balances and Energy Statistics (energy balances and statistics in
OECD countries 2002-2003 and energy statistics of Non-OECD Countries
2002-2003). Paris: International Energy Agency (IEA) and Organization for
Economic Co-operation and Development (OECD), 2005.
- IEA, (2018). The Future of Petrochemicals Towards more sustainable plastics and
fertilisers
- Ineris. (2013). Seveso II Direktifinin Uygulama Kapasitesinin Artırılması için Teknik
Yardımlar Projesi Güvenlik Raporu. Ankara: Europeaid Programı Çevre ve
Şehircilik Bakanlığı, 146-234.

- İSGGM, (2007), 5 Adımda Risk Değerlendirmesi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İSGGM İSAG Projesi Yayınları, Bakanlık Genel yayın No:140, Ankara
- Jin, Y, Jorion, P, (2006) Firm value and hedging: evidence from U.S. oil and gas producers. *Journal of Finance* 61 (2), 893–919.
- Johansen, S., (1988), “Statistical Analysis of Cointegration Vectors,” *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 12, No. 2–3, pp. 231–254.
- Johansen, S. ve Juselius, K., (1990), “Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration– with Applications to the Demand for Money,” *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 52, No. 2, pp. 169–210.
- John Rudill (2005). The Role of Technology In Meeting Current and Future Petroleum Energy Demand. Available: <http://321energy.com/editorials/rudesill/rudesill083005>. Last accessed 30th September 2014.
- Jukić Ante, (2016). Petroleum Refining and Petrochemical Processes Production of Olefins – Steam Cracking of Hydrocarbons Faculty of Chemical Engineering and Technology University of Zagreb HR-10000 Zagreb, Savska cesta 16, p.p. 177.
- Karagiannis, S., Panagopoulos, Y., Vlamis, P. 2015. Are unleaded gasoline and diesel price adjustments symmetric? A comparison of the four largest EU retail fuel markets. *Economic Modelling*, 48, 281-291.
- Kenneth B Medlock III, PhD James A Baker III and Susan G Baker, (2015). Fellow in Energy and Resource Economics, and Senior Director, Center for Energy Studies Rice University’s Baker Institute November 19, 2014.
- Kimya Sanayii Ö.İ.K., (2008). Petrokimya Sanayii-Klor Alkali-Sentetik Elyaf ve İplik Çalışma Gr. Rap. Devlet Planlama Teşkilatı, Yayın No: DPT: 2779-ÖİK:708.

- Kochan, T. A., Smith, M., Wells, J. C., & Rebitzer, J. B. (1994). Human resource strategies and contingent workers: The case of safety and health in the petrochemical industry. *Human Resource Management*, 33(1), 55–77.
- Kwiatkowski, D.; P.C.B. Phillips; P. Schmidt; and Y. Shin. (1992). “Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root: How Sure Are We that Economic Time Series Have a Unit Root?” *Journal of Econometrics* 54, nos. 1–3: 159–178.
- Lababidi, H. M. S., Ahmed, M. A., Alatiqi, I. M., & Al-Enzi, A. F. (2004). Optimizing the Supply Chain of a Petrochemical Company under Uncertain Operating and Economic Conditions. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 43(1), 63–73.
- Lenkova, O., V., Permyakov, A., S., Yakunina, O., G., Vechkasova, M., V., (2018). Problems and Prospects of Innovative Development of Petrochemical Enterprises, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2017, 7(3), 321-325.
- Lin, R, Chang, Y. (2009). Does hedging add value: Evidence from the global airline industry, SSRN Working Paper. (<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1342850>)
- Ljung, G., Box, G., (1979). On a measure of lack of fit in time series models. *Biometrika* 66, 265–270.
- Lockett Dudley S., (1980). Approaches to Bank Liquidity Management, *Economic Review*, Federal Reserve Bank of Kansas City, March 1980.
- Macit, F., (2016). İran Anlaşmasının Türkiye Petrokimya Sektörüne Etkileri, TBMM KÜTÜPHANESİ [Yer numarası:80002699].
- MacKay, P, Moeller, S.B. (2007). The value of corporate risk management. *Journal of Finance*, 62 (3), 1379–1419.
- Marsh and McLennan. (2014). The 100 Largest Losses 1974-2013. Available: <http://www.oliverwyman.com/content/dam/marsh/Documents/PDF/UKen/10>

0%20Largest%20Losses%2023rd%20Edition-03-2014.pdf. Last accessed 12th December 2014.

Mashhadi, F., Ballam, A., H., Shirouyehzad, H., (2015). Financial performance evaluation of present petrochemical companies in stock exchange by data envelopment analysis, *Int. J. Productivity and Quality Management*, Vol. 16, No. 1, 2015.

Miyazaki, H. (2007). Between arbitrage and speculation: an economy of belief and doubt. *Economy and Society*, 36(3), 396–415.

Mohanty, S. K., Onochie, J., & Alshehri, A. F. (2017). Asymmetric effects of oil shocks on stock market returns in Saudi Arabia: evidence from industry level analysis. *Review of Quantitative Finance and Accounting*. doi:10.1007/s11156-017-0682-5.

Moutinho, V., Bento, I.P.C., Hajko, V. 2017. Price relationships between crude oil and transport fuels in the European Union before and after the 2008 financial crisis. *Utilities Policy*, 45, 76-83.

Nazlioglu, S., Soytas, U. 2012. Oil price, agricultural commodity prices, and the dollar: A panel cointegration and causality analysis. *Energy Economics*, 34(4), 1098-1104.

Omran, H. R., EL-Marsafy, S. M., Ashour, F. H., & Abadir, E. F. (2017). Economic evaluation of aromatics production, a case study for financial model application in petrochemical projects. *Egyptian Journal of Petroleum*, 26(4), 855–863.

OPEC, (2017), *World Oil Outlook 2017*.

PAGEV, (2018/3). *Türkiye Plastik Sektör İzleme Raporu 2018/3 Aylık*, www.pagev.org

PAGEV, (2018/6). *Türkiye Plastik Sektörü İzleme Raporu 2018/6 Aylık*, www.pagev.org

- Pesaran, M.H., Shin, Y., Smith, R.J., (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16, 289–326.
- PETKİM, (2014). Faaliyet Raporu 2014.
- PETKİM, (2017). Faaliyet Raporu 2017.
- Phillips, P. C. B.; Perron, P. (1988). "Testing for a Unit Root in Time Series Regression". *Biometrika* 75 (2): 335–346.
- Pindyck, R.S., Rotemberg, J.J. (1990). The Excess Co-Movement of Commodity Prices. *The Economic Journal*, 100(403), 1173-1189
- Purdy, G. (2010). ISO 31000:2009-Setting a New Standard for Risk Management. *Risk Analysis*, 30(6), 881–886. doi:10.1111/j.1539-6924.2010.01442.x.
- Rahdari, A. H. (2016). Developing a fuzzy corporate performance rating system: a petrochemical industry case study. *Journal of Cleaner Production*, 131, 421–434.
- Ridley, M., (2011). *The Shale Gas Shock*, ISBN: 978-0-9566875-2-4, Copyright 2011.
- Sadorsky, P. (2001) “Risk Factors in Stock Returns of Canadian Oil and Gas Companies”, *Energy Economics* 23, 17-28.
- Samuel, V. B., Agamuthu, P., & Hashim, M. A. (2013). Indicators for assessment of sustainable production: A case study of the petrochemical industry in Malaysia. *Ecological Indicators*, 24, 392–402.
- Sarmadi, S. (2013). Investigating of Relationship between Intellectual Capital and Financial Performance of Petrochemical Companies Listed in Tehran Stock Exchange. *SSRN Electronic Journal*.
- Soday, Frank J. (1951), *The Petrochemical Industry*, *The Analysts Journal*, Vol. 7, No. 3, pp. 17-24.

- Şengönül, A., Karadaş, H., A., Koşaroğlu, Ş., M., (2018). Petrol Fiyatlarının İhracat Üzerindeki Etkisi, Yönetim Ve Ekonomi Yıl:2018 Cilt:25 Sayı:2 Manisa Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F
- Thömmes, M., Winker, P., (2013). Multivariate modelling of cross-commodity price relations along the petrochemical value chain, *Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization* pp. 427-435.
- T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Kimya Sektörü Raporu, 2014/2
- Toth, G., N., Berek, L., (2010). Risk Methods and Change Of Practices, *Hungarian Journal Of Industrial Chemistry Veszprem*, Vol. 38(2). pp. 193-196.
- TPJD, (2012). Türkiye Petrol Jeologları Derneği Basın Açıklaması.
- TPAO, (2010). 2010 Yılı Hampetrol ve Doğal gaz Sektör Raporu, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Genel Müdürlüğü, Mart 2011.
- Treanor, S.D., Simkins, B.J., Rogers, D.A., Carter, D.A. (2014) Does operational and financial hedging reduce exposure? Evidence from the U.S. airline industry. *Financial Review* 49 (1), 149–172.
- Tufano, Peter (1998). The determinants of stock price exposure: financial engineering and the gold mining industry. *Journal of Finance* 53, 1015–1052.
- Turkish Time İhracat Stratejileri (2013), Kimyanın 2023 Hedefi 50 Milyar Dolar, Sayfa:12, Haziran 2013.
- Valizadeh, J., Sadeh, E., Javanmard, H., Davodi, H., (2018). The effect of energy prices on energy consumption efficiency in the petrochemical industry in Iran, *Alexandria Engineering Journal* (2018) 57, 2241–2256.
- Vu, K. M. (2018). Embracing globalization to promote industrialization: Insights from the development of Singapore's petrochemicals industry. *China Economic Review*, 48, 170–185. doi:10.1016/j.chieco.2017.01.003.

- Wade, R., (1990). *Governing the Market: Economic Theory and the Role of Government in East Asian Industrialization* (Princeton: Princeton University Press, 1990).
- Wang, S. Q., Dulaimi, M. F., & Aguria, M. Y. (2004). Risk management framework for construction projects in developing countries. *Construction Management and Economics*, 22(3), 237–252.
- Wang, W., Xu, Z. ve Sun, B. (2013). Numerical Simulation of Fire Thermal Radiation Field for Large Crude Oil Tank Exposed to Pool Fire. *Science Direct Procedia Engineering*, 52, 396.
- Williams, J. F. (1981). Heuristic Techniques for Simultaneous Scheduling of Production and Distribution in Multi-Echelon Structures. *Management Science*. 27, 336.
- Yıldırak, Kasırğa, (2008). *Türev Ürün Fiyatlama Teknikleri*, Ankara 2008.
- Zivot, E., and D.W.K. Andrews. (1992). “Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis.” *Journal of Business and Economic Statistics* 10, no. 3: 251–270.

EKLER

Ek 1. Johansen-Juseluis Eş bütünleşme testleri

1. Nafta-Brent Eşbütünleşme Testi

İz (Trace) Testi

Eşbütünleşme denklem sayısı	Özgül değer		Özgül değer	
	istatistiği	İz istatistiği	istatistiği	İz istatistiği
= 0 *	0.242590	64.12759	15.49471	0.0000
≤ 1	0.014858	3.278346	3.841466	0.0702

Maksimum özgül değer (eigenvalue) testi

Eşbütünleşme denklem sayısı	Özgül değer		Kritik	Olasılık
	istatistiği	İz istatistiği	Değerler	
= 0*	0.242590	60.84924	14.26460	0.0000
≤ 1	0.014858	3.278346	3.841466	0.0702

Not: *, hipotezin %5 anlamlılık düzeyinde reddedildiği anlamına gelmektedir.

Her iki test de %5 anlamlılık düzeyinde değişkenler arasında tek bir eşbütünleşme denklemi olduğunu göstermektedir

2. Benzene-Brent Eşbütünleşme Testi

İz (Trace) Testi

Eşbütünleşme denklemler sayısı	Özgül değer istatistiği	İz istatistiği	Özgül değer istatistiği	İz istatistiği
= 0 *	0.106891	28.19083	15.49471	0.0004
≤ 1	0.015556	3.433568	3.841466	0.0639

Maksimum özgül değer (eigenvalue) testi

Eşbütünleşme denklemler sayısı	Özgül değer istatistiği	İz istatistiği	Kritik Değerler	Olasılık
= 0 *	0.106891	24.75726	14.26460	0.0008
≤ 1	0.015556	3.433568	3.841466	0.0639

Not: *, hipotezin %5 anlamlılık düzeyinde reddildiği anlamına gelmektedir.

Her iki test de, %5 anlamlılık düzeyinde değişkenler arasında tek bir eşbütünleşme denklemi olduğunu göstermektedir

3. Etilen-Brent Eşbütünleşme Testi

İz (Trace) Testi

Eşbütünleşme denklemler sayısı	Özgül değer istatistiği	İz istatistiği	Özgül değer istatistiği	İz istatistiği
= 0 *	0.121815	31.71818	15.49471	0.0001
≤ 1	0.014823	3.270597	3.841466	0.0705

Maksimum özgül değer (eigenvalue) testi

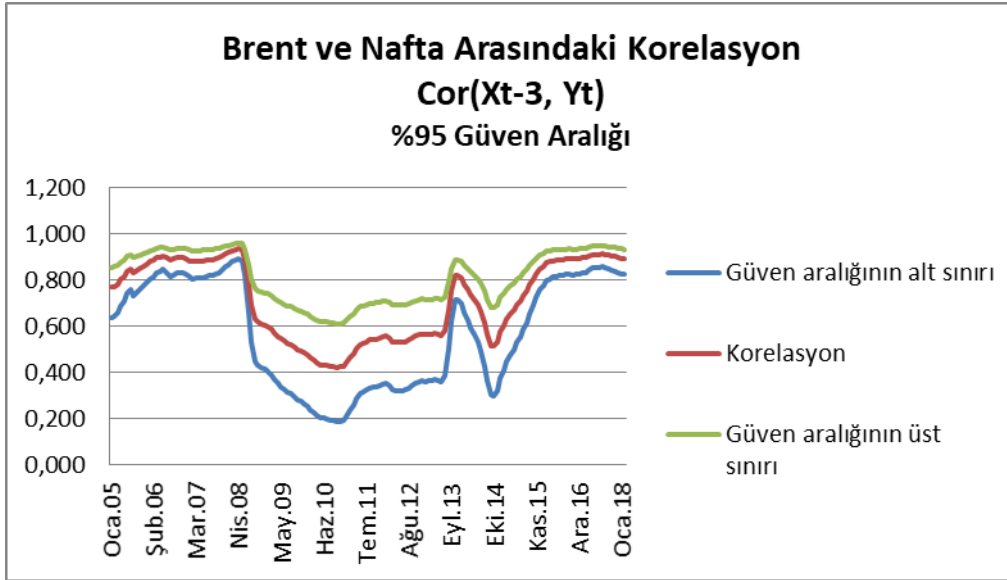
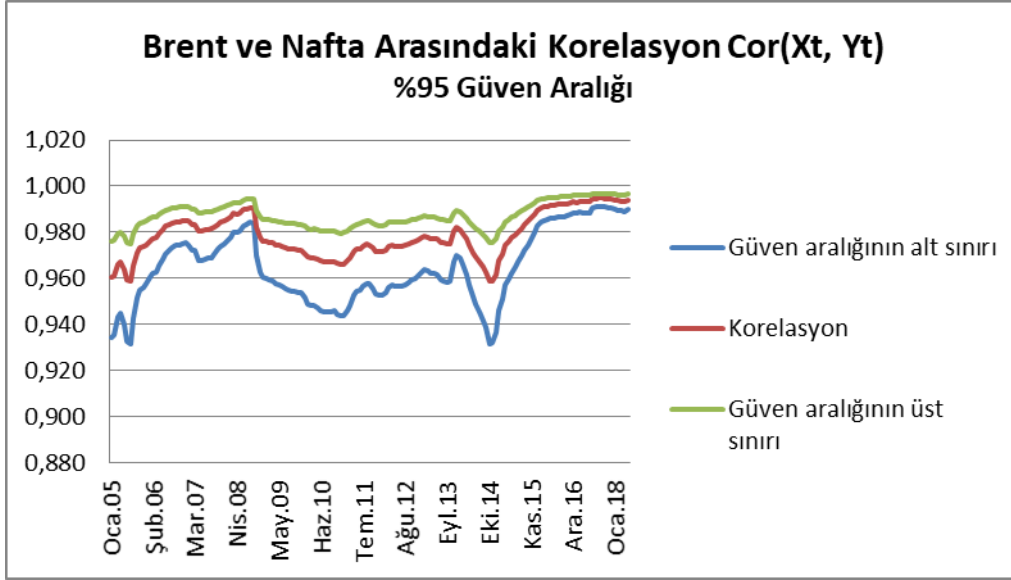
Eşbütünleşme denklemler sayısı	Özgül değer istatistiği	İz istatistiği	Kritik Değerler	Olasılık
= 0 *	0.121815	28.44758	14.26460	0.0002
≤ 1	0.014823	3.270597	3.841466	0.0705

Not: *, hipotezin %5 anlamlılık düzeyinde reddildiği anlamına gelmektedir.

Her iki test de, %5 anlamlılık düzeyinde değişkenler arasında tek bir eşbütünleşme denklemi olduğunu göstermektedir

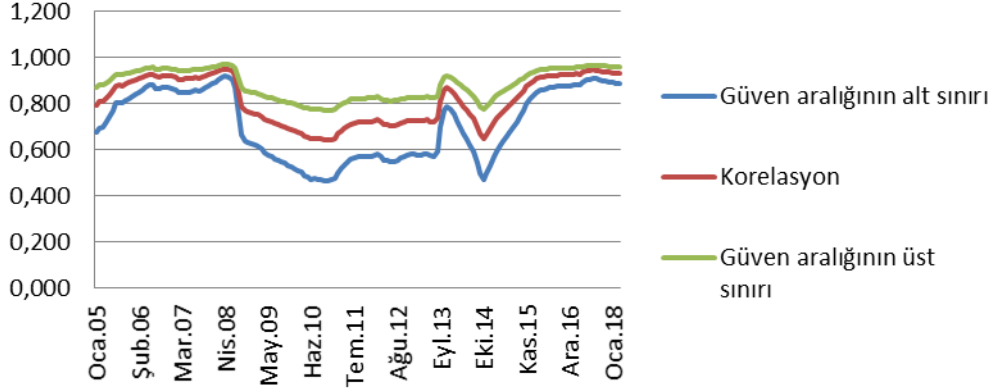
Ek 2. Korelasyon Testlerin Analizleri

1. Brent-Nafta Arasındaki Korelasyon



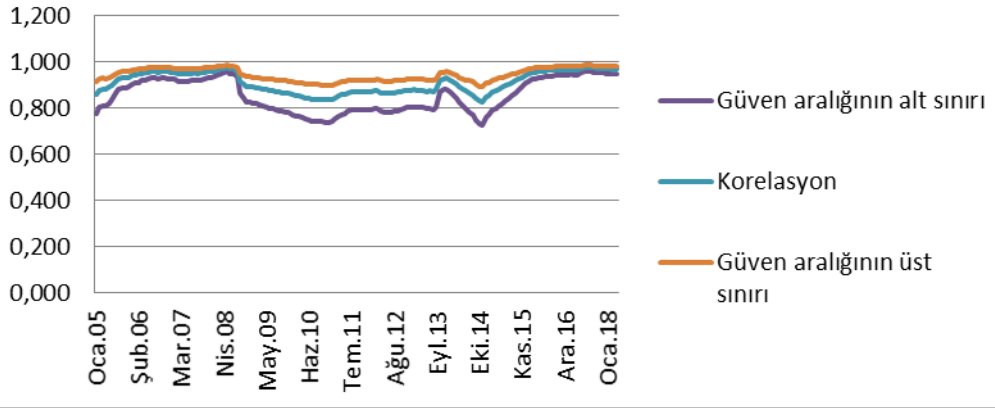
Brent ve Nafta Arasındaki Korelasyon

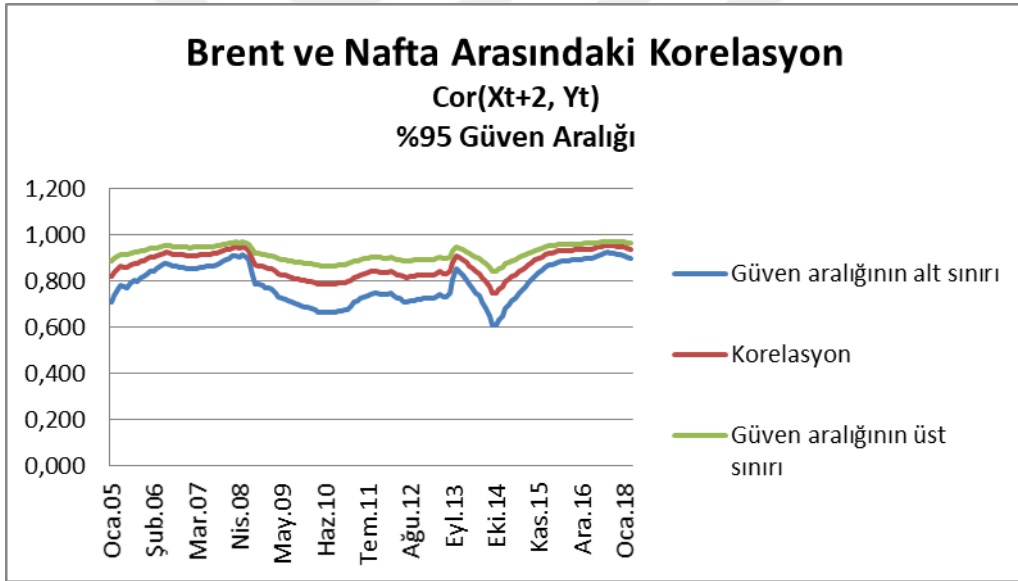
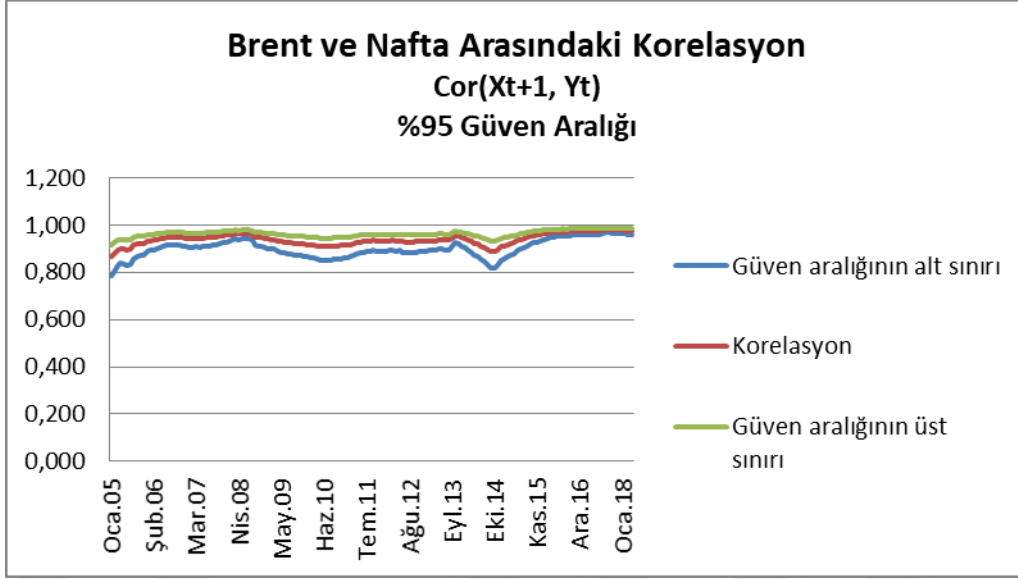
$Cor(X_{t-2}, Y_t)$
%95 Güven Aralığı

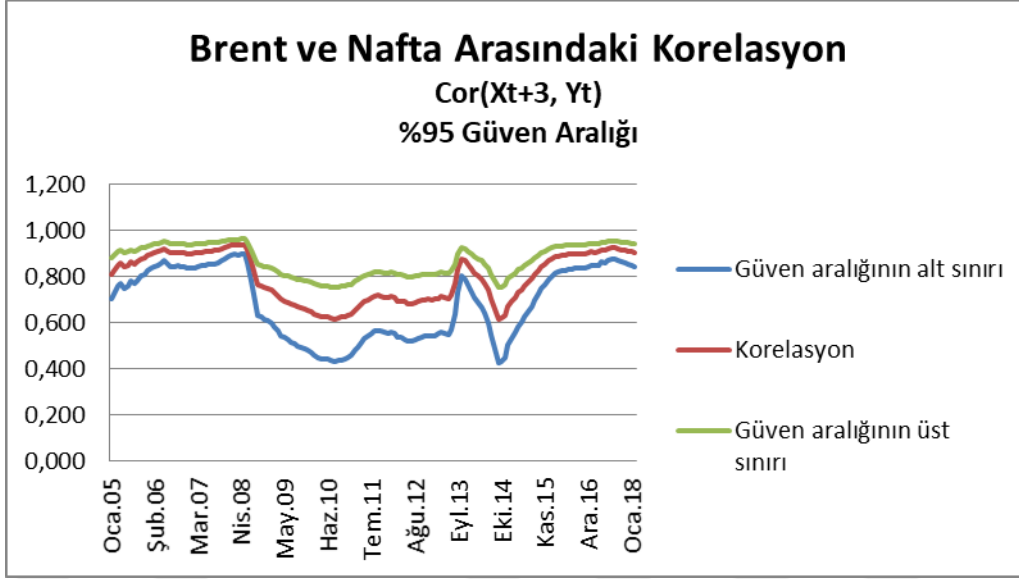


Brent ve Nafta Arasındaki Korelasyon

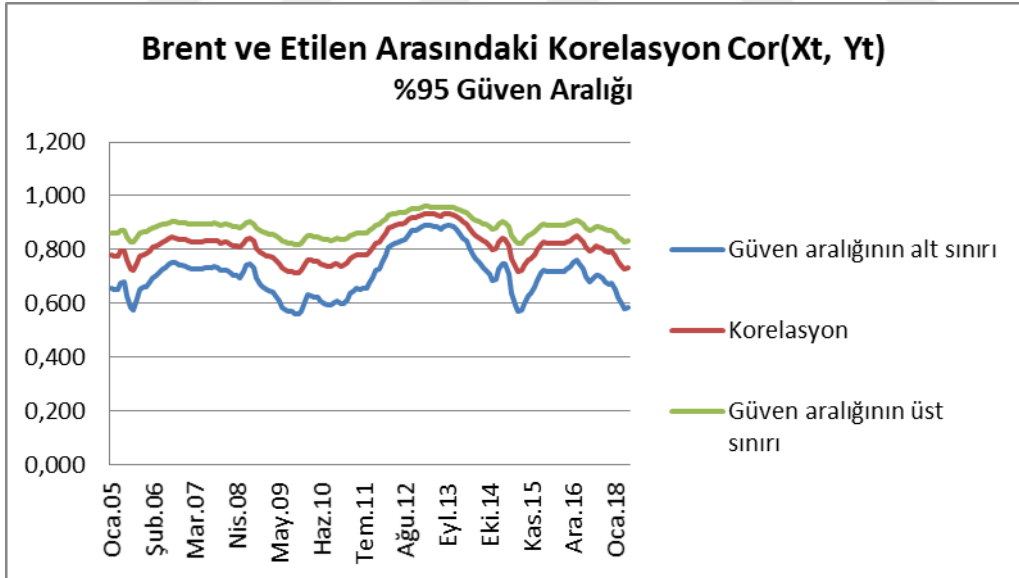
$Cor(X_{t-1}, Y_t)$
%95 Güven Aralığı

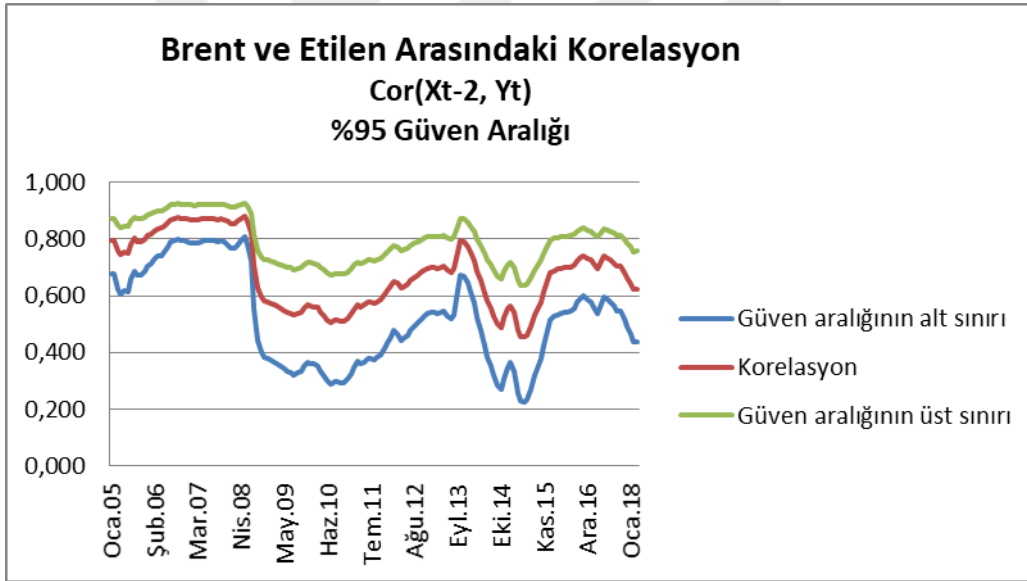
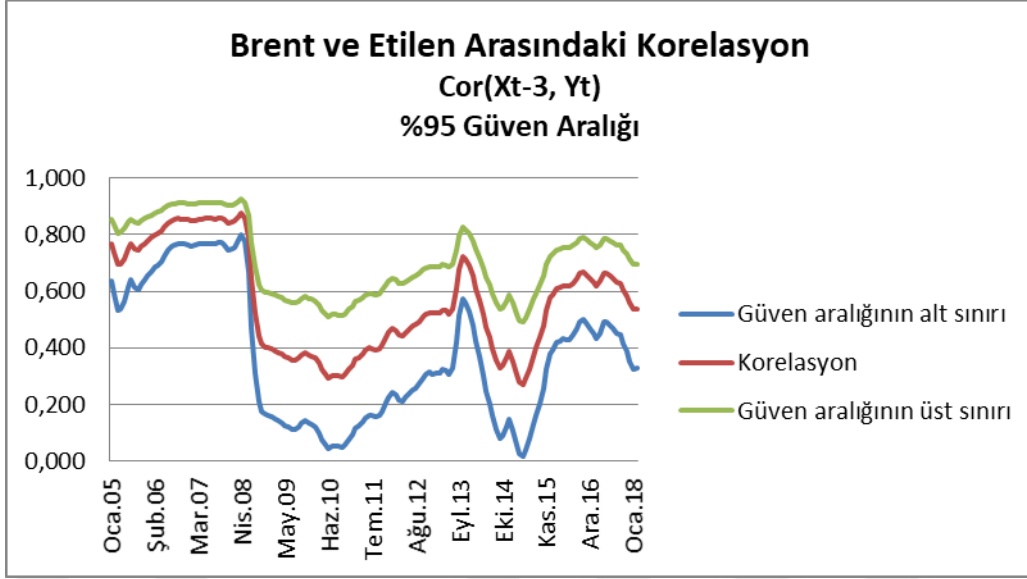






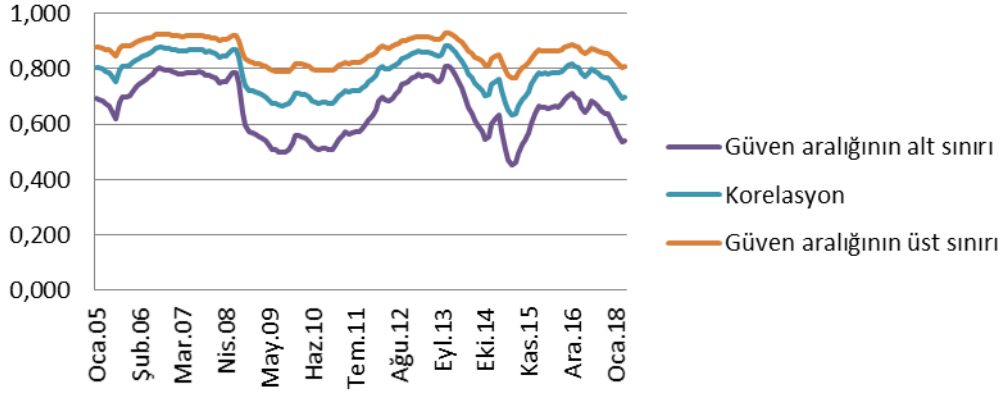
2. Brent-Etilen Arasındaki Korelasyon





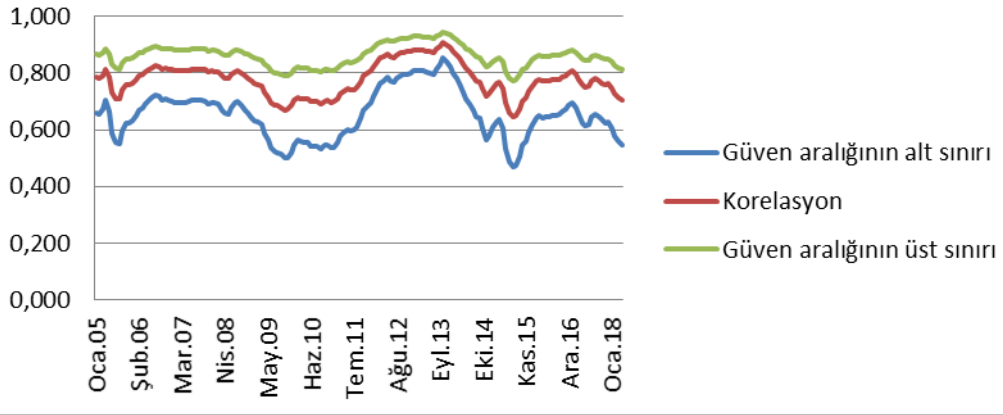
Brent ve Etilen Arasındaki Korelasyon

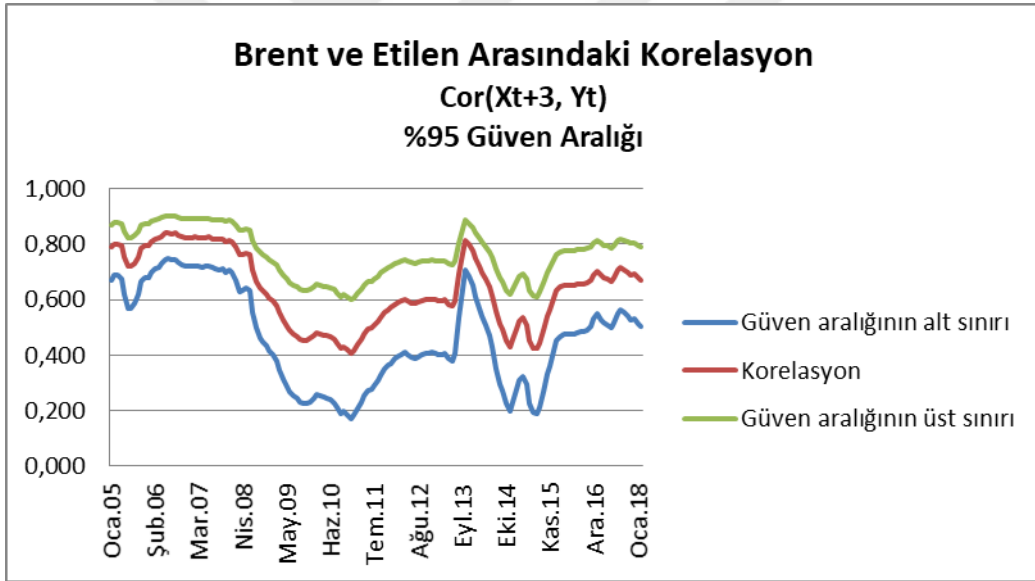
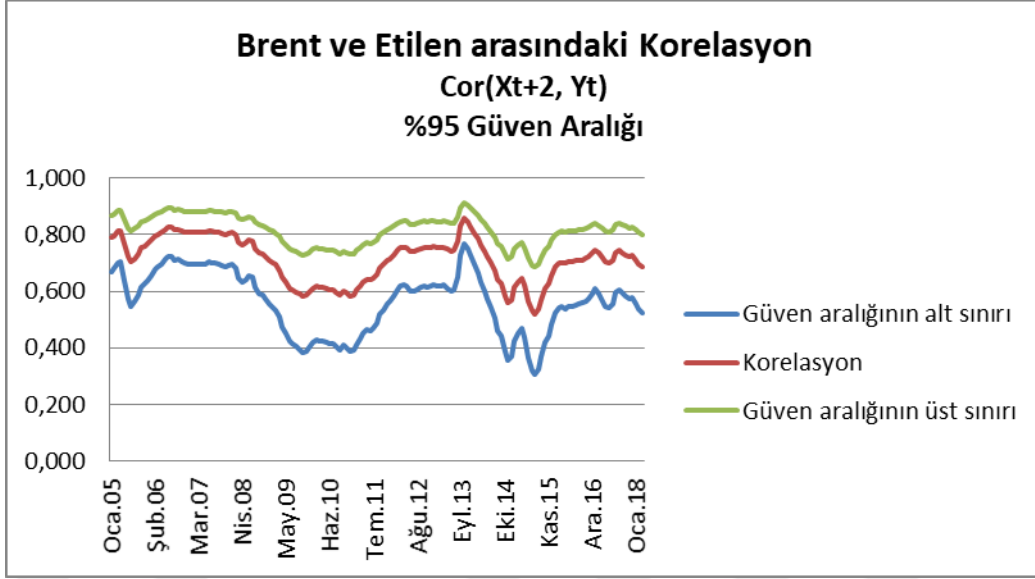
$Cor(X_{t-1}, Y_t)$
%95 Güven Aralığı



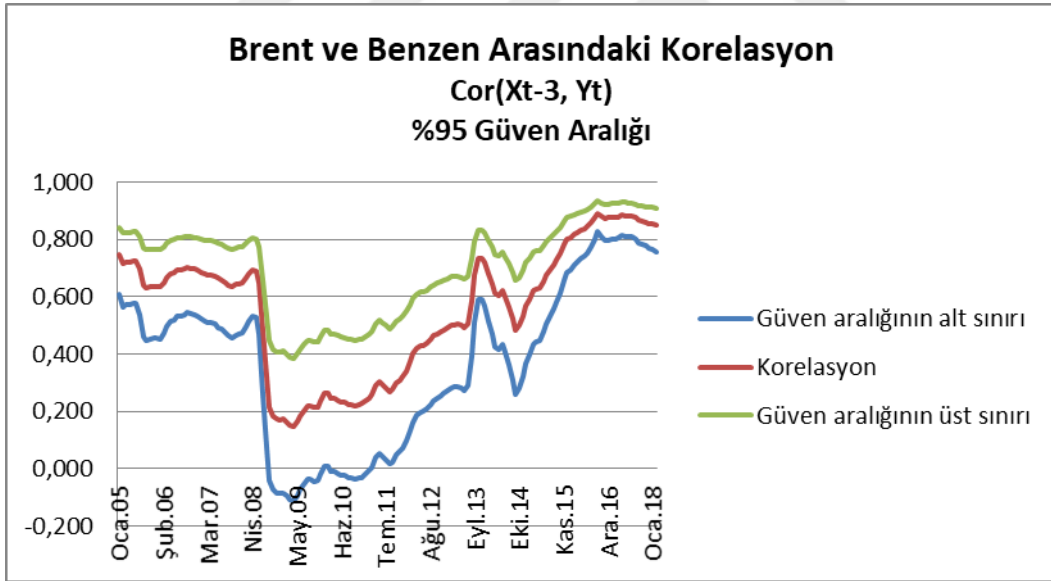
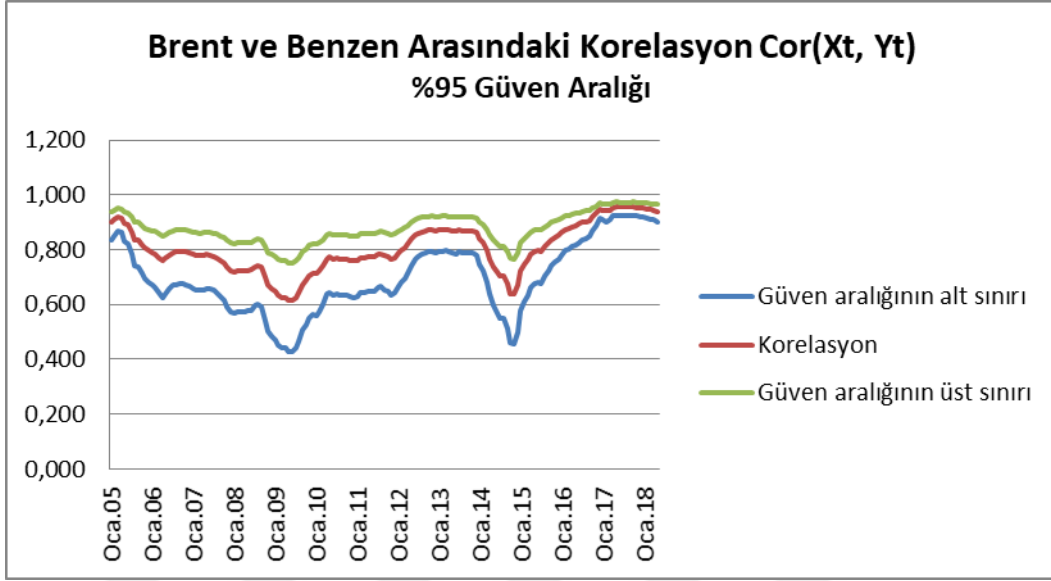
Brent ve Etilen Arasındaki Korelasyon

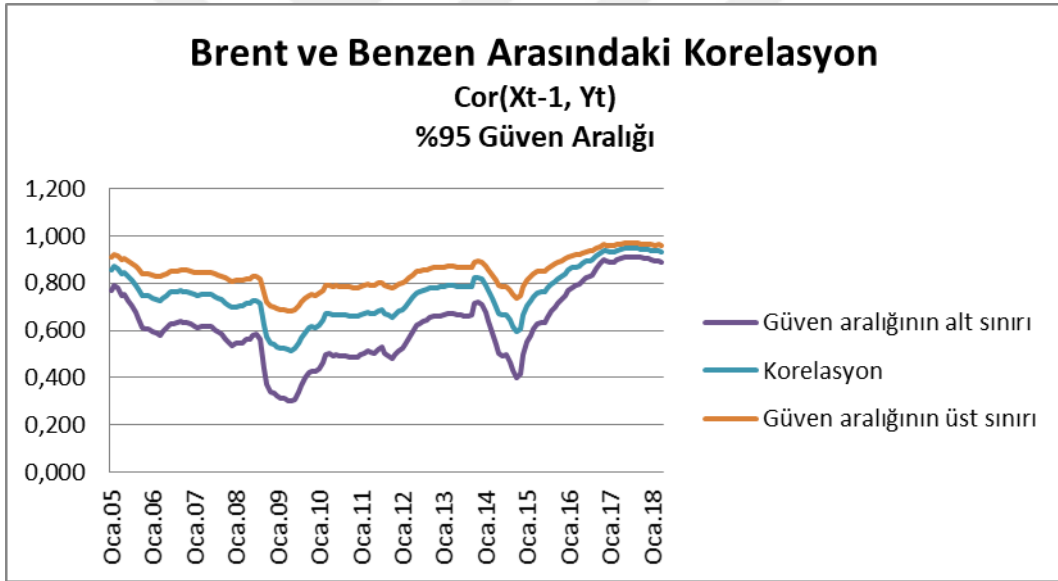
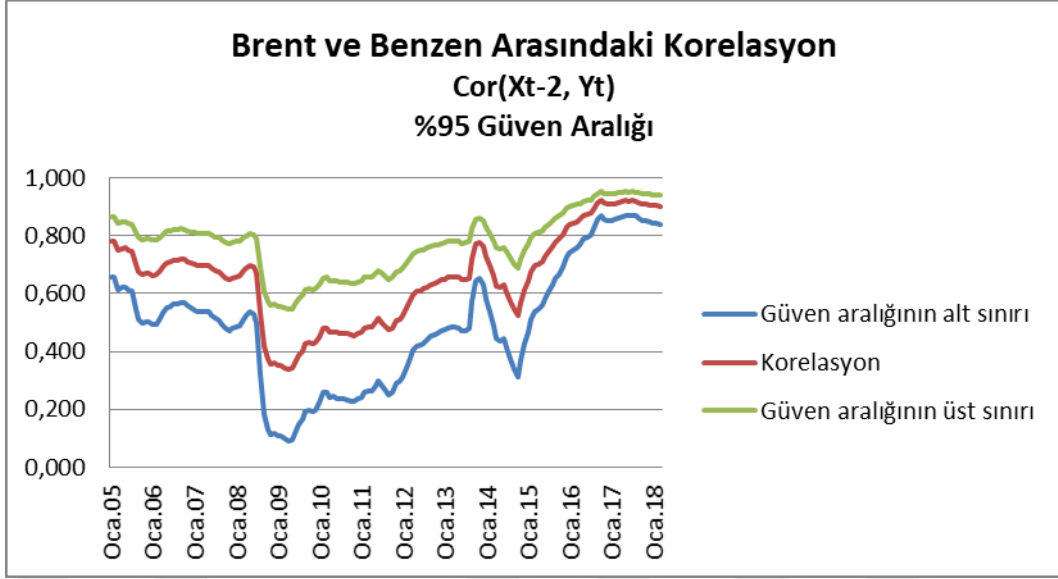
$Cor(X_{t+1}, Y_t)$
%95 Güven Aralığı

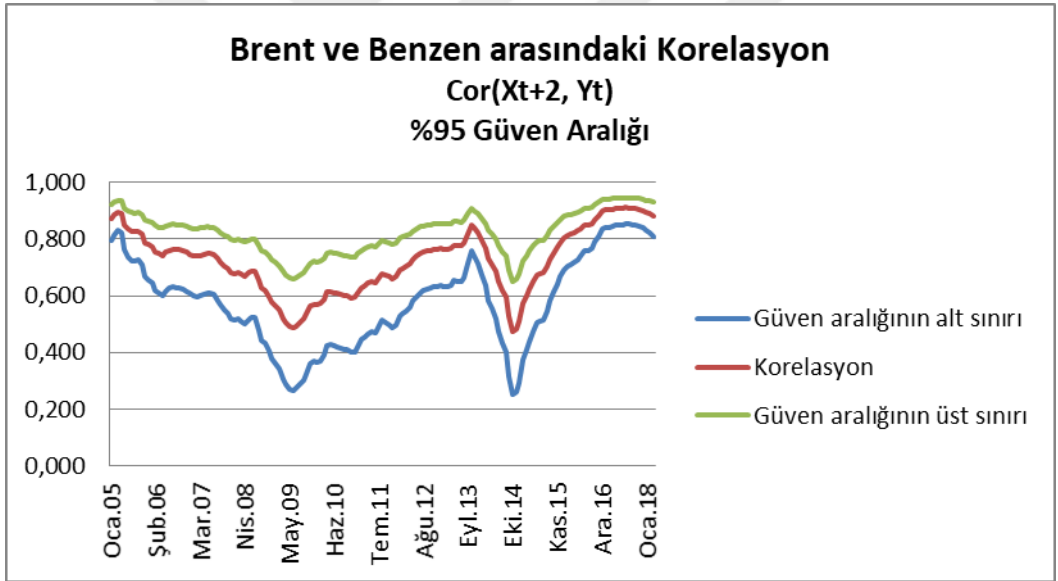
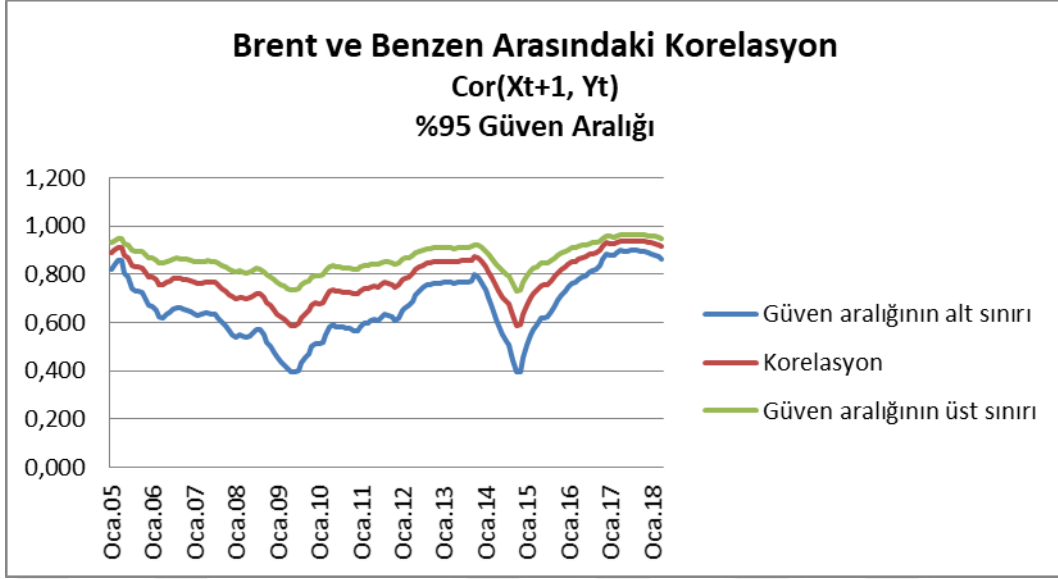


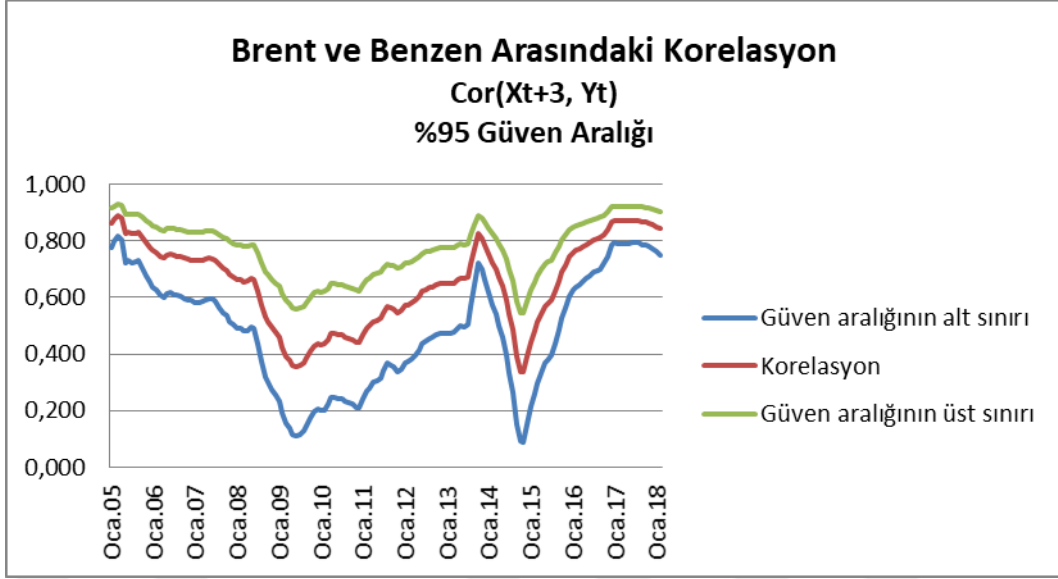


3. Brent-Benzen Arasındaki Korelasyon

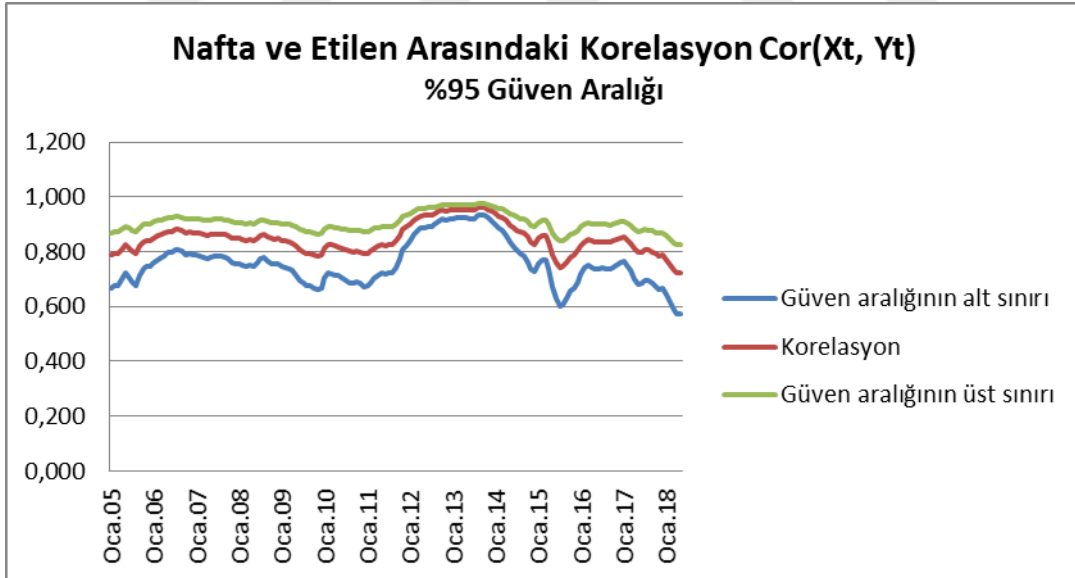


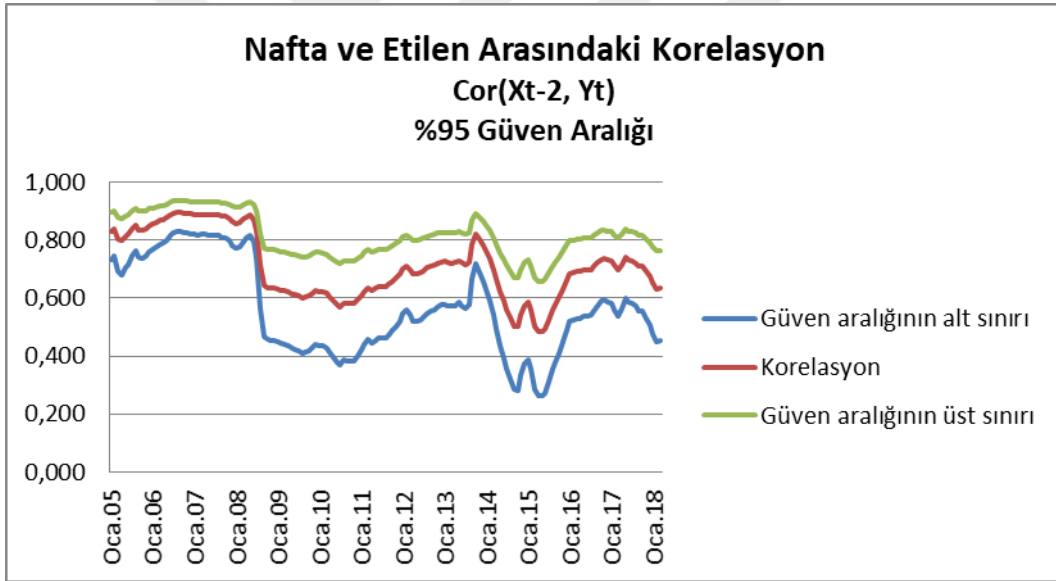
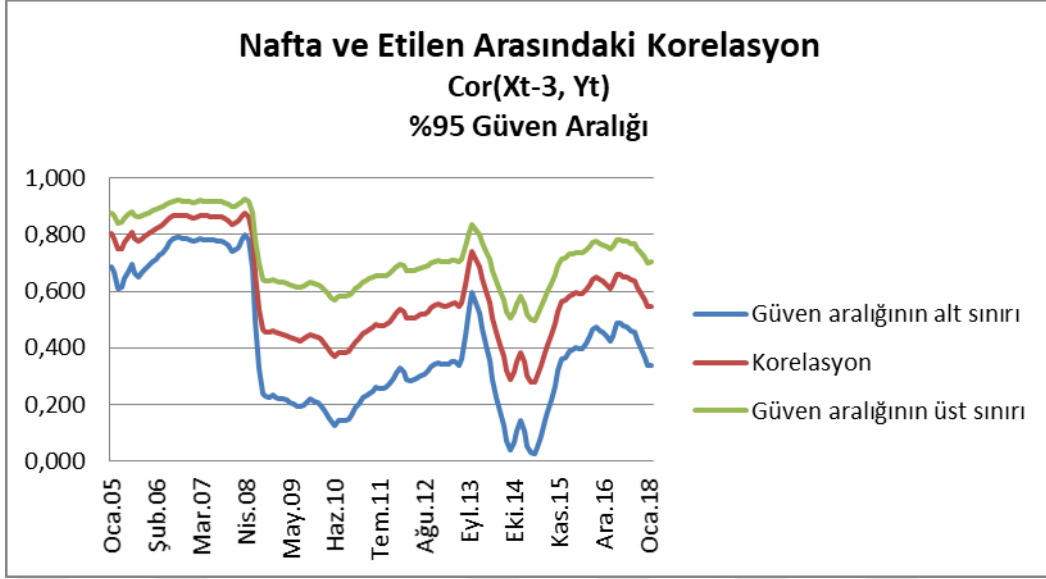






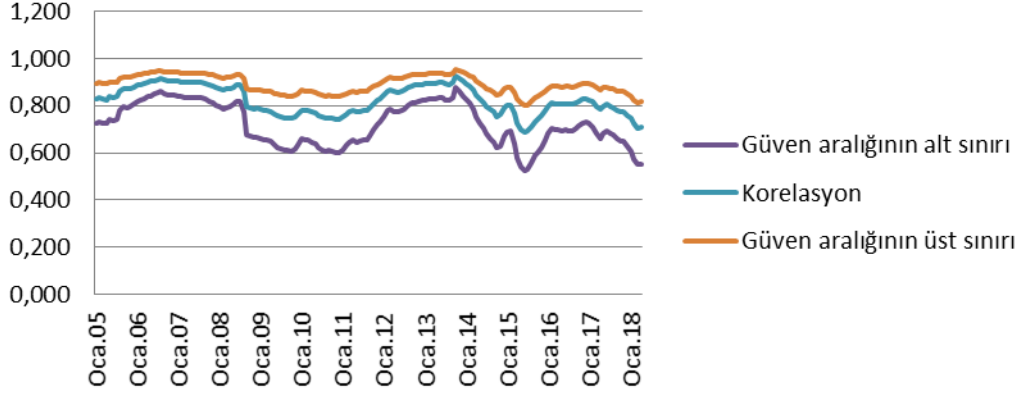
4. Nafta-Etilen Arasındaki Korelasyon





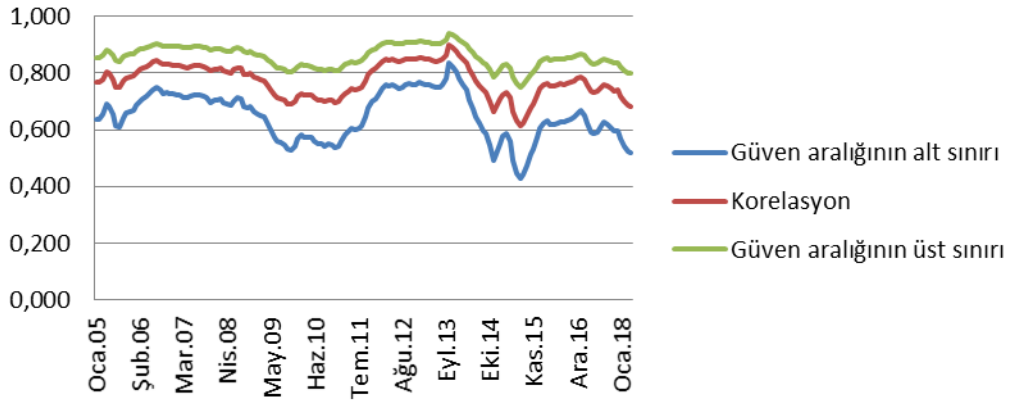
Nafta ve Etilen Arasındaki Korelasyon

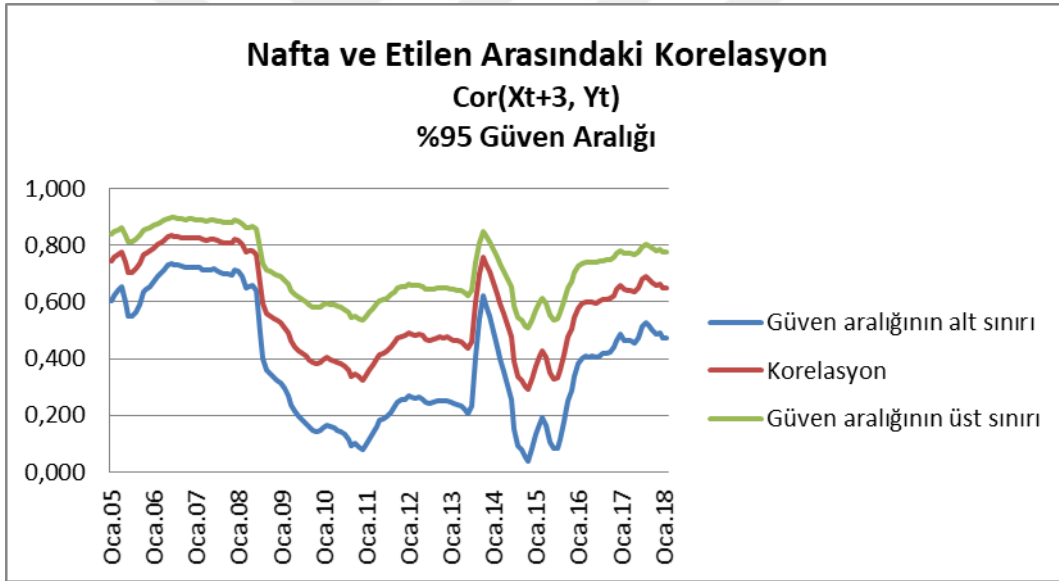
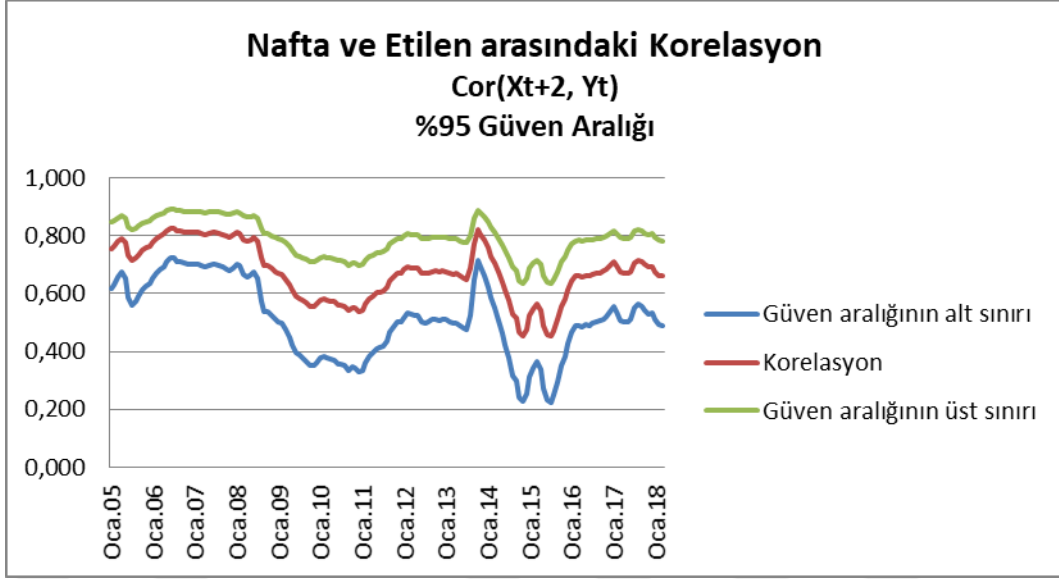
$Cor(X_{t-1}, Y_t)$
%95 Güven Aralığı



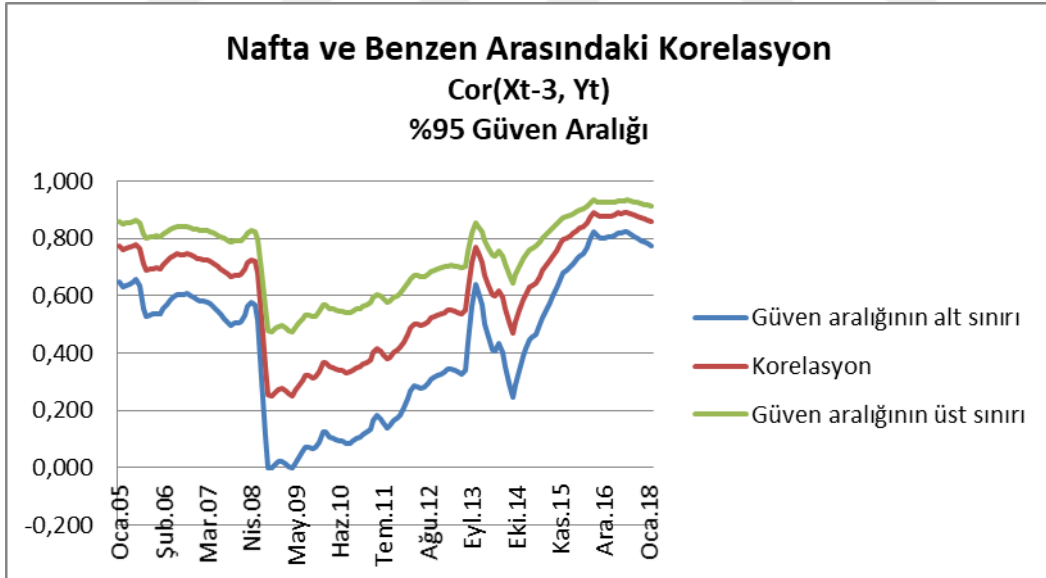
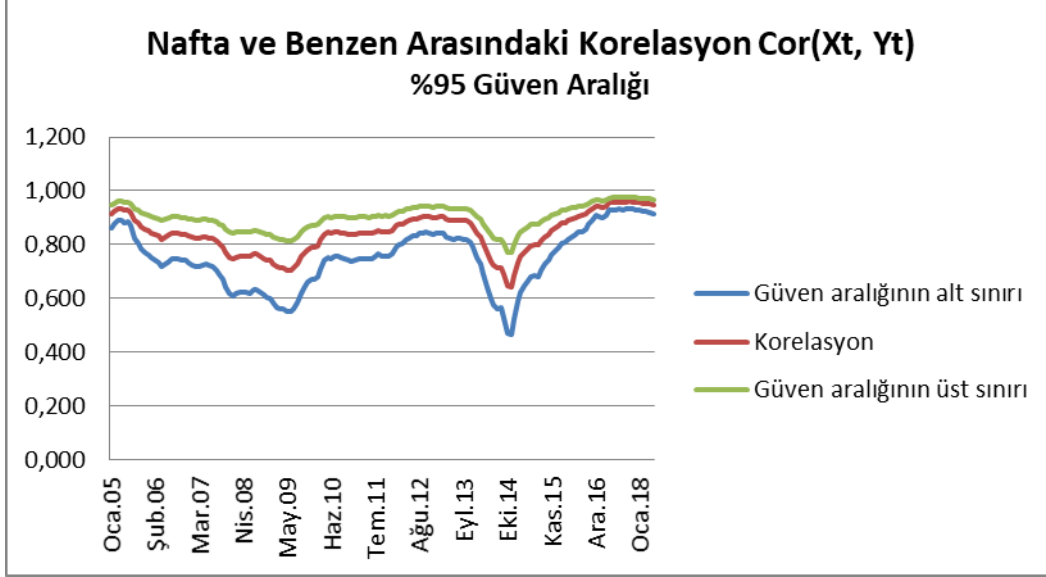
Nafta ve Etilen Arasındaki Korelasyon

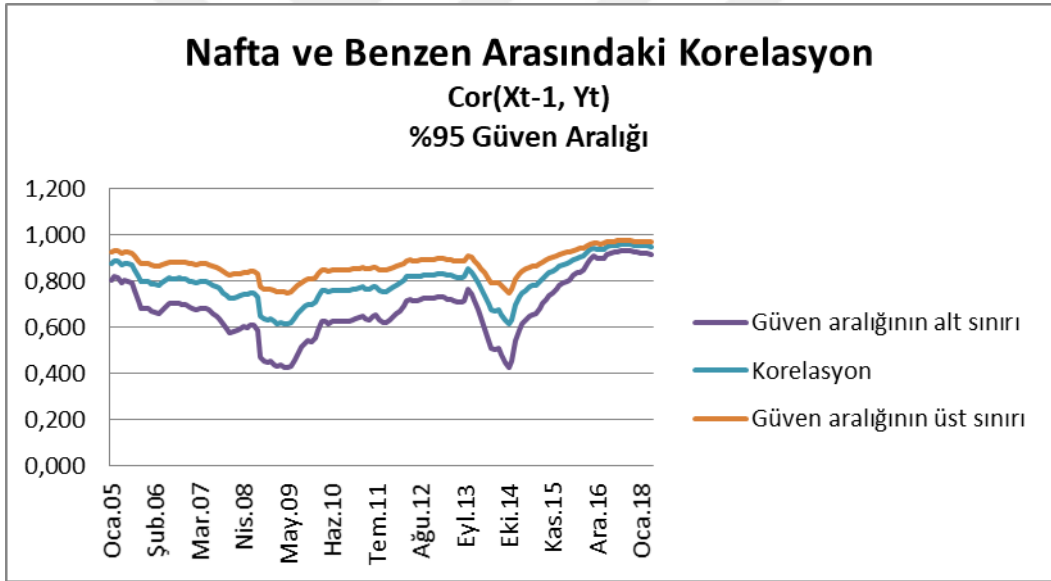
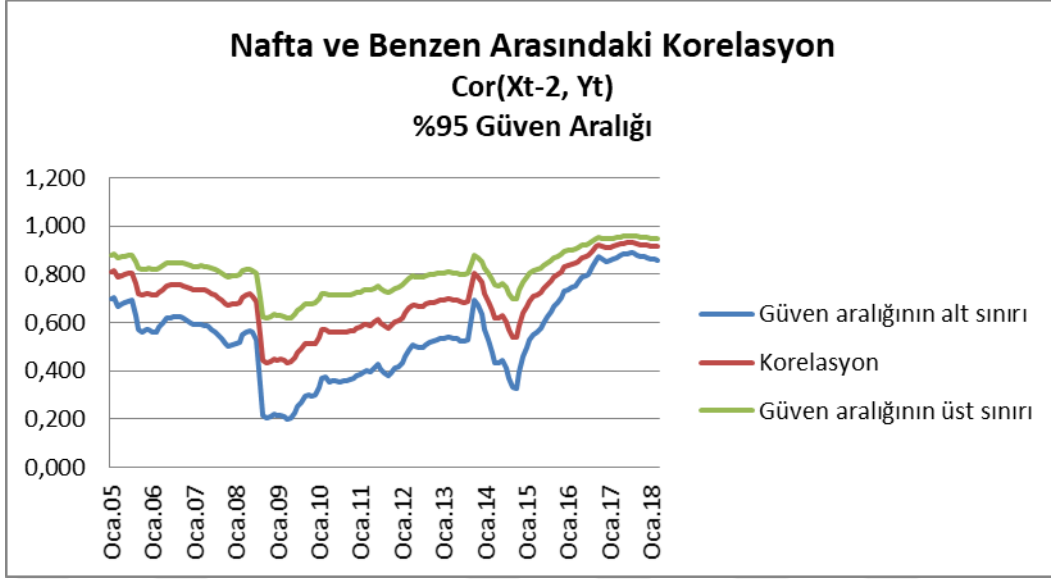
$Cor(X_{t+1}, Y_t)$
%95 Güven Aralığı

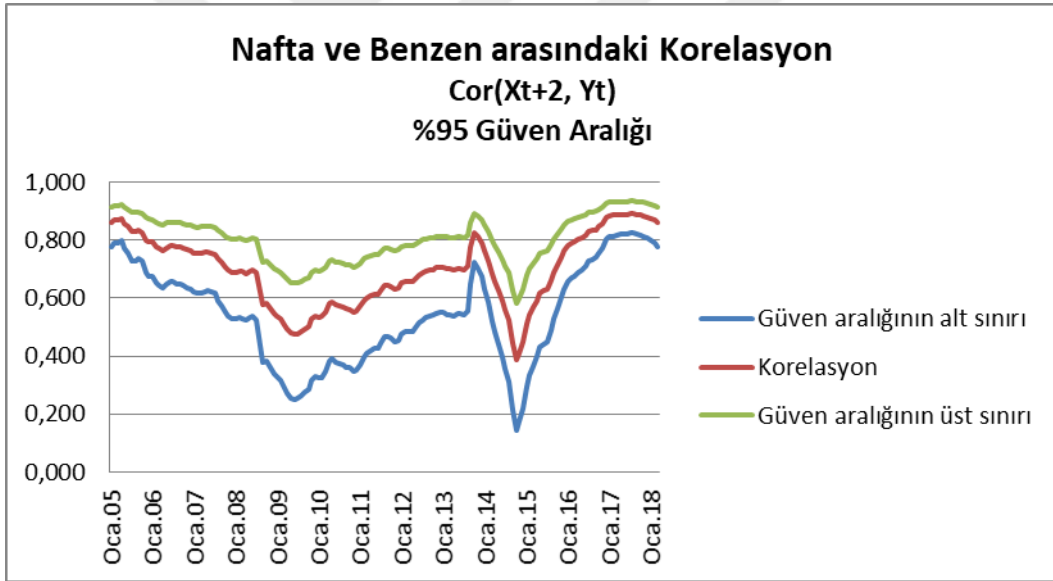
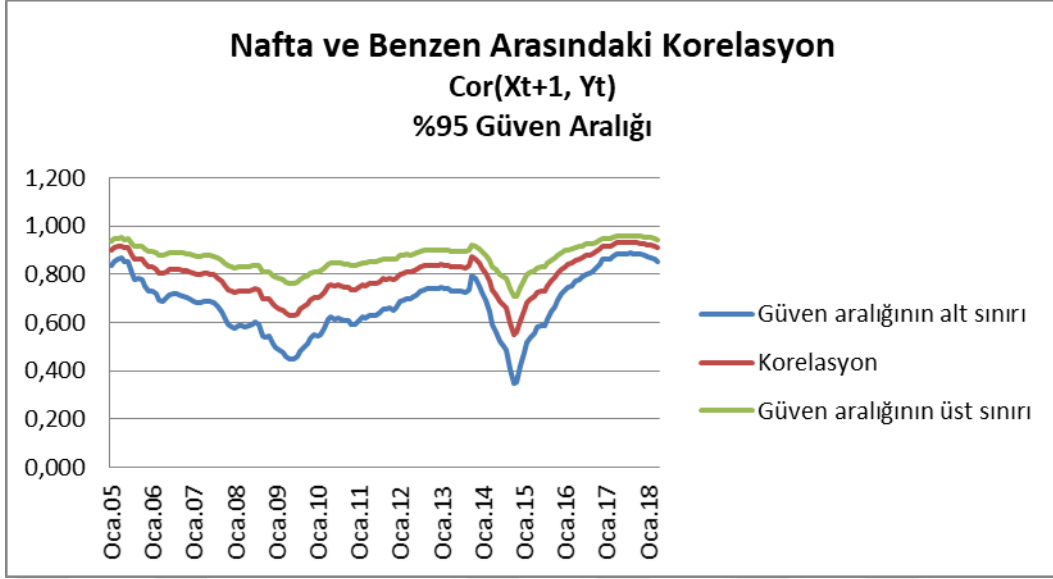


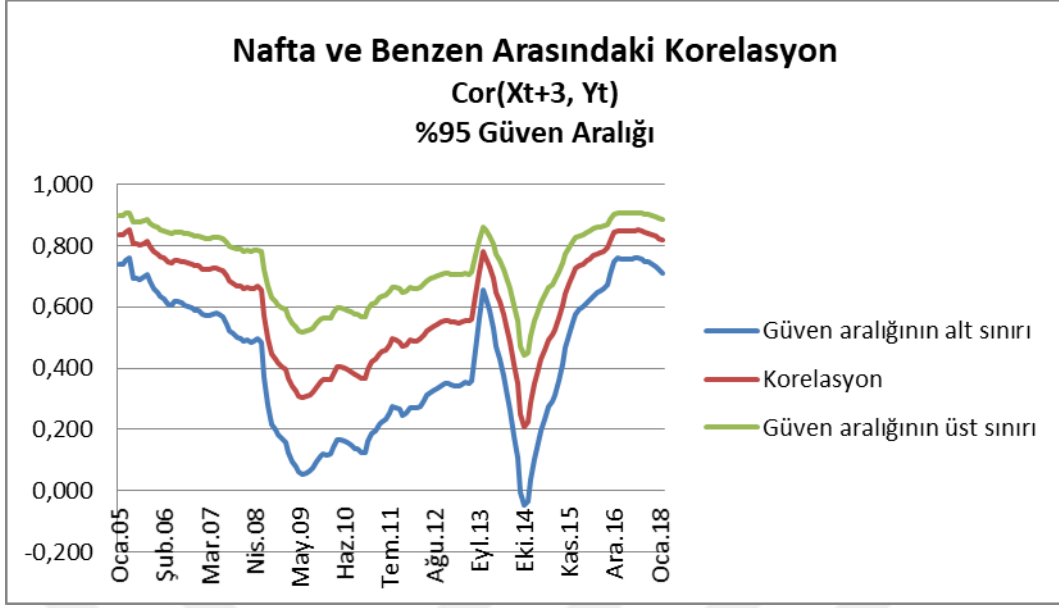


5. Nafta-Benzen Arasındaki Korelasyon

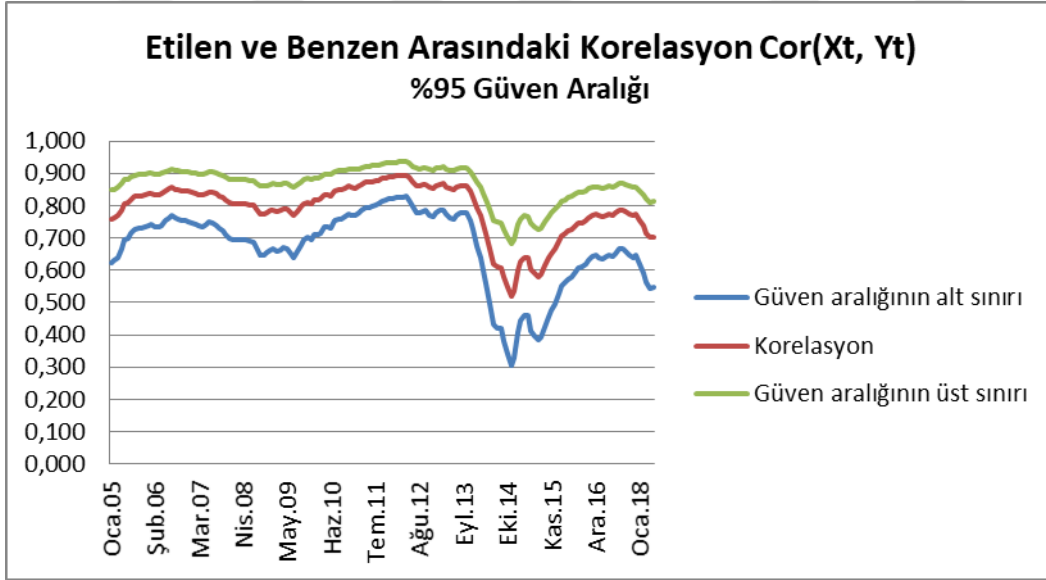


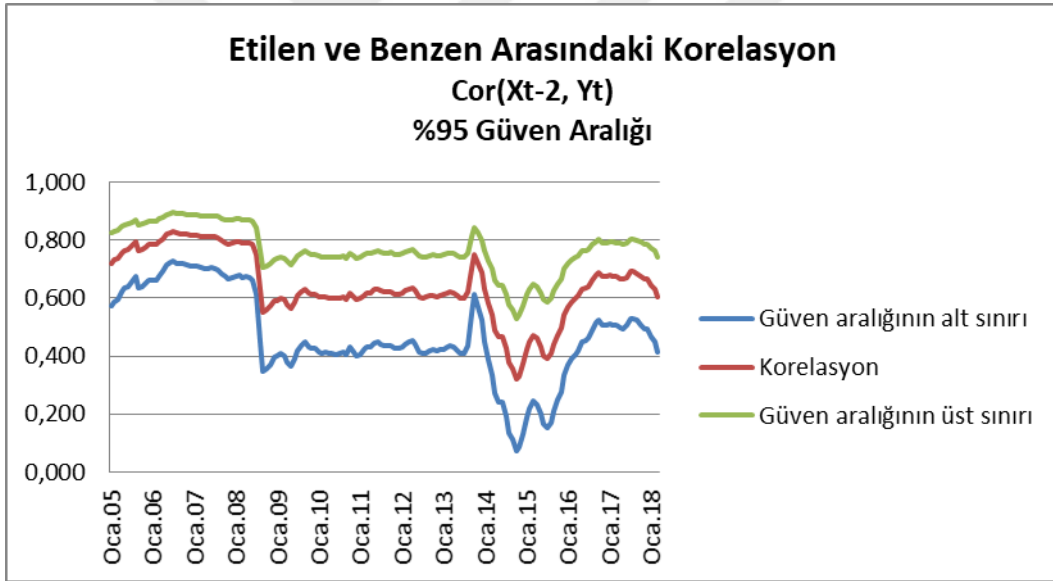
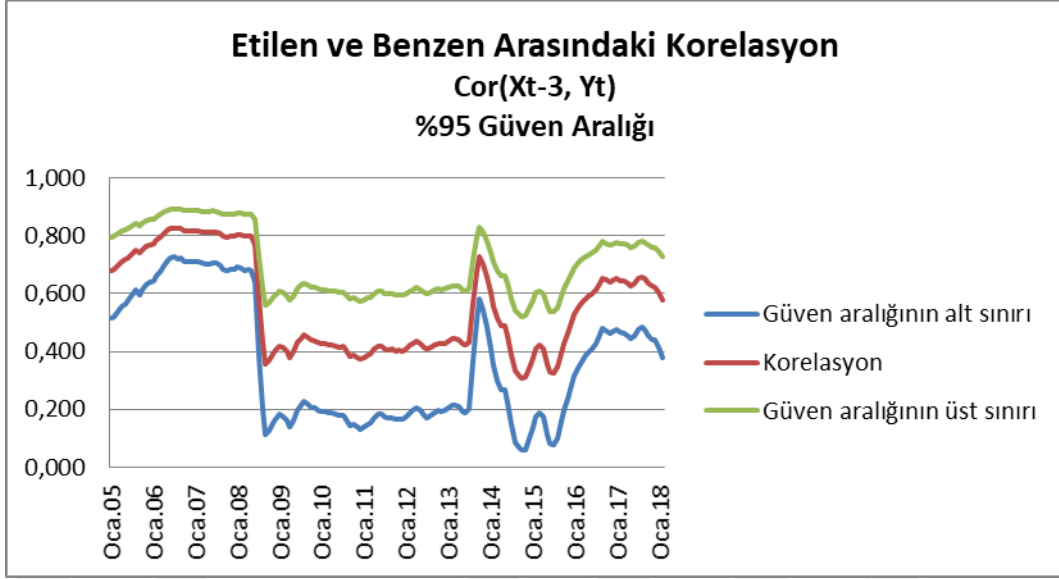






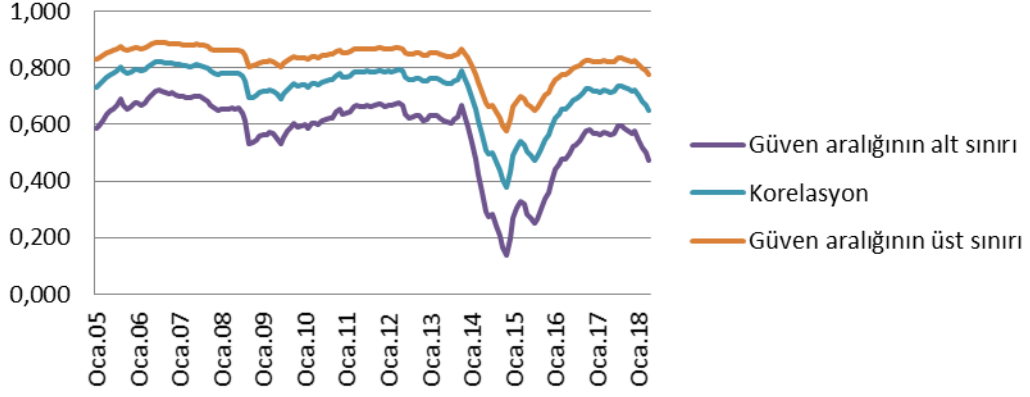
6. Nafta-Benzen Arasındaki Korelasyon





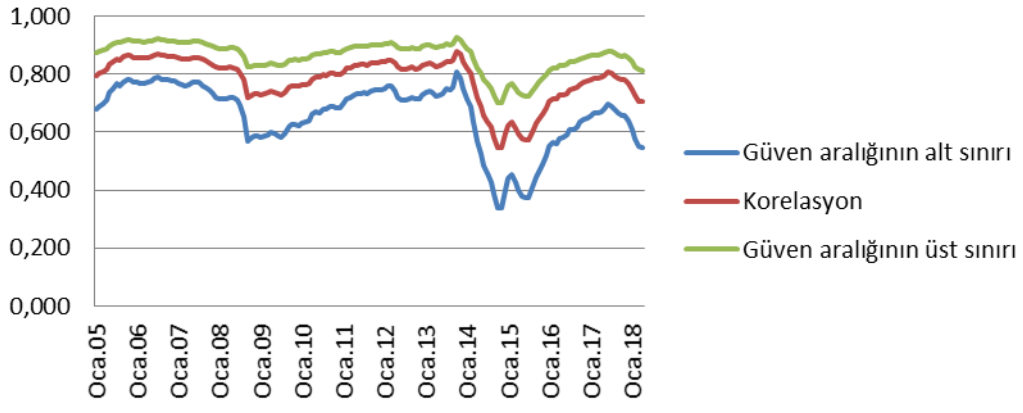
Etilen ve Benzen Arasındaki Korelasyon

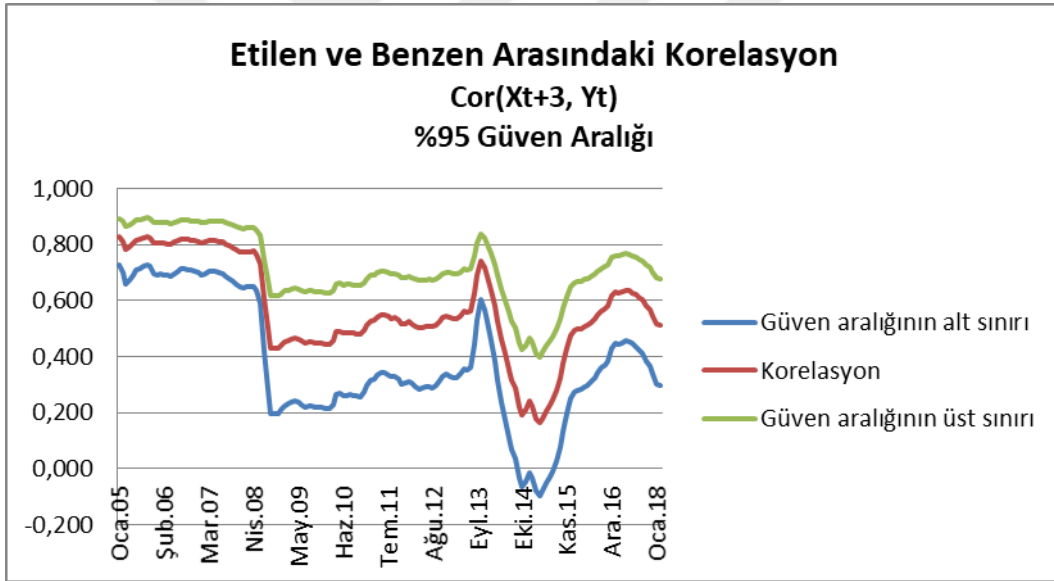
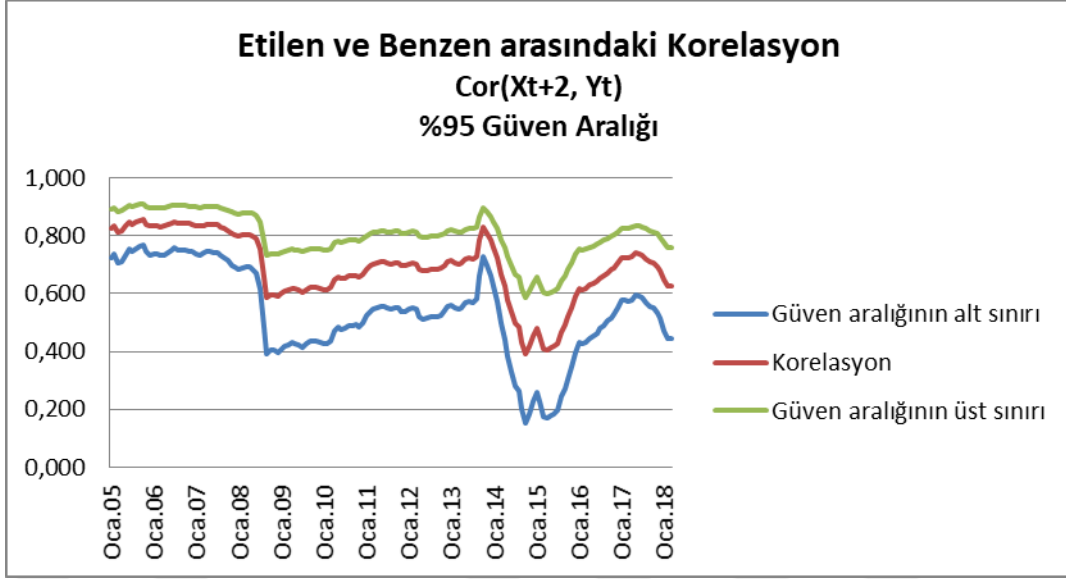
$Cor(X_{t-1}, Y_t)$
%95 Güven Aralığı



Etilen ve Benzen Arasındaki Korelasyon

$Cor(X_{t+1}, Y_t)$
%95 Güven Aralığı





ÖZGEÇMİŞ

01/11/1985 tarihinde, Azerbaycan'ın Bakü şehrinde doğmuştur. İlk, orta ve lise eğitimini Bakü'de tamamlamıştır. 2007 yılında Boğaziçi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü'nden mezun olmuştur. 2010 yılında Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muhasebe ve Finansman (İngilizce) Bölümü'nde Yüksek Lisans programını bitirmiştir. 2011 yılında ise Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Bölümü'nde doktora eğitimine başlamıştır.

2007-2008 tarihlerinde Jeffreys Henry International Denetim Şirketi'nde Denetçi olarak görev yapmıştır. 2008-2009 tarihlerinde Marsh&McLennan Şirketi'nde risk analisti olarak görev yapmıştır. 2009-2010 tarihlerinde SOCAR&Turcas Enerji A.Ş.'de finans ve ticaret sorumlusu, 2010-2012 SOCAR Turkey Enerji A.Ş.'de Birinci Başkan Yardımcısı Danışmanı, 2012-2016 tarihlerinde Ticaret Grup Müdürü ve Ticaret Raporlama Koordinatörü, 2015-2016 tarihlerinde ise yine aynı şirkette Hazine Müdürü olarak görev yapmıştır. 2016 tarihinden itibaren SOCAR Capital Şirketinde Yatırım ve Operasyonlar Direktörü olarak kariyerine devam etmektedir.

Özel ilgi alanları: Finans ve Yatırım, Borsa, Şirket Birleşmeleri.

Elkhan HASANOV