

T.C.
BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOĞU AKDENİZ ENERJİ KAYNAKLARINA YÖNELİK TÜRKİYE
ÜZERİNDEN BORU HATTI GÜZERGÂHI BELİRLENMESİ ve İNCELENMESİ

Mesut ERKAN

Denizcilik Mühendisliği ve İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı

Denizcilik Mühendisliği ve İşletmeleri Yönetimi Programı

OCAK 2022

T.C.
BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOĞU AKDENİZ ENERJİ KAYNAKLARINA YÖNELİK TÜRKİYE
ÜZERİNDEN BORU HATTI GÜZERGÂHI BELİRLENMESİ ve İNCELENMESİ

Mesut ERKAN

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Turgay KÖROĞLU

Denizcilik Mühendisliği ve İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı

Denizcilik Mühendisliği ve İşletmeleri Yönetimi Programı

OCAK 2022

BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre hazırlamış olduğum “**Doğu Akdeniz Enerji Kaynaklarına Yönelik Türkiye Üzerinden Boru Hattı Güzergâhı Belirlenmesi ve İncelenmesi**” adlı tezimin özgün bir çalışma olduğunu, tez hazırlanırken tüm aşamalarda bilimsel etik ilkelerine uygun davrandığımı, tez kapsamında sunulan tüm verileri bilimsel etik ilkelerine uygun elde ettiğimi, tezde faydalandığım tüm eserlere atıf yaptığımı ve kaynaklar kısmında bu eserleri gösterdiğimi beyan ederim.

07/01/2022

Mesut ERKAN

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında, Doğu Akdeniz enerji kaynaklarının Türkiye üzerinden özellikle Avrupa'ya aktarım sürecine odaklanılmıştır. Bu hususa genel bir perspektiften bakabilmek için Doğu Akdeniz'de yer alan enerji kaynakları, Mersin limanı imkân ve kabiliyetleri, Doğu Akdeniz'de daha önce planlanmış ve hayata geçirilmiş benzer projeler ve boru hattına yönelik bir takım çevresel değerlendirmeler ortaya konularak son aşamada boru hattına dair geniş kapsamlı çalışma sonuçları sunulmuştur.

Tez konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup tez konusunun belirlenmesinden başlayarak son aşamaya kadar her konuda yardımlarını esirgemeyen; bilgi birikimi, tecrübe ve tavsiyeleri ile bana yol gösteren ve zamanını ayıran kıymetli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Turgay KÖROĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca her kararında yanımda olan ve beni destekleyen canım annem Emine ERKAN'a ve saygıdeğer babam Hayrullah ERKAN'a sonsuz minnetlerimi sunarım.

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOĞU AKDENİZ ENERJİ KAYNAKLARINA YÖNELİK TÜRKİYE ÜZERİNDEN BORU HATTI GÜZERGÂHI BELİRLENMESİ ve İNCELENMESİ

Mesut ERKAN

Bandırma Onyedli Eylöl Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Denizcilik Mühendisliği ve İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Turgay KÖROĞLU

Ocak 2022, 113 sayfa

Doğu Akdeniz enerji kaynaklarının transfer sürecinde Türkiye'nin önemli bir jeopolitik konumda olması ülkenin ekonomik anlamda güçlü bir pozisyonda yer almasına destek sunmaktadır.

Doğu Akdeniz'de Türkiye'nin erişimi ve ulaşımında olan potansiyel enerji rezervleri tespit edilmesi ile ilgili olarak başlanan çalışmada, yenilenebilir enerji kaynaklarından, jeotermal, rüzgâr, dalga, güneş, biyokütle ve okyanus-termal enerji dönüşümü potansiyelleri ve bunların kullanıma uygun olup olmadığı değerlendirilmiştir. Ardından, konvansiyonel enerji kaynakları olan hidrokarbon rezervlerine oluşumundan potansiyeline incelemelerde bulunulmuş; gaz hidratların, petrol ve doğal gazın bölgedeki miktarlarının tespitine çalışılmıştır. Doğu Akdeniz'de, bilinen ve beklenen rezervlerin ışığında doğalgazın bölgedeki kaynakları da göz önüne alarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

Doğalgaz taşınımında Avrupa ve Asya arasında bir kavşak olan Türkiye'de bulunan boru taşınımı hatlarının da incelenmesi ve değerlendirilmesi neticesinde, Doğu Akdeniz'den çıkabilecek olan doğalgazın, yine uygulamada olan hatlar ile bağlantı kurulabilecek şekilde taşınmasına yönelik olarak araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Mavi Vatan hatları da göz önüne

alınarak hazırlanan boru hattı projesinde; Doğu Akdeniz enerji kaynakları, Türk limanlarının performans ve imkânları özelinde güzergâh için tüm yönleri ele alınmıştır. Boru hattının Türkiye anakarasına bağlantı noktası olarak Mersin limanı tespit edilmiştir. Dünya genelinde faaliyette bulunmuş diğer doğalgaz taşıma hatları, boru hattının sürdürülebilirliği açısından önem arz eden güvenlik uygulamaları, Doğu Akdeniz’de geçmişte oluşturulmuş diğer boru hattı projeleri ve açık deniz platformları ile boru hattının çevresel değerlendirmeleri incelenmiş ve değerlendirmeye katılmıştır. Son kısımda boru hattının olabilecek düzeyde tasarımı ve ilişkili teknik detayları sunulmuş ve nihayetinde değerlendirilmesi yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Doğu Akdeniz, Yenilenebilir Alternatif ve Geleneksel Enerji Kaynakları, Enerji Potansiyeli, Boru Hattı, Türkiye.



ABSTRACT

M.Sc. THESIS

DETERMINATION AND INVESTIGATION TURKEY OVER THE EASTERN MEDITERRANEAN ENERGY RESOURCES TOWARDS PIPELINE ROUTE

Mesut ERKAN

**Bandirma Onyedi Eylul University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Maritime Engineering and Business Management**

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Turgay KÖROĞLU

January 2022, 113 pages

The fact that Turkey is in an important geopolitical position in the process of transferring Eastern Mediterranean energy resources supports the country's position in an economically strong position.

In the study, which was started to determine the potential energy reserves that Turkey has access to in the eastern Mediterranean, the potential of renewable energy sources such as geothermal, wind, wave, solar, biomass and ocean-thermal energy conversion and their suitability for use were evaluated. Then, investigations were made from the formation to the potential of hydrocarbon reserves, which are conventional energy sources; It has been tried to determine the amount of gas hydrates, oil and natural gas in the region. In the light of the known and expected reserves in the Eastern Mediterranean, natural gas has been evaluated by taking into account the resources in the region.

As a result of the examination and evaluation of the pipe transportation lines in Turkey, which is a junction between Europe and Asia in natural gas transportation, researches were carried out to transport the natural gas that may come out of the Eastern Mediterranean in a way that can be connected with the lines that are still in practice. In the pipeline project, which was prepared

considering the Mavi Vatan lines; Eastern Mediterranean energy resources, performance and possibilities of Turkish ports, all aspects of the route have been discussed. Mersin port has been determined as the connection point of the pipeline to the Turkish mainland. Other natural gas transportation lines operating around the world, security practices that are important for the sustainability of the pipeline, other pipeline projects created in the past in the Eastern Mediterranean and offshore platforms, and environmental assessments of the pipeline were examined and included in the evaluation. In the last part, the possible design of the pipeline and its related technical details are presented and finally its evaluation is made.

Keywords: Eastern Mediterranean, Renewable Alternative and Traditional Energy Resources, Energy Potential, Pipeline, Turkey.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	ix
SİMGE ve KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL ve YÖNTEM	4
3. DOĞU AKDENİZ'E MÜHENDİSLİK PERSPEKTİFİNDE BAKIŞ	7
3.1 Tanımlama	7
3.2 Literatür Taraması	9
3.3 Çalışmanın Amacı ve Literatüre Katkısı	14
4. DOĞU AKDENİZ'DE JEOLojİK YAPI, ENERJİ KAYNAKLARI ve ENERJİ REZERVLERİ	16
4.1 Doğu Akdeniz'de Gaz Hidrat	17
4.2 Doğu Akdeniz'de Dalga Enerjisi	19
4.3 Doğu Akdeniz'de Jeotermal Enerji	22
4.4 Doğu Akdeniz'de Rüzgâr Enerjisi	22
4.5 Doğu Akdeniz'de Güneş Enerjisi	24
4.6 Doğu Akdeniz'de Biyokütle Enerjisi	26
4.7 Doğu Akdeniz'de Okyanus Termal Enerji Dönüşümü (OTEC)	28
4.8 Doğu Akdeniz'de Petrol Rezervi	30
4.9 Doğu Akdeniz'de Doğalgaz Rezervi	32
4.10 Doğu Akdeniz'de Enerji Kaynakları için Depolama Alanları	36
5. SIVI DÖKME YÜK ELLEÇLEMESİNDE TÜRKİYE LİMANLARI ve DOĞALGAZ TAŞIMA HATLARI	40

5.1 Türkiye Limanlarında Sıvı Dökme Yük Elleçlemesi.....	40
5.2 Deniz ile Limanlarda Güvenlik ve Uygulamalar	43
5.3 Güzergâh Planları için Mersin Limanı'nın Önemi	46
5.4 Türkiye'de Sıvı Dökme Yük ve Doğalgaz'ın Boru Hatları ile Transferi.....	48
5.5 Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı (TANAP).....	54
5.6 Doğu Akdeniz'de Doğalgaz Transferine İlişkin Hat ve Projeler.....	58
6. DOĞU AKDENİZ ENERJİ KAYNAKLARININ, AÇIK DENİZ PLATFORMLARININ ve BORU HATTININ ÇEVRESEL DEĞERLENDİRMESİ	62
6.1 Enerji Kaynakları ve Kullanımlarının Çevresel Değerlendirmesi.....	62
6.2 Açık Deniz Platformlarının Çevresel Değerlendirmesi	66
6.3 Denizaltı Boru Hattının Çevresel Değerlendirmesi	70
7. DOĞU AKDENİZ'DE KEŞFEDİLMİŞ ENERJİ KAYNAKLARININ TÜRKİYE ÜZERİNDEN AVRUPA'YA AKTARILMASINA YÖNELİK GÜZERĞÂH PLANLAMASI	73
7.1 Güzergâh Koridoruna Etki Eden Nitel Öncüller.....	73
7.2 Güzergâh Koridoruna Etki Eden Nicel Öncüller	78
8. TARTIŞMA ve SONUÇ	86
9. KAYNAKLAR.....	89
ÖZGEÇMİŞ	113

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3-1: Akdeniz Havzasına Geniş Perspektiften Bakış.....	7
Şekil 3-2: Doğu Akdeniz Hidrokarbon Rezervlerini Gösterir Harita	8
Şekil 4-1: Türkiye Çevresindeki Gaz Hidrat Yatakları.....	18
Şekil 4-2: Akdeniz Batimetrisi'ni Gösteren Harita	19
Şekil 4-3: Dalga Enerjisi Potansiyeli Bulunan Noktalar.....	20
Şekil 4-4: Akdeniz Bölgesi Tahmini Rüzgâr Hızı	24
Şekil 4-5: OTEC Çalışma Prensibi Görseli.....	29
Şekil 5-1: Sıvı Dökme Yük Elleçlemede Akış Süreci.....	41
Şekil 5-2: Denizyolu İhracat ve İthalat Ortalamasının Yüzdelik Oranları.....	43
Şekil 5-3: Öncü Limanlara Gelen Ortalama Gemi Kapasiteleri.....	48
Şekil 5-4: 2018 Yılı Dünya Geneline Enerji Esas Tüketim Oranı.....	49
Şekil 5-5: 2040 Yılı Vadeli Kaynak Bazında Tahmini Enerji Talepleri.....	49
Şekil 5-6: 2040 Yılı Vadeli Bölgesel Olarak Tahmini Enerji Talepleri	50
Şekil 5-7: Türk Akım ve Mavi Akım Doğalgaz Boru Hatları	51
Şekil 5-8: İran-Türkiye Doğalgaz Boru Hattı.....	52
Şekil 5-9: Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı.....	53
Şekil 5-10: Irak-Türkiye Ham Petrol Boru Hattı.....	54
Şekil 5-11: Güney Gaz Koridoru.....	55
Şekil 5-12: Güney Kafkasya Boru Hattı.....	56
Şekil 5-13: Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı.....	57
Şekil 5-14: TAP ve İptal Edilen Nabucco Boru Hattı	58
Şekil 5-15: Arap Doğalgaz Boru Hattı.....	59
Şekil 5-16: East-Med Boru Hattı Projesi.....	61
Şekil 6-1: 1990-2018 Yıllarını Kapsayan Sera Gazı Emisyonu Seviyeleri.....	63

Şekil 6-2: Dünya Enerji Tüketiminde Kaynakların Oranları.....	65
Şekil 6-3: Yenilenebilir Enerjilerin Yatırım Payı Açısından İncelenmesi.....	66
Şekil 6-4: Boru Hattı Döşeme İşleminde Yüzer Unsurlar	71
Şekil 6-5: J-Tipi Döşeme İşlemi.....	71
Şekil 7-1: İsrail Açıklarında Yer Alan Gaz Sahaları ve Boru Hattı	73
Şekil 7-2: İsrail ve Mısır Açıklarında Yer Alan Gaz Sahaları	75
Şekil 7-3: Mısır-İsrail-Lübnan-KKTC-Türkiye Boru Hattı Projesi.....	76
Şekil 7-4: Proje Devamında Yararlanılacak Doğu Anadolu Doğalgaz Boru Hattı	79
Şekil 7-5: Çelik Boru İncelemesine İlişkin Görsel	80
Şekil 7-6: Kompresör İstasyonu (CS) Şeması	81
Şekil 7-7: CS Ünitesinde Akış Diyagramı.....	81
Şekil 7-8: Boru Hattı Rotası Üzerinde Yer Alan Derinlikler	83
Şekil 7-9: Boru Hattı İç Basıncında Yaşanan Değişimler	84
Şekil 7-10: Boru Hattı Gaz Akışında Yaşanan Sıcaklık Değişimleri	85

TABLO LİSTESİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 4-1: Dalga, Gelgit ve OTEC Enerji Ülkesel Miktarları	21
Tablo 4-2: Doğu Akdeniz’de Doğalgaz Rezervleri	33
Tablo 4-3: Doğu Akdeniz’de Ülkesel Anlamda Doğalgaz Verileri	34
Tablo 4-4: Doğu Akdeniz Havzası Ülkelerine Ait LNG Terminalleri	39
Tablo 5-1: Türkiye’nin En Büyük Konteyner Limanları	46
Tablo 7-1: Boru Hattı Malzeme ve Özelliklere İlişkin Veriler	82

SİMGE ve KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
H_c	: Yük kazancı
H_L	: Yük kaybı
f_w	: Sürtünme katsayısı
Y_b	: Yörüngesel hareket genliği
k	: Deniz yatağı pürüzlülüğü
α	: Termal genleşme katsayısı
ΔT	: Sıcaklık farkı
L_T	: Hareket etme mesafesi
A_{st}	: Çelik boru kesit alanı
D_0	: Boru dış çapı
D_1	: Boru iç çapı
V	: Hacim
P	: Basınç
C	: Sıkıştırılabilirlik
T	: Kalınlık
E	: Elastik modül
u_{da}	: Derinlik ortalaması
Z_1	: Tabandan olan yükseklik
f_{wd}	: Sürüklenme kuvveti
f_{wm}	: Atalet kuvveti
ρ_w	: Deniz yoğunluğu
C_m	: Atalet katsayısı
u_w	: Zerrecek hızı şiddeti
ΔP	: Basınç dalgalanması
P_j	: Akışkan yoğunluğu
T_R	: Yansıma süresi
T_S	: Valf kapama süresi
T_f	: Borudaki ortalama sıcaklık
Re	: Reynold sayısı

Kısaltmalar	Açıklama
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
BAUDEGS	: Bahçeşehir Üniversitesi Denizcilik ve Global Stratejiler Merkezi
BCM	: Milyar Metre Küp
BM	: Birleşmiş Milletler
BOTAŞ	: Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
ERA40	: Küresel İklim Verileri
ETKB	: Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı
FSRU	: Yüzer Depolama ve Yeniden Gazlaştırma Ünitesi
FV	: Fotovoltaik
GKRY	: Güney Kıbrıs Rum Yönetimi
GT	: Gros Tonaj
Had3CM	: Atmosfer-Okyanus Bağlantılı Küresel Dolaşım Modeli
HW	: Yükseklik Genişlik Oranı
IMO	: Uluslararası Denizcilik Örgütü
IPCC	: Birleşmiş Milletler Hükümetler Arası İklim Değişikliği
IRENA	: Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
KIB-TEK	: Kıbrıs-Türk Enerji Kurumu
KKTC	: Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti
LMDBHA	: Leviathan-Mersin Doğalgaz Boru Hattı Antlaşması
LNG	: Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
LPG	: Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
MEB	: Münhasır Ekonomik Bölge
MEBSHA	: Münhasır Ekonomik Bölgenin Sınırlandırılması Hakkında Anlaşma
MENA	: Orta Doğu ve Kuzey Afrika
NPP	: Net Birincil Üretim
OPEC	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
OTEC	: Okyanus Termal Enerji Dönüşümü
SKK	: Sosyal Konut Kompleksi
SOLAS	: Denizde Can Güvenliği Uluslararası Sözleşmesi
UNGSF	: Yer Altı Doğalgaz Depolama
USGS	: Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma Servisi

1. GİRİŞ

Enerji, modern insanlık çağının başlangıcından bu yana geleneksel olarak küresel jeopolitik ortamda kayda değer bir rol üstlenmiş; süper ve büyük güçlerin yükselmesine, ittifak sürecinin yaratılmasına ve birçok olayda çatışmaların ve savaşların ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Modern tarih üzerinde yer alan uluslararası oluşumların hemen hepsi bir enerji kaynağına sırtını yaslamaktadır (Armaoğlu, 2014).

Hidrokarbonlar enerji türleri arasında güncel olarak en önemli basamakta yer almaktadır. Bu türün içerisinde de en önemli iki paya sahip sınıflar ise petrol ve doğalgazdır. Doğalgaz ve petrol hidrokarbon molekül oluşumu bakımından aynı karaktere sahiptirler. Genel anlamda bir arada bulunmalarının yanında doğalgaz, gaz fazındaki maddenin hareket kabiliyeti bulunduğundan yer altında tek başına da bulunabilmektedir. Bunun yanı sıra doğalgazın, petrol rezervleri içerisinde gaz öncülü veya homojen şekilde yer aldığı da bilinmektedir (Özal, 2020).

İçerik açısından karşılaştırıldığında doğalgaz'da %90 oranında metan, %5 oranında etan, %3 oranında propan ve %2 oranında bütan, pentan ve hekzan vb. bileşenleri bulunurken; petrol %44 oranında metan, %4 oranında etan, %4 oranında propan, %5 oranında bütan ve pentan, %43 oranında hekzan ve ağır bileşenlerinden oluşur (Özal, 2020). Petrol içerisinde çözünmüş gaz, petrolün kuyuya akmasını sağlayan önemli bir yardımcı unsur olarak karşımıza çıkmaktadır (Özal, 2020; Emeklier ve Ergül, 2010).

Birinci Dünya Savaşı, insanlık tarihindeki ilk küresel karbon ve hidrokarbon savaşıdır. Alman-Fransız sınırındaki zengin kömür yataklarının haklarını ele geçirmek için iki ülke arasındaki gerginlik sürerken o sırada savaşın görünür nedeni olan milliyetçilik akımının yayılmış olması ve Sırbistan'ın bağımsızlığını ilan etmek istemesi, Avusturya-Macaristan İmparatorluğu'nun bu isteği reddetmesi nedeni ile bir Sırp vatandaşının Avusturya-Macaristan Veliahdı ile eşini Saraybosna ziyaretleri sırasında öldürmesinden sonra Almanya ilk önce seferberlik ilan eden Rusya'ya, bir gün sonra ise zaten kriz yaşadığı Fransa'ya savaş ilan etmiştir. Çok sayıda ülkenin çeşitli nedenlerden ötürü savaşa katılması sonucunda cepheler genişlemiş ve savaşın çapı büyümüştür. Belçika'nın Almanya tarafından işgali ile İngiliz Birleşik Krallığı da savaşa dahil olmuştur (Armaoğlu, 2014).

Birinci Dünya Savaşı sırasında İngiliz Donanması'nın Amirallik görevini üstlenen Winston Churchill, Birleşik Krallık Filosu'nu Alman muadillerinden daha hızlı hale getirmek için savaş gemilerinde yakıt kaynağı olarak kömür yerine petrolü kullanma kararı almıştır. Churchill'in bu kararı, kömür arzının şekil değiştirmesine ve petrolün küresel enerji jeopolitiğinin mihenk taşı

olmasına yol açmıştır. Churchill, İngiltere'den gelen güvenli kömür arzından o zamanki Pers (İran) İmparatorluğu'ndan gelecek belirsiz petrol arzına geçiş kararı vererek Orta Doğu'nun küresel jeopolitiğin önemli bir merkez üssü olmasına ve petrolün ulusal güvenlik için kilit bir konu haline gelmesine sebep olmuştur (Armaoğlu, 2014; Taşpınar ve Özçelik, 2009).

20. yüzyılın ikinci yarısından bu yana, petrol kaynaklarının kontrolü için insanlığın savaşı Biafra Savaşı (1967-1970), İran-Irak Savaşı (1980-1988), Irak'ın Kuveyt işgali ile başlayan, 37 ülkenin katılımı ile bastırılan Körfez Savaşı (1990-1991), Irak İç Savaşları (2003-2011) ve Nijer Deltası çatışmaları şeklinde fiziki olarak devam etmektedir (Taşpınar ve Özçelik, 2009). Günümüzde değişen savaş şartları, insanlığın fiziki olarak verdiği savaşların yanı sıra psikolojik açıdan da savaş vermesi, ekonomi ile bedel ödemesi gibi yeni savaş alanlarının açılmasına da neden olmuştur. Petrol savaşlarının ekonomi boyutunu dünya petrol rezervlerinin %24,9'unu elinde bulunduran ve Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC) verilerine göre en büyük petrol ihracatçısı olan Venezuela örneğinde açıkça görmek mümkündür (Emeklier ve Ergül, 2010).

Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'nun (EPDK) 2018 yılında yayınlamış olduğu rapora göre; dünya'da keşfi ve tespiti sağlanmış petrol rezerv miktarı 1.734,9 milyar varildir. Raporun devamında; Orta Doğu'da 824,3 milyar varil (%46,1), Güney ve Orta Amerika'da 338,3 milyar varili (%20,2) ve Kuzey Amerika'da 228,3 milyar varil (%12,3) petrol rezervi olduğu belirtilmiştir (EPDK, 2018). Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ise dünya petrol rezervinin sadece %2,4'lük dilimine sahip bulunmasına rağmen üretim baskısı ile Kanada, Meksika ve Venezuela'dan temin ettiği işlenmiş petrol toplam üretiminin ile %8'lik kısmınında sorumludur (Yanar, 2017). Dünya petrol üretiminde Venezuela'yı Suudi Arabistan, Kanada, İran, Irak, Kuveyt, Birleşik Arap Emirlikleri, Rusya, Libya, Nijerya, Kazakistan, Katar, Çin Halk Cumhuriyeti, Azerbaycan, Umman, Sudan, Hindistan, Mısır, Vietnam, Malezya, Endonezya, Yemen, Suriye ve Uganda takip etmektedir. Petrol üretiminde rezerv bakımından diğer ülkelere nazaran daha az potansiyele sahip ülkeler ise Avrupa Birliği (AB) ülkeleridir (Erdoğan, 2015).

Ülkeler petrole olan bağımlılıklarını azaltma yolunu tercih ederek alternatif kaynakların kullanımının benimsenmesi yönünde adımlar atsalar da ABD'de tüketilen petrol oranı sadece iç tüketimde %22'lik bir kısmı işaret etmektedir. %8 üretim değeri göz önünde bulundurulduğunda ülkenin petrole olan bağımlılığı açıkça görülmektedir. Petrol rezervleri açısından zayıf olan AB ülkelerinin de Doğu Akdeniz'i önemsemesi ve kimi zaman müdahale gücünü gösterme teşebbüsü de bölgenin zengin petrol ve doğalgaz rezervi nedeniyle alakalıdır (Kirschbaum vd, 2010).

AB ülkelerinden ayrıcalıklı olarak Rusya, dünya petrol tüketiminde %3,3'lük bir paya sahiptir. Rezerv açısından hesaba katıldığında ise tüketim gücünden fazlasını üreten bir konumda

yer almaktadır. Diğer taraftan, Çin Halk Cumhuriyeti'nde ise tüketim miktarı dünya tüketim miktarının %9,6'sı oranındadır. Üretim miktarı yönünden %1,2 olduğundan dolayı petrole ihtiyaç duyan ülkeler arasında yerini almaktadır. Zaman zaman şahit olunan ABD ve Çin gerginliğinin temelinde çoğunlukla enerji alanı hakimiyet arzusu bulunmaktadır (Dedekoca, 2017).

Dünya enerji arzının, 2008 yılında petrol ve doğalgaz rezervlerine yönelik yeni kaynak alanlarının ortaya çıkmaması halinde yaklaşık 40 yılda bitebileceği yönünde çeşitli senaryolar üretilirken, dünya ülkelerinin enerji talepleri her geçen gün artmaktayken endişeye yol açmış (Öztürk ve Kılıç, 2018), yukarıda açıklandığı üzere yoğun enerji talebi yeni rezervlerin keşfini zorunlu hale getirmiştir. İsrail, Ortadoğu kıyıları ve Kıbrıs adası açıklarında 2009 yılı itibari ile enerji arama faaliyetlerine başlayarak bu sürece ön sıralarda dahil olan ülkeler arasında başı çekmiştir (Colombo ve Sartori, 2016).

Yayımlanan araştırma raporları ve ilave çalışmalar ile dünyanın gözü özellikle son yirmi yıldır Doğu Akdeniz'e çevrilmiş durumdadır. Araştırmaların derinleşmesi ile birlikte ise Kıbrıs adasının çevresinde 8 milyar varil civarında petrol rezervinin varlığı açıklanmıştır (Kirschbaum vd, 2010). Herodot Sahası olarak adlandırılan Girit'in güney ve güneydoğusundaki alanın iki ayrı kesiminde ise toplam 3,5 milyar varil petrol rezervi olduğu saptanmıştır (Ağca, 2010). Doğu Akdeniz'de toplamda yaklaşık 30 milyar varile yakın hidrokarbon yatağı bulunduğu öne sürülmektedir.

2. MATERİYAL ve YÖNTEM

Projelendirilmesi planlanan boru hattı güzergâhı için bilinmesi gereken; sıcaklık, basınç, gaz akış kapasitesi ve kompresör gücü gibi teknik bilgilere PIPESIM ve GASCalc yazılımlarından yararlanarak aşağıda sunulan denklemler temelinde ulaşılmıştır (Türk Loydu Foundation, 2008).

Boru hattında meydana gelen akış ve sürtünme değerleri Denklem 1 ile ifade edilmektedir.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + H_c = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_L \quad (1)$$

Denklemde yer alan H_c yük kazancını, H_L ise yük kaybını tanımlamaktadır.

Sürtünme değerinin belirlenebilmesi için sürtünme katsayısının (Denklem 2) bilinmesi gerekmektedir.

$$f_w = \left[-5,977 + 5,213 \left(\frac{Y_b}{k} \right)^{-0,194} \right] \quad (2)$$

Denklemde yer alan f_w sürtünme katsayısını, Y_b yörüngesel hareket genliğini, k deniz yatağı pürüzlüğünü tanımlamaktadır.

Boru hattı içerisinde meydana gelen sıcaklık ve basınç farklılıklarıyla birlikte hat uçlarındaki genleşme oluşabilmektedir. Bu genleşme ile beraber boruda oluşabilecek değişiklikler Denklem 3 ile hesaplanabilmektedir.

$$\Delta_u = \alpha \cdot \Delta T \cdot L_T + \frac{L_T}{E \cdot A_{st}} \cdot N_u \quad (3)$$

Denklemde yer alan α Termal genleşme katsayısını, ΔT sıcaklık farkını, L_T hareket etme mesafesini, A_{st} çelik boru kesit alanını (Denklem 4) tanımlamaktadır.

$$A_{st} = \frac{\pi}{4} [D_0^2 - D_1^2] \quad (4)$$

Denklemde yer alan D_0 boru dış çapını, D_1 iç çapını tanımlamaktadır.

İçerisinde sıvı akışkan bulunan boru hattında meydana gelen hacim ve basınç değişimleri Denklem 5 ile ifade edilmektedir.

$$\frac{\Delta V}{\Delta P} = V \left[\frac{D_0(1-v^2)}{E \cdot t} + C \right] \quad (5)$$

Denklemde yer alan V hacmi, P basıncı, C sıkıştırılabilirliği, t kalınlığı, E Elastik modülü tanımlamaktadır.

Derinliğe göre oluşan sıvı akışkanlığı, Denklem 6 ile deniz tabanının 1 metre üzerinden referans alınarak ortalama değerler şeklinde hesaplanabilmektedir.

$$\frac{8}{7} \cdot u_{da} \cdot \left(\frac{z_1}{d_w} \right)^{1/7} \quad (6)$$

Denklemde yer alan u_{da} derinlik ortalamasını kapsayana hızı (m/sn), z_1 tabandan olan yüksekliği, d_w derinliği tanımlamaktadır.

Boru hatlarında derinlik arttıkça ortaya çıkan dalga kuvveti Denklem 7 ve Denklem 8 ile ifade edilmektedir.

$$f_{wd}(\zeta, t) = \frac{1}{2} \cdot \rho_w \cdot C_d \cdot u_w(\zeta, t) \cdot |u_w(\zeta, t)| \cdot D_t \quad (7)$$

$$f_{wm}(\zeta, t) = \pi D_t^2 \cdot \rho_w \cdot C_m \cdot a_w(\zeta, t) \quad (8)$$

Denklemde yer alan f_{wd} sürüklenme kuvvetini, f_{wm} atalet kuvvetini, ρ_w deniz yoğunluğunu, C_d sürtünme katsayısını, C_m atalet katsayısını, u_w zerrecik hızı şiddetini, a_w ivme hızı şiddetini tanımlamaktadır.

Basınç üzerinde ani değişikliklerin hesaplanmasında gaz akışkan yoğunluğunun bilinmesi gerekmektedir. Bu hesaplama Denklem 9 ile ifade edilmektedir.

$$\Delta P = \Delta P_j \cdot \frac{T_R}{T_S} \leq \Delta P_j \quad (9)$$

Denklemde yer alan ΔP basınç dalgalanmasını, P_j akışkan yoğunluğunu, T_R yansıma süresini, T_S valf kapama süresini tanımlamaktadır.

Transferi sağlanacak gazın ideal gaza oranla yaklaşık değeri gaz sapma faktörü ile elde edilmektedir. Bu faktörün hesaplanmasında Denklem 10 kullanılmaktadır.

$$Z = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{P_{avg}^{344.4(10)^{1.785G}}}{T_f^{3.825}}\right)\right]} \quad (10)$$

Denklemden yer alan Z gaz faktörünü, P_{avg} ortalama basıncı, T_f borudaki ortalama sıcaklığı tanımlamaktadır.

Boru hatlarındaki yüzeysel pürüzlenme sonucu gaz akışkanlığında meydana gelen farklılıklara Denklem 11 ile ulaşılabilmektedir.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left[\frac{(\varepsilon / D)}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right] \quad (11)$$

Denklemden yer alan f sürtünme katsayısını, Re Reynold sayısını (Denklem 12), ε pürüzlük katsayısını (mm) tanımlamaktadır.

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad (12)$$

Denklemden yer alan ρ yoğunluğu, V akışkan hızını, D boru çapını, μ dinamik viskoziteyi, ν kinematik viskoziteyi tanımlamaktadır.

Sıcaklık ve basınç ilişkisi, sabit entalpi sırasında basınç farklılığının akışkan üzerinde meydana getirdiği sıcaklık değişikliği ile Denklem 13 üzerinden değerlendirilebilmektedir. Denklem sonucunun negatif çıkması durumunda basınç sıcaklık ilişkisinin ters orantılı olduğu sonucu ortaya çıkar.

$$\eta = \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_H = \frac{1}{c_p} \left[T \left(\frac{\partial \nu}{\partial T}\right)_P - \nu \right] = -\frac{1}{c_p} \left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = \frac{RT^2}{P c_p} \left(\frac{\partial Z}{\partial T}\right)_P \quad (13)$$

3. DOĞU AKDENİZ'E MÜHENDİSLİK PERSPEKTİFİNDE BAKIŞ

Çalışmanın bu kısmında konunun tanımı, önceki çalışmalara odaklanma ve çalışma amacına ilişkin literatür katkısı genel bir çerçevede incelenmiştir.

3.1 Tanımlama

Doğu Akdeniz bölgesinde hidrokarbon enerji yataklarının keşfi ile coğrafi konumu tarihten bu yana deniz ticaretinin merkezi olarak her zaman önemli derecede kabul edilen bu coğrafya çok daha yoğun bir ilgi görmeye başlamıştır. Karasuları nedeni ile doğal hak sahiplerinin ilgisinin yanı sıra küresel güçlerin de ilgisi ile dünya enerji hedeflerinin odak noktası haline gelmiştir.



Şekil 3-1: “Akdeniz Havzasına Geniş Perspektiften Bakış” (Sue, 2011).

Doğu Akdeniz’de bulunan ve en önemli ada konumunda olan Kıbrıs adası, bilindiği üzere Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC) ve Güney Kıbrıs Rum Yönetimi (GKRY) olarak iki merkezli yönetime sahiptir. Bu iki merkezden biri olan GKRY, Türkiye’nin tanımadığı sözde Münhasır Ekonomik Bölge (MEB) adı altında çeşitli araştırmalar yapma düşüncesindedir. Bu düşünceler neticesinde sırası ile 2003’te Mısır, 2007’de Lübnan ve son olarak 2010’da İsrail ile birtakım sözde anlaşmalar gerçekleştirmişlerdir.

Türkiye, Doğu Akdeniz’de yer alan deniz yetki alanlarının kısıtlanması konusunda uluslararası deniz hukukunda yer verilen Kıbrıs adasına ve Doğu Akdeniz’e kıyıdaş diğer adalara karasuları harici kıta sahanlığı verilmemesini ve MEB sahalarının alanda en uzun kıyı şeridinde sahip Türkiye ile Mısır özelinde kapsamlandırılmasını savunmaktadır (Kahveci, 2017).

Diğer taraftan Yunanistan, kendisini dâhil etmemekle birlikte Münhasır Ekonomik Bölgenin Sınırlandırılması Hakkında Anlaşma’ya (MEBSHA) dayanarak takımada devletlerine tanınan özel haklar hükmü gereği; Meis, Kerpe, Girit ve Rodos adalarının kıyı hatlarını sözde MEB sınırlandırmasında Doğu Akdeniz’deki deniz sınırı olarak kabul etmektedir (Kirschbaum vd, 2010).

Bu gelişmelerin sonucunda ise Doğu Akdeniz yatağının altında bulunan zengin hidrokarbon kaynaklarının çıkarılması, yetki alanlarının tesis edilmesi ile doğrudan ilişki içinde ise de henüz uluslararası hukuk uygulamalarının desteklediği bir sistem belirlenememiştir. Doğu Akdeniz hidrokarbon rezervlerini gösterir harita Şekil 3-2’de yer almaktadır.



Şekil 3-2: “Doğu Akdeniz Hidrokarbon Rezervlerini Gösterir Harita” (Natural Gas Cooperation, 2019).

Özetle; Doğu Akdeniz, petrol ve doğalgaz yatakları ile dünyanın yeni parlayan yıldızı halinde iken gerek bölgedeki ulus devletlerin birbirleri ile olan anlaşmazlıkları gerekse bu coğrafyadaki iç karışıklık, savaş ve terör gibi olumsuz koşullar nedeni ile stratejik ve teknik anlamda gerekli hamleler belirlenememiştir. Diğer taraftan, bölge ülkelerinin ulusal güçleri açısından ekonomik güçlerindeki değişkenlik ve kırılmalıklar politika, hukuk, stratejik konuma ek olarak ve belirsizliği artıracak potansiyel bir etken olarak görülmektedir.

Bölgede çalışma koşullarının hukuki ve askeri alanlardaki düzenlemelerinden sonra verimli bir şekilde hidrokarbon kaynaklarının çıkarılması, ilave olarak kaya gazı potansiyeli araştırmalarının yapılması, çevresel ve sosyal etki alanlarının belirlenerek zararlı etkilerin en aza indirilmesi, tektonik irdelemelerinin yapılması, mevcut değerlerin fizibilite çalışmalarının oluşturulması, boru hatları projelerinin oluşturulması ve deniz suyu kirlilik oranlarının belirlenmesi gibi faaliyetler yapılması gereken mühendislik ve teknik çalışmalardır. Bu tez çalışması kapsamında yapılan önceki çalışmalar incelenerek durum değerlendirmelerini yansıtan yanı sıra mühendislik araştırma yöntem ve raporlarından faydalanarak Doğu Akdeniz hidrokarbon enerji rezervlerinin teknik açıdan incelenmesi amaç edinilmiştir.

3.2 Literatür Taraması

Darbouche ve Fottauh (2012), “*Doğu Akdeniz Gazı: Nasıl Bir Oyun Değiştirici?*” sorusunu yönelterek bölge ve rezerv durumunu analiz etmiş, hidrokarbon kaynaklarının önemi vurgulamıştır.

Colombo ve Sartori (2016), Avrupa Güvenlik ve İşbirliği Teşkilatı (AGİT)’nin, Akdeniz enerji rezervleri üzerindeki rolü ve etkilerini politik çerçeve ve coğrafi konum açısından irdelemiş, enerjinin Avrupa’ya çeşitli yollarda transferi üzerine sonuçlara odaklanmıştır.

Goren ve diğerleri (2018), “*Doğu Akdeniz: Yeni Dinamik ve Potansiyel İşbirliği*” başlıklı çalışmalarında bölgedeki halkların sosyolojik ve ekonomik yapısını inceleyerek Doğu Akdeniz ülkelerinin mevcut durumunu politika ve halk refahı açısından irdelemiş, iyileştirme sağlanabilmesi için enerji kaynaklarının vazgeçilmezliği vurgulanmıştır.

Boncourt (2013), İfri Energy derneğinde yayımladığı “*Doğu Akdeniz’de Açık Deniz Gazı: Efsaneden Gerçekliğe*” başlıklı araştırma yazısında, Ortadoğu ülkelerinin petrol rezervleri ile stratejik önemlerini irdelemiş ve İsrail ile bölge genelinde ekonomik anlamda çeşitli anlaşmalar yapılarak avantaj sağlanacağını belirtmiştir.

Johnson, Ross ve Zemenides (2015), “*Doğu Akdeniz’de Doğal Gaz: 21. Yüzyılın Kömür ve Çeliği*” adlı çalışmalarında, Kıbrıs adasının şu anki önemi ile gelecekte sahip olacağı rolün büyüklüğü üzerinde görüş ve değerlendirmede bulunmuşlardır.

Nathanson, Weisman ve Loewenthal (2013), “*Doğu Akdeniz’de Doğal Gaz Ekonomik Etkiler ve Stratejik Etkiler*” adlı çalışmalarında İsrail’in durumunu ve doğalgazın çıkarılması halinde çevresel ve sosyal etkileri ile birlikte ekonomi analizini sunmuşlardır.

Andoura ve Koranyı (2014), Egmont Enstitüsü ve Atlantik Konseyi Ortak Raporu’unda, Doğu Akdeniz ülkelerini Türkiye ve İsrail ile sınırlandırarak uluslararası mevzuat ve yasal uyumlulukları incelemişlerdir.

Cropsey ve Brown (2014), Doğu Akdeniz ülkelerini mevcut problemleri üzerinden değerlendirmişler; bölge devletlerinin birbiri ile olan ilişkisini, Kıbrıs adasının jeostatik konumunu ve İsrail ile Yunanistan’ın politikalarını irdelemişlerdir.

Gardosh (2018), Leviathan Havzası hidrokarbon potansiyeli ve gelecekteki gelişimi hakkında araştırmalar yapmış, bu bölgenin birinci sınıf gaz bölgesi olduğunu değerlendirmiştir. Birçoğu derin suda bulunan 10 gaz sahası bulunmuştur. Bu durum, jeolojik modelleme, ilave gaz ve petrol keşifleri için önemli bir potansiyel olduğu gösterilmektedir.

Kahveci (2017), Doğu Akdeniz hidrokarbonları; bölgesel potansiyel, karşılaşılan zorluklar ve Kıbrıs adası sorununun hidrokarbonizasyonu hakkında araştırmada bulunmuştur. Doğalgaz keşiflerinin bölgesel jeopolitik bir karmaşığa sürüklediğini ve bu durumunun Kıbrıs adası üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Ayrıca Doğu Akdeniz’de hidrokarbon arama faaliyetlerinin tarihsel gelişimini araştırarak literatüre katkıda bulunmuştur.

El-Katırı ve Fattouh (2014), “*Doğu Akdeniz: Orta Doğu’nun Son Hidrokarbon Sınırı*” adlı çalışmada Doğu Akdeniz bölgesinin enerji için iyi bir strateji konumunda olduğunu, bölgedeki devletlerin başta İsrail olmak üzere Lübnan ve Suriye’ye etkilerini ve İsrail’in gaz keşfindeki başarılarını belirterek araştırmayı değerlendirmişlerdir.

Furfarı (2014), Akdeniz çevresinin korunması hakkında yaptığı araştırmada hidrokarbon yataklarının devam eden ve sürekli keşfiyle bölgelerdeki anlaşmazlığa ve Akdeniz bölgesi için imzalanan “Barselona Sözleşmesi”ne de değinmiştir. Bu sözleşme ile birlikte kıyı ve denizlerin sürdürülebilir kaynak yönetimini sağlamak üzere denizlerin kirlilik kontrol ve değerlendirmesi ile doğal ve kültürel mirası korumak gibi başlıklar amaçlanmıştır. Avrupa Komisyonu’nun deniz emniyeti ve güvenliği hakkındaki yönergelerini de çalışmasına dahil etmiştir.

Oğlu (2017), makalesinde son zamanlarda Doğu Akdeniz’de keşfedilen zengin hidrokarbon enerji kaynakları, jeopolitiğin üzerindeki oyun değiştirici etkiler, bölge için stratejik durumun önem kazanması ve Doğu Akdeniz’in uluslararası enerji haritasına değinmektedir. Bu

kaynakların Avrupa'nın enerji arzını çeşitlendirme ve buna bağlı olarak Rusya'ya bağımlılığını azaltma çabalarına potansiyel katkısını tartışarak, kaynakların bölgede yeni bir ekonomik istikrar çağına yol açıp açmayacağını araştırmıştır.

Kurt ve Tamçelik (2015), “*Değişen Doğu Akdeniz Denkleminde Mısır’ın Hidrokarbon Politikası ve Türkiye Yansımaları*” isimli çalışmada Mısır’ın, Doğu Akdeniz’de keşfedilen hidrokarbondan etkilenecek, bir enerji merkezi olmak ve artan iç talebi karşılamak için kaynağın ülke üzerinde piyasaya sürüleceği şeklindeki düşüncelerin ortaya çıkmasını değerlendirmişlerdir.

Sandıklı, Budak ve Ünal (2013), hazırladıkları raporda Doğu Akdeniz bölgesinin jeopolitik enerji kavşağı yönünden önemini belirtmekte, Orta Doğu’daki bölgesel meselelerin kaynaklar üzerindeki etkilerini, kaynağın çevresindeki; İsrail, Suriye, Yunanistan, Mısır, Lübnan ve Türkiye açısından değerlendirmişlerdir.

Atun (2018), Doğu Akdeniz bölgesinde çıkan doğalgaz rezervinin çevresindeki hatta çevresinde olmayan devletleri de etkileyerek bir krize neden olduğunu belirtmektedir. Bu durum üzerinden devletlerin ilişkilerine değinmiş, tutumlarını da eleştirisel bir bakış açısıyla değerlendirmiştir. Leviathan-Mersin Doğalgaz Boru Hattı Antlaşması’nın (LMDBHA) bazı politik sonuçlarından yüzünden uygulamaya geçilemeyip bunun yerine LMDBH projesinin imzalandığı ancak maliyet ve deniz dibi koşulları nedeni ile yürürlüğe girilmediğini de ayrıca belirtmektedir.

Sünnetçioğlu (2011), Doğu Akdeniz özelinde hidrokarbon çalışmalarını, son zamanlarda Mısır’ın hidrokarbon keşfini, bölgede kıyısı olan devletlerin deniz alanları sınırları içerisinde arama faaliyetlerine geçmiş olduğunu ve bu havzalarının içinde Nil ve Leviathan havzasının oluşumunu anlatmaktadır. Nil-Delta, Herodot, Leviathan, Antalya, İskenderun ve Mersin Havzalarında arama çalışmalarına yoğunlaşarak; İskenderun Körfezine 10 arama kuyusu, Mersin bölgesine 2 arama kuyu, Antalya körfezine ise herhangi bir kuyu açılmadığını tespit etmiştir.

Aksoy (2016), Doğu Akdeniz’de bulunan enerji sahalarının (Leviathan, Tamar, Afrodite, Kariş, Mari-B, Tanin, Gazze Marine, Dalt, Şemşon, Döfün, Noa) enerji miktarlarını belirterek, bölgeden çıkan hidrokarbon rezervin yaklaşık olarak Türkiye’ye 500, Avrupa’ya ise otuz yıl yetecek olduğunu yazısına eklemiştir. Araştırmacıya göre; Akdeniz’de keşfedilen hidrokarbon rezervleri arasında tahmin edilen rakamsal değeri yaklaşık 60 milyar varil petrol olarak belirlenmiştir. Bu da güncel ekonomik değerde 3 trilyon dolar değerindedir. Bölgenin transit enerji koridor özelliğinin bulunması, sahaları stratejik noktada kıymetli hale getirmiştir.

Literatürde yer alan bilgilerin Doğu Akdeniz petrol ve doğalgaz enerji kaynak alanlarının keşfi itibarı ile bu alana odaklanmış olduğunu yukarıdaki bilgilerden anlamak mümkündür. Doğu Akdeniz için yapılan taramaların büyük çoğunluğunun bu alana yönelmesi aslında bölge

ülkelerinin stratejik olarak ortak bir zeminde buluşma olasılığının düşüklüğü ve uluslararası kamuoyunun dikkatini çekecek ölçüde rezervin bulunmasıdır.

Sanayi devriminden bu yana güç ve bununla birlikte elektrik tüketimi bilindiği üzere sanayileşmenin ve büyümenin göstergesidir. Enerjide sürdürülebilirliğin henüz yakalanmamış olduğu dünyamızda sınırlı kaynaklardan biri olan petrol ve türevlerine olan ilgi her geçen gün artmaktadır.

Enerji kaynaklarının kullanım alanları lojistikten üretime zenginliğin göstergesidir. Bu noktada yenilenebilir enerji kaynaklarının göz ardı edilmiş olduğunu literatürde yer alan bilgilerden gözlemlemek mümkündür. Yenilebilir enerji kaynakları alanlarında Doğu Akdeniz için yapılan çalışmalara literatürde sınırlı olarak rastlanmaktadır.

Bu bağlamda literatür taramasında yenilenebilir enerji kaynakları ve jeolojik yapısına ilişkin yapılan çalışmalar şu şekildedir:

Üçgül ve Elibüyük (2016), çalışmalarında Okyanus Termal Enerji Dönüşüm (OTEC) Sistemi üzerine çalışma yapmışlardır. OTEC, 26°C ve 4°C arasındaki deniz sularından doğal olarak oluşan sıcaklık farklarını (en az 20°C) kullanarak elektrik üretilmesi metodudur. Bu sistemin doğal kaynak kullanarak temiz ve yenilenebilir olmasına sistemin açık çevrim, kapalı çevrim ve hibrit sistemlerinden oluştuğuna, kullanım alanlarına örneğin; içme suyu üretimi, soğutucu, su ürünleri yetiştiriciliği gibi avantajlarını açıklamaktadırlar. Ancak ilk yatırım maliyetinin yüksek olması, sistemin kıyı veya deniz olarak maliyeti etkilemesi dezavantaj olarak belirtmişlerdir.

Gray ve diğerleri (2010), hidrokarbonların geri dönüşüme tabi tutulması sonucunda enerji kazanımından bahsetmişlerdir. Araştırmacılar, anaerobik koşullar altında hidrokarbonlar, farklı mikroorganizma gruplarının bir araya gelerek oluşturduğu, metanojenik ve mikrobiyal konsorsiyumlar (diğer işbirlikçi organizmalar) tarafından metana ayrıştırılabileceğini belirtmişlerdir. Bu bozunma süreci jeosferde yaygındır. Jeolojik zaman ölçeklerinde metanojenik hidrokarbon yıkımı daha sürdürülebilirdir, çünkü sistemin dışından (ekzojen) bir elektron alıcısının ikmal edilmesi gerekli değildir. Sonuç olarak, bu süreç, geleneksel petrol varlıklarını aşan, dünyanın en büyük ağır petrol yataklarının oluşumundan sorumlu olmuştur. Metanojenik bozunma ayrıca hidrokarbon zincirlerindeki zayıflamanın da potansiyel olarak önemli bir bileşenidir.

Chemodanov ve diğerleri (2017), açık denizde yetişen makroalg biyokütlenin, biyolojik rafineriler için sürdürülebilir bir hammadde sağlayabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bu sayede su yosunlarının enerji üretimi için kaynak olabilirliğini araştırmışlardır. Araştırmacılar bu gaye ile, su yosunları (*Ulva sp.*) üzerine, İsrail'deki sığ bir bölgede araştırma gerçekleştirmişlerdir.

Araştırmaya göre, selüloz içeren tarımsal ürünlerin fermantasyonu ile yüksek oktanlı bir yakıt olan biyoetanol üretilmektedir. Öncelikle, enerji eldesi için gereken biyoetanol üretiminin dönüşüm süreçlerini literatürde yer alan bilgiler çerçevesinde değerlendirmişlerdir. Literatürde yer alan bilgilerden yararlanarak, karasal biyokütle için tahmin edilen karbon kütlelerinin, 290 gram cm/yıl net birincil üretim (NPP) değerine sahip olduğunu ve bunun küresel ortalamadan daha yüksek bir değer olduğunu belirlemişlerdir. Bu sonuçlar, Doğu Akdeniz iklim ve jeolojik yapısının hâkim koşulları altında potansiyel biyoenerji mahsullerinin en üst noktada verim aldığını ortaya koymaktadır.

Bloom, Kotroni ve Lagouvardos (2008), Küresel yüzeye yakın rüzgâr alanlarının iklim değişikliğinin bir sonucu olarak değişeceği tahmininden yola çıkmışlardır. Araştırmacılar, rüzgâr enerjisi mevcudiyetindeki değişiklikler hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak adına rüzgâr enerjisi üretimini geliştirmenin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. İklim değişikliğinin sadece bölgesel modelini Atmosfer-Okyanus birleşimli Küresel Dolaşım Modeli sonuçlarını dinamik olarak azaltmak için Doğu Akdeniz üzerinde kullanmışlardır. 21. yüzyılda rüzgâr alanı değişiklikleri mevcut iklim simülasyonu (1961-1990) ile Birleşmiş Milletler Hükümetler Arası İklim Değişikliği (IPCC) A2 emisyon senaryosu simülasyonunu (2071-2100) karşılaştırarak belirlemişlerdir. Rüzgâr hızlarının mevcut iklim simülasyonunu tutarlılığı ve sonuçları ile, Küresel İklim Verilerini (ERA40) yeniden analiz verileri ile karşılaştırılarak değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar çalışmaları sonucunda, rüzgâr alanının ERA40 yeniden analizine, bölgesel iklim değişikliği modelinin mevcut iklim simülasyonundan karşılaştırılmasına ve kısmen iki veri kaynağının uzamsal çözünürlüğündeki farka atfedilebilecek nispeten büyük ortalama farklılıklar gösterdiğini tespit etmişlerdir. 2071-2100 yıllarındaki rüzgâr hızları, Adalar Denizi üzerinde gözle görülür bir artış dışında karada genel bir artış ve deniz üzerinde bir düşüş sergilediğini belirlemişlerdir.

Antonioli ve diğerleri (2015), Akdeniz kıyılarındaki birçok alanda gelgit oluşan yerleri Akdeniz Bölgesi'ni kapsayan 73 ülkede incelemişlerdir. Araştırmacılar, çentik genişliğini, derinliğini ve çentiğin tabanındaki biyolojik özelliklerini tanımlayarak bu parametreleri dalga enerjisi, gelgit göstergesi veri kümeleri ve kaya litolojisi ile ilişkilendirmişlerdir. Araştırmacılar çalışmaları sonucunda çentik oluşumunda önemli rolleri dalga hareketi, karst çözünme hızı, tuz ayrıştırma ve ıslatma ve kurutma döngüleri ile çentik oluşumu ve gelişiminin ana süreci olabilen biyolojik erozyon ile de arttırılabileceğini belirlemişlerdir. Bununla birlikte deniz seviyesindeki yükselişin çentiklerin kaybına neden olduğunu ileri süren görüşleri reddederek gelgit çentiklerinin Akdeniz ülkelerinde hala oluştuğunu göstermişlerdir.

Aringhoff, Brakmann ve Teske (2005), güneş enerjisi ile elektrik üretimini büyük umut vaat eden nispeten yeni bir teknoloji olarak tanımlamışlardır. Araştırmacılar çalışmaları kapsamında, dünyanın en umut verici bölgeleri arasında Güney-Batı Amerika Birleşik Devletleri, Orta ve Güney Amerika, Kuzey ve Güney Afrika, Avrupa Akdeniz ülkeleri, Orta Doğu, İran ve Hindistan, Pakistan, eski Sovyet çöl ovalarının yer aldığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak, dünyanın birçok bölgesinde güneş ısı teknolojisini kullanarak yılda 100-120 GWh elektrik üretmek için bir kilometrekarelik bir alan yeterli olduğunu bunun da yıllık 50 MW'lık konvansiyonel kömür veya gaz yakıtlı orta yük santralinin üretimine eşdeğer olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Doğu Akdeniz enerji yatakları özelinde en kapsamlı ve verimli literatür taraması yapılmaya özen gösterilmiştir. Bölge geneli ayrıntılı olarak incelendiğinde, Kıbrıs adasında jeotermal enerji ve biyogaz enerji potansiyelinin de olduğu çalışmalara rastlanmaktadır (Merey ve Longinos, 2018). Ayrıca tüm Doğu Akdeniz ülkelerinde güneş enerjisi potansiyelinin radyal ısı bazında iyi olduğu gözlemlenmektedir.

Rüzgâr enerjisine değinildiğinde ise yüksek yerlerde potansiyelin iyi seviyede gözlemlendiği kaynak alanlarına ve Selvilitepe mevkiinde kurulmuş Orites adlı rüzgâr enerji santrali sahası gibi çalışmalara rastlamak mümkündür (Solyali vd, 2016).

3.3 Çalışmanın Amacı ve Literatüre Katkısı

Doğu Akdeniz coğrafyası literatür taramasından da anlaşılacağı üzere enerji kaynak alanları konusunda zengin bir potansiyele ev sahipliği yapmaktadır. Bölgede yer alan kaynak sahalarından en fazla ilgi göreni şu an için keşfi yeni sayılan doğalgaz ve petrol olsa da bölgede bulunan enerji kaynakları bu ikisiyle sınırlı değildir.

Bu çalışma ile öncelikle Doğu Akdeniz coğrafyasında bulunan enerji kaynak alanları ve potansiyeli incelenmiştir. Bu inceleme kapsamında her bir enerji türü ayrı ayrı irdelenerek Doğu Akdeniz coğrafyası için kapsamlı bir çalışma hedeflenmiş olup bunun yanı sıra bölgenin tamamına yönelik yenilenebilir enerji kaynakları da ele alınarak zengin bir çalışma oluşturulması amaçlanmıştır.

Bu temel amacın yanında tezin amacı ise Doğu Akdeniz’de yer alan doğalgaz ve petrol rezervlerinin Türkiye üzerinden Avrupa’ya transferi için özellikle ekonomik yönden tercih edilir bir boru hattı güzergâhı oluşturmak, ürünlerin transferine ilişkin deniz güvenliği ve boru hattının Türkiye ayağı olan Mersin Limanı ile gemiler için güvenlik tedbirlerini incelemek, bunun yanı sıra Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı Projesi (TANAP) gibi Türkiye’nin doğalgaz iletiminde

başarılı bir uygulamasını gerçekleştirdiği projeye dair mühendislik çalışmalarını bu bağlamda incelemektir.

Yukarıda bahsi geçen bu iki temel amaca uygun olarak öncelikle bu çalışmanın literatürünü takip eden dördüncü kısımda Doğu Akdeniz'in jeolojik ve jeofizik yönlerinin incelenmesi, aynı kısmın alt başlıklarında ise Doğu Akdeniz'den elde edilebilmesi mümkün her bir enerji kaynağının değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Çalışmanın beşinci kısmında Türkiye'nin bağlantı noktalarının mevcut olduğu petrol ve doğalgaz hatları ayrıntılı olarak incelenerek Doğu Akdeniz'de yer alan hidrokarbon rezervlerinin Türkiye üzerinden Avrupa'ya dağıtımının sağlanması halinde deniz taşımacılığı ve diğer taşımacılık unsurları için gerekli olan güzergâh çalışmasının projelendirilmesi değerlendirilmiştir.

Altıncı kısımda potansiyel açıdan güçlü olan enerji kaynakları, açık deniz platformları ve denizaltı boru hattı çevresel açıdan değerlendirilmiştir.

Yedinci kısımda bu kaynakların birlikte ele alınarak değerlendirilmesi ve bölgede yapımına ihtiyaç duyulan mühendislik çalışmalarından bahsedilmiştir. Bu çalışmalarda yenilenebilir enerji potansiyel kaynak alanlarının da değerlendirilmesi bulunmaktadır.

Son kısımda ise gerçekleştirilen literatür taramaları ile elde edilen bulgular neticesinde bölgede rastlanmamış olan petrol ve doğalgaz taşımacılığı için; bu çalışma kapsamında oluşturulacak boru hattı güzergâhının değerlendirilmesi, bu husus özelinde çevresel etkilerine ve enerjinin depolanması için çalışma kapsamında uygun görülen Mersin Limanı gibi optimizasyonuna ihtiyaç duyulan alanların tespit ve değerlendirmesine yer verilmiştir. Çalışma sonucunda Doğu Akdeniz'de mevcut enerji potansiyelinin her yönüyle görünür olması ve objektif değerlendirme ile en uygun güzergâh üzerinde denizaltı boru hattı projelendirilmesi amaçlanmaktadır.

4. DOĞU AKDENİZ'DE JEOLJİK YAPI, ENERJİ KAYNAKLARI ve ENERJİ REZERVLERİ

Çalışmanın bu kısmında hidrat gazı, dalga enerjisi, jeotermal enerji, rüzgâr enerjisi, biyokütle enerji, OTEC enerji, hidrokarbon rezervleri, petrol rezervleri ve doğalgaz rezervleri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Doğu Akdeniz enerji havzası yönüyle incelendiğinde varlıklı bir coğrafyada yer almaktadır. Bölgeye ait jeofizik yapısına ayrıntılı olarak bakılması neticesinde, Doğu Akdeniz havzası, Mesozoyik yaşlı Neotetis Denizi'ne ait havza olarak tanımlanmaktadır (Kedikli ve Çarağan, 2017).

Doğu Akdeniz'in güney bölgelerine yakın kıyıs al anlarda gerçekleştirilen doğalgaz tahminlerinin akabinde diğer kıyıs al ülkelerin ve ticari faaliyet olarak sürece odaklanan firmaların söz konusu bölgeye yatırımsal anlamında ilgileri artmış, tüm ülkelerin kendi deniz alanları içerisinde sondaj basamağı faaliyetine başlayabilmeleri için hızlı bir şekilde ruhsatlandırma ile beraber önem sırasına bakılmaksızın tüm sismik verilerin havuzda toplanabilmesini amaçlanmıştır. (Özek, 2020).

Bölgede başlıca öneme sahip alanlar güney kısımda; Anaksimander denizaltı yükselimi, Leviathan Havzası, Kıbrıs adası, Eratotenes denizaltı yükselimi, Nil-Delta Havzası ve Herodot Havzası olarak belirtilmektedir. Kuzeyde kalan kısımlar ise; İskenderun, Mersin ve Antalya havzaları olarak tanımlanmaktadır. Leviathan Havzası neojen yaşlı sediman bakımından zengin bir potansiyele sahiptir.

Lübnan, İsrail ve Mısır gibi ülkeler Leviathan Havzasında varlığını sürdürmekte olan bu neojen yaşlı sedimana yoğunlaşmışlardır. Leviathan Havzasındaki neojen yaşlı sedimana ait kenarsal kalınlıklar, en uç noktalarında iki kilometre, kuzey bölgelerinde ise havzaya ait merkezi noktalarda yaklaşık olarak yedi kilometre'ye ulaşmaktadır (Gardosh vd, 2006).

Tüm bu alanlar içerisinde üst seviyede sismik veriler olmasına rağmen, olgun ve yeterli olarak adlandırılabilir bir oranda sismik veri taramasının yapılmadığı, sadece hidrokarbon keşif sürecine yönelik sondaj faaliyetlerine başlandığı bilinmektedir. Bu özelliğiyle bölgesel alanların hala bakir olma özelliğini koruduğu gözlemlenmiştir (Stratejik Düşünce Enstitüsü, 2019).

Türkiye nezdinde Doğu Akdeniz üzerinde sismik veri arama sürecinin gelecek nesillerin çoklu fayda yönünden gelişimine hayli katkı sağlayacağı aşikardır. Bunun önemi göz önünde bulundurularak sismik veri arama sürecine düşük maliyet yüksek performans denklemine odaklanılmıştır. Türkiye'nin Doğu Akdeniz'de gerçekleştirdiği sismik veri tarama faaliyetleri üç

temel bölge üzerinden devam etmektedir. Bu bölgeler Antalya Körfezi ve açıkları, Mersin açıkları ve İskenderun açıkları olarak bilinmektedir. Bu bölgelerin güneyine doğru devam edildikçe Kıbrıs adasını da içerisine bölgeleri kapsamaktadır (USGS, 2010). Bahse konu bu üç temel bölge içerisinde yoğunluğun olduğu bölge İskenderun açıkları kısmıdır. Sismik veri arama sürecinin sondaj kısmına Karadeniz’de ulaşılmasına rağmen maalesef henüz Doğu Akdeniz’de ulaşılamamıştır. Sismik verilerin kayda değer boyutlara ulaşması durumunda nihai sürede bu bölgelerde de sondaj faaliyetlerine başlanacağı düşünülmektedir. İskenderun açıklarına on adet sondaj bölgesi ve Mersin açıklarına iki adet sondaj bölgesi planlanması, Antalya açıklarına ise sondaj bölgesi planlamasının yapılmaması bölgeye yönelik gerekli sismik verilerin elde edilememesinden dolayı tahmine dayalı hidrokarbon verileri yönünden fikir süreci oluşturulamamasına neden olmaktadır. Eldeki güncel veriler ışığında enerji potansiyellerinin ve hidrokarbon rezervlerinin incelenmesinde ileriye yönelik doğru sonuçların alınabilmesi anlamında fayda görülmektedir. (Kedikli ve Çalağan, 2017).

4.1 Doğu Akdeniz’de Gaz Hidrat

Su moleküllerinin oluşturduğu kafes sisteminin içine sıkışmış olan gazlardan oluşan gaz hidrat rezervuarları, çoğunlukla dünyanın büyük okyanuslardaki permafrost bölgelerde ve sedimentlerde (tortu) bol miktarda bulunabilmeleri nedeniyle gelecekteki enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Gaz hidratların dünya genelinde yer alan büyük potansiyeli nedeniyle, doğalgaz ve kaya gazına göre önem arz etmektedir (Merey ve Longinos, 2018).

Son zamanlardaki araştırmalara göre Doğu Akdeniz’de büyük bir doğalgaz potansiyeli olduğu yapılan gaz rezervi keşiflerinde tespit edilmektedir. Bunun yanında doğalgazın gaz hidrat varlığı da göz ardı edilmemelidir (De Micco, 2014).

Batı ve Doğu Akdeniz havzalarında çamur yanardağları keşfedilmiştir (Karataş, 2015). Bu konu hakkında yapılan çalışmalarda çamur volkanları gaz hidrat varlığının önemli göstergesi olduğu belirtilmektedir (Gözügüzelli, 2018). Bu durumda bölgede yüksek gaz hidrat kaynak potansiyeli olduğu tespit edilmektedir. Ayrıca Doğu Akdeniz’deki çamur volkanlarının sayısı 200’ü aşmaktadır. Doğu Akdeniz’deki gaz sızıntıların ve çamur volkanlarının çoğu Batı Akdeniz’e göre daha yüksektir (De Micco, 2014; Karataş, 2015).

Karadeniz ve Akdeniz’in Türkiye kıyılarına yakın bölgelerde çok sayıda gaz hidrat yatakları da mevcuttur. Özellikle Doğu Karadeniz ve Antalya Körfezi civarında bu oranda artış gözlemlenmektedir. Toplamda 80 bin km²’lik bu gaz hidrat yataklarının Türkiye’ye getirisi yaklaşık 572 yılı kapsayan hidrokarbon ihtiyacının elde edilmesi demektir. Her 3 bin km²’lik

alanlık gaz hidrat yataklarının ise Avrupa'nın yaklaşık otuz yıllık enerji arzına tekabül etmektedir. 1 birim gaz hidrat da yaklaşık 64 birim doğalgaz'a eş değer durumdadır (BAU DEGS, 2020 ve Yayıncı, 2012). Gaz hidrat yataklarına ilişkin harita Şekil 4-1'de yer almaktadır.



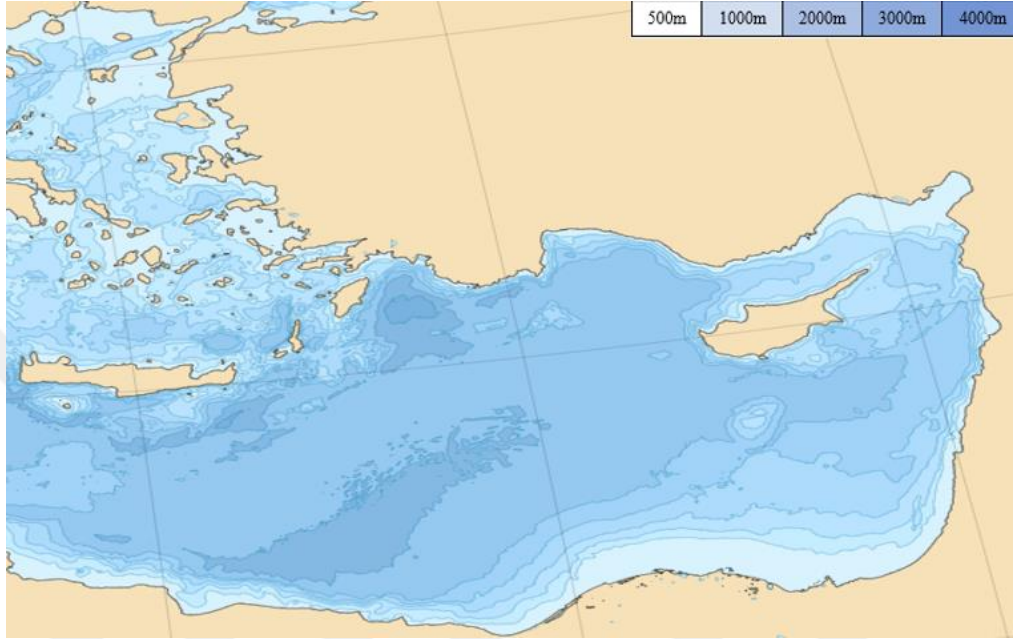
Şekil 4-1: “Türkiye Çevresindeki Gaz Hidrat Yatakları” (BAU DEGS, 2020).

Doğu Akdeniz havzasında deniz tabanında salınan gaz iki mekanizmadan kaynaklanmaktadır. Bunlar, biyojenik ve termojenik gaz üretimidir. Doğu Akdeniz havzasında, gaz kaynak oluşum sisteminin bir kısmı Afrika ve Avrasya arasındaki levha sıkışması ile ilgilidir. Gaz hidratın ayrışması bu jeolojik süreçle ilişkili olabileceği kanısına varılmaktadır (Kedikli ve Çalağan, 2017; De Micco, 2014).

Diğer oluşum sağlayan sistem ise Nil nehri fanında tortul yüklemesidir. Akdeniz'in deniz tabanı sıcaklığındaki artıştan dolayı çok miktarda gaz hidrat ayrışması meydana gelmiştir (Kedikli ve Çalağan, 2017; De Micco, 2014).

Nil-Delta fanında 500-3000 metre derinliğinde metan tipi gaz hidrat 2009 yılında, Leviathan havzasında 1100-1300 metre derinliğinde metan tipi gaz hidrat 2013 yılında keşfedilmiştir. Doğu Akdeniz gaz hidratları, tüm çökeltilerde 552.000 bcm (milyar m³) metan ve kaba kumlarda 81,2 bcm metan rezervlere sahip olduğu çalışmalarda keşfedilmiştir (Karataş, 2015).

$\text{CH}_4\text{-CO}_2/\text{N}_2$ (metan-karbondiyoksit/azot) oluşumu yüksek deniz tabanı sıcaklığı nedeniyle Akdeniz koşullarında geçerli değildir (De Micco, 2014; Karataş, 2015; Gözügüzelli, 2018). Akdeniz batimetrisine göre derinlik ölçümleri ve derinliğe göre termal analizi sağlayan jeotermal varlığı söz konusudur ancak bu varlık daha ziyade Batı Akdeniz etrafında çerçevelenmiştir. Şekil 4-2’de Akdeniz Batimetrisini gösterir haritaya yer verilmiştir.



Şekil 4-2: “Akdeniz Batimetrisi’ni Gösteren Harita” (Merey ve Longinos, 2018).

Akdeniz’in deniz tabanı sıcaklığı küresel okyanusa göre nispeten düşüktür (14°C). Ayrıca Akdeniz havzasındaki jeotermal gradyan oldukça değişkendir. Batı Akdeniz’de ısı akışı $50\text{-}100^{\circ}\text{C/km}$ arasında değişmektedir. Bununla birlikte Doğu Akdeniz 50°C/km ’den daha az bir jeotermal gradyana sahiptir. Batı Akdeniz’de çok yüksek jeotermal gradyanların nedeni volkanizma aktivitesi ile olduğu belirtilmektedir (Küçüksezgin vd, 2016).

4.2 Doğu Akdeniz’de Dalga Enerjisi

Deniz dalgalarından enerji dönüştürme tartışması 19. yüzyılda, hatta daha öncesine dayanmaktadır. 1940’larda Yoshio Masuda dalga enerjisi cihazlarını test etmiştir (Aderinto ve Li, 2018). Bununla birlikte daha aktif değerlendirme 1970’lerde olmuş, petrole bağımlı yakıt fiyatlarındaki hızlı artıştan sonra başlamıştır. Bu alandaki çalışmalar son yirmi yılda ise hızlanmıştır. Farklı bölgelere odaklanarak çeşitli teknik araçlar ve konfigürasyonlar kullanılarak bir dizi ulusal ve uluslararası projeler gerçekleştirilmiştir (Kraemer ve McCormick 2019).

Deniz ve okyanuslara dayanan enerji kaynakları yenilenebilir, ekonomik ve çevresel anlamda farklı alternatifler sunmaktadır. Denizlerde bulunan türleri; dalga, akıntı, sıcaklık farkı ve gelgit olarak sınıflandırılmaktadır. Doğu Akdeniz bölgesi enerji kaynakları bakımından ilgi çekici bir alan olma özelliğini uzun yıllar boyunca korumuştur. Yenilenebilir enerji kaynağı olan dalga enerjisi, sürdürülebilir bir kaynağın yanında çevreyi kirletmeyen bir alternatif enerjidir. Leviathan havzası, dalga enerjisi potansiyeli açısından en enerjik açık deniz alanları kapsamaktadır. Kıbrıs adasının batı kıyı şeridi, İsrail ve Lübnan çevresindeki deniz alanları ve Mısır'daki İskenderiye kıyı şeridi yaklaşık 2,5 kW/m'lik bir potansiyele sahiptir (Küçüksezgin vd, 2016).

Bu alanlar için dalga gücü değerlerinin genel olarak istikrarlı bir yıllık davranışı bulunmaktadır. Leviathan havzasında bulunan dalga gücüne ilişkin güç potansiyeli barındıran noktaları gösterir haritaya Şekil 4-3'te yer verilmektedir.



Şekil 4-3: “Dalga Enerjisi Potansiyeli Bulunan Noktalar” (Zodiatis vd, 2014).

Türkiye'nin Akdeniz kıyıları değerlendirildiğinde; akıntı enerjisi özellikle boğazlarda bulunmasına rağmen yoğun trafikten dolayı avantaj sağlamamakla beraber bir doğa olayı olan gelgit de yine bölgesel anlamda oluşmadığından yararlanılamamaktadır. Türkiye'nin bu alanda enerji ihtiyacını kısmen de olsa giderebileceği potansiyel dalga enerjisi olarak değerlendirilebilir (Sağlam ve Uyar, 2018).

Yoğun rüzgâr alanı içeren ve denizi bulunan kısımlarda dalga enerjisi önemli bir alternatif türdür. Kıyısız bölgelerde, yaklaşık %20 oranında dalga enerjisi üretebilecek tesisler oluşturulmasıyla ortalama 18,5 TWh kadar enerji elde edilebilir (Ablabekova, 2008).

Okyanus bölgeleri haricinde bulunan sahalarda ortalama dalga gücü 2-5 kW/m arasında yer almaktadır. Akdeniz bölgesi için bu rakam yaklaşık 4.5 kW/m'dir. Bu seviyede rüzgâr potansiyelinin olduğu denizlerde, yıl bazında yaklaşık 7 TWh elde edilebilmektedir. Oldukça yüksek oranları ifade eden bu rakam, Türkiye'nin hidroelektrik enerjisinin %12,5'ine karşılık gelmektedir. Türkiye kıyıları içinse veri oluşturma bazlı bir çalışma bulunmamakla beraber 2007 yılında kurulan bir sistemle yaklaşık 5 kWh enerji elde edilmiştir. (Sağlam ve Uyar, 2018).

Bu rüzgâr gücü ile beraber yüzeysel dalga gücünde artış yaşanmaktadır. Küresel anlamda deniz kaynaklı enerjilerin kapasitelerine bakıldığında, yaklaşık olarak gelgit 25 GW, OTEC 55 GW ve dalga enerjisi ise 500 GW olarak görülmektedir. 2016 yılı incelendiğinde ise, OTEC enerjisinde Fransa (10 MW), dalga enerjisinde Japonya (350 MW) ve gelgit enerjisinde İngiltere (96 MW) ön plana çıkmaktadır (Ablabekova, 2008). Bu veriler Tablo 4-1'de sunulmaktadır.

Tablo 4-1: “Dalga, Gelgit ve OTEC Enerji Ülkesel Miktarları” (Ernst ve Young, 2016).

Ülkeler	Dalga Enerjisi (MW)	Gelgit Enerjisi (MW)	OTEC (MW)
Avustralya	3.00	-	-
Kanada	-	22.00	-
Çin	2.80	5.30	-
Danimarka	0.05	-	-
Fransa	1.50	14.00	10.00
Japonya	350.00	-	-
Hollanda	-	1.60	-
Norveç	40.00	9.80	-
Portekiz	5.00	-	-
Güney Kore	0.30	0.20	1.00
İsveç	-	10.40	-
İngiltere	40.00	96.00	-

4.3 Doğu Akdeniz’de Jeotermal Enerji

Sönmüş volkanik yanardağların bulunduğu bir coğrafya olarak Doğu Akdeniz, antik medeniyetlerden bu yana termal banyo bilinen bir fenomen olmakla birlikte şu an için termal turizm KKTC’de bulunmakta ancak enerji üretimi Kıbrıs Türk Enerji Kurumu (KIB-TEK) bünyesinde olan sahalar arasında jeotermal enerji üretimine dayalı tesis bulunmamaktadır.

Günümüzde jeotermal kaynaklar, karbon açısından zengin alanlara yakın alanlarda daha sıklıkla görülürken, Doğu Akdeniz’de jeotermal alanlar mevcut olmakla birlikte henüz bu alanlarda elektrik üretimine dair bir faaliyetin olmaması ve termal suyun sıcaklık derecesi, derinliği hususunda yapılmış nitelikli çalışmalarda henüz mevcut durumda değildir. Yine bir Doğu Akdeniz ülkesi olan Mısır’da ise teknik araştırmaların başlamasına yönelik sözleşme 2019 yılı içerisinde imzalanmıştır (Richter, 2019). Türkiye ise Avrupa’da birinci sırada yer alırken, dünya sıralamasında dördüncü büyük jeotermal enerji kaynak alanlarına sahiptir (TRNC Trade Ministry, 2010).

4.4 Doğu Akdeniz’de Rüzgâr Enerjisi

Yirminci yüzyılda rüzgâr enerjisi mevcudiyetindeki değişiklikler hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak, rüzgâr enerjisi üretiminin gelişimini geliştirmek için gereklidir. Atmosfer-Okyanus bağlantılı Küresel Dolaşım Modeli (Had3CM) ile iklim değişikliğini önlemek için Doğu Akdeniz’de yapılan çalışmalar literatürde yer almaktadır (Bloom, Kotroni ve Lagouvardos, 2008).

Doğu Akdeniz’de deniz üzerinde oluşan rüzgâr hızı karaya nispeten daha yüksek seviyelere ulaşmaktadır. Örneğin Adalar Denizi üzerinde gözle görülür bir artış haricinde, karaya yaklaştıkça rüzgâr hızı artış göstermekte, deniz üzerinde ve seviyesinde ise hissedilir bir oranda azalma söz konusudur (Kotroni, Lagouvardos ve Lalas, 2001). Aynı dönemde, Akdeniz’deki kara yüzeyleri üzerinde rüzgâr hızının azaldığını bir simülasyon programı ile tespit eden Rockel ve Woth’a göre; Akdeniz üzerindeki mevsimsellik değişiklikleri yüksek oranda bölgesel değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenlik Tiren Denizi, İyonya Denizi, Adalar Denizi ve Doğu Akdeniz’in dört genel bölgesini kapsamaktadır (Rockel ve Woth, 2007).

Bölgesel ölçekli iklim simülasyonlarında yaz mevsiminde sadece Adalar Denizi’nde meydana gelen Etesian rüzgarların oluşumunu ana hatlarıyla belirtmek gerekir (Metaxas ve Bartzokas, 2008; Zodiatis vd, 2014). Nispeten kuru ve soğuk hava kütleleri düzenli olarak güney Rusya ve Karadeniz bölgesinden kaynaklanır. Böylelikle yüzey sıcaklığının düşmesine ve yaz sıcağı ile rahatsızlığının azalmasına katkıda bulunur. Etesian rüzgarlar, muson etkisinin Güney

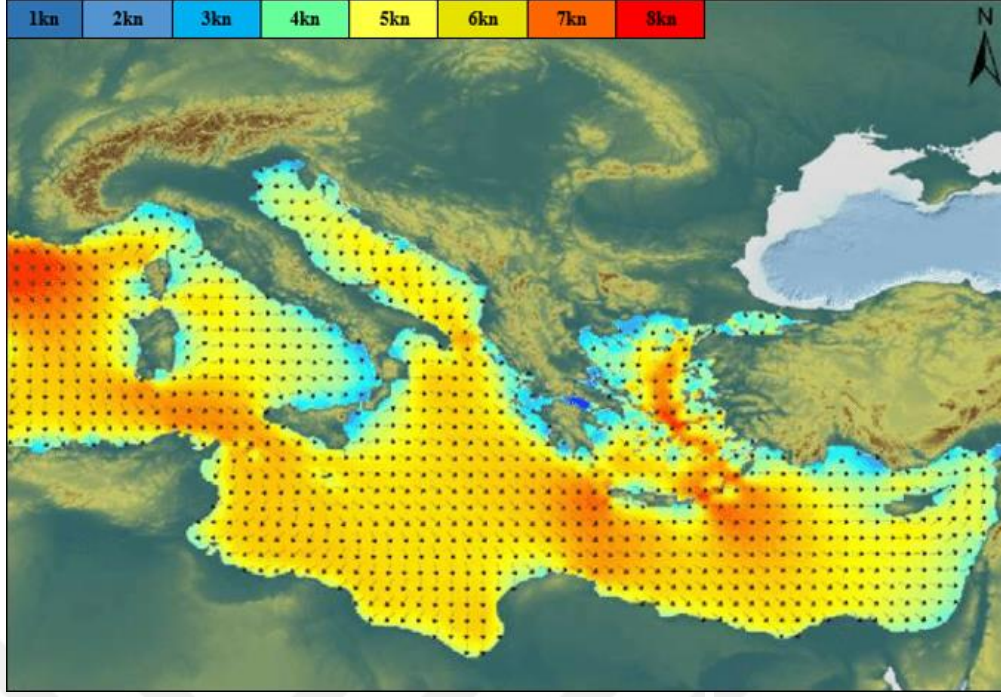
Balkanlar üzerinde daha yüksek basınçlarla Türkiye üzerinde termal düşük basınç oluşunun oluşmasına neden olmaktadır (Fratianni vd, 2015; Soukissian vd, 2017).

Bu iklim koşulları altında, Akdeniz bölgesi için en çok vurgulanan kaynak açık deniz rüzgâr enerjisidir (Fokaides vd, 2014). Kıbrıs adası güneyinde rüzgâr çiftliği kurulmasıyla Avrupa Birliği'nin 2020 yılı yenilenebilir enerji hedefleri amaçlanmıştır (Kotroni, Lagouvardos ve Lalas, 2001). 174 milyon avro değerindeki Orites rüzgâr santrali Eylül 2010'dan beri faaliyetine devam etmektedir. Bununla birlikte, rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının çoğu aralıklı ve değişken güç kaynaklarıdır. Deniz esintisi adanın rüzgâr potansiyeli üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Rüzgâr enerjisi potansiyeli, yatırımcılar ve rüzgâr enerjisi geliştiricileri için yeterli seviyede bir potansiyel içeren saha imkânı sunmaktadır (Zhang, Chowdhury ve Castillo, 2012).

Kıbrıs adasındaki düşük enerji ihtiyacı, yenilenebilir enerji kaynaklarının yoğun talep seviyesini azaltmak için kullanıp kullanamayacağı sorusunu gündeme getirmiştir. Nitekim Kıbrıs adasının bir Akdeniz adası olması, bol miktarda güneş enerjisine sahip olması ve ön çalışmalar, önemli bir rüzgâr enerjisi potansiyelinin de mevcut olduğunu göstermektedir (Fokaides, Miltiadous ve Neophytou, 2014).

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı'nın (IRENA) yaptığı bir araştırmaya göre, Kıbrıs adası, 2030 yılına kadar toplam elektrik arzının %25-40'ını yenilenebilir enerji kaynaklarından, çoğunlukla rüzgâr ve güneş enerjisinden üretme potansiyeline sahiptir. Kıbrıs adasının kuzey ve güney bölgelerinde ortalama rüzgâr hızı 7 m/s'ye ulaşırken, doğu ve güney bölgelerinde ise ortalama rüzgâr hızı 3,5-4 m/s arasında değişmektedir (Wortel ve Spakman, 2001).

Bölge, enerji mevcudiyeti anlamında incelendiğinde Adalar Denizi kadar enerjik olmadığı görülmektedir. Ancak bir rüzgâr parkına uyum sağlamak adına bir alanın uygun olması için 10 m yükseklikte senelik yaklaşık 5,1 m/s rüzgâr hızı eşiği gerekmektedir. Sonuç olarak, Kıbrıs adasının yaklaşık senelik rüzgâr hızları 5 ila 7 m/s arasında değişen alt sınıra yakındır. Bu rüzgâr hızları, kıyıdan uzakta olmak üzere sürdürülebilir bir açık deniz rüzgâr çiftliği oluşturulmasına izin verilmesi halinde daha yüksek bir potansiyelden yararlanılacağını ortaya koymaktadır (Papadopoulos vd, 2016). Akdeniz bölgesi tahmini rüzgâr hızını gösteren verilere Şekil 4-4'te yer verilmektedir.



Şekil 4-4: “Akdeniz Bölgesi Tahmini Rüzgâr Hızı” (Schutz, 2018).

Açık deniz rüzgâr enerjisi tüm Akdeniz bölgesinde en umut verici yenilenebilir enerji kaynaklarından birisidir. Bu sektördeki hızlı teknolojik ilerleme, mevcut rüzgâr enerjisi piyasası ve istikrarlı yıllık enerji mevcudiyeti ile Akdeniz'in diğer bölgelerinde kanıtlanmış ekonomik uygulanabilirlik, rüzgâr enerji potansiyelini Kıbrıs adası için en umut verici kaynaklardan birisi haline dönüştürmüştür (Crowder ve Norse, 2008).

4.5 Doğu Akdeniz’de Güneş Enerjisi

KKTC’de güneş enerjisi potansiyelini ortaya koymak için yapılan çeşitli araştırmaların birinde Gazimağusa örneği ele alınmıştır. Çalışmada, kentsel alanlarda güneş enerjisinin kullanımını araştırılmıştır. Gazimağusa şehri için güneş enerjisi potansiyelini hesaplamak için tüm iklimsel ve coğrafi faktörler analiz edilmiştir. Ardından Gazimağusa'nın güneş enerjisi kullanım potansiyeli ayrıntılı olarak araştırılmış olup, iklim faktörleri, radyasyon türleri, coğrafi parametreler, yönlendirme teknikleri, yükseklik ve genişlik oranı (H/W) ve peyzaj analizi dahil olmak üzere güneş enerjisinin etkili parametreleri Gazimağusa temelinde değerlendirilmiştir (Pisacane vd, 2018).

Işınlama güneş enerjisi oranı, Gazimağusa şehrindeki Sosyal Konut Kompleksi'nde (SKK) yer alan blokların ve güzergahların yatay, dikey ve eğimli yüzeyleri için Ladybug for Rhino ve MS Excel programlarını kullanarak analiz edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, bölgenin güneş enerjisi açısından çok zayıf olduğunu göstermiştir. (European Union Directive, 2007). Aşırı ısı üreten büyük bir güneş enerjisi potansiyeli görünür olmasına rağmen, özellikle öğleden sonraları güneş termal ısısı sebebiyle güneş enerjisinden gerektiği gibi yararlanılamadığı çalışmada ileri sürülmüştür. Yayaların rahatça yürüyebilmeleri için, mobilya yapımında kullanılan ağaçlar eklenmesi ve yıldırımdan korunmak için paratoner sistem kullanılmasıyla yenilenebilir enerji üretmek için güneş panellerinin bu sisteme bağlanması ve kaldırımlar için geçirgen malzemeler kullanılarak yardımcı olunması çalışma kapsamında önerilmiştir (Peker, Öztürk ve Şensoy, 2019).

Rüzgâr ve güneş enerji potansiyelini belirlemek üzere yapılan bir başka araştırmada ise Weibull Dağılımı kullanarak KKTC'deki üç bölge için güneş enerjisi potansiyeli birden fazla simülasyon aracı ile analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında ayrıca üç ev seçilerek, binalar için çatı üzerindeki fotovoltaik (FV) değerler incelenmiştir.

7,1 kWh şebekeye bağlı çatı üstü FV sisteminin performansını değerlendirmek için üç tür, PVGIS, PVSOL ve PVWatts simülasyon programları kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda küçük sistemlerin kurulabileceği görüşüne ulaşılmıştır (Alayat, Kassem ve Çamur, 2018).

Akdeniz bölgesinde enerji üretimi için parabolik oluklu bir güneş termal teknolojisinin kurulumunun ekonomik olarak uygulanabilir olup olmadığını araştırmak üzere bir fizibilite çalışması yapılmıştır. Fizibilite çalışması kapsamında, birim maliyeti net bugünkü değer üzerinden, iç getiri oranı ve geri ödeme süresi hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda kârlı bir yatırım olduğu bilgisine ulaşılmıştır (Nikolaidis vd, 2019).

Bununla birlikte bir evin ısıtma ve soğutma yükünün hesaplanmasının yanı sıra düz plakalı güneş kollektörlerinin belirli koşullarda sağladığı enerjiyi tahmin etmek için yapılan bir başka çalışmada binanın ısı kazancı ve kaybı ile incelenmiştir. Güneş kollektörleri alanı ve temel kalınlığı ile ilgili analizler de dahil olmak üzere elde edilen sonuçlar, önerilen sistemin binanın ısıtma yükünü kısmen veya tamamen karşılayabileceğini göstermektedir (Katsigiannis, Stavrakakis ve Pharconides, 2013).

Kıbrıs adası güneş enerjisi potansiyelini inceleyen bir diğer araştırmada ise iki konum belirlenerek, farklı güneş ısınlama seviyelerine sahip benzer Akdeniz iklimlerine sahip alanlar incelenmiştir. Çalışmada güneş enerjisi potansiyelin tek başına işlevinden ziyade başka bir sistemle desteklenerek hibrit enerji sisteminin kurulmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Katsigiannis, Stavrakakis ve Pharconides, 2013).

Birleşik güç sistemi olarak adlandırılan hibrit sisteminde Lefkoşa için yalnızca FV sistemi rüzgâr hibrit sisteminden daha iyi bir seçenek sunarken, Nice şehrinde durum bunun tersidir. Her iki konum için iki sistemin teknik ve ekonomik açılarından karşılaştırılması, her durumda kullanılacak sistemin türünün doğrudan belirli konumun iklim özelliklerine bağlı olduğu sonucuna varılmıştır (Aresti, Christodoulides ve Florides, 2020).

Kıbrıs adasında yer alan Limasol bölgesi için yapılan bir araştırmada, güneş enerjisi potansiyeli için çerçeve modeli oluşturulması ve bir uygulamada kullanılması sağlanmıştır (Psarra, 2014). Çerçeve modelinin oluşturulmasında uzman tavsiyelerine dayanan bir dizi çevresel, ekonomik ve teknik potansiyel alanlar tanımlanmıştır. Önerilen metodolojik çerçeve, potansiyel yatırımcılar ve yenilenebilir enerji geliştiricileri tarafından kolaylıkla kullanılabileceği ancak bölgesel farklılıklara ve nem oranlarına dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Georgiou, Polatidis ve Haralambopoulos, 2012).

Çalışmalardan da anlaşılabileceği üzere Doğu Akdeniz coğrafyasının bir parçası olarak ele alınan Kıbrıs adası ve civarı için güneş enerjisi potansiyeli konut tüketim ihtiyacını karşılayabilecek düzeyde küçük sistemlerde kullanılabileceği gibi, başkaca bir yenilenebilir enerji kaynağına dayalı sistemlerle desteklenerek hibrit enerji üretim sistemlerinde yer alabilir. Bunun dışında, başlı başına herhangi sistemde enerji karşılayabilecek potansiyele sahip olmadığı değerlendirilmektedir. Bu da bölgenin nem koşullarıyla birlikte, güneş termal ve FV değerlerinin düşük olması sebebine dayanmaktadır. Nitekim FV sistemler ile m^2 bazında üretilen enerji ortalama değerinin 1150 kWh olması da bu durumu doğrulamaktadır. Bununla birlikte yatırımcılar açısından düşünüldüğünde yeterli bir potansiyele sahip olmadığı görülmektedir (Aresti, Christodoulides ve Florides, 2020).

4.6 Doğu Akdeniz’de Biyokütle Enerjisi

Doğu Akdeniz’de önemli enerji üretim potansiyeline sahip biyokütle kaynakları üzerinde yapılan çalışmalarda genellikle odunsu ağırlıklı bir biyokütleden söz edildiği görülebilmektedir (Fokaides vd, 2014). Literatüre dayanan incelemelerde yapılan çalışmaların çoğunlukla bitki temelli olmasının sebebi nemli bölge koşullarında maki olarak adlandırılan odunsu bitkilerin ve okyanusa açılan Akdeniz’in su bitkilerinin oluşturulması kaynaklı olduğu görülmektedir (Fokaides vd, 2014). Özellikle Akdeniz havzası yangına eğilimli bir bölgedir (Kavgacı ve Tavşanoğlu, 2010). Öngörülen iklim ve sosyoekonomik değişikliklere göre böyle olmaya devam etmesi beklenmektedir (İlkan, Erdil ve Egelioglu, 2005).

Orman biyokütlesinin sürdürülebilir şekilde kullanılması, orman yangını tehlikesinin azaltılması üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabilir (İlkan, Erdil ve Egelioğlu, 2005; Vafaei, 2019). Enerji kullanımı için dört farklı biyokütle toplama senaryosu geliştirilerek, tipik bir Akdeniz masifinde aşırı meteorolojik koşullar altında peyzaj düzeyinde yangın davranışı ve potansiyel yanmış alanın nasıl etkilendiğini karşılaştırmak için modelleme yaklaşımı ele alınmıştır. Model üzerinden, yanmış alanın yangın davranışı parametrelerini değerlendirmek üzere simülatör desteği sağlanarak, yanmış alanda çoğu yangın davranışı parametresinde artış olduğu gözlemlenmiştir (Gonçalves, 2017).

Büyük çalı yakıtı model alanlarında biyokütle toplama dahil inceltme ve toprak altı temizleme, yangın tehlikesini önemli ölçüde azalttığı araştırmada ortaya konulmuş olduğu başkaca çalışmalar da literatürde mevcuttur (Thirgood, 2016).

Peyzaj düzeyinde çalı biyokütlesinin yönetimini içeren yakıt modellerinde yoğun bir değişiklik gözlemleniyorsa, enerji için orman biyokütlesinin sürdürülebilir hasatının yangın tehlikesini azalttığı ve orman ürünlerinin güçlü modifikasyon sağladığı anlamına gelmektedir (Gonzalez De Vega, De Las Heras ve Moya, 2016). Bu nedenle, Akdeniz havzasında enerji için orman biyokütlesi toplama, yalnızca hem ağaç hem de çalı katmanlarının peyzaj düzeyinde yönetilmesi durumunda yangın tehlikesini azalttığı yönünde eğitimlerin verilmesiyle sosyo-kültürel bilincin oluşturulması gerekliliği vurgulanmıştır (Keeley vd, 2012).

Doğu Akdeniz'de besin açısından zengin derin deniz suyunun yapay olarak yukarı taşınmasıyla birlikte bir başka biyokütle enerji kaynağı elde edilmiş olur. Protein ve nişasta içerikleri denizin derinliklerindeki besin konsantrasyonlarına karşılık gelen nitrat konsantrasyonları ile zamanla değişime uğrayan bir çeşit potansiyel biyokütle kaynağı oluşturmaktadır. Biyokütle kaynağına dayalı enerji üretim potansiyeli, okyanus termal enerji dönüşümü gibi açık deniz güç kaynakları ile birleştirerek yüksek elektrik üretiminin karşılanmasında ciddi bir potansiyel sağlamaktadır (Maestrone Project, 2018).

Akdeniz koşullarında odunsu biyokütlesi ve enerji potansiyeli aynı zamanda ısınmaya yardımcı olabilecek enerji gereksinimini karşılamada kullanılmaktadır. Biyokütle miktarının tahmini ve enerji potansiyeli için iki tür parseldeki enerji potansiyelini geliştirmek adına test arazileri seçilmiştir. Paulownia türünün bu konuda elverişli olarak kullanılması uygun bulunduğu laboratuvar testleri mevcuttur (Yıldız, 2015). Türün hızlı büyümesi ve yüksek enerji potansiyeli göz önüne alındığında, Akdeniz bölgelerinde kısa vadede ısı enerjisinde kullanması için geçerli bir hammadde olarak kabul edilmesi gerekliliğini vurgulayan çalışmalar literatürde yer almaktadır (Fernandez vd, 2017).

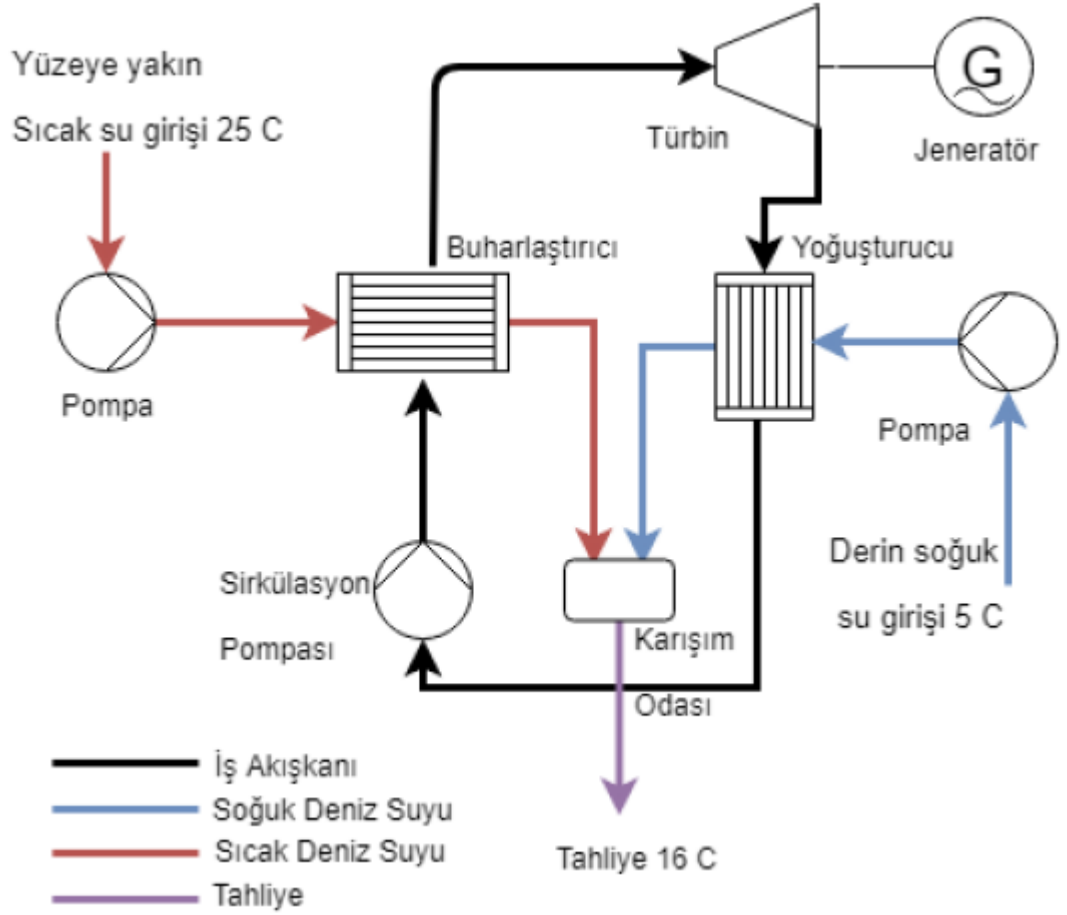
Biyokütle enerjisi için potansiyel olarak açık denizde yetiştirilen makroalgler incelenmiş ve bu deniz bitkilerinin sınıflandırılmasıyla birlikte enerji üretimi için sürdürülebilir bir hammadde sağlayabileceği ileri sürülmüştür (Zollmann vd, 2019). Bununla birlikte, biyoyakıt, gıda ve kimyasal üretme potansiyelini değerlendirecek araçlarda da kullanılması öngörülen bu mikroalglerden üretilen yakıt bir çeşit etanol olarak isimlendirilmiş ve potansiyel biyoetanol üretimi laboratuvar deneyleriyle incelenmiştir. Araştırmada, mikroalg kaynaklı biyokütle potansiyelinin bir nükleer enerji santrali kadar elektrik üretebileceği ancak bu deniz canlısının üretimi konusunda açık deniz alanlarının yükseltilmesiyle birlikte katmanlı bir ortamda yetiştirilmesiyle mümkün olabileceği görüşü ortaya çıkmıştır (European Commission Directive, 2015).

4.7 Doğu Akdeniz’de Okyanus Termal Enerji Dönüşümü (OTEC)

Okyanuslar, dünya iklimleri üzerinde derin bir etkiye sahip olan ve hava durumunu belirleyen atmosferik dolaşımın daha büyük ve daha küçük özellikleri, atmosferin okyanus sirkülasyonunun kontrol edilmesi ve etkileşimi gibi oldukça karmaşık etkenlerin birlikte değerlendirilmesini gerekli kılan fiziksel oşinografik araştırma alanı olarak görülmüştür (Spilhaus ve Sverdrup, 2012).

Bu alan araştırmaları deniz suyunun tuzluluk, sıcaklık, yoğunluk, basınç gibi parametrelerinin incelenmesi sırasında, okyanusların ve okyanus akıntılarının sıcaklığı ile birlikte değerlendirildiğinde parametrelerde farklılık olduğu görülmüştür (Soloviev vd, 2018). Bu deniz suyu ve sıcaklık farkının birçok atmosferik, hava akımı, güneş, rüzgâr, deniz içi ve yüzeyi hareketleri (dalgalar, kütle hareketleri), mekanik, hidrodinamik ve termodinamik parametreleri de göz önünde bulundurarak birlikte değerlendirilmesiyle OTEC sistemi ile güç ve elektrik üretimini açığa çıkarmıştır.

Tüm bu etkilerle birlikte okyanusların güneş radyal değerine dayanarak üretilen enerji biçiminde, tüm Amerika kıtasının elektrik ihtiyacını karşılayabilecek bir enerji üretim fırsatı sunulmakla birlikte OTEC sistemlerin fazlasıyla pahalı olduğu da hesaba katılmalıdır. Sisteme dair çalışma prensibi Şekil 4-5’te yer almaktadır.



Şekil 4-5: “OTEC Çalışma Prensibi Görseli” (Soloviev vd, 2018).

Soloviev vd, (2018), yüzey enerjisini de kullanan yapay yükselme sistemi, potansiyel olarak yerel iklim aşırılıklarını hafifletmeye yardımcı olabileceği görüşünü elde ettikleri bu çalışma sonucunda ileri sürmüşlerdir.

Doğu Akdeniz’de İsrail’in kıyısında gerçekleştirilen bu yapay sistem sayesinde 90 m uzunluğunda ve 0,9 m çaplı bir tüpe sahip bir dalga atalet pompası, 3 m yüksekliğindeki dalgalarla yüzeye $2 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ derin su akışını sağlanabileceği ve 90 m derinlikte 25°C sıcaklık farkıyla, deniz yüzeyine negatif ısı besleme oranının 35 MW ’lık elektrik üretimini yapabileceği, 2 km^2 ’nin üzerinde bir dağılım olduğunda ise 35 Wm ısı akışını karşılayabilecek güçte olduğu ortaya konmaktadır (Soloviev vd, 2018).

4.8 Doğu Akdeniz’de Petrol Rezervi

Doğu Akdeniz hidrokarbon rezervleri, AB enerji politikası hedeflerinde, birbirine bağımlı olarak sunulan iklim değişikliğini önlemek için enerji arz güvenliği, rekabet gücü ve karbon emisyonunun azaltılması hedefleri kapsamında değerlendirildiğinde, Birleşmiş Milletler (BM) ve üye devletlerinin de yoksulluğu önleme planları doğrultusunda, devletlerin refah düzeyini iyileştirme konusunda devletlerin ayakta kalması için geliştirilen küresel politik ekonominin sürdürülebilirliği gerekli bir koşuldur (Grandic vd, 2009).

Bölgeye yönelik petrol rezervi incelemesine tarihsel anlamda bakıldığında; Meksika Körfezi, Kuzey Denizi veya Hazar Denizi'nden farklı olarak Akdeniz'de petrol ve gaz üretimi ve keşfine ilişkin tarih, Yunanistan'da hidrokarbon arama faaliyetlerinin başladığı yirminci yüzyılın başlarına kadar uzanmaktadır (Kostianoy ve Carpenter, 2018). Adalar Denizi'nde, 1970'lerin ortalarında Prinos'ta üretim günümüze kadar devam ederek az sayıda önemli petrol keşfi yapılmıştır. Bugün, Doğu Akdeniz ve İtalya'nın Adriyatik Denizi'ndeki doğu kıyısı, petrol ve gaz arama ve kullanma faaliyetlerinin çoğunun bulunduğu yerdir (Peters vd, 2017).

Bölgede 2002 yılında yaklaşık 50 milyar varil petrol ve sekiz trilyon m³ gaz rezervi olduğu tahmin edilmiş olup bu rezerv miktarı dünya rezervlerinin yaklaşık %4'üne denk gelecek potansiyel olarak görülmüştür. İsrail ve Mısır'ın Akdeniz kıyılarında açılmış 300'den fazla kuyusu bulunmaktadır (Carpenter ve Kostianoy, 2018). Bölgedeki bu yüksek enerji potansiyelinin yakın gelecekte petrol ve doğalgaz piyasasını değiştirecek yeni gelişmelere neden olabileceği varsayılmaktadır (Miller vd, 2010).

Doğu Çölü'nde 1886 yılında karada petrol keşfinden bu yana, Mısır'daki petrol endüstrisi 15,5 milyar varil petrol eşdeğeri tespit etmiştir (Dolson vd, 2001). Mısır'da yapılan bir araştırmada, her büyük havzanın tektono-stratigrafik tarihinin sondaj geçmişi ve alan boyutu dağılımları ile birlikte ele alınması, bu rezervlerin yıllar içerisinde yüklü miktarda artış sağladığı görülmektedir. Mısır'daki petrol rezervlerindeki artış çoğunlukla açık deniz keşiflerinin bir sonucu olarak görülmekte ve halihazırda keşfedilmiş olan 708 bcm yanı sıra Doğu Akdeniz açıklarında Mısır'a ait payın 1812 ila 2378 bcm tutabileceği ön görülmektedir. Mısır'daki Batı Çölü, Doğu Akdeniz'de Mısır'a ait rezerv kaynaklarının bulunması yönüyle yeni gaz kaynaklarına 424 ila 849 bcm ölçeğindeki katkısıyla rezerv artışını da göz önüne çıkarmakla beraber rezervlerdeki artış büyüklüğü de anlaşılabilir olmaktadır (Amineh ve Crijns, 2014).

Yeni sahaların çoğunun 100 milyon varilden fazla petrol eşdeğeri içeren dev alan sınıfında olması beklenmektedir ancak bu rezervlerin gün ışığına çıkarılması ile ilgili bazı zorluklar mevcuttur. Bu zorluklar arasında tuz altı görüntüleme, ağırlıklı olarak gaz kaynakları için piyasa

kısıtlamaları ve muhtemelen dünya çapında benzersiz olan mevcut hidrokarbon keşiflerinin yüksek maliyetinin getirdiği ekonomik kısıtlamalar bulunmaktadır (Gezdur ve Bhattacharjya, 2017). Bu kısıtlamalar Akdeniz ve Süveyş Körfezi'nde ek olarak 1,5 ila 3,3 milyar varil petrol kaybına neden olmaktadır. Teknolojik olarak düşük kaliteli sismik verilerle bu işlemin kısıtlı olarak gerçekleşmesi söz konusudur (MIT Energy Initiative, 2011).

Küresel eğilimlerin işaret ettiği Endüstri 4.0 sanayi hamlesinde, Doğu Akdeniz'de yeni keşfedilen alanlar, geleneksel fosil petrol ve gaz kaynaklarıyla değerlendirilmelidir (Soloviev vd, 2018). Doğu Akdeniz'in jeopolitik olarak, istikrarsız bölge ve ülkelerde -Orta Doğu, Kuzey Afrika (MENA) ve Hazar Bölgesi- Rusya da dahil olmak üzere fazlasıyla yer alan fosil enerji rezervleri yönünden avantajlı konuma gelmesi beklenmektedir (Fратиanni vd, 2015). Bu da AB enerji arz güvenliğini doğrudan etkilemektedir.

Neredeyse tüm petrol rezervlerinin bulunduğu kaynak zengini ülkeler, bir tür sermaye birikimi ve kullanımı adına tasarruflu devlet-toplum ilişkisini yansıtmaktadır (European Commission Annex, 2000). Bu yönetimler, enerji kaynaklarının dengesiz kullanımından elde edilen imtiyaz ve kiralara dağıtılma şekline de çözümsel hedefler dayandırmaktadır. Bu yönetimlerin ekonomileri, sosyal hiyerarşinin alt kısmında bulunan ekonomik gelişme, merkezi enerji kontrol unsurları, potansiyel enerjiye ulaşım ve kullanımı yönünden ibrelerinin yüksek olması üzerinde yapılan araştırmalarda konu edinilmektedir (European Commission Annex, 2006). Çin ve diğer Asya ekonomilerinin ortaya çıkışı, artan enerji ihtiyacı ve Asya pazarlarının genişlemesi nedeniyle Doğu Akdeniz çevresinde varlıklarını arttırması ise başlıca olarak pastada pay sahibi olmak isteyen diğer ülkelerin, ekonomik hedeflerine doğru yaklaşım modelinin uyarlanmasını sağlaması gerekmektedir (European Commission Project Report, 2007).

Yüksek teknolojiyle doğaya zarar vermeden petrol ve doğalgazın dünyaya dağıtımından önce çıkarılıp işletilmesi ve daha sonra lojistiğinin planlanması mühendislik alanında ciddi uzmanlık gerektiren işlemlerdir (Cordes vd, 2016). Uygun profesyonel yapı içerisinde oluşturulacak belirleyici kararlar ile doğru güzergâh ve altyapı seçimi sayesinde çevresel anlamda gereksiz karbon salınımı ve olumsuz ekolojik faktörler engellenmiş olacaktır. (Soloviev vd, 2018). Aksi durumların baş göstermesi halinde ise deniz ekosisteminin zarar görmesi kaçınılmaz olacaktır. Bu durum, sürdürülebilir enerji için üç temel unsur üzerinde yapılanmış olan BM hedeflerinin yetkin şekilde uygulanamaması sonucuna tekabül edecektir. Diğer bir deyişle, sürdürülebilir enerji temellerinin oturtulamaması anlamına gelecektir. AB'nin enerji arz güvenliğine yönelik endişesi asıl olarak bu noktadan itibaren ele alınmalıdır (Gormley, Pollard ve Rocks, 2011).

Tüm bu bilgiler ışığında, Doğu Akdeniz'in enerji alanındaki zenginliği, bölge devletlerinin adaletli şekilde doğal kaynağı olarak sayılması, herkes için sürdürülebilir enerji, sürdürülebilir kalkınma ve çevre anlayışıyla hareket eden BM hedeflerinin gerçekleşmesi anlamına gelecektir. Bu amaç dizinleri AB hedefleriyle de uyumluluk içerisinde yer almaktadır. Bunun için ise mümkün olan en uygun rezerv çıkarma, işleme ve lojistik planların oluşturulması gerekmektedir. Bununla birlikte projeler arasından, en kısa mesafe ve en uygun mali planlamayı kapsayanı belirlenerek rezervlerin dağıtımı sağlanmalı ve seçilerek uygulanması kararlaştırılan proje için bölgesel veya küresel anlamda mali destekler sunulmalıdır (Tagliapietra, 2014).

Hakkaniyet ilkesi esaslarıyla rezerv paylaşımının arka planı, devletlerin tutumuna bağlı olduğundan doğru süreç analizinin stratejik konum ve avantajlarını elbette göz ardı etmemek gerekmektedir. Bu tezin ana amacının tam da bu noktada tekrar hatırlatılması özelinde, mantıksal bağlamda doğalgaz ve petrol kaynaklarının Avrupa'ya dağıtımı, en kısa güzergâh belirleme becerisiyle üstesinden gelinmeli, mümkün olduğu derecede hem bölge halkının refahının sağlanması hem de çevre ve enerjide sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleştirilmesi şartlarının birlikte sunulması gerekmektedir.

4.9 Doğu Akdeniz'de Doğalgaz Rezervi

Tarihten bugüne doğru gelindiğinde özellikle son yirmi yıllık süreçte doğalgaz rezervlerine olan ilginin Doğu Akdeniz üzerinde arttığı gözlemlenmektedir. Keşif sürecinin ilk basamaklarına göz atıldığında İsrail tarafından ABD menşeli Noble Enerji şirketine yapılan destek sonucunda gerçekleştirilen sismik araştırmalar, 2009 yılında öncelikle İsrail kıyıları ve açıklarında yoğunlaşmıştır. Bunun nedenlerinden birisi şüphesiz öncelikle ön sismik araştırma rapor sonuçlarının yüksek veriyle gelmesi, bir diğeri de ekonomik ve mühendislik çalışmaları alanında İsrail'in daha ileri bir boyutta olması ve bu potansiyele, gerekli Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) yatırımlarının teşvik boyutunda yapılmasıydı. (Schenk, 2010)

Keşif anlamında ilk çalışma sahası olarak nitelendirilen ve 2010 yılında keşfi tamamlanan Tamar isimli saha, 2009 yılında keşfedilen Leviathan havzasında yer almaktadır. Her ne kadar büyük ölçekli bir tespit olsa da ileride keşfi yapılacak Leviathan sahası kadar potansiyele sahip değildir. Elde edilen keşifler, ileriye dönük olarak güç dengelerinin yeniden şekillenebilmesi maksadıyla hem potansiyelin keşfi ile aktarılacak kaynaklar bakımından itici güç hem de toplumların bu imkanlardan yararlanabilmelerine ve refah seviyelerini yükseltebilmelerine önderlik sağlamıştır (Ratner vd, 2013)

Doğu Akdeniz’de keşfedilen gaz hacimlerine bakıldığında; 1 bcm’den 486 bcm’ye kadar keşfi sağlanan alanların (Leviathan) olduğu, sismik verilere göre keşif sonucu rakamsal olarak olumlu olan ancak henüz bulunamayan (yet-to-find) 31 bcm’den (Gazze) 6295 bcm’ye (Nil Deltası) kadar rezervlerin olduğu görülmektedir. Bu görünüme ilişkin verilere Tablo 4-2’de yer verilmiştir.

Tablo 4-2: “Doğu Akdeniz’de Doğalgaz Rezervleri” (USGS, 2010).

İsrail (bcm)		Mısır (bcm)	
Leviathan	476.0	Nil Deltası	6310.0 (bekleyen)
Tamar	250.0	Kıbrıs adası (bcm)	
Dolphin	2.0	Afrodit	140.0-220.0
Dalit	14.0	Gazze (bcm)	
Tanin	33.0	Gazze Marin 1-2	28.0 (bekleyen)
Mari-B	30.0	Lübnan (bcm)	
Noa	1.0	Faz 1	672.0
Toplam (bcm)		8014	

Tüm yakın bölgelerde yapılan diğer sismik araştırmaların sonucunda yukarıda yer alan şekilde de olumlu sonucunun görüleceği üzere Leviathan ve Afrodit sahalarının keşifleri tamamlanmıştır. Böylece ilk adımları atılmış olan keşif süreçlerini, akabinde büyük çaplı sismik araştırmalarla diğer bölgelerde de yeterli hacmin olduğu sonucuna varılarak yeni kaynakların keşifleri izlemiştir (Ratner, 2016).

Diğer taraftan doğalgaz sürecinin günümüz boyutuna ve şimdiye kadar ulaşılmış rezervler kısmına odaklanıldığında, kaynak aktarımının hangi ülkelerden sağlandığı ve sistemin aslında sıkışık kalan bir pazarda çevrildiği görülmektedir. Bu pazarın ana üretici ve aktarıcısı konumunda olan ülkeler; Rusya, Norveç, İran ve Cezayir olarak bilinmektedir (Bayraç, 2018). Rusya, 1959 yılından bu yana büyük doğalgaz boru hatları ile AB üyesi ülkelere doğalgaz arzının çoğunluğunu karşılamaktadır. Bu durum Avrupa’nın Rus doğalgaz kaynaklarına bağımlılığına sebep olmuştur. Soğuk Savaş döneminde Avrupa, doğalgaz arzının kesilmesi endişesi ile karşı karşıya kalmış, bu gerçekleşmemişse de 2005 ila 2010 yılları arasında Rusya ve Ukrayna arasındaki gaz fiyatlandırmaları konusundaki anlaşmazlık nedeni ile Avrupa, bu bağımlılığını güç dengesi olarak

kabul etmiştir. Tüm bu ekonomik bağılılığın aşılması ve daha yüksek seviyede enerji ihtiyacının aşılabilmesi adına Doğu Akdeniz üzerindeki kaynaklara hızlı ulaşma ihtiyacı doğmaktadır (Kakışım, 2019).

Nitekim hızlı ulaşabilme durumunu daha iyi kavrayabilmek adına bu kaynakların potansiyel rakamlarına bakıldığında; ABD Jeolojik Araştırma Servisi (USGS) tarafından 2010 yılına ait önem düzeyi yüksek bazı araştırma sonuçlarına ulaşılmıştır. Buna göre; Türkiye, Kıbrıs adası, Mısır ile Girit Adası arasındaki Nil-Delta havzasında, mevcut teknoloji ile sondaj arama faaliyeti yapılabilecek ortalama 1,754 milyar varil petrol ve 6202 bcm doğalgaz rezervi mevcut olduğu (Bayraç, 2018), Kıbrıs adası, Lübnan, Suriye ve İsrail arasındaki Leviathan havzasında ise 3370 bcm doğalgaz ve 1,8 milyar varil petrol bulunduğunun tahmin edildiği vurgulanmaktadır (Zellner vd, 2012).

Bahse konu keşifler her ne kadar m³ bazında büyük rakamlar olarak görünse de aslında dünya geneli ile karşılaştırıldığında rezerv oranı olarak sadece %1,5'una bile tekabül etmemektedir. Bununla beraber, bölgesel anlamda gerçekleştirilen üretim, oranlama olarak küresel boyuttaki üretimin %2 gerisinde; tüketim düzeyine göre değerlendirildiğinde ise %3 üzerindedir. Bu görünüme ilişkin veriler Tablo 4-3'te sunulmaktadır.

Tablo 4-3: “Doğu Akdeniz’de Ülkesel Anlamda Doğalgaz Verileri” (BP, 2016).

Ülke	Rezerv (bcm)	Üretim (bcm)	Tüketim (bcm)	Net İthalat (bcm)
İsrail	217.00	7.90	8.01	0.11
Mısır	2168.00	48.70	48.08	-0.70
Suriye	285.00	4.89	4.89	-
Türkiye	6.40	0.48	47.80	47.32
Ürdün	6.00	0.19	0.50	0.31
Yunanistan	0.99	-	2.77	2.77

Değerler incelendiğinde; rezerv ve üretim bazında liderliğin Mısır’da olduğu, üretim-tüketim dengesinde Suriye’nin göze çarpması ve üretime oranla tüketim ve ithalat düzeyinin Türkiye’de fazla olduğu görülmektedir (BP, 2016).

Doğalgaz enerji kaynağı gerek Türkiye gerekse de Kıbrıs adası açısından incelendiğinde, önümüzdeki dönemler açısından stratejik rol üstlenir hale gelebilecek potansiyele sahip olduğu tahmin edilmektedir. Bu rol ile ilgili olarak öncelikle Kıbrıs adası özelinde kullanılan enerji kaynaklarına odaklanıldığında, enerji ihtiyacı anlamında şu anda petrol ithalat sürecine bağlı olduğu görülmektedir. Adanın elektrik ihtiyacı da petrol yakıtını kullanan elektrik santralleri sayesinde sağlanmaktadır. Bu anlamda Afrodit isimli rezerv sahası içerdiği yüksek gaz rezervi sebebiyle Kıbrıs adası için gelecekte doğalgazın yakıt olarak kullanılarak elektrik üretiminin sağlanabileceğinden dolayı oldukça avantajlı bir pozisyona bürünebilir. Lakin şu aşamada bu durum geçerli olmayacaktır. Bu santral türlerinin kurulumu ve işletimi için yeterli alt yapı imkanına sahip olmayan ve ülke içerisinde doğalgaz işletimine yönelik herhangi bir alt yapı imkânı bulunmayan Kıbrıs adasının bu opsiyonu daima çalışmalarında bulundurması ve imkân yaratabileceği ilk fırsatta uygulamaya koyması yüksek refah düzeyi için gerekli görülmektedir (Oil Daily, 2012).

Bir sonraki seviye ise ülkeye aktarımı sağlanan bu gazın KKTC içinde gerekli yatırımlar ile birlikte kullanımından sonra ihracat durumu ve kalkınma portföyüne muazzam katkı oluşturmaktadır. İhracat tabanlı ileri seviyede düşünüldüğünde iki farklı seçeneğin performans/maliyet açısından uygun olabileceği düşünülmektedir. Birincisi, bu gazın yine boru hatları nakil yöntemiyle yakın ana kara olan Türkiye'ye ihracı ve Avrupa'ya taşınması, ikinci yöntemde de maliyetin çok daha az olabilmesi hesaba katılarak sıvılaştırılmış doğalgazın (LNG) depolanması yöntemiyle ihracat açısından terminallerin kurulmasıdır. Tabii ki LNG terminalleri açısından yine farklı bir yol izlenebilir; bu da terminallerin, farklı ülkelerde kuruluşunun tesis edilmesinin kiralama yönetimiyle sağlanabileceği durumudur.

Bu rolün ikinci basamağında ekonomik olarak çok daha güçlü ve Avrupa'ya kara üzerinden boru hatları imkânı olan Türkiye bulunmaktadır. Elde bulunan ve planlanan durumlar üzerinden gidildiğinde; öncelikle Türkiye için gazın düşük maliyetlendirilebilmesi adına jeopolitik avantajdan yararlanarak yatırım açısından uygun ortam sağlanıp daha sonra ikili anlaşmalar üzerinde yoğunlaşarak ihracatın kara ve deniz yoluyla gerçekleşmesidir. Bunun için Kıbrıs adası unsuru, hesaba katılması gereken önemli bir avantaj olarak görünsede şu aşamada kuzey deniz bölgelerinde herhangi bir keşfin şu ana kadar sağlanamamış olması odağı güney kısmına yönlendirmektedir. Kıbrıs adası güneyinde bulunan alanlardaki (Afrodit, Tamar, Leviathan) gazın boru hatlarıyla Avrupa'ya aktarımının hem adanın kendisi hem de üretici ülke açısından ciddi mali avantajlar sağlayacağı göze çarpmaktadır. Bu alanlarda muhtemel keşfi yapılacak herhangi bir rezerv için KKTC-Türkiye ortaklığı düşünüldüğünde halihazırda Türkiye'nin avantajı açıkça görülmektedir.

Buna ek olarak hesaba katılabilecek ve diyalogla beraber anlaşmaşlara ihtiyaç duyulan diğerk bir fikir de Leviathan havzası gibi bölgelerden ihraç edilecek İsrail gazının, Doğı Akdeniz üzerinden boru hatlarıyla direkt veya KKTC üzerinden Türkiye'ye, ardından Türkiye üzerinden de Avrupa'ya taşınmasıdır. Gazın bu şekilde transfer edilme sürecinin önünde ise bir takım ikili anlaşmalara ihtiyaç duyulacağı ön görölmektedir. Bu anlaşmaların sağlanabilmesi önce bürokratik anlamda bir başarı olacağı gibi akabinde hem maliyet hem de ekonomik refah artışı açısından Türkiye ve diğerk ortağı olacağı ölkelere avantaj sağlayacağı değerkendirilmektedir. Bunu yanı sıra tüketim aşamasında olacak olan Avrupa ölkeleri nezdinde düşük maliyet imkânı bir fırsat olarak düşünölmektedir.

Doğalgaz ve petrol dağıtıcılığı planlarında, mühendislik çalışmalarının sağlanmasının ancak küresel yaklaşım çerçevesinde devletlerin gayesi ve ekonomik planların iyi koordine edilmesiyle mümkün olabileceğı görölmektedir. Bu noktada sadece petrol rezervleri değil doğalgaz rezervlerinin de yoğunluğu önemli olmaktadır ki taşıma kapasitesi itibariyle güzergâh planı doğalgaz boru hatlarıyla sağlanabilmeli; ham veya işlenmiş petrolün uygun lojistikle tamamlanabilmesi için orantılı bir maliyet tablosu da hesaba katılmalıdır.

4.10 Doğı Akdeniz'de Enerji Kaynakları için Depolama Alanları

Dünya üzerinde enerjinin depolanması, üretim süreci kadar hayli yüksek bir öneme sahiptir. Bu sürecin önem arz etmesindeki hususlar enerjinin güvenli şekilde depolanıp nakil aşamasının işlenmesi ve gerekli alt yapı bileşenlerinin hazırlanması şeklinde belirtilebilir. Depolama ve beraberinde nakil sürecinde yararlanılan imkanlar ise; açık denizde oluşturulan platformlar, karada yer alan rafineler ve yer altı depolama tankerler, Yüzer Depolama ve Yeniden Gazlaştırma Ünitesi (FSRU) terminalleri ve deniz tabanlı oluşturulan boru hatları tesisleri olarak bilinmektedir.

Geçmişten bugüne kadar uzanan tüm süreçlerde özellikle depolama tesisleri ve nakil hatları üzerinde yoğunlaşan savaşların olduğunu görmek, enerjinin ve vurgulanması gerekirse depolama safhasının ne denli önemli bir unsura haiz olduğunu göstermektedir (Özgen, 2015). Deniz üzerinde yaşanan haydutluk ve terörizm olayları ile karasal bölgelerde yaşanan saldırılar bunlara örnek olacak niteliktedir. Kenya'nın güneydoğı kısımlarında deniz haydutluğu kapsamında kaçırılan M/V Sirius Star isimli tanker, Yemen ölkesi açıklarında patlayıcı yük içeren bir tekne ile M/V Limburg isimli tankere yapılan intihar saldırısı ve Basra Körfezi civarlarında yaklaşık 300 tankerin infilak ettirildiğı İran-Irak savaşı örnek olarak verilebilir (El-Sayed, 1998).

Doğu Akdeniz özelinde depolama ve nakil imkanlarına odaklanılacak bu kısımda ayrıntılı değinmeden önce yine Doğu Akdeniz üzerinde sağlanması gereken yüksek güvenlik şartlarının da kısaca incelenmesi gerekmektedir. Deniz üzerinde unsurların gerek harekât kabiliyetleri gerekse de operasyonel durumsallıklarının üst seviyelerde olabilmesi adına; deniz trafik durumunun gerçek zamanlı (real time) olarak sürekli takibi, tespit ve teşhisi tamamlanan bilgilerin derlenerek yorumlanması ve son aşamada ise denizde emniyet ve güvenlik harekât kabiliyeti olan unsurlara kapsamlı şekilde aktarılması gerekmektedir. Güvenlik ihtiyacının sağlanması Deniz Kuvvetleri gibi askeri kuruluşlar tarafından sağlanabileceği gibi sivil kuruluşlar tarafından da yerine getirilebilmektedir. Bu güvenlik ihtiyaçlarının gerçekleştirilme zorunluluğu enerji aktarımının başarılı ve kesintisiz olabilmesi adına hem barış döneminde hem de özellikle savaş döneminde zaruret göstermektedir (Sözer, 2012).

Türkiye’de yer alan enerji depolama alanlarının öncelikle kara kısmına bakıldığında, ilk depolama tesisi olan 1994 yılı kuruluşlu Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi’ne (BOTAŞ) ait Marmara-Ereğli LNG Terminali yaklaşık 225 bin m³ depolama kapasitesine sahiptir. İlk olması yönüyle Türkiye için bu adımların filizlenmesi ve hızlanabilmesi adına önemli rol teşkil etmektedir. Ardından 2001 yılında hizmete giren Aliğa LNG Terminali ise yaklaşık 283 bin m³ depolama kapasitesine sahiptir. Buna ek olarak tüm tesisler gazlaştırma etkinliğine de sahip olarak böylelikle diğer bir ek tesise ihtiyaç duymadan bu işlemi gerçekleştirebilmektedirler (BOTAŞ, 2020a; Egegaz, 2020).

Deniz üzerinde depolamada kullanılan FSRU ünitelerine kıyasla stratejik anlamda güç dengelerini değiştirebilecek bir potansiyeli olmamasına rağmen; Tuz Gölü’nde 2017 yılında hizmete giren, yerin yaklaşık iki km altında açılan kuyulara ait tuzların tatlı su kaynağının enjekte edilmesi yöntemiyle eritilmesi ve 2021 yılı içerisinde ilk on iki kavernanın faaliyete geçmesi ile birlikte yaklaşık 1,3 bcm doğalgaz depolama kapasitesine ev sahipliği yapacak tesisin geriye kalan kırk adet kavernasının da tamamlanmasıyla ortalama 5,3 bcm yer altı doğalgaz depolama (UNGSF) kapasitesine ulaşılmış olacak ve dünya üzerinde yer alan örneklerine kıyasla liderliği ele alabileceği söylenebilir. Silivri’de yer alan ve 2007 yılında kurulan bir diğer UNGSF, Tuz Gölü’nde mevcut benzeri ile birlikte Türkiye’nin önemli oranda depolama ihtiyacını karşılamaktadır. Birtakım özelliklerine değinilirse; Tuz Gölü UNGSF’nin yaklaşık yarı kapasitesinde olmakla beraber halihazırda aktif durumda olmayan bir petrol sahası çevresinde yerleşik durumdadır (BOTAŞ, 2013, 2017; UNGSF, 2017).

Türkiye’de yer alan enerji depolama alanlarından bir diğeri de deniz kıyısında FSRU gemiler üzerinde tesis edilen LNG terminalleridir. Bu terminallerin taşıma kapasiteleri Marmara-Ereğli ve Aliğa’da yer alan karasal depolama tesislerine benzer rakamlara denk gelmektedir. Bu iki terminalden ilki olan Etki Liman İşletme çatısı altında Aliğa’da bulunan FSRU terminali 2016 yılında hizmete başlamıştır. Depolama olarak 170 bin m³ kapasiteye sahip olan tesis günlük 28 milyon m³ gazlaştırma kabiliyetine ulaşabilmektedir. Diğer bir terminal ise BOTAŞ işletmesinde bulunan ve Dörtöl’da konuşlu FSRU terminali 2018 yılında hizmet sürecine girmiştir. Depolama anlamında 263 bin m³ kapasiteye sahip olan tesis günlük 20 milyon m³ gazlaştırma seviyesine ulaşabilmektedir. Bunun yanında üçüncü bir FSRU terminali daha Saros Körfezi dolaylarında planlanmaktadır (BOTAŞ, 2020b). Gerçekleşecek olan bu basamakla birlikte stratejik anlamda önemli bir yol daha kat edilmiş olacaktır (BOTAŞ, 2020b; Etkiliman, 2020).

Türkiye halihazırda 12 farklı ülkeden enerji ithalatı gerçekleştirmeye devam etmektedir (EPDK, 2018). Bu çerçevede değerlendirildiğinde Türkiye, doğalgaz ithalatı bakımından Avrupa’da ön sıralarda yer almaktadır. Özellikle son 13 yıllık süreçte doğalgaz ithalatının yaklaşık üç kat arttığı da kayıtlara geçmiştir (BP, 2019). Türkiye, elindeki mevcut tesislerini tam kapasite çalıştırması halinde yıl değerlendirme bazında yaklaşık 36 milyar m³ gazlaştırma yeteneğine sahip olacağı görülmektedir. Türkiye bu kapsamda, LNG özelinde büyük ve önemli bir role kavuşacağı pozisyona ulaşabileceği değerlendirilmektedir. Bu husula beraber yeraltı doğalgaz depolama kapasitesinin yakın gelecekte 12 milyar m³’e ulaşabilmesi durumunda elde edilecek avantaja ek olarak küresel ve bölgesel anlamda enerji koridorunun geçiş güzergahı olma yolunda önemli mesafe kat etmesi beklenmektedir (ETKB, 2019).

Doğu Akdeniz üzerinde yer alan diğer ülkelere ait LNG terminalleri üzerinden değerlendirmelere devam edildiğinde; Yunanistan’a ait bir adet, Mısır’a ait iki adet, Umman’a ait bir adet ve son olarak İsrail’e ait bir adet LNG terminali bulunmaktadır. Bu terminaller içerisinde ilk üretime başlamış olan, İsrail devletine ve işletmeci olarak Excelerate isimli firmaya ait olan terminaldir (Özden, 2019).

Doğalgaz transferi ve hâkim olunan konum bakımından Mısır’a ait terminaller de yüksek öneme sahip bir noktada yer almaktadır. Doğu Akdeniz’in güney bölgesinde yer alan Damietta ve Idku isimli, toplamda 21 bcm gazlaştırma kapasitesine sahip LNG terminalleri, stratejik konum özelliklerine sahiptir (Karbuz, 2019). Bahse konu terminaller, Mısır yakınlarındaki Zohr ve Kıbrıs adası yakınlarındaki Afrodite sahalarına yaklaşık olarak 100 km mesafede, Leviathan bölgesine ise yaklaşık 10 km mesafede bulunmaktadır. Bu durumda, ilgili bölgelerden Mısır’da yer alan terminallere boru hatları döşenerek terminallerin aktif kullanımı sağlanabilecektir (Özden, 2019).

İsrail'in, LNG terminali üzerindeki bir sonraki hedefi, egemenlik haklarının bulunduğu sahalar üzerinde yeni platformlar kurma sürecine başlamaktır. Süreç ile ilgili olarak İsrail, Exmar Enerji ile beraber Noble Enerji şirketiyle de bir dizi anlaşmalar yürürlüğe koymuştur. Bahsi mevzu terminaller vesilesiyle, önce yıllık bazda ortalama 8 bcm doğalgazın işlenmesi, ardından da LNG taşıyan diğer gemiler suretiyle belirlenen farklı limanlara gaz aktarımının sağlanması hedeflenmektedir (Coven, 2019).

Kıbrıs adası güneyinde 2010 yılında projelendirilmesine başlanan fakat somut olarak henüz bir adım atılamayan, 2015 yılında projelendirme süreci ile beraber inşasına başlanmasına rağmen Vasilikos LNG terminali halen tamamlanamamıştır. Kuruluşuna dair öncül hedefi, Kıbrıs adası elektrik ihtiyacının tedarikçiliğine dahil olma iken sonrasında Afrodite ve Leviathan gibi sahalarda keşfedilen doğalgaz rezervleri ile beraber 2021 yılın için ihracat ve 2022 yılı için de ithalat üzerine tekrar yapılandırılarak işletim sürecine başlaması planlanmaktadır. Doğu Akdeniz havzasında bulunan ülkelere ait LNG terminal bilgilerine Tablo 4-4'te yer verilmiştir.

Tablo 4-4: “Doğu Akdeniz Havzası Ülkelerine Ait LNG Terminalleri” (MESP, 2017).

Ülke	Yer	Firma	Kapasite	Mmscfd	Mtpa
Türkiye	Aliğa	Höegh	145.130 m ³	750	6.2
	Dört Yol	MOL (Mitsui)	263.000 m ³	1150	4.3
Mısır	Ain Sokhna	BW	170.000 m ³	750	6.2
	Ain Sokhna	Höegh	170.000 m ³	500	4.1
Yunanistan	Aegean (Kavala)	Depa	150.000 m ³	500	4.5
	Alexandroupolis	Depa	170.000 m ³	500	4.5
İsrail	Hadera	Excelerate	138.000 m ³	500	4.1
Umman	Aqaba	Golar	160.000 m ³	728	6.0

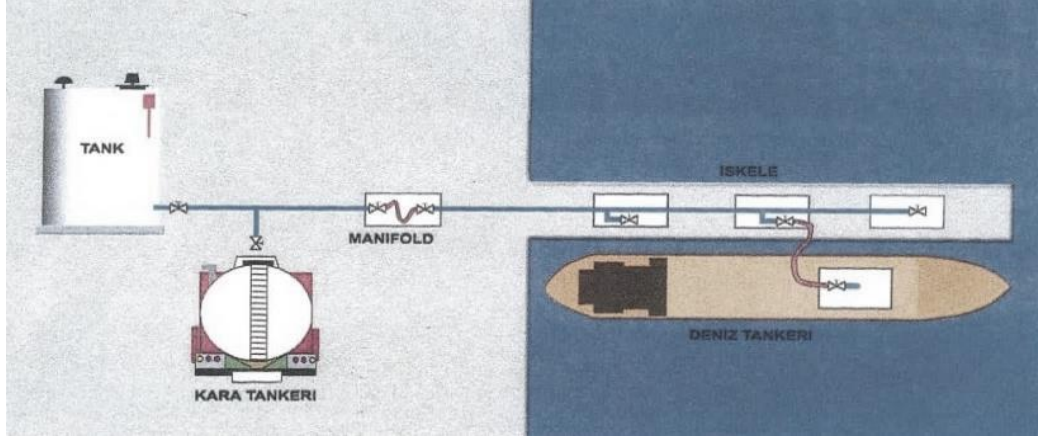
5. SIVI DÖKME YÜK ELLEÇLEMESİNDE TÜRKİYE LİMANLARI ve DOĞALGAZ TAŞIMA HATLARI

Sıvı yüklerin sınıflandırılması ham petrol, sıvılaştırılmış gaz, kimyasal maddeler ve bitkisel yağlardan oluşacak şekil kategorize edilmektedir. Rıhtımlarda ürünlerin tahliye veya yüklenmesi aşamasında gemide yer alan pompalar veyahut liman işletmesinde yeterli imkân ve kabiliyetler olması halinde işletmeye ait aktarma ünitelerinin yardımıyla işlemler gerçekleştirilmektedir. Yük kategorisinin sıvı halde olması durumunda boru hattı sistemlerinden faydalanılabileceği gibi bağlama işleminin yapılabildiği şamandıralar da tercih edilebilmektedir. Ham petrol tarzında yüksek vizikoteye sahip mamüllerin transfer sürecinde ise gemiler vasıtası ile yüzer şamandıra üzerine bir noktadan bağlama metodu kullanılabileceği gibi çok daha yüksek seviyelerde yapılması planlanan aktarım basamakları için imkanlar mevcutsa deniz altına döşenmiş boru hatlarından faydalanılabilmektedir (Tongzon, J. 2001; UNCTAD, 2019).

Bu kısımda, sıvı yük elleçlenme odağında limanların genel anlamda çeşitli özellikleri, deniz ve liman güvenliği bakımından sağlanan olanaklara ait uygulamalar, Mersin Limanı'nın güzergâh planlaması çerçevesinde değerlendirmesi ve Türkiye'nin de dahil olduğu doğalgaz taşımacılık hat ve planları incelenmiştir.

5.1 Türkiye Limanlarında Sıvı Dökme Yük Elleçlemesi

Yüzer unsurlar tarafından limanların işletmesinde bulunan sıvı dökme yük terminalleri; gelen ürünlerin depolanma, sevkiyat, aktarma ve en önemlisi mamül kalitesinde herhangi bir olumsuz değişiklik yaşanmaksızın süreç yönetiminden sorumludur. Bu husustan dolayı sıvı dökme yük elleçleme ve depolama terminallerinde ürüne ait depolamanın ve transferin sağlandığı alanlarda daha yüksek kontrol ve güvenlik esasları teşkil edilmelidir (Tongzon, 2001). Terminale gelen sıvı dökme yükün aktarım sürecini gösteren şema Şekil 5-1'de yer almaktadır.



Şekil 5-1: “Sıvı Dökme Yük Elleçlemede Akış Süreci” (Esmer, 2011).

Sıvı dökme yükün terminale gelişi sonrasında tahliye transfer süreci iki basamakta icra edilmektedir. Bunlardan ilki, yükün direkt olarak platformun kullanılmasıyla birlikte tanker vasıtalarına aktarımı ve akabinde mamülün herhangi bir depolama aşamasına maruz kalmadan tahliye sürecinin tamamlanmasıdır (Inoue, 2002). Diğer seçenekte ise herhangi bir ara unsur kullanmadan mamülün depolama maksadıyla ilgili ünitelere sevk edilmesi yer almaktadır. İkinci metot ile direkt olarak mamülün ünitelere transfer edilme süreci maliyet açısından daha avantajlı bir opsiyon olabileceği gibi, müşterilerin ürün kalitesi açısından ise ilk tercihi de değerlendirdikleri bilinmektedir. Bu iki yöntem arasındaki temel fark ürünün aktarım süresinin iki tercihte birbirinden ayrı olmasından kaynaklanmaktadır. Supalan tahliyesi yapılacak ürünlere yönelik taleplerde iskelenin durumu göz önüne alınarak müşteri talepleri cevaplandırılmaktadır (Chlomoudis, Karalis ve Pallis, 2003).

Mamülün depolanma talebi var ise öncelikle sağlanması gereken unsur uygun ve geçerli bir tankın belirlenmesidir. Eğer ürün kimyasal özelliklere sahip ve depolama yapılacak tank için de uygun değilse imkanlar dahilinde tankın elverişli hale getirilmesi esastır. Fakat bunun yapılabilmesi için gerekli teknolojik altyapı ve mali imkanların sağlanması gerekmektedir (Marlow ve Casaca, 2003). Gerekli olan şartların en üst düzeyde sağlanılamaması durumunda müşteri tarafından iptal durumlarıyla karşılaşılabilir. Esasen bu iptallerin de temel sebebi mamülün kalitesinin korunamamasından ve nihai olarak sörveyör denetiminden olumsuz rapor alınmasından kaynaklanmaktadır (Tuna, 2002).

Türkiye limanlarının sıvı dökme yüklere dair elleçleme kapasitesi her geçen gün diğer yük türleri gibi artmaktadır. Bu artışların altında yatan en önemli unsur Türkiye’nin yüzyıllardır değişmeyen jeopolitik açıdan merkezi ve mali açıdan enerji hub noktalarında olmasıdır. Bu bilgiler ışığında Türkiye’de 2018 yılı itibarıyla yıllık bazda 475 milyon ton yük elleçlenmiştir. Bu elleçlemenin toplam kapasite ve artış hızı bağlamında incelenmesiyle görülebileceği üzere liderlik

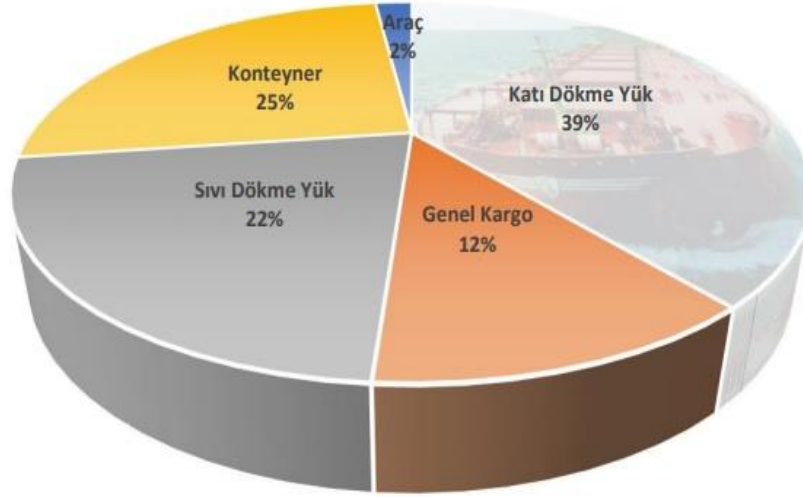
konumunda Marmara Bölgesi yer almaktadır. Bu rakamın içerisinde ise sıvı dökme yük yıllık bazda 163 milyon ton ile genel dökme yük kategorisi önünde ilk sırada yer bulmaktadır (TÜRKLİM, 2019).

Her yıl elde edilen sektörel bazda raporlara göre 2023 yılına kadar belirlenen ithalat oranının ihracat oranına kıyasla azalış göstereceği değerlendirilmektedir. Bu hedefin yakalabilmesi durumunda 2023 yılı itibarıyla yaklaşık 355 milyon ton sıvı dökme yük elleçlemesi elde edileceği değerlendirilmektedir. Tahmin edilen bu rakamlar ile beraber sıvı dökme yük kategorisinde 2018 yılından itibaren daha fazla kapasiteye ihtiyaç duyulacağı öngörülmektedir (TÜRKLİM, 2019).

Limanlar, yük elleçleme kategorisinde genelde sıvı dökme yük kapasitelerinde daha fazla artışa gitmeyi tercih etmişlerdir. Bunun sebebi de geçmişten günümüze enerji talebinin sürekli ihtiyaçlar listesi zirvesinde bulunması ve gelecekte de bunun değişmeyeceği gerçeğinin görülmesidir (UNCTAD, 2019). Algılanan bu gerçek üzerinden Türkiye limanları kapsamında daha önceki bir yıla ait verilerden görülebileceği gibi;

*Altıntel Limanı, 2 milyon ton olan sıvı dökme yük kapasitesini 5,8 milyon tona, *Solventaş Limanı, 1,4 milyon ton olan sıvı dökme yük kapasitesini 4,9 milyon tona, *Toros Tarım Limanı, 140 bin ton olan sıvı dökme yük kapasitesini 400 bin tona, *Yılport Limanı, 235 bin ton olan sıvı dökme yük kapasitesini yaklaşık 1 milyon tona yükseltmiştir (Çağlar, Esmer ve Oral, 2015).

Sıvı dökme yükler Türkiye ihracat rakamları incelendiğinde diğer ürünlere göre sonlarda yer alırken ithalat rakamları arasında ise ikinci sırada yer almaktadır. Öyle ki 2019 yılı sektör raporuna göre ihracat yüzdelik oranları içerisinde; ilk sırada %41 ile konteyner, ardından %29 ile katı dökme yük, sonrasında %17 ile genel kargo ve son sırada da %13 ile sıvı dökme yük gelmektedir. İthalat rakamlarına bakıldığında; ilk sırada %39 ile katı dökme yük, ardından %33 ile sıvı dökme yük, sonrasında %20 ile konteyner ve son sıra %8 ile genel kargo şeklinde oluşmaktadır. İhracat ve ithalat rakamlar toplamının ortalaması alındığında ise sıvı dökme yük kapasitesinin üçüncü sırada kendine yer bulabildiği görülmektedir. Bu veriye ilişkin görünüme Şekil 5-2’de yer verilmiştir.



Şekil 5-2: “Denizyolu İhracat ve İthalat Ortalamasının Yüzdelik Oranları” (İMEAK, 2019).

5.2 Deniz ile Limanlarda Güvenlik ve Uygulamalar

Deniz ve limanlarda gerçekleşen güvenlik ihlalleri insani durumlardan ekonomik şartlara kadar geniş bir yelpazede olumsuz anlamda etkiler oluşturmaktadır. Geçmişten günümüze kadar gerekli tedbirlere rağmen azalış gösterse de hala bu tehdit ve tehlikeler sıcaklığını korumaktadır. Gelişen teknoloji sayesinde emniyet ve güvenlik alanlarında ülkelerle beraber ilgili kuruluşlar iyileştirme yönünde ilerleme kaydetmektedirler. Buna rağmen güvenlikle ilgili eksikliklerden faydalanmak isteyen kişi/grupların da teknolojinin hızla yükselen imkanlarını takip ederek daima kanundışı davranışlar içerisinde oldukları ile karşılaşmaktadır (Carlile, 2007).

Kişisel veya kurumsal sahiplik adı altında yer alan deniz taşıtları ile savaş durumları da kapsam içerisinde olmak üzere kişisel çıkarlar anlamında kamusal bir fayda gözetmeyen ve deniz üzerinde şiddet eylemlerinin gerçekleştirilmesine deniz haydutluğu denilmektedir (Beckman, 2009). Haydutluk girişimlerine karşı gemiler tarafından bazı önleyici tedbirler alınmaktadır.

Deniz korsanlığı ise savaş durumlarında kişilere veya kuruluşlara bağlı olan gemilerin bayrak devletinden elde edilen onay sayesinde yine herhangi bir deniz alanında diğer devletlere ait gemilere yapılan ve arkasında da kamusal yetki barındıran herhangi bir şiddet eylemidir (Duda ve Szubrycht, 2009).

Deniz üzerinde gerçekleşen terör saldırıları bağlam olarak herhangi bir kişi ya da aracı bütünüyle ilişkilendirmemektedir. Burada terör eylemlerini diğer kısımlardan ayıran temel unsur, güvenlik ve emniyet hususlarında önceden oluşturulan tahminler, risk analizleri ve önlemlerin terör saldırılarında ne zaman, nerede ve nasıl yapılacağının bilinmesinin imkânsız olmasıdır. Bunun önlenmesi adına yüksek seviyede istihbari ve güvenlik temelli faaliyetlere ihtiyaç

duyulmaktadır. Bir diğer husus, terör saldırılarının ana hedefinde maddi unsurlar değil; toplumların, ülkelerin veya otoritelerin benliklerine korku ve güvensizlik duygularının işlenmesi bulunmaktadır (Mejia, 2003).

Bu saldırıların önlenmesi ve gerekli güvenlik adımlarının sağlanabilmesi veyahut güvenlik çerçeve içerisine alınabilmesi anlamında bazı sözleşmelere ihtiyaç duyulmuştur. Bunlar arasında ilk olarak Denizlerde Seyir Güvenliğine Karşı Yasadışı Eylemlerin Önlenmesine Dair Sözleşmesi'nin (SUA-1988) arka planına bakıldığında; sözleşmeye sebep olan olay Achille Lauro isimli geminin 1985 yılında Filistinli bir grup tarafından kaçırılarak mürettebat ve tüm yolcuların rehin alınmasıdır. Hapishanelerde tutuklu olan yaklaşık elli kadar insanın serbest bırakılmasına karşılık insanlar esir olarak tutulmuştur. Bir insanın ölümüyle sonuçlanan olay deniz üzerinde gerçekleşen ilk terör saldırısı olma anlamında önemli bir yer teşkil etmektedir. Sözleşme temel hedefi küresel anlamda deniz seyrüsefer güvenliği ve terör eylemlerinin gerçekleşmemesi adına tedbirler almaktır (Rhidian, 2004).

ABD'de 2001 yılında yaşanan küresel terör faaliyeti tüm dünyadaki sektörlerde olduğu gibi denizcilikte de değişime ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir. Bu kapsamda 2005 yılında sözleşmeye eklenen protokol (SUA-2005) ile beraber taraf devletlerce olmak kaydı ile gemilerde şüphe yaratan durumların vuku bulması halinde kara sularında olsun ya da olmasın gemiye çıkarak denetim yapılabilmesi hakkı tanınmıştır (Mejia, 2005).

BM tarafından Türkiye'nin de dahil olduğu taraf devletlere, deniz haydutluğu olaylarına karşı olarak bu kişilerin yargılanma ve iade süreçlerinde sözleşmede yer alan ilgili kısımlardan yararlanma hakkının verilmesi ile deniz haydutluğunun suç sayılabilmesine destekleyici idari adımlar atmıştır (Carolyn, 2008).

İhtiyaç duyulan idari önlemlerden ikincisi ise Uluslararası Gemi ve Liman Tesisleri ve Güvenlik Kodu (ISPS Kod)'dur. Oluşum sürecinin temelinde yine ABD'de 2001 yılında yaşanan terör saldırısı yatmaktadır. Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) tarafından gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda ilk kez Denizde Can Emniyeti Uluslararası Sözleşmesinin (SOLAS-1974) on birinci bölümüne emniyet olgusundan ayrı yorum ve tanımlama yapılarak güvenlik olgusu eklenerek, ISPS Kodu kuralları belirlenmiş ve yürürlüğe konmuştur. (IMO, 2002). IMO ve SOLAS'a taraf devletlerce 500 gros tonaj (GT) üzeri ve yolcu gemileri ile birlikte yine bu gemilere hizmet görevi sağlayacak olan şamandıralar, terminaller, platformlar ve limanlara 2004 yılında yükümlülük zorunluluğu getirilmiştir (Griffett, 2005).

ISPS Kod'a göre, gemiler için üç çeşit sınıfta güvenlik tedbirlerinin uygulanacağı basamaklar mevcuttur. Bunlar, genel hatları içeren kısımları; daima faal haberleşme tesis edilmesi, lumbarağzında sürekli gözetim sağlanması, tahliye-yüklemelerde operasyon denetimi yapılması,

gemi ile ilgisi bulunmayan kimselerin gemiye çıkışının engellenmesi, ziyaretçi defteri bulundurulması ve farkındalık sağlamak üzerine eğitim ve tatbikat uygulanması olarak belirtilebilir (Stevenson, 2005).

Birinci basamakta uygulanan güvenlik seviyesinde, önceki paragrafta belirtilen asgari hususların daima sağlanmasının yanında ortaya çıkabilecek diğer güvenlik tehditlerinde de ISPS Kodu'nda yer alan B bölümünden yararlanarak ilave tedbirlere başvurulabilmektedir (Chauvel, 2007).

İkinci basamakta ise oluşabilecek saldırı ihtimaline karşı belirli bir periyot süresi içerisinde güvenlik önlemleri eşit seviyede tutulur. Bu süre içerisinde herhangi bir olumsuzluk yaşanması durumunda yine ilave seçenekler değerlendirilebilmektedir (Chauvel, 2007).

En üst seviye olan üçüncü basamakta ise hedef unsur tespit edilemeksizin herhangi bir güvenlik ihlalinin olması durumunda kısa süre içerisinde tüm esas ve ilave önlemlerin dışında en üst seviyede koruyuculuğun sağlanması gerekmektedir (Chauvel, 2007).

SOLAS ve dolayısıyla ISPS Kod'a ait uygulama esaslarına taraf olmuş ülkeler, bütün limanlarını uygulanması zorunluluk teşkil eden asgari şartlar nezdinde tesis işletiminin de zarar görmeyeceği şekilde yeniden düzenleyerek daimî olarak sürdürmek zorundadırlar (Signals, 2003).

Birinci seviyede icra edilen güvenlik seviyesinde, rutin faaliyet sürecinde herhangi bir vuku oluşmaksızın devam eden gün içerisinde uygulanması esas olan talimatlar bütünüdür. Liman işletmeleri tarafından rutin şekilde gerçekleştirilmesi ve izlenmesi gereken birtakım hususlar vardır. Bu hususlar kısaca, liman içerisinde çift taraflı gönderim alma yapabilecek haberleşme imkanının tesis edilmesi ve daima dinlenmesi, yükleme/tahliye faaliyetine yönelik olarak denetiminin sağlanması, ikmal süreçlerinde gözetim ve güvenlik tedbirlerinin uygulanması, sınırlı alanlara ilgisiz kişilerin girişinin engellenmesi, kara, deniz ve hava girişlerinin daima kontrol altında tutulması, tüm personele ISPS hakkında farkındalık eğitimlerinin verilmesi ve kapsama alanında olan demir sahalarının gözetim ve takibinin yapılması şeklinde sıralanmaktadır (Osnin, 2003).

İkinci ve üçüncü seviye adına sağlanması gereken güvenlik adımlarının temelinde gemiler için verilen hususlar burada da geçerlidir. Liman işletmelerinde farklılık gösteren tek konu ise uygulayıcılık bağlamında görevli kişinin Liman Tesis Güvenlik Zabiti (PFSO) olmasıdır. Zabit, tesis içerisinde yer alan her unsurun güvenliğinin sağlanmasından idari anlamda sorumludur. Bu sorumluluk kapsamında yetkisi ile paralel şekilde ISPS planları çerçevesinde denetim ve kontrollerini yapmaktadır (Osnin, 2003).

ISPS Kod'un liman işletmelerine zorunlu kıldığı ve en dikkat edilmesi gereken hususlar "Liman Tesisi Güvenlik Değerlendirmesi" ve "Liman Tesisi Güvenlik Planı"dır. Liman Tesisi

Güvenlik Değerlendirmesi için hazırlama ve uygulama yetkisi, yetkin ve güvenilir özel sektör kuruluşlarına verilerek hızlı uygulanabilir olması yönünde avantaj sağlanmaktadır (Mazaheri ve Ekwall, 2003).

Liman tesisine yönelik yapılacak olan risk analizinin tarafsız bir şekilde bahsi geçen kuruluşlar tarafından uygulanması sağlanmalıdır. ISPS Kod, B bölümünde yer alan hususlara binaen ve bundan ayrı olarak her tesis için ayırt edici özel stratejik soruların belirlenmesiyle elde edilecek risk puanlarının tarafsız analiziyle faydalı sonuçlara ulaşılmaktadır. (McNaught, 2005).

Risk değerlendirme süreci sonrasında bu değerlendirmenin anlam kazanabilmesi için Liman Tesisi Güvenlik Planı oluşturulmalıdır. Bu plan, ISPS Kod çerçevesinde geçerliği olan güvenlik seviyelerinin asgari şartlarını taşımalı, değişen algoritmalara ayak uydurmalı, gerekli şartları ve yükümlülükleri azami seviyede karşılamaya özen göstermeli ve her daim gerek tesis içi gerekse de günümüzün mühendislik değerlerini kapsamalıdır. Böylelikle sürekliliğini koruyan, mantık dışı herhangi bir oluşuma ve aksaklıklara yer olmayan bir süreç elde edilmiş olacaktır (Lloyd's List, 2004; ISPS, 2003).

5.3 Güzergâh Planları İçin Mersin Limanı'nın Önemi

Her limanın elleçleme ve yönetsel olarak ihtisaslaştığı bir tür bulunmaktadır. Mersin Limanı için bu ihtisas sahası konteyner üzerine kuruludur. 2017 yılı itibariyle yıllık tonaj kapasitesi yaklaşık 33 milyon ton olarak tespit edilmiştir. Bu tonajın içerisinde ise yaklaşık 2,6 milyon yirmi ayak eşdeğer birimi (TEU) ile konteyner kapasitesi yerini almıştır. Eldeki bu rakamsal veriler limanın asıl stratejik noktasının konteyner elleçleme üzerinden olduğunu bir kez daha göstermektedir. Bir başka husus, liman alan hacmi anlamında Türkiye'de en büyük alana sahip olmamasına rağmen oluşan yük trafiği ile hesaplanan konteyner elleçleme veri hacminde liderliği elinde bulundurmaktadır. Bu veri Tablo 5-1'de sunulmuştur.

Tablo 5-1 (Devam): “Türkiye'nin En Büyük Konteyner Limanları” (Oral, Pabuşcu ve Sultansu, 2017).

Liman	Miktar (TEU)
MIP (Mersin)	2.6 m
Asyaport	2.5 m
Safiport	2.5 m
Marport	2.3 m
Kumport	2.1 m

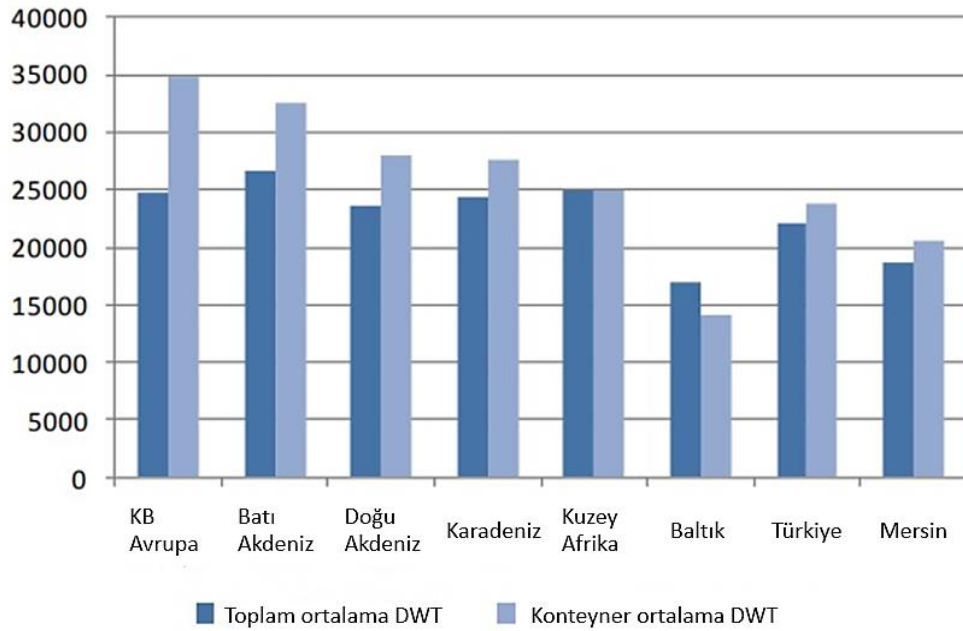
Petlim	1.5 m
Mardaş	1.3 m
DP World	1.3 m
Gemport	1.2 m
Limakport	1.0 m
Yılport (Gebze)	1.0 m
Alsancak	1.0 m
Evyapport	0.8 m
Ege Gübre	0.6 m
Port Akdeniz	0.5 m
Haydarpaşa	0.4 m
Nemport	0.4 m
Borusan	0.4 m
Trabzonport	0.3 m
Çelebi (Bandırma)	0.3 m

Mersin Limanı, konteyner elleçleme hacmi ile aynı zamanda Türkiye’de bulunan bütün konteyner limanları içerisinde toplam hacmin yaklaşık beşte ikisini oluşturmaktadır. Mersin Limanı’nda gerçekleşen diğer elleçleme kategorileri sırasıyla; %22 ile dökme yük, %18 ile sıvı dökme yük ve %6 ile roll on roll off (RO-RO) şeklinde olmaktadır (Merk ve Bağış, 2013).

Dünyada konteyner elleçlemesi özelinde uzmanlık sahibi olan Busan veya Singapur gibi limanlarla karşılaştırıldığında, bu denli konteyner elleçlemesine üst seviyede yatırım yapıp bir yandan da sıvı dökme yük kapasitesini kayda değer şekilde yukarı seviyelerde bulunduran başka limanlara sıkça rastlanmamaktadır. Bu yönü ile sıvı dökme yük kategorisini de iyi seviyede kapsayarak, her ne kadar Doğu Akdeniz bölgesinde yüklerin dağıtımı ve aktarılması sürecinde ana liman pozisyonu olarak rakiplerine oranla üst seviyede tercih edilmese de Akdeniz çevresinde enerji potansiyellerinin dağıtımı ve uygun güzergâhın belirlenebilmesi için avantajlı konum özelliğini saklı tutmaktadır (Merk ve Bağış, 2013).

Limanın, ana aktarma merkezi olarak rakiplerine kıyasla fazla tercih edilmeme unsuru okyanus aşırı ticaret ünitelerinden iyi oranda faydalanamamasına sebep olsa da Akdeniz içini kapsayan sahalarda pazarın elde tutulabilmesinde avantaj sağlamak ve ileride enerji potansiyelinin aktarımı için hub olma yolunda fırsatlar sunmaktadır (Yıldıztekin, 2013).

Avrupa'ya ticareti sağlayan yakın liman bölgelerinde ortalama gemi kapasiteleri Şekil 5-3'te sunulmuştur.



Şekil 5-3: “Öncü Limanlara Gelen Ortalama Gemi Kapasiteleri” (Merk ve Bağış, 2013).

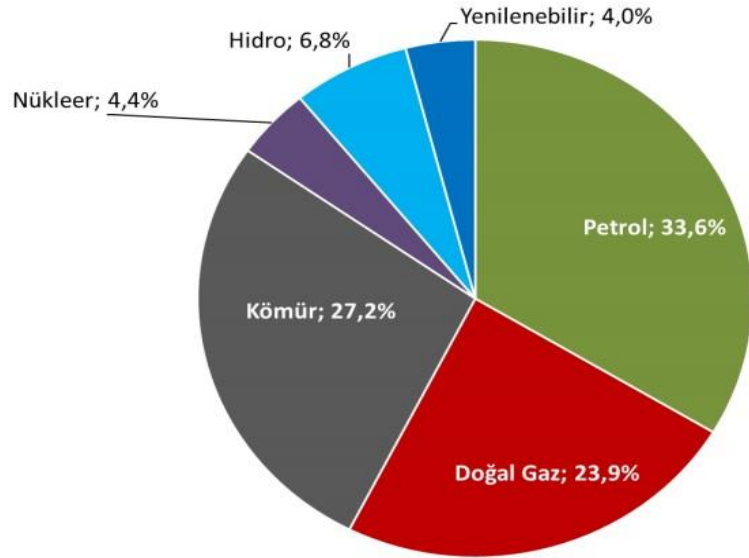
Limanların diğer limanlar ile olan bağlantı hatlarının çeşitlilik içermesi hem tercih edilebilme hem de ekonomik anlamda yatırım çekilebilmesi adına önem arz etmektedir. Mersin limanı daha önce de belirtildiği üzere alan hakimiyeti yönünden pek fazla geniş pozisyonda bulunmaması ve konteyner için liman bağlantı hatlarının sayı bakımından örneğin Ashdod veya Port Said limanları kadar olmaması yine konteyner aktarımı üzerine hub pozisyonunda kalabilmesine zorluk çıkarmaktadır (Oral vd, 2012).

Mersin Limanı'nın, konum ve potansiyel itibarıyla enerji özelinde denizyolu bağlantı noktalarının Avrupa ve özellikle Akdeniz'de bulunduğu gerçeğinden dolayı gelecekte enerji güzergâh koridoru açısından öncül bir yerde olacağı değerlendirilmektedir.

5.4 Türkiye’de Sıvı Dökme Yük ve Doğalgaz’ın Boru Hatları ile Transferi

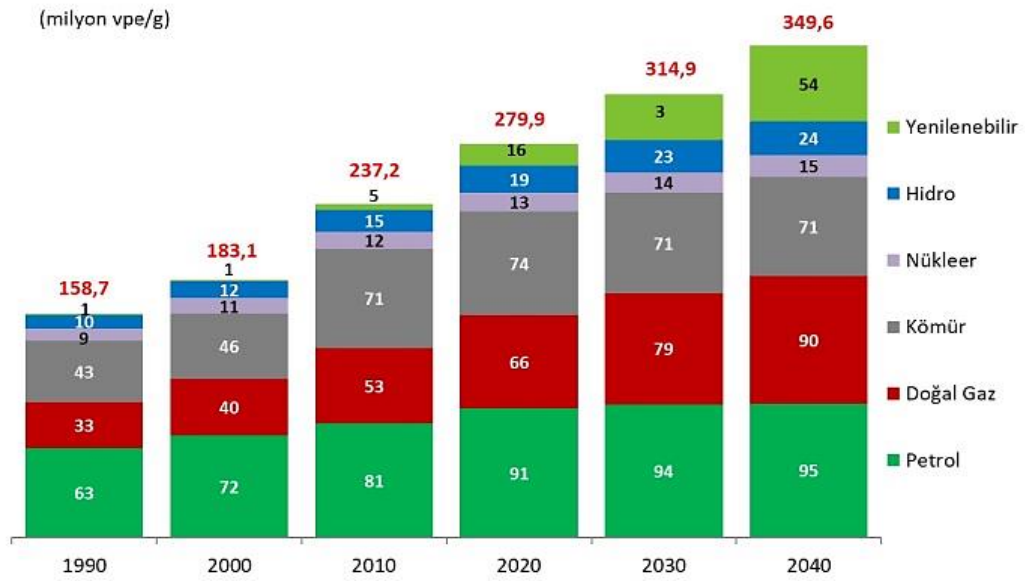
Hidrokarbon çeşitlerinden olan petrol ve doğalgaz kaynaklarının tüketim düzeyi ölçeğinde yüz yıllardır süre gelen üst sıralardaki yerini halen korumaktadır. Fosil kaynaklar, tüketim performansı içinde diğer kaynaklara oranla yaklaşık %83 daha fazla tercih edilmektedir. Bunlar arasında kömür kullanım oranının da oldukça yüksek seviyelerde olması dikkat çekmektedir. Doğalgaz ile birlikte kömürün, temel olarak elektrik üretimi içerisinde büyük paya sahip olması,

petrol kadar talep görmesi nedeninin başlıca unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır (TPAO, 2019). Şekil 5-4'te enerji tüketimi hakkında olan grafik yer almaktadır.



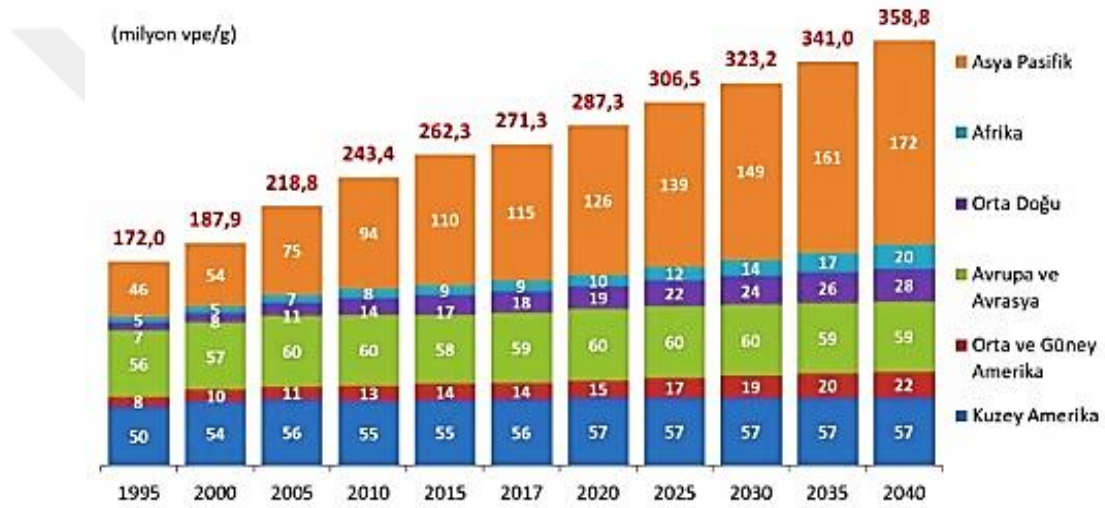
Şekil 5-4: “2018 Yılı Dünya Geneline Enerji Esas Tüketim Oranı” (BP, 2018).

Bu tüketim oranlarının, yaklaşık yirmi yıl boyunca daha devam edeceği tahmin edilmektedir (TPAO, 2019). Tahminler içerisinde yenilenebilir enerji alanında oran olarak ciddi artışın olacağı, diğer enerji kaynaklarının ise standart yükselişinin devam edeceği yer almaktadır. Kaynak bazında incelenen grafik Şekil 5-5’de olduğu gibidir.



Şekil 5-5: “2040 Yılı Vadeli Kaynak Bazında Tahmini Enerji Talepleri” (BP, 2018).

Tahminlerin uzun vade içeren konjonktür kapsamında hazırlanması hem ekonomik hem de jeopolitik kaynak planlaması açısından önemli iki detay içermektedir; Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) kapsamı dışında yer alan ülkelerin tüketim verilerinde ciddi çoğalma beklenmektedir. Yine, gelecek yirmi yılı kapsayan vade içerisinde bu kez de Asya bölgesinden nominal talebin ortalama iki katı seviyesinde bir talep artışının olacağı da beklenmektedir. Talepte yaşanabilecek toplam artış içerisinde büyük oranın yaklaşık 2/3 ile bu bölgeden geleceği tahmin edilmektedir. Asya bölgesinde oluşan enerji ihtiyacının bu derece yüksek oranda gerçekleşecek şekilde planlamalarda yer almasının esas unsurunu göğüsleyecek ülkenin Çin olması muhtemel görünmektedir (TPAO, 2019). Şekil 5-6’da bölgesel olarak incelenen enerji talebi grafiği sunulmaktadır.



Şekil 5-6: “2040 Yılı Vadeli Bölgesel Olarak Tahmini Enerji Talepleri” (BP, 2018).

İhtiyaçlara karşılık, enerji kaynaklarının dağılımı dünyada dengeli bir şekilde gerçekleşmemiştir. Ancak dünya üzerinde, bazı bölgelerde fazla, bazı bölgelerdeyse neredeyse sıfıra yakın kaynak olması da tek başına bir anlam ifade etmemektedir. Ulaştırması sağlanamayan her şey sadece iç pazarda tüketilmeye, tedarikğin tamamlanmasına rağmen depolaması yapılamayan her şey ise muallakta kalmaya mahkûm olduğu değerlendirmesinden hareketle, kaynak dağılımlarının doğru değerlendirilebilmesi ve ekonomik anlamda gerçek katkıyı sunabilmesi için güçlü bir taşımacılık ve depolama altyapısına ihtiyaç duyulmaktadır (Bagwell, 2010).

Depolama ve aktarımın Türkiye için de diğer tüm ülkelerde olduğu gibi önem seviyesi oldukça yukarıdadır. Fikir sahibi olabilmek ve bilişsel anlamda örneklendirmelere yardımcı olması açısından öncesinde Türkiye ile çevre ülkeler arasında bağlantıları bulunan doğalgaz boru hatlarına genel bir perspektif üzerinden bakmak yarar sağlayacaktır.

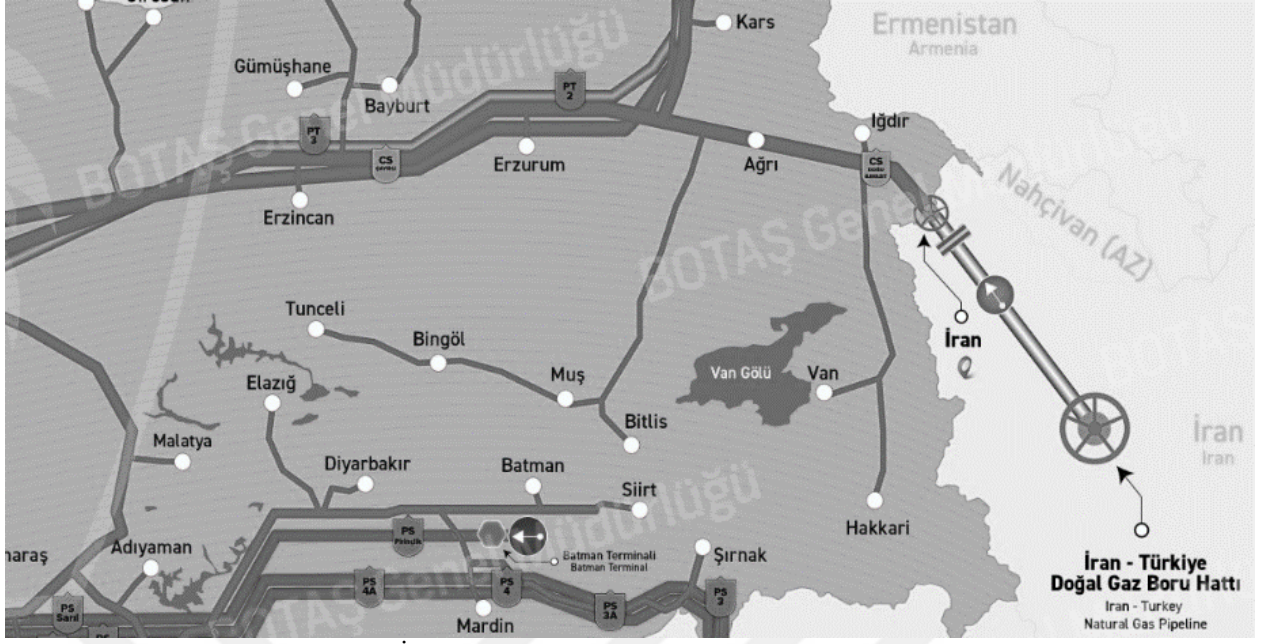
Kuzey hatlardan başlanıldığında, Türkiye'nin Rusya'dan doğalgaz ithal ettiği iki tane hat bulunmaktadır. Bunlardan ilki olan Mavi Akım yıllık yaklaşık 16 bcm kapasiteye sahiptir. Rus firması Gazprom ve İtalyan firma Eni tarafından ortak inşa edilen, Türkiye kısmı inşa süreci ve yönetimi BOTAŞ tarafından sağlanan ve toplam uzunluğu 1200 km olan bu hat üzerinden Türkiye'ye ilk aktarım 2003 yılında gerçekleşmiştir. Tek yönlü gaz akışı icra edilen bu hat ile beraber 25 yıllık bir sözleşme imzalanmıştır (Cohen, 2019).

Rusya'dan sağlanan bir diğer doğalgaz hattı ise Türk Akımı'dır. Her biri 16,3 bcm olmak üzere toplamda iki hattın oluşan bu proje sayesinde toplamda yıllık 32.6 bcm kapasitesi ile Rusya-Türkiye-Avrupa arasında gaz akışı sağlanmaktadır. Hattın Avrupa bağlantı noktası Kırıkköy-Bulgaristan şeklinde olup buradan da Trans-Balkan hattına bağlanmaktadır (Cohen, 2019). Bu iki hattı içeren harita Şekil 5-7'de sunulmaktadır.



Şekil 5-7: “Türk Akım ve Mavi Akım Doğalgaz Boru Hatları” (BOTAŞ, 2019).

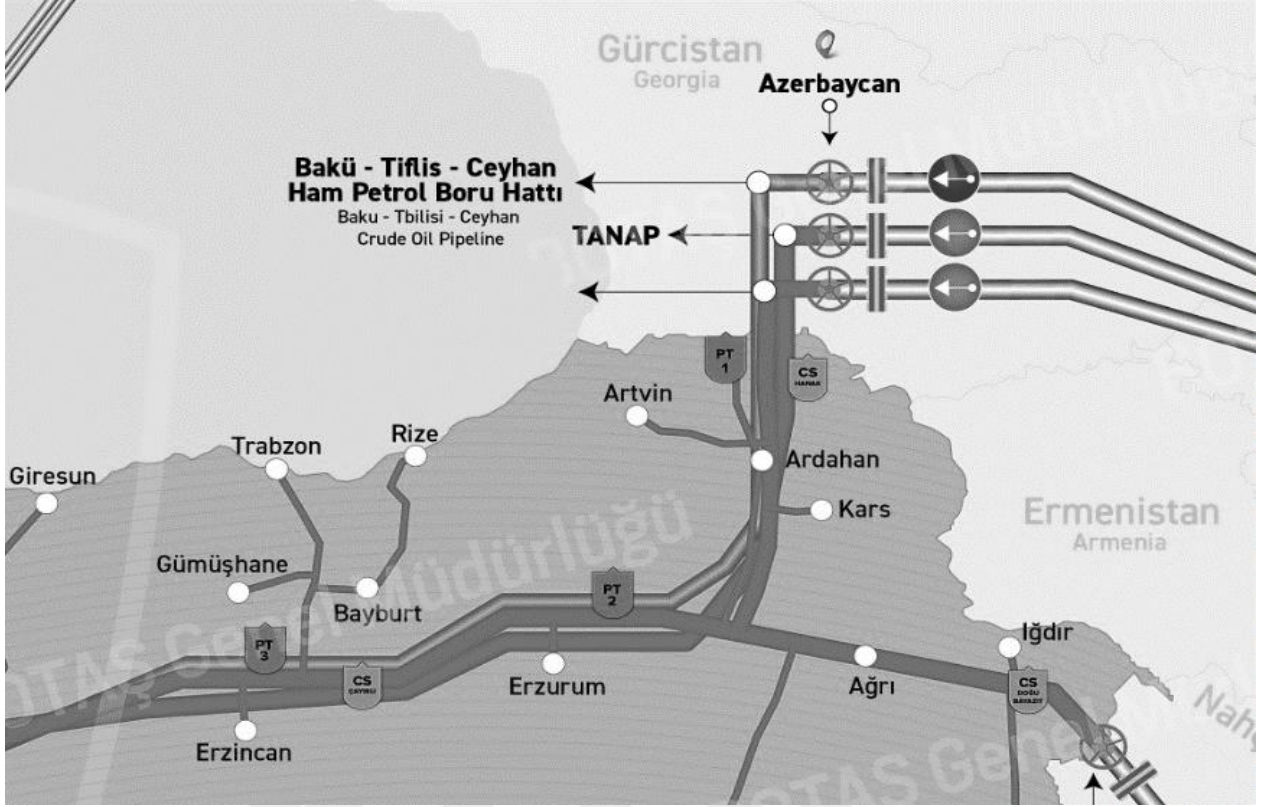
Doğalgaz hattı olarak 2001 yılından bu yana gaz akışının tesis edildiği bir diğer boru hattı İran üzerinden sağlanan hattır. Bu hususla beraber özellikle imza aşamasının 1997 yılında tamamlanmasıyla birlikte en eski proje olarak bilinmektedir. Türkiye’de BOTAŞ işletmesi altında bulunan ve yaklaşık 1500 km uzunluğuyla Iğdır’dan Konya’ya kadar devam eden proje ile 9,6 bcm doğalgaz sevkiyatı gerçekleştirilmektedir (Enerji Enstitüsü, 2018). Bunun haricinde yine İran ve Türkmenistan gazının halihazırda mevcut hattın devamının inşası ile birlikte Yunanistan üzerinden Avrupa’ya ihraç edilmesi de planlanmaktadır. Gerçekleşmesi durumunda yıllık yaklaşık olarak 33 bcm gazın sevkiyatı planlanmaktadır (Sebat, 2018). İran ile Türkiye bağlantı noktasını gösteren harita Şekil 5-8’de yer almaktadır.



Şekil 5-8: “İran-Türkiye Doğalgaz Boru Hattı” (BOTAS, 2019).

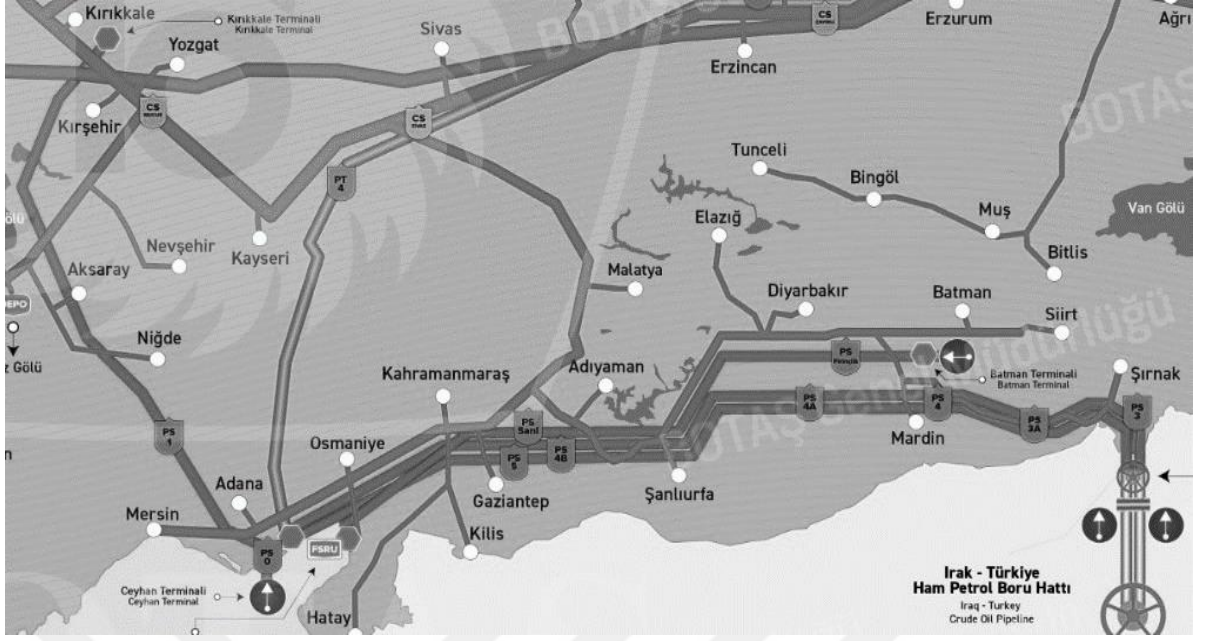
OECD bölgesinde yer alan ülkelerin, son yıllarda petrol tüketim oranlarının yaklaşık %68’ini ithalat oluşturmaktadır. Bu rakamın, ilerleyen yıllarda her ne kadar hızlı şekilde çoğalan yenilenebilir enerji yatırımları olsa da artacağı tahminler arasında yerini korumaktadır. Asya ülkelerinde ise bu oran yaklaşık %91 seviyelerindedir (IEA, 2017).

Diğer yandan petrol boru hatlarına odaklanıldığında, Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) boru hattı 2006 yılında hizmete başlayarak günlük olarak yaklaşık 1 milyon varil ve yıllık bazda 48 milyon ton sevkiyatı göğüslemektedir. Üç ülke üzerinden bağlantı noktaları bulunan hat 1770 km uzunluğa sahiptir. Bu uzunluk içerisinde; Gürcistan 250, Azerbaycan 440 ve Türkiye ise 1080 km uzunluğa ev sahipliği yapmaktadır (Tran, 2006). Hat üzerinden, tedarikçi konumunda Azerbaycan olması, proje özelinde ekonomik anlamda pastada büyük dilime sahip olduğunu gösterse de kendi kara parçasından hat üzerine herhangi bir petrol arzı sağlamayan Türkiye ve Gürcistan da yine ekonomik ve refah seviyesi anlamında bu projeden hem enerjiye ulaşabilme hem de transfer ücretinden yararlanabilme konusunda ciddi avantajlar elde etmektedir. Bu sevkiyatın iletiminin sağlanabilmesi için Azerbaycan’dan ve diğer proje iştiraki firmalardan ortalama 15 ¢ varil ücret alınmaktadır (Zeynalov, 2016). Boru hattına ilişkin harita Şekil 5-9’da sunulmuştur.



Şekil 5-9: “Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı” (BOTAŞ, 2019).

1976 yılı itibari ile hizmete girerek Türkiye’nin ülke dışından tedariğini sağladığı ilk ham petrol boru hattı olan Irak-Türkiye Ham Petrol Boru Hattı, BTC hattının günlük kapasitede sevkiyat gerçekleştirdiği oranın tam 16 katı kapasite ile Türkiye’nin petrol ithalatında önemli yer tutmaktadır. Şırnak ilinden Türkiye’ye bağlanan, mobil terminallere ulaştırılması için Adana’ya uzanan ve en son Kırıkkale’ye kadar devam eden bu hat 985 km uzunluğa sahiptir (Bowlus, 2017). Hat bağlantı noktalarını içeren haritaya Şekil 5-10’da yer verilmiştir.



Şekil 5-10: “İrak-Türkiye Ham Petrol Boru Hattı” (BOTAS, 2019).

5.5 Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı (TANAP)

Çalışmanın ilerleyen kısımlarında güzergâh planlarının en fazla verim ve en az maliyet dengesi içerisinde organize edilebilmesi amacıyla TANAP projesi ayrıntılı olarak incelenecektir.

İlk adım olarak, bu projenin hem Türkiye hem de çevre ülkeler için ne anlam ifade ettiğine odaklanılması gerekmektedir. Gelecek yirmi yıl içerisinde, Türkiye’nin enerji alanında atmış olduğu adımların sürdürülebilir olması durumunda enerji özerkliği açısından gözle görülür sonuçların alınabileceği olası görünmektedir. Buna karşın Türkiye, 2020 yılı itibarıyla halihazırda enerji alanında dışa bağımlılığını sürdürmektedir. Bu bağımlılığın doğalgaz açısından yüksek seviyede olması atılan adımların çeşitlendirilmesine ve farklı konsorsiyumlara gebe olmasına kapı aralamaktadır.

Ülkeler, her ne kadar temel olarak ekonomik kalkınma ve gelişim adına enerji taleplerini gidermek için anlaşmalar sağlasa da bu anlaşmaların daima ikili veya küresel çıkar ilişkisi bağlamında oluşturulduğunu bilmekte ve bu konuyu masada güncel pozisyonda tutarak olası hatları belirlemektedir (Zakaria, 2016). Ekonomik ve gelişimsel bağlamda Türkiye’nin doğalgaz talebinin, kendi kendine yetebilen bir konuma ulaşana kadar süreceği öngörülmektedir. Diğer husus olan ülke çıkarı ve güvenlik bağlamında ise bu talebin şekillenmesi doğal olarak ulaşılan ve anlaşma sağlanan arz kaynaklarının çeşitlendirilmesi ile mümkün olmaktadır. Arz kaynaklarının az sayısı ve miktarda olması yapılması planlanan çeşitlendirme açısından Türkiye’nin aleyhinde bir unsur oluşturmaktadır (Hasanov, 2016).

Türkiye, doğalgaz talebine sadece Rusya, Azerbaycan ve İran'dan cevap alması ve üstelik bu ihtiyacın %55'e yakın oranını sadece Rusya'dan temin etmesi nedeniyle ekonomik alanda bağımlılık yaşamaktadır. Problemlerin baş gösterdiği bu noktada TANAP, Türkiye'nin enerji alanındaki ihtiyacı ve daha farklı seçeneklere başvurabilmesi açısından jeopolitik anlamda büyük önem arz etmektedir. Senelik bazda yaklaşık 17 bcm gaz transferi sağlanan bu proje, Türkiye'nin toplam doğalgaz ithalatının yaklaşık %15'ini oluşturmaktadır. Böylelikle, Rusya'ya %55 seviyelerinde olan bağımlılık, yaklaşık %40'a kadar düşürülmüştür (Vladimir, 2018).

TANAP, bölgede yer alan diğer ülkelerin enerji ihtiyaçlarının karşılanabilmesi açısından da önemli bir pozisyonda yer almaktadır. Azerbaycan üzerinden tedarik edilen gazın Gürcistan geçişiyle Türkiye üzerinden önce Yunanistan, sonrasında Arnavutluk, ardından Adriyatik Denizi'ni geçerek İtalya'ya ulaştırılması tüm bu ülke ve yakın bölgeler açısından stratejik anlam ifade etmektedir. Bununla birlikte, halen Türk Akımı bağlantısı ile Türkiye üzerinden Rusya Batı Doğalgaz Hattı'na bağlanarak sadece Doğu Balkan coğrafyasında yer alan birkaç ülkeye ulaşan doğalgaz, geri kalan diğer Balkan ülkeleri açısından öncül hedefin enerjiye ulaşabilme olacağı düşünüldüğünde ciddi avantajlar sağlayacağı tahmin edilmektedir (Poghosyan, 2018).

TANAP esasen Güney Gaz Koridoru (SGC) olarak adlandırılan rota üzerindeki Türkiye kısmını oluşturan basamağı ifade etmektedir. SGC'nin oluşturulma sebebi bölgede yer alan diğer projelerle ortak bir sebebe dayanmaktadır. Bu sebep, Rusya tarafından sağlanan ve bağımlılık seviyesi yüksek düzeyde olan doğalgaz sevkiyatına muhtaç olmamaktır (Siddi, 2019). SGC'yi gösteren harita Şekil 5-11'de sunulmuştur.

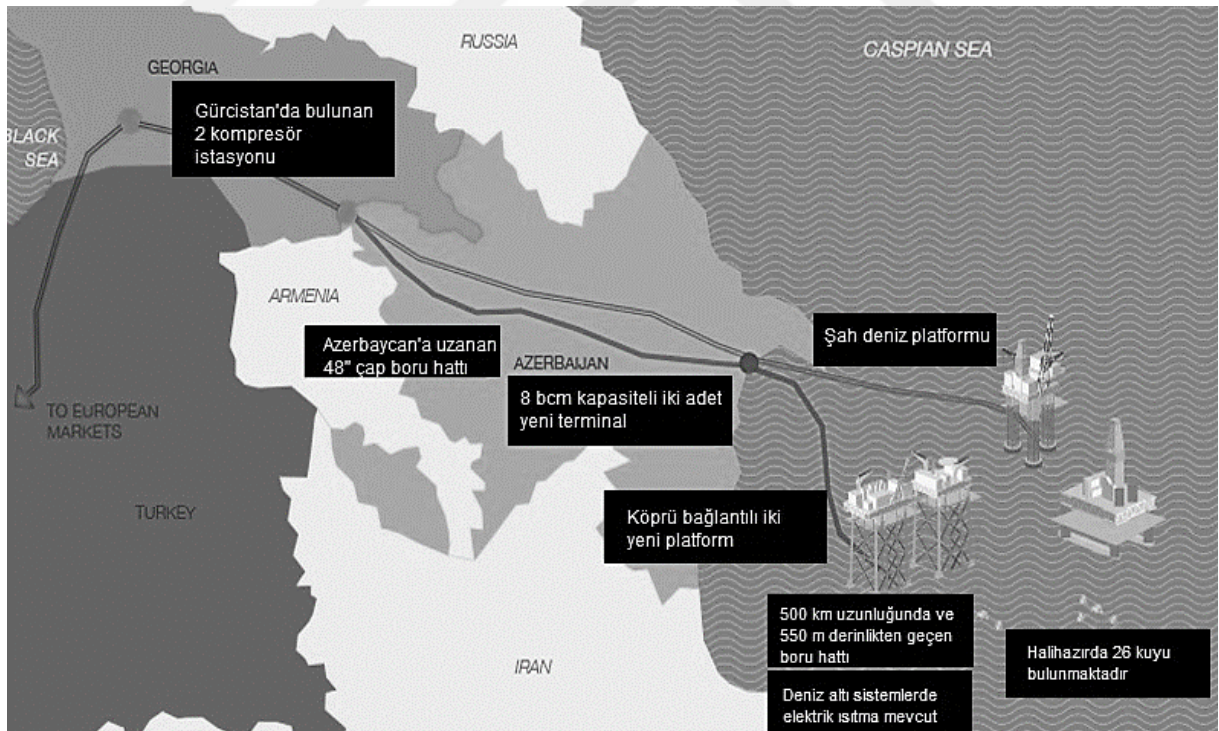


Şekil 5-11: “Güney Gaz Koridoru” (Godzimirski, 2018).

Koridor, toplamda yaklaşık 3600 km uzunluğunda bir boru hattına sahip olmakla beraber; hattın doğu yakasında, sevkiyatın Azerbaycan ve Gürcistan üzerinden atktarıldığı Güney Kafkasya Boru Hattı (SCP), orta bölümde Türkiye'nin oluşturduğu TANAP ve batı bölümünde ise Yunanistan, Arnavutluk ve İtalya'nın yer hizmetini sağladığı Trans Adriyatik Boru Hattı (TAP) bulunmaktadır (Torosyan, 2015).

Güney Kafkasya Boru Hattı, projenin hem sevkiyat hem de arz kısmını oluşturmaktadır. Arz unsuru Hazar Denizi'nde yer alan Şahdeniz Gaz Sahası'ndan sağlanmaktadır. İşletme sürecine 2006 yılında başlayan hattın uzunluğu 700 km, sene bazında deşarj kapasitesi ise 24 bcm'dir. İkinci bir gaz sahası alanından yararlanarak ek ünitelerin de kurulmasıyla kaynak ve sevkiyat gücü bakımından önemli seviyede iyileştirmeler ile beraber şimdiki kapasitenin iki katına ulaşılması hedeflenmektedir (CSS-LLC, 2018).

Gürcistan, proje kapsamında, transit geçiş sağlayıcı pozisyon özelinde bir anlaşmaya sahip olduğundan, yıl bazında sevkiyatı gerçekleştirilen akışın %4'ünü ücretsiz ve senelik olarak 0,4 bcm doğalgazı indirimli şekilde alma hakkına sahiptir. Tıpkı BTC projesinde olduğu gibi burada da arz yönünden yanı sıra işletme süreci açısından da epey avantaj elde etmektedir (Vosoughi, 2018). SCP'yi gösteren haritaya Şekil 5-12'de yer verilmiştir.



Şekil 5-12: “Güney Kafkasya Boru Hattı” (CSS-LLC, 2018).

Türkiye'nin ev sahipliği yaptığı ve orta bölümde yer alan kısım olan TANAP, transfer ve işletme ünitelerini barındırmaktadır. Doğu tarafında Ardahan üzerinden SCP'ye bağlanan hat, batı tarafında ise Edirne üzerinden TAP kanadına kavuşmaktadır. Yaklaşık olarak 1850 km uzunluğa sahip olan hat yılda 16 bcm sevkiyatı sağlamakla birlikte bu rakamın 2023 yılında yaklaşık 34 bcm'ye ulaştırılması hedeflenmektedir. İlk imzanın 2011 yılında İstanbul'da atılmasıyla başlayan süreç sonrasında 2015 yılında inşa sürecine adım atılmasıyla devam etmiş olup 2018 yılında tüm aşamalar tamamlanarak hizmete açılmıştır (Hikmata, 2019). TANAP hattını gösteren harita Şekil 5-13'te yer almaktadır.



Şekil 5-13: “Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı” (TrendAz, 2018).

TANAP'ın devamı olan TAP için 2008'den sonra Arnavutluk'tan İtalya'ya uzanacak olan Adriyatik Deniz'inde sörvey çalışmalarına başlanmıştır. TAP, SGC'nin konsorsiyumu tarafından Nabucco Boru Hattı yerine 2013 yılında seçilmiştir (Dempsey, 2013). İnşasına 2016 yılında başlanarak dört yılda tamamlanmış olup 2020 yılında ise hizmete girmiştir. Yaklaşık olarak 900 km uzunluğa sahip hat senelik bazda ortalama 9 bcm gaz sevkiyatı yapabilmekle birlikte geliştirme aşamalarıyla 20 bcm'ye kadar transfer gücüne ulaşabilmesi beklenmektedir (Bakagianni, 2019). TAP ve projesi iptal edilen Nabucco Boru Hattı Şekil 5-14'te yer alan haritada birlikte sunulmuştur.



Şekil 5-14: “TAP ve İptal Edilen Nabucco Boru Hattı” (ESIA, 2017).

5.6 Doğu Akdeniz’de Doğalgaz Transferine İlişkin Hat ve Projeler

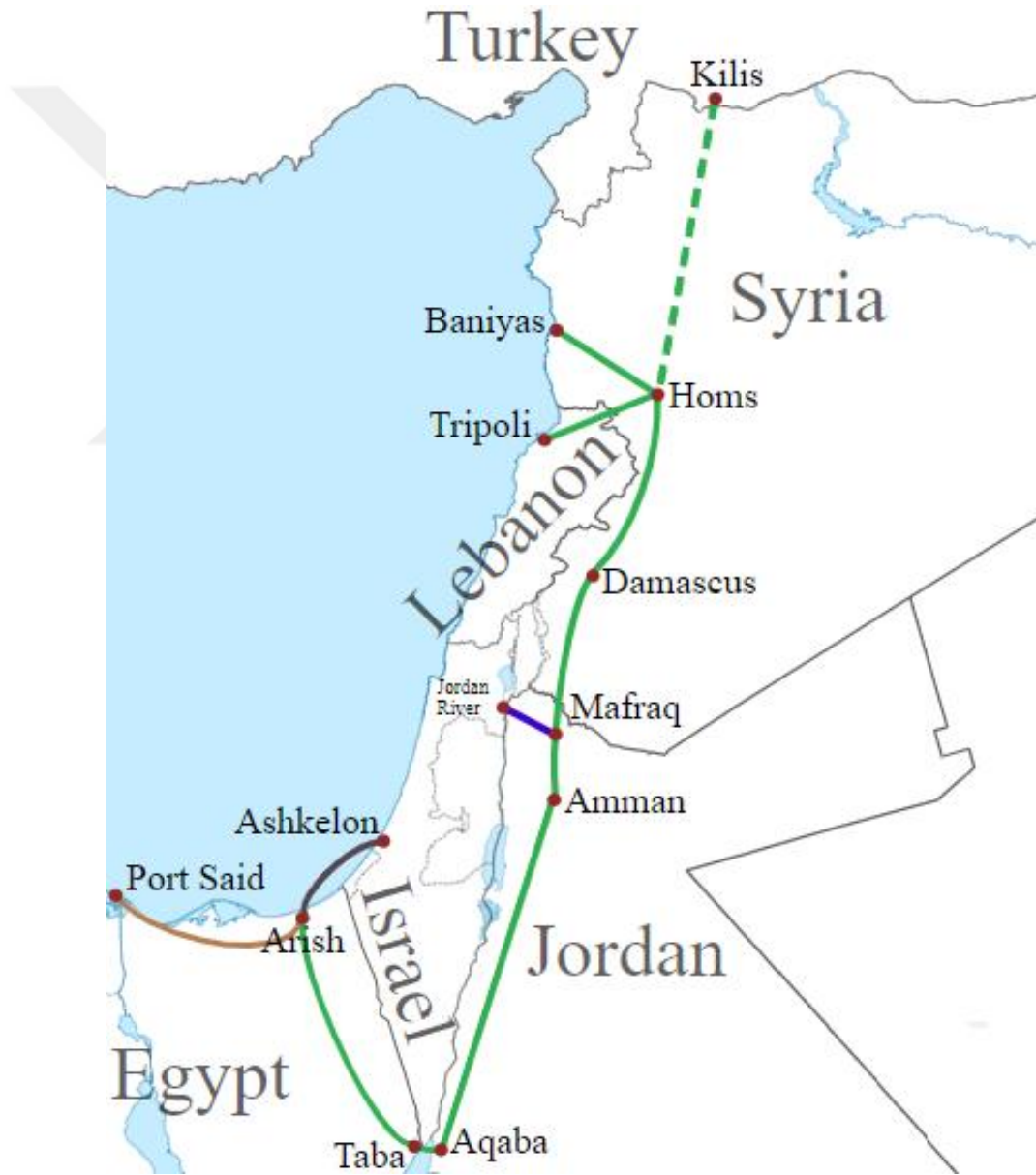
Mısır’ın Sina Yarımadası’nda yer alan Arish isimli bölgeden arzı sağlanan doğalgazın İsrail, Umman, Suriye ve Lübnan’a transferi amacıyla 2003 yılında Arap Doğalgaz Boru Hattı (AGP) hizmete girmiştir. 1150 km uzunluğa erişen bu hat ile yıllık bazda toplamda yaklaşık 11 bcm gaz sevkiyatı gerçekleştirilmektedir. İlk açıldığı yılda sadece Mısır-Umman arasında hat bulunurken yıllar içerisinde eklemeler yapılarak; 2008 yılında Umman-Suriye, 2009 yılında Suriye-Libya ve İsrail’e iki farklı şekilde bağlantı noktaları oluşturularak önce 2008 yılında Mısır üzerinden denizaltından bağlantı, sonrasında 2020 yılında Umman üzerinden kara bağlantısı tamamlanmıştır. İsrail’e bağlantısı olan bu boru hatları AGP sözleşmesi kapsamında yer almayarak Umman ve Mısır ile sağlanan anlaşmalar sonucunda hayata geçirilmiştir (Shirkhani, 2008).

İsrail, 2012 yılına kadar ülkesinin doğalgaz ihtiyacının yarısını direkt olarak Mısır üzerinden temin etmekteydi. Mısır’da gerçekleşen politik devrimlerin ardından İsrail, Doğu Akdeniz’de keşfettiği Tamar ve Leviathan sahasını işletmeye almasıyla beraber Mısır ve Umman hat bağlantıları üzerinden AGP hattına gaz ihraç etmeye başlamıştır (Cohen, 2019).

Türkiye, boru hattından ara bağlantı ile faydalabilmek adına 2006 yılında ilgili ülkelerle ve Avrupa’nın desteğiyle bir anlaşma sağlamıştır. Avrupa’nın destek vermesindeki amaç buradan

ithal edilen gazı, planlanan Nabucco Boru Hattı'na aktarmaktı. 2009 yılına gelindiğinde inşa sürecini üstlenecek olan firma ile prosedür ve mali konularda oluşan anlaşmazlıklardan dolayı sözleşme yürürlüğe konamamış ancak sonrasında 2011 yılında bir diğer üstlenici firma ile gerekli şartlar yeniden değerlendirilerek sözleşme imza altına alınmıştır (Stonaker, 2013).

Son aşamda anlaşmanın sağlanabilmesine rağmen değişen konjonktürler silsilesinde gerek Nabucco Boru Hattı projesinin hayata geçirilmesindeki engellerden dolayı Avrupa desteğinin azalması gerekse de 2011 yılında Suriye'ye sızrayan iç karışıklıklardan ötürü proje rafa kaldırılmıştır (Cohen, 2019). AGP'yi gösteren haritaya Şekil 5-15'de yer verilmektedir.



Şekil 5-15: "Arap Doğalgaz Boru Hattı" (Leal, 2017).

East-Med Boru Hattı her ne kadar 2013 yılında başlamış bir proje olsa da kayda değer adımlar Doğu Akdeniz’de 2019 yılında keşfi sağlanan ve yaklaşık 225 bcm kapasiteye sahip Glaucus sahasının keşfi sonrasında atılmıştır. İsrail, Yunanistan ve GKRY arasında değerlendirilen bu projenin hat uzunluğunun, ileride Poseidon Boru Hattı ile İtalya’ya sevkiyat sürecinin de devreye alınacağı ilave edilerek yaklaşık 2185 km olmasına dair bilgi literatürde mevcuttur. İlk aşamada yıllık 10 bcm doğalgaz transfer yeteneğine sahip olması beklenen projenin, ilave ünite yerleştirmeleri ile yaklaşık 20 bcm kapasiteye kadar ulaşacağı tahmin edilmektedir (Apodaca ve Greensfelder, 2019).

Proje, denizaltı boru hatları içeren diğer örnekleri ile karşılaştırıldığında en uzununu olarak görülmektedir. Projenin, denizaltından yaklaşık 1500 km hat uzunluğu ve yaklaşık 5,7 milyar avro maliyeti kapsadığı bilgisi literatürde yer almaktadır. Bu çalışmalar için her ne kadar AB tarafından fonlama yardımları yapılırsa da maliyetinin yaklaşık 70 milyon avro olması, fizibilite çalışmasının 2021 yılı sonunda tamamlanabilmesi öngörüsünü ortaya çıkarmaktadır (Troulis, 2020).

Projede yer alacak boru hatları uzunluğu ve lokasyonları; İsrail gaz sahalarından Kıbrıs adası güney kısmına kara bölümüne yaklaşık 180 km açık deniz bağlantısı, buradan Girit’e 750 km açık deniz bağlantısı, Girit’ten Yunanistan ana karasına 400 km açık deniz bağlantısı, Yunanistan güney kısmından batı kısmına 540 km kara bağlantısı ve son olarak buradan da İtalya’ya 230 km açık deniz bağlantısı şeklinde literatür bilgisi mevcuttur (Cohen, 2019).

Avrupa açısından; arz, sevkiyat ve depolama alanında güvenli seçenek, Doğu Akdeniz’e kesintisiz bağlantı ve Asya pazarına muhtaç olmamak gibi başlıklar avantaj olmakla beraber yüklü maliyet ve zor deniz dip tabiatı koşulları, aşılması gereken çok güçlü dezavantajlar olarak görünmektedir (Stratakis ve Pelagidis, 2017).

Türkiye açısından bakıldığında, Türkiye-Libya arasında imzalanan deniz yetki alanları anlaşması sonrası Türkiye’nin kıta sahanlığını da kapsayan projede anlaşma dışında bırakılması ve bu sahalarda elde edilecek keşifler sonrası oluşturulacak ekonomik ve avantajlı projelere entegre edilmeyecek oluşu dezavantajlar ortaya koymaktadır (Cohen, 2019). Projeye ilişkin harita Şekil 5-16’da olduğu gibidir.



Şekil 5-16: “East-Med Boru Hattı Projesi” (Mitchell, 2020).

Bölgede kaynak sahibi olan Mısır, Damietta ve Idku isimli iki adet LNG terminalini hem iç talep ihtiyacını karşılayabilmek hem de depolama seçeneği sunarak mali açıdan güç kazanabilmek adına geliştirme ve yeni rotalar arama faaliyetlerine devam etmektedir. Doğu Akdeniz’de depolama açısından bakıldığında enerji pazarına hakimiyet kurabilme adına bu terminallerin bulunması merkez pozisyon rolü anlamında avantaj sağlasa da Mısır’daki politik ortam arz sağlayıcı ve tedarikçileri farklı seçeneklere yönlendirmektedir (Cohen, 2019).

6. DOĞU AKDENİZ ENERJİ KAYNAKLARININ, AÇIK DENİZ PLATFORMLARININ ve BORU HATTININ ÇEVRESEL DEĞERLENDİRMESİ

6.1 Enerji Kaynakları ve Kullanımlarının Çevresel Değerlendirmesi

Enerjinin elde edilebilmesi amacıyla tasarlanan planların üzerinde uygulandığı araç, enerji kaynağı olarak nitelendirilmektedir. Bu kaynakları yenilenemez ve yenilenebilir olarak ikiye ayrılabilir.

Yenilenemez enerji kaynakları; petrol, doğalgaz, nükleer enerji ve kömür olarak bilinmektedir. Rezerv anlamında belirli bir sınırları olduğundan bu isimle anılmaktadır. Bunun yanı sıra gelişim aşamasını tamamlaması ve üretim durumuna hazır hale gelebilmeleri için çok uzun yıllar beklenilmesi gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya üzerinde devamlılığı sağlanarak yapay organizasyona gerek kalmaksızın oluşturulma imkânı bulunmaktadır. Bu doğal devinim süreci, çevresel anlamda olumsuz etkilerini de minimal seviyeye indirmeye yardımcı olmaktadır. Birkaç örnek verilmesi gerekirse bunlar; güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerji, hidrojen enerjisi ve dalga enerjisi olarak sıralanabilir. Uzun seneler yerine, tüketilme süresine kıyasla çok daha kısa bir sürede kendini yenileyerek zaman ve çevresel avantaj sağlamaktadır (Zaigham ve Qadeer, 2014)

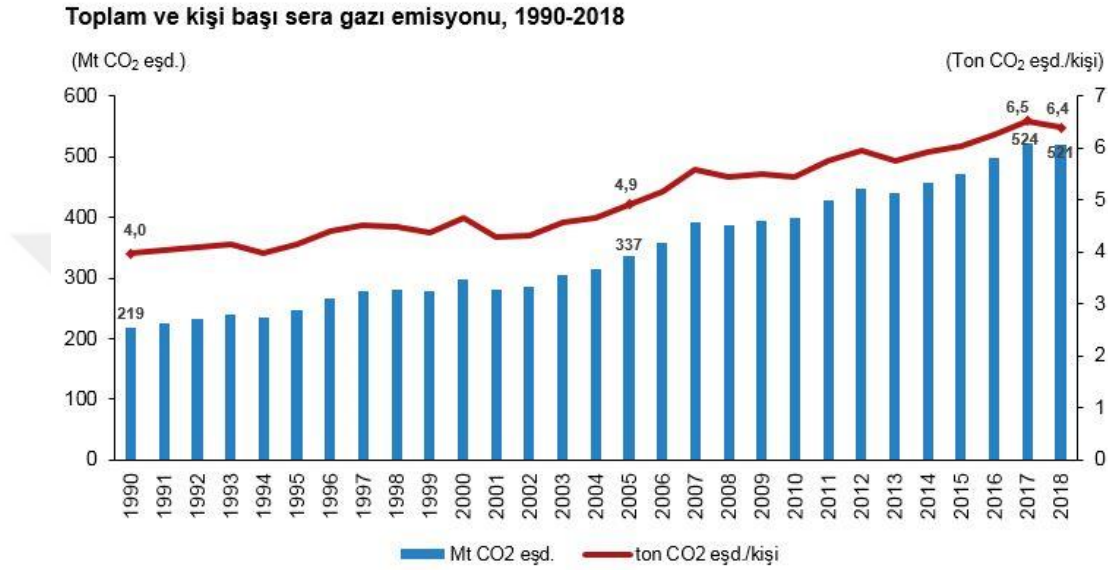
Tükenir enerji kaynakları günlük hayatın idamesinde enerji sağlayıcı olarak ilk sırada yer almaktadır. Hızlı bir şekilde gelişimine devam eden teknoloji ile birlikte tüketim düzeyi zirve rakamlara ulaşmaktadır. Bu durum, beraberinde çevresel sorunları da getirmektedir. Fosil enerji menşelerinin tüketim aşamasında yaşanan atık seviyelerindeki artış hem doğa döngüsünün işleyişine hem de insanların yaşam standartlarına dengesizliklerin girmesine neden olmuştur (Chow, 2013).

Salınımın fazla olması ile beraber canlılar tarafından enerji emilim miktarının yeterli seviyede yapılamaması neticesinde karbondioksit atmosferde barınmaya devam etmektedir. Böylelikle yüzeye ulaşan ışınlar atmosfer etrafında hapsolür ve tekrar çıkış yapamazlar. Isınma olayının artış yaşadığı bu olaya sera etkisi adı verilmektedir. Sera etkisi ise iklimler üzerinde değişikliklere sebep olmaktadır (Kweku vd, 2017).

İklimsel değişiklikler ve oluşan orantısız ısınma geçmişten bu yana bir sorun olarak özellikle 18. yüzyıl ile beraber ivmeli bir şekilde artış göstermektedir. Küresel ısınma terimi

yalnızca ısınmayı değil; mevsimsel zamanlarda, deniz seviyesi rakımında ve buzul kalınlığı oranlarındaki zamansız değişiklikleri de ifade etmektedir. Bu değişikliklerin ayrıntılı olarak ne ifade ettiğini kavrayabilmek için sera gazı oluşumunu irdelemek gerekmektedir.

Sebeup sonuç ilişkisi değerlendirmesi yapıldığında, olası nedenler içerisinde en büyük oranın insan faktörü olduğu gözlemlenmektedir. (Kweku vd, 2017). Türkiye'nin sera gazı emisyonu oranlarını içeren grafik Şekil 6-1'de sunulmuştur.



Şekil 6-1: “1990-2018 Yıllarını Kapsayan Sera Gazı Emisyonu Seviyeleri” (Türkiye İstatistik Kurumu, 2020).

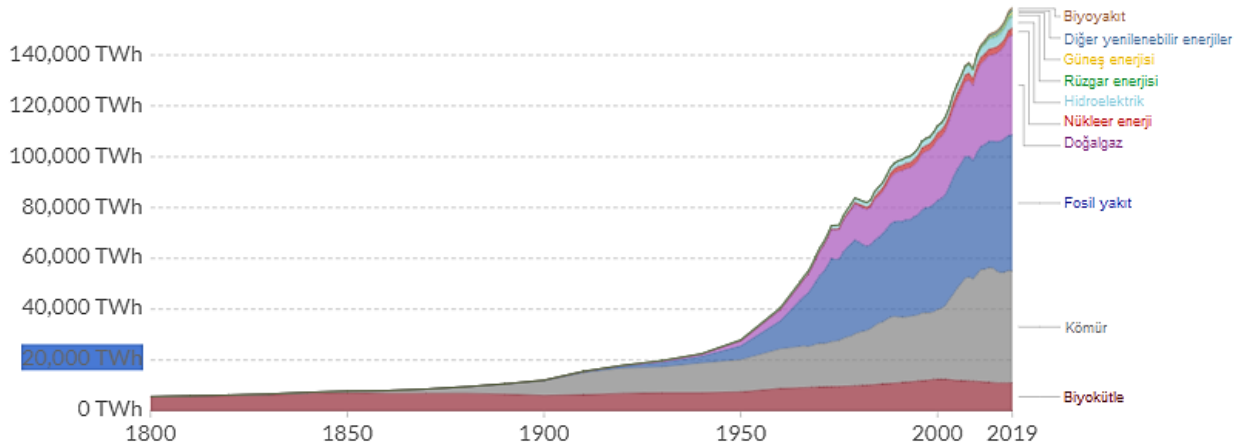
Şekilde yer alan verilere göre; Türkiye'nin 2018 yılında gerçekleşen emisyon oranı önceki yıla göre 0,6 düşüş sağlamıştır. Miktar bazında ise yaklaşık 519 milyon ton CO₂ değeri açığa çıkmıştır. Enerji kaynaklarının kullanımından ortaya çıkan emisyon, CO₂ emisyon verilerinin yaklaşık %69'luk bir payına sahiptir. Bunlar içerisinde tarım uygulamaları %13, endüstriyel araçlar ise %14 oranları karşılamaktadır. Kişi başına miktar olarak hesaplanan emisyon oranı ise 1991'den 2018'e kadar yaklaşık %56 civarında artış göstermiştir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2020).

Enerji üretim santrallerinde kaynakların temizlenmesi, örtülmesi, soğutulması ve buhar dengesinin kurulması gibi işlemler yer almaktadır. Tüm bu işlemlerin hayata geçebilmesi adına suya ihtiyaç olduğu gibi aynı zamanda bu kullanım su kaynaklarının zaman içerisinde kirlenmesine neden olmaktadır. Kirlilik oluşmasının altında yatan esas nedenlerden birisi de santral ünitelerinde kullanılacak olan suların işlem öncesi kimyasal basamaklardan geçirilmesidir. İşlem sonrasında görevini tamamlayan atık su, tekrar kaynaklara gönderim ve ulaşım aşamasında su kirliliğine neden olmaktadır (Verma, 2013).

Meteorolojik durumlar sebebiyle kirletici elementler zaman içerisinde toprağa yerleşmektedir. Bunun yanında endüstri ürünlerinin, sanayi ve kentsel bazlı atıkların ve tarımsal ilaçların toprağa ulaşması da kirlenmeye neden olmaktadır. Santrallerin işler mekanizmalarından oluşan atıklar toprağa karışarak toprak içerisine entegre olabildiği gibi aynı zamanda toprağın üzerinde de katmanlar oluşturabilmektedir (Fujimori, 2014).

Petrol ve petrolün kullanımıyla birlikte asfalt veya plastik üretimi araçların uzun süreler boyunca işler kalması ve sanayi üretiminin yapılabilmesi gibi unsurlarla yaşama pozitif etkiler girmiş olmasının yanı sıra sınırlı bir kaynak alanı içermesi, yüksek kirlilik oluşturmaları, doğa ve canlı yaşamını olumsuz etkilemesi, sevkiyatı aşamasının risk, depolama aşamasının ise fazla maliyet barındırması, ekonomik dalgalanmalardan etkilenecek, fiyat değişkenliğine maruz kalması neticesinde ülke ekonomilerine olumsuz etkisi ve geri dönüşüm aşamasının uzun yıllar alması gibi nedenlerle dezavantaj olduğu da gözlemlenmiştir (Yarwood, 2018).

Petrol ile karşılaştırıldığında, doğalgaz hakkında olumlu unsurlar olumsuz nedenlere karşılık daha ağır basmaktadır. Tüketim aşamasında kalite oranının korunabilmesi, gaz olması neticesinde yanma sistemlerinde daha iyi karışım sağlaması, yanma verimi ve kalitesinin yüksek olması, enerji kaybının düşük seviyede olması, kirlilik oluşturma etkisinin diğer fosil kaynaklara nispeten düşük oran içermesi, kaynağından çıkarılmasına müteakip işleme gerek kalmaksızın ya da az işlemle kullanılmaya ve tüketime hazır olabilmesi, ekonomik bir tercih olması, ünite bakım onarım işlemlerinin maliyetinin düşük olması ve çevresel anlamda görece dost unsur olması avantajları olarak sayılabilir. Diğer taraftan, solunması durumunda oksijensiz bırakarak tehlike arz etmesi, rezerv alanlarının yaygın olmaması nedeniyle kaynakları olmayan devletlerin enerji bağımlılığı yaşayabilmesi ve transfer sürecinin gaz olması nedeniyle yüksek seviyede önem ve enerji ihtiyacı gerektirmesi durumları da belli başlı negatif koşullar olarak bilinmektedir (Theodori, 2009). Enerji tüketiminde fosil kaynakların halihazırda lider konumda olduklarını gösterir grafik Şekil 6-2’de sunulmaktadır.

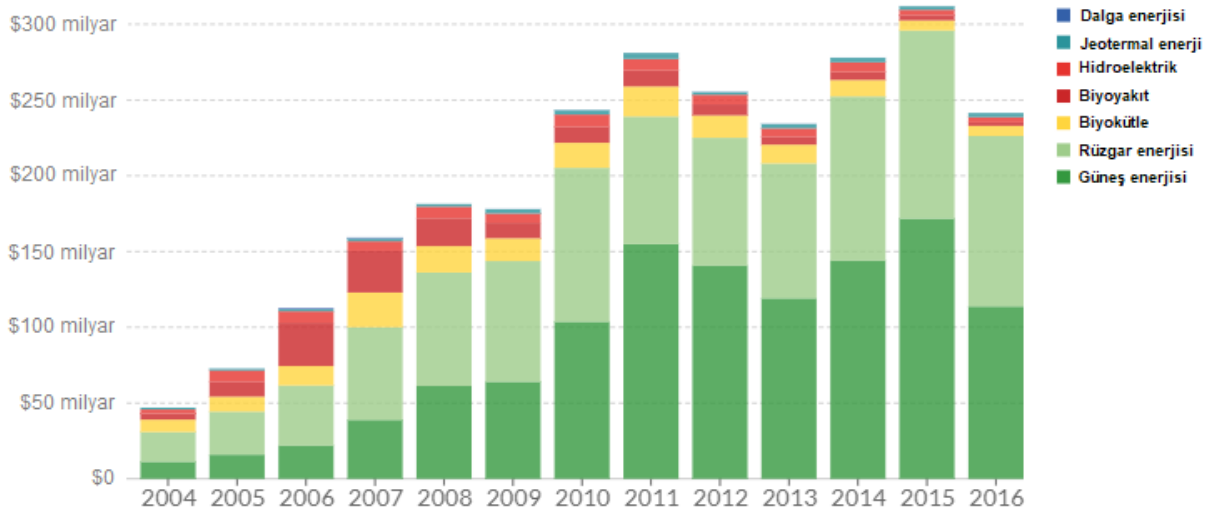


Şekil 6-2: “Dünya Enerji Tüketiminde Kaynakların Oranları” (Smil, 2017).

Enerji üretim ve kullanımı sürecinde fosil kaynakların birçok olumsuz yönünün ve kaynak rezerv miktarı problemlerinin olması ülkelerin yönünü yenilenebilir enerjiye çevirmesine neden olmuştur. Bölgesel kaynak kısıtlaması olmaması sayesinde, belirli bir ekonomik, insani yardım ve Ar-Ge planlamasıyla tercih edilebilirliğinin artış sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Güneş ışınlarının kollektörler vasıtasıyla toplanması neticesinde enerji hasadı yapılabilmekte ve bu sistemler çevreye oldukça dost unsur olarak nitelendirilmektedir. Ancak, kollektör malzemesinde zehirli bir kimyasal mevcut ise, sıcaklık artış eğiliminde olduğunda bu malzemelerden kısmen de olsa sorun teşkil edebilecek atıklar ortaya çıkabilmektedir (Assaf ve Shabani, 2019).

Çevreye zararsızlık bakımından enerji kaynakları sıralandığında rüzgâr enerjisi başat olarak değerlendirilebilmektedir. Her ne kadar ilk rüzgâr türbinlerinin çalışmasında yakın bölgede iletişim problemi oluşturduğu gözlemlense de çalışılan iyileştirmeler sonucunda bu problem aşılmıştır. Bir diğer önemli ve çevreyi ilgilendiren husus da türbinlerin yer seçimiyle beraber canlıların doğal yaşam ortamını ve göçmen kuşların göç yollarını engellemesidir. Bu sorun enerji kaynağı ve rüzgâr türbini ile ilgili olmaktan ziyade, türbinler için yer seçiminin ekonomi göz önünde bulundurularak yapılmasıyla ilgilidir (Nazir vd, 2019). Güneş ve rüzgâr enerjisinin, yenilenebilir enerji yatırımları içerisinde zirvede yer aldığını gösterir grafiğe Şekil 6-3'te yer verilmektedir.



Şekil 6-3: “Yenilenebilir Enerjilerin Yatırım Payı Açısından İncelenmesi” (IREA, 2017).

Risk içermeyen, çevre ile entegre olabilen ve aynı zamanda temiz bir enerji kaynağı olan jeotermal enerji, çevre dostu olsa da içindeki mineraller ve kimyasallar kirlilik oluşturabilmektedir. Eğer kullanım sonrası atık sular temizleyici proseslerden geçmez veya aynı yere yeniden ulaştırılmazsa sorun teşkil edebilmektedir (Baul, Datta ve Alam, 2018).

Genelde, elektrik üretiminde yaygın olarak kullanılan biyokütle enerjisinde, üretim aşamasında kullanılan kütlelerin yakılması sürecinde tehlikeli atıklar oluşabilmektedir. Bunları üretim aşamasında engellemek, kimyasal reaksiyona müdahale edilemeyeceğinden dolayı mümkün olmamaktadır. Yapılması gereken ise tehlike içeren atıkların kanun ve direktifler kapsamında uygun şekilde muhafaza veya imha edilmesidir. Bu kontrol ve tedbirlerin sağlanabilmesi halinde çevresel riski bulunmayan bir enerji türü olarak katkı sunmaktadır (Baul, Datta ve Alam, 2018).

6.2 Açık Deniz Platformlarının Çevresel Değerlendirmesi

Açık deniz platformları genellikle açık denizlerde kaynak çıkarımı işlemleri için inşa edilen sabit ya da yüzer deniz yapıları olarak söylenebilir. Genel anlamda çevresel olmak üzere, özelde deniz ve deniz canlılarına öldürücü oranlara yaklaşan seviyede zararlar verebilen yapıya sahiptir. Platforma ait sondaj geçiş bölmesinin korunabilmesi amacıyla kullanılan kimyasallar, sondaj ünitesinin gövde hatları, deniz dibinden yeryüzüne çıkarken oluşan çamurlar ve üretim safhasında ortaya çıkan Produced Formation Water (PWF), açık deniz platformlarının ortaya çıkardığı zararların başında gelmektedir (Demirhan ve Yakan, 2019).

PWF, sondaj esnasında elde edilen rezervin ardından, okyanusa yağ ve kimyasallarından arındırılmış olarak geri döndürülen sıvıyı tanımlamaktadır. Tanımında yağdan temizlendiği aktarılsa da uygulamada genellikle petrolden ayırma işlemi başarılı olmasına rağmen yağdan arındırma pek mümkün olmamaktadır. Üretim aşamasındaki görevi ise petrolün saflığını korumak ve ünite üzerindeki basınç değerini optimum seviyede tutmaktır. Bunun için sondaj faaliyeti yürütülen rezerv rezerv içerisinde aktarılmaktadır (Henderson vd, 1999). Elde edilen ürün hacminin yaklaşık iki katına kadar ulaşabilen PWF boşaltma aşamalarında, yıllık bazda yaklaşık 12 bin tona kadar hidrokarbonun çevre alanlara ulaştığı tahmin edilmektedir (Black vd, 1994). PWF'lerin çevreye yaydığı etkiler, platformların prosesler sırasında kullandığı kimyasallara göre farklılık göstermektedir. Hidrokarbonlara ait ürünler, üretim aşamasında yararlanılan kimyasallardan yanı sıra doğal sürece tabi şekilde molekül ağırlığı az olan organik bileşiklerden oluşmaktadır (Davies ve Kingston, 1992). Amonyum veya karbonhidratlar gibi kimyasallar, rezerv sondajı esnasında ulaşılan mikro organizmalar için doğru bir substrat türüdür (Terrens ve Tait, 1994). Sondaj esnasında hidrokarbonlar su ile ayrıştırılır ve sonrasında talimatlara uygun olarak tekrar denize veya kaynağına gönderilir (Burns vd, 1999).

PWF'nin, akut değerler kullanılarak yapılan çevresel değerlendirmelerde, deniz canlıları üzerinde daha düşük bir zehirleyici etki bıraktığı gözlemlenmiştir (Burns vd, 1999). Farklı modeller üzerinde yapılan araştırmalarda, hidrokarbon kütle birleşimi dışında PFW'ye maruz kalan deniz canlılarında oluşan akut zehirlenmenin ihmal edilebilir seviyede olduğu gözlemlenmiştir (Brendehaug vd, 1992). Bu veriyi destekleyici bir çalışmada, Asya bölgesinde yer alan bir platform üzerinde yapılan deneme sonucunda ortaya çıkan PWF analiz edildiğinde, önceden tahmini yapılan canlı üzerindeki atık seviyesi baz alınarak akut zehirlenmenin en fazla %5 seviyelerine ulaştığı görülmüştür (Holdway, 2002). Platformların yakın bölgelerinde yaşayan canlıların organlarında enzimlerin iyi seviyedeki hareketliliği, deşarj edilen PWF'lere az miktarda maruz kalındığını gösterse de bu sonuçla benzer canlılar üzerinde genelleme yaparak sonuca gidilmesi sağlıklı bir değerlendirme olmadığı anlamına gelmektedir (Holdway, Brennan ve Ahokas, 1995).

Sondaj faaliyeti sonucunda, ABD'de yıllık bazda ortaya çıkan atıkların yaklaşık yüzde ikisi oluşmaktadır (Reis, 1992). Bu atıklar içerisinde sondaj sıvısı da yer almaktadır. Sondaj sıvısının özellikleri arasında, sıcaklığı ve basıncı dengede tutması da yer almaktadır. Sondaj sıvıları özünde üç gruba ayrılmakla beraber çoğunlukla esasında su olan sıvılar en çevreci ve en yaygın olanlarıdır (Hinwood vd, 1994). Özünde barındırdığı bileşen adedi ortalama on civarındadır (Holdway, 2002). Güney Amerika kıyıları gibi yerlerde çokça rastlanan petrol bazlı çamurların üretim aşamasındaki mali etkileri hayli yüksek olmakla beraber geri dönüşüm sistemlerinin de halihazırda kurulu olması

bir zorunluluktur. Yetkili kurumlar tarafından, sondaj sıvılarının uzun bir süreç boyunca, karışım oranlarının gerçekte tespiti ve denize aktarma aşamasında oluşturulması beklenen homojenik değerlerinin uygun aralıkta olabilmesi için akışkan durumlarının simüle edilmesi gerektiği zorunlu kılınmıştır (Holdway, 2002).

Deniz çayırıları özelinde sondaj sıvılarının etkisini araştırmak üzere yaklaşık üç ay süren bir inceleme ortaya konmuştur. Elde edilen veriler neticesinde yıllar boyunca sondaj sıvısı ile iç içe olan çayırılarda, herhangi bir sürekliliğini koruyan olumsuz etkiye rastlanmamıştır (Holdway, 2002).

Petrol türevlerinin özellikle deniz canlıları üzerinde ve yaşam bölgelerinde uyguladığı etkiler inceleyen çok sayıda araştırmalar mevcuttur. Bu canlılar içerisinde genellikle balık türleri üzerinde yoğunlaşmıştır (Volkman vd, 1994). Omurgasızlar içerisinde tatlısu türlerinin hassasiyetinin daha fazla olduğu, balıkların ise omurgasız türlerine kıyasla daha dayanıklı pozisyonda oldukları gözlemlenmiştir (Moles, 1998). Yanma olayının kimyasal bağları koparmasından dolayı örneğin, yanmış haldeki petrol türevinin tırnaksılar için akut anlamda zehirleyici potansiyel içermediği, olası akut etkilerle karşı karşıya kalındığında ise zehirleyici bileşenlerin az seviyede kaldığı tespit edilmiştir (Holdway, 2002).

Uzun periyotlarda petrol türevlerinin çevre üzerinde yarattığı etkileri kesinleştirmek halen mümkün değildir. Mikroorganizmaların hidrokarbona maruz kalma sonucu; baskılanan büyümede artış, engellenen enzimler, bağışıklık derecesinde azalma, çeşitli doku kayıpları ve hücrede yaşanan muhtelif etkiler saptanmıştır (Marty vd, 1997, 1999; Khan, 1995).

Hücresel etkilerin dışında özellikle ağır metallerden kaynaklanan çeşitli kimyasal etkiler de görülmektedir. Açık deniz platformlarının yakın bölgelerindeki deniz dibinde bulunan sedimentlerde tespit edilen yüksek metal değeri, çevresel riskin bu açıdan var olduğunu da kanıtlamıştır. Bu metaller, dokuların üzerinde önce toplanıp sonra da kalıcılık özelliğine sahip olduğundan, çoğalma ve kolaylıkla yayılma potansiyeline sahiptirler (Plasman, 1998). Sedimentlerin bulaşıcılıklarındaki artışın, azalan deniz canlı türleri ve bu canlılar üzerinde artışa geçen zehirlenme ile doğru orantılı olduğu tespit edilmiştir (Gulec, 1994; Hartwell vd, 1998).

Platform çevrelerinde çeşitli kimyasal elementler gözlemlenmektedir. Bu elementlerden birisi de Baryum'dur. Platform civarındaki sedimentler üzerinde Baryum oranı, platform bulunmayan çevredeki benzerlerine göre yaklaşık %10 artış kaydetmiştir (Phillips vd, 1998). Baryum oranının takip edilmesi, sondaj süresince deşarj edilen sıvının hangi seviyede olduğunun sağlanmasını yapabilmek adına önem arz etmektedir (Hartley, 1996).

Sondaj çamurları, platform ekseninde sondajın yapılması sırasında delme işleminden soğutma işlemine kadar birçok konuda ara eleman görevi gören bir unsurdur. Çamurlar; Su bazlı (WBM), petrol bazlı (OBM), ester bazlı (EBM) ve sentetik (SM) olmak üzere üç türe ayrılmıştır. Kendi özelliklerini koruyabilmeleri açısından katkı olarak WBM ve OBM'ye vizkoze yardımcı, emülsiyon sağlayıcı veya sodyum hidroksit gibi kimyasal ürünler eklenmektedir. OBM'nin ilk kullanım aşaması, hidrokarbon türevlerinin deniz tabanının iç kısımlarına ulaşmasına neden olduğu için OBM'ye dair önce kısıtlamalar daha sonra da çeşitli düzenlemeler getirilmiştir. Öyle ki, özellikle derin sularda yaşayan canlıların bilinen atmosferik şartlarla karşılaşmadığı düşünülürse, ilk OBM türlerinin ne denli zarar verebileceği de tahmin edilebilmektedir (Daan ve Mulder, 1994). Getirilen önlemler sayesinde OBM kullanımında azalma eğilimi olsa da bu kez de SM kullanımı üzerinde ciddi artışlar yaşanmıştır. SM içerisinde yer alan doymamış hidrokarbon içeren yağlayıcılar, OBM ile kıyaslandığında zehirlenme ve yapı bozukluğu özellikleri için daha düşük tehlike arz etmektedir (Breuer vd, 2004). WBM çeşitleri özellikle polimer yapı içerdiklerinden, günümüzde ünitelerde çalışmasına ve denize basılmasına onay verilmiştir (Hudgins, 1994). OBM ve EBM içeriklerinde toksik seviyenin ve oluşturduğu kimyasal bozulmanın benzer olduğu görülmektedir. Bununla alakalı yapılan bir incelemede, sediment ve platform civarlarında bulunan türler arasında OBM ve EBM'ye maruziyeti olan, su kurdu hariç her çeşit canlının bölgedeki varlıklarını terk etmeye başladıkları gözlemlenmiştir. Faydacı türler açısından alan hakimiyeti oluşturmaya ve üretkenlik ivmelenmesine fırsat sağlamıştır. Platformu çevreleyen sedimentler üzerinde, sondajın yapıldığı dikey hattı tanımlayan zeminde tespit edilen hidrokarbon oranının yaklaşık on bin katı tespit edilmiştir. Bu oranın temel sebebi, sondaj esnasında kullanılan OBM, EBM ve SM'nin işlem sonrasında yıkaması gerçekleşse dahi denize aktarılmasıdır (Daan vd, 1996).

Kaynaklarda kimyasal türevlerin yanında radyoaktif maddeler de bulunmaktadır. Bu maddeler, hidrokarbon ürünler içeren kaya gazının üretim aşamasında kullanılan sediment yataklarında da bulunmaktadır. Bazı kimyasal değişimlerin görüldüğü ekstraksiyon esnasında, halihazırda ayrılan radyoaktif atomlar, sondaj çamuru ile bileşen hali almaktadırlar. Homojen yapı haline gelmiş olan bu radyoaktif atomların ürün transferi sırasında yapısal bütünlüğünün aynı kalabilmesi için sıcaklığının ve basınç değerlerinin belirli seviyelerde kalması gerekmektedir (Houghton vd, 1981). Sondaj bölmelerinde meydana gelen radyoaktif atom türü Radyum'dur. Eğer radyum bileşeninde bozulmalar meydana gelirse, kurşun izotopları oluşabilmektedir. Oluşan radyoaktif maddeler ile gerçekleşen çökeltme birleşmesine, akıntının güçlü olduğu yerlerde az, güçsüz olduğu yerlerde çokça rastlanmaktadır. Birleşme sonrası bu halin uzun süre devamlılığı korunursa, sonrasında ayrışma direncinde de artış gözlemlenecektir. Kimyasal süreci yüksek

oranda etkileyen radyoaktif atomlar, zaman içerisinde kendi sirkülasyonunda bozulmalar yaşayarak özelliklerini kaybederler. Böylelikle müdahalesiz durumda bile ilgili madde, belirli bir süre sonra etkinlik formunu kendiliğinden kaybeder (Breuer vd, 2004).

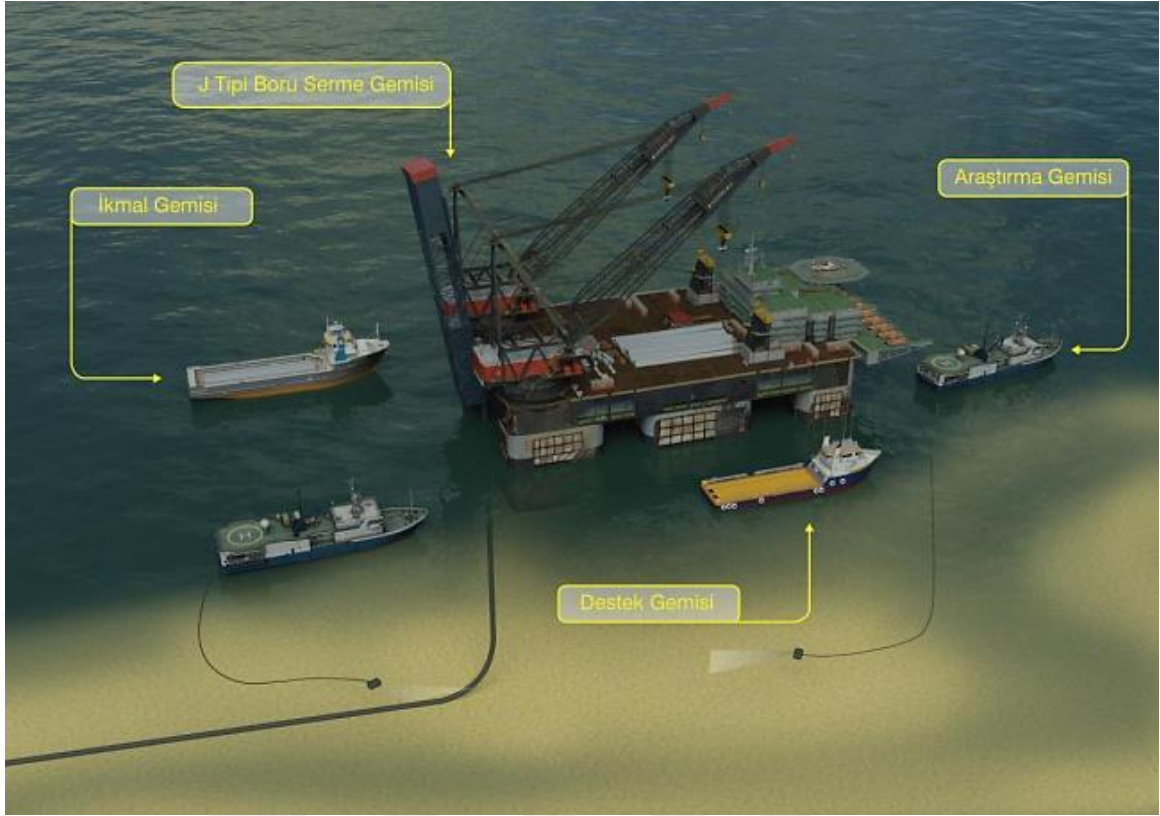
Genel bir perspektif üzerinden son değerlendirme yapıldığında; platform üzerinde gerçekleşen sondaj faaliyeti sırasında sondaj kesintileri, sıvıları ve çamurları ortaya çıkabilmektedir. Kimyasal etkinliği bulunan bu ürünler denize tekrar bırakıldıklarında, canlı hayatına, deniz alanlarına veya sediment bölgelerine hasar bırakabilmektedir. Özellikle derinliği daha fazla olan bölgelerde çalışma yürüten sondaj platformlarının etkileri de daha derin olmaktadır.

6.3 Denizaltı Boru Hattının Çevresel Değerlendirmesi

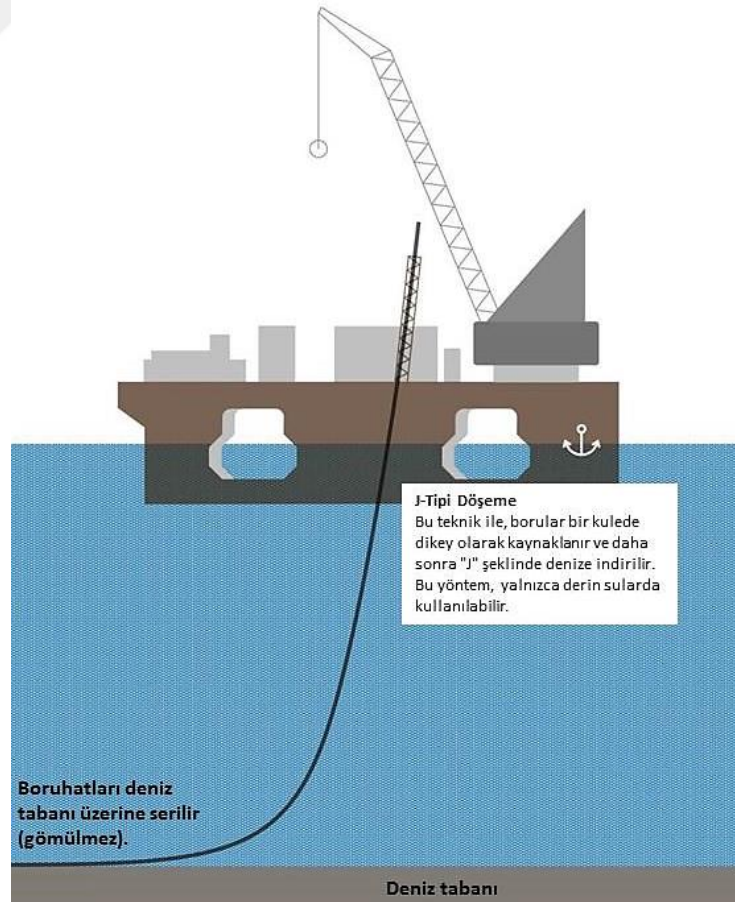
Boru hattının deniz ekosistemine olan; fiziksel, biyolojik ve sosyo-ekonomik etkileri değerlendirilerek, çalışmanın hayata geçebilmesinin şeffaf nitelikte ortaya konması hedeflenmiştir.

Boru hattının deniz tabanına yerleştirilmesi sürecinde boru döşeme gemileri kullanılacağından dolayı seyir emniyetinin sağlanabilmesi için bölgedeki gemi trafiğinde bazı düzenlemelerin yapılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir (IFC, 2012).

Döşeme esnasında uzaktan kumandalı sualtı araçlarından faydalanarak anlık görüntü aktarımı ile yerleştirmenin sağlıklı yapılabilmesine uygun ortam oluşturulmalıdır. Aynı zamanda döşeme işlemine başlamadan önce anlık görüntü ile deniz tabanı sürekli takip edilerek engel oluşturan veya patlayıcı özelliği bulunan maddelerden sakınılmalıdır (Brørs, 1999). Bu çalışmada derinlik fazla olduğundan dolayı J tipi döşeme yönteminin kullanılması önerilmektedir. Bu yöntem ile günde yaklaşık 3 km kadar ilerleme sağlanabilmektedir. Döşeme gemisinin boruları tabana yerleştirmesi esnasında dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan birisi de sadece gemi üzerinde yol bulunduğu sırada döşeme işlemine devam ederek deniz tabanına herhangi bir tarama işleminin yapılmamasıdır (Draper vd, 2016). Döşeme gemisi ve etrafında yer alan yüzer unsurlar Şekil 6-4'te, J tipi döşemeyi anlatan görsel ise Şekil 6-5'de sunulmuştur.



Şekil 6-4: “Boru Hattı Döşeme İşleminde Yüzer Unsurlar” (Giprospetzgas, 2011).



Şekil 6-5: “J-Tipi Döşeme İşlemi” (Giprospetzgas, 2011).

Fiziksel durumlara odaklanıldığında, inşaa sürecinde özellikle gemilerden kaynaklı kirlilikten dolayı hava ve su kalitesinde bazı düşüklükler görülebilmemesine rağmen açık denizde insan potansiyeli bulunmamakta ve faaliyetler yüzer unsurlar tarafından dar bir alanda periyodik olarak kısa sürelerde gerçekleştirilmektedir. Sediman yönünden değerlendirme yapıldığında, inşaa sırasında çamursuz yapıda olan sedimanlar için bu durum olumsuzluk yaratırken, çalışmanın yapılacağı sahalarda sedimanların bütünleşik bir yapıda olması nedeniyle homojen şekilde denize karışmaları tespit edilmemiştir. Yüklenici olan firmaların; ulusal ve uluslararası mevzuatlara uygun inşaa faaliyetlerini yürütmesi, atık yönetim planını güncel tutmaları ve yakıt emisyon değerlerinde kabul edilebilir seviye dışına çıkmamaları gerekmektedir.

Biyolojik hususlara gelindiğinde, yüzer unsurların oluşturduğu gürültü ve titreşim, deniz canlıları üzerinde psikolojik ve fiziksel anlamda herhangi bir olumsuzluğa neden olmamıştır. Döşeme yapan geminin yarım deniz mili etrafında deniz canlılarında birtakım farklı davranışlar gözlemlenmesine rağmen canlıların bu etkiden dolayı kısa sürede belirlenen alan dışına çıkarak beklenmedik davranışlara devam etmedikleri tespit edilmiştir. Gemilerden etrafa yayılan aydınlatmalar, canlılar açısından hareket merkezlerini belirleyici ve değiştirici etkiye neden olmaktadır.

Deniz canlılarının bulunduğu ortamda anlık geçişleri sırasında sürat düşölerek ve çalışma yavaşlatılarak olumsuz etkiler en az seviyeye indirilmelidir. Canlıların takibinde zorlanması durumunda yetkin gözlemcilerin çalışma alanında bulundurulması gerekmektedir. Ekolojik anlamda etki doğurabilecek her türlü faaliyetin kayıt altına alınması zaruridir. Çevredeki biyolojik durumlara ilişkin bir ekip kurularak sürdürülebilir izleme faaliyetleri hedeflenmelidir.

Sosyo-ekonomik incelemede, Ticari gemiler bölgede yer alan faaliyetlerden uzaklaşarak seyirlerine devam edebileceklerinden dolayı bu süreçten olumsuz anlamda etkilenmemektedirler. Balıkçı gemileri ise faaliyetlerini genellikle kıyı bölgelerde icra ettiklerinden dolayı az da olsa ticari anlamda olumsuzluklarla karşılaşacakları değerlendirilmektedir. Hidrokarbon arama faaliyetlerinin çalışma yapılacak alanda askıya alınabileceği ön görölmektedir. Böyle bir durumda arama faaliyetinin başka sahalarda devam etmesi iki faaliyet açısından da yararlı olacaktır (URS, 2014).

Tüm bu hususlar değerlendirildiğinde, olumsuzluk yaratabilecek hususların görölmesine rağmen bunların sınırlı bir çerçevede oluştuğu tespit edilmiş, gerekli tedbir ve düzenlemelerin uygulanmasıyla etkilerin kabul edilebilir seviyede kolaylıkla tutulabileceği değerlendirilmiştir.

7. DOĞU AKDENİZ’DE KEŞFEDİLMİŞ ENERJİ KAYNAKLARININ TÜRKİYE ÜZERİNDEN AVRUPA’YA AKTARILMASINA YÖNELİK GÜZERGÂH PLANLAMASI

Enerji kaynaklarının keşif sürecinin tamamlanmasının ardından bir sonraki adım, kaynak transfer aşamasının hangi yol ile yapılacağını planlamasıdır. Doğu Akdeniz’de bulunan enerji kaynaklarının nakil süreci için planlanan boru hattı projeleri hakkında beşinci kısımda detaylı bilgiler verilmiştir. Bu kısımda, halihazırda İsrail deniz alanı içerisinde keşfi sağlanan ve 2013 yılından bu yana İsrail’in gaz çıkarmaya başladığı sahalardan elde edilecek doğalgazın, en uygun boru hattıyla Türkiye üzerinden Avrupa’ya aktarılma sürecine değinilecektir.

7.1 Güzergâh Koridoruna Etki Eden Nitel Öncüller

Yaklaşık 10 yıl önce keşifleri sağlanan Leviathan ve Tamar sahaları, İsrail açısından hem enerji bağımlılığı hem de ekonomik anlamda büyük öneme sahiptir. Buradan elde edilen gazlar, şu aşamada LNG taşımacılığı ile yakın bölgelere sevk edilmesi yanı sıra denizaltı boru hattıyla Ashdod kıyısına kadar ulaştırılarak tüketime kazandırılmaktadır. Bu sahaların ortalama rezerv değerleri sırasıyla; 550 ve 250 bcm’dir (Davis, 2019). Bu gaz potansiyeli ile beraber ithalatçı pozisyonundan ihracatçı konumuna yerleşen İsrail’in açıklarında yer alan gaz sahalarına ilişkin harita Şekil 7-1’de sunulmuştur.

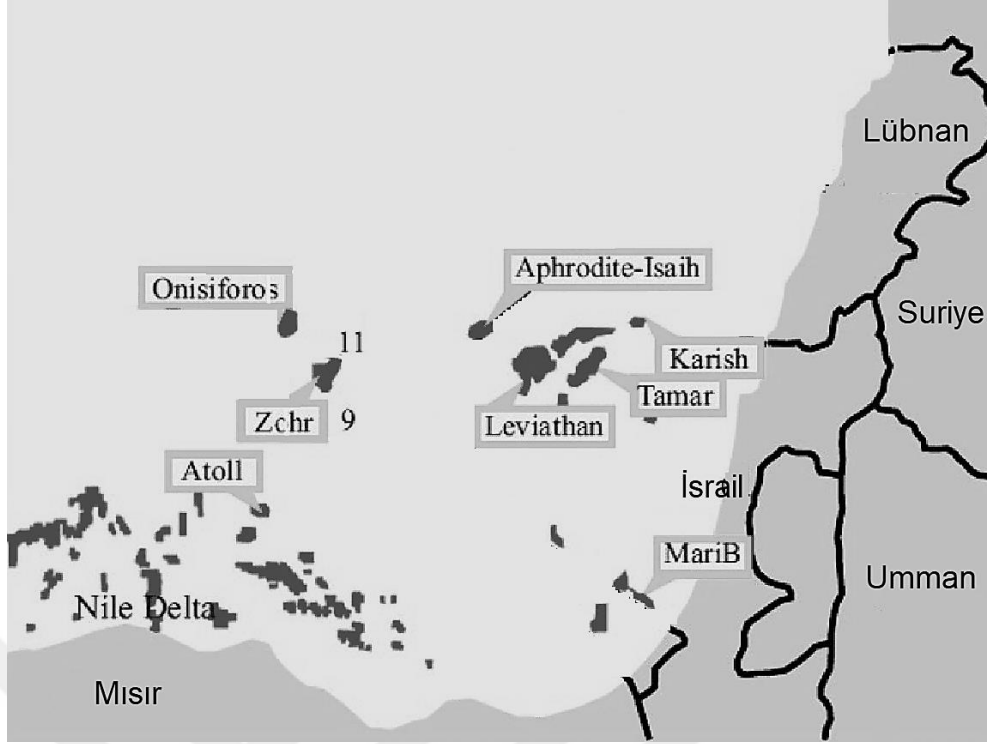


Şekil 7-1: “İsrail Açıklarında Yer Alan Gaz Sahaları ve Boru Hattı” (Davis, 2019)

Bunun yanında Mısır deniz alanında bulunan, yaklaşık 900 bcm rezerve sahip ve 2015 yılında keşfi sağlanan Zohr isimli saha, 2017 yılı sonunda İtalyan firması tarafından üretim aşamasına dahil edilip LNG terminallerine taşınarak Mısır piyasasına katkı sağlamaktadır. Kıbrıs adasına yakın bölgede bulunan saha, bölgesel ortaklıklar ve boru hatlarının inşa süreci açısından önemli bir konumda yer almaktadır (The Economist, 2017).

Bir diğer saha ise, İsrail deniz alanında yer alan Afrodite sahasıdır. Rezerv bakımından yaklaşık 95 bcm kapasiteye sahip bir saha olmakla beraber yaklaşık 2 bin metre derinlikteki gaz kalitesinin istenilen kalitede olmaması mali açıdan zorluklar içermektedir. Üretim kısmı için ilk aşamada 2024 yılına kadar Mısır'da yer alan LNG terminallerinin kullanılması üzerine değerlendirmelerde bulunulduğu bilgisi literatürde yer almaktadır (Henderson, 2013). Bu gaz sahalarını da içine alan harita Şekil 7-2'de yer almaktadır.

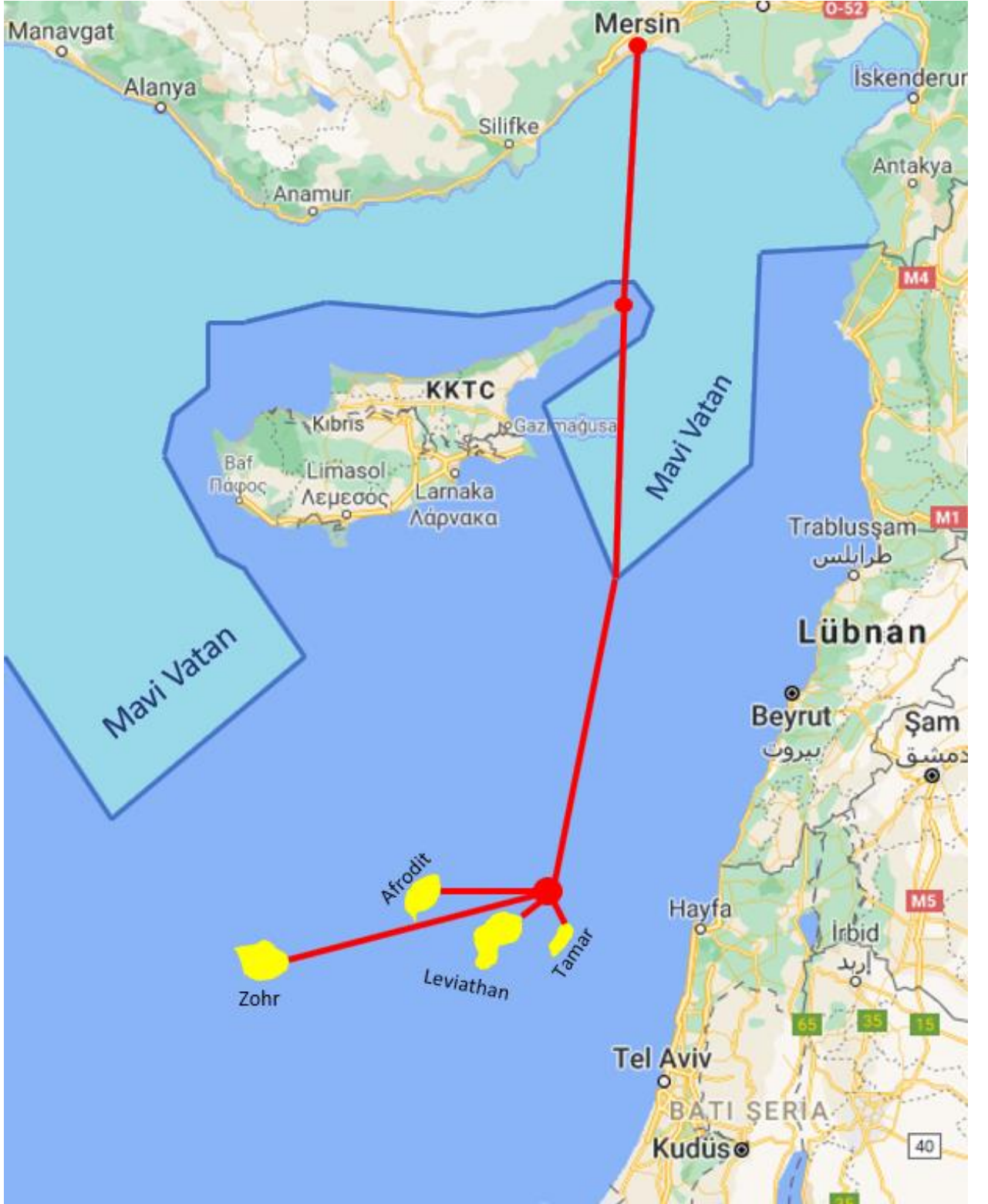




Şekil 7-2: “İsrail ve Mısır Açıklarında Yer Alan Gaz Sahaları” (Prontera, 2018).

Günümüze kadar gelen keşiflerde ve üretim safhasına ulaşabilmiş gaz sahalarında görüldüğü üzere, şu aşamada İsrail’in kendi gaz sahasından ülkesine ulaştırdığı hat dışında herhangi bir boru hattı bulunmamaktadır. Stratejik süreçte belirli ortakların dahil olduğu East-Med projesi, maliyet ve inşaa süreci açısından tatmin edici bir pozisyonda bulunmadığı şeklinde yorumlanabilir. Şu ana kadar Doğu Akdeniz genelinde yaklaşık 3000 bcm gazın keşfedildiği ve tahmin edilen toplam rezervin ise yaklaşık 4,2 katrilyon (qcm) olduğu göz önüne alındığında (Ruble, 2017), ilerleyen süreçte yeni sahalarla yönelik keşiflerin ve bir süre sonra tek başına yeterli gelmeyecek olan LNG terminallerinin yanında ihtiyaca binaen boru hattı inşasının gündeme gelmesi beklenen bir durumdur.

Beşinci kısımda gittikçe daralan bir perspektifle çeşitli boru hattı projeleri incelenerek, bölgesel anlamda kurulabilme imkânı iyi seviyede olan ortaklıklar düşünülerek, en az düzeyde olumsuz çevresel faktörlerin oluşmasını sağlayarak ve ekonomik sürdürülebilirlik yönünden değerlendirilerek yeni bir güzergâh planı oluşturulmuştur. Bahse konu proje Şekil 7-3’te sunulmuştur.



Şekil 7-3: “Mısır-İsrail-Lübnan-KKTC-Türkiye Boru Hattı Projesi”

Proje güzergahında yer alan ülkelerin belirlenmesinde öncelikle Türkiye ile olan ilişkiler; geçmiş, günümüz ve geleceğe yönelik olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonrası ise projenin teknik altyapısı ele alınarak en verimli güzergâh ortaya konmuştur.

Bölgede yer alan Leivathan ve Tamar sahalarında keşfedilen rezerve eşit kaynağa sahip olan Zohr sahası (Carlson, 2016) Türkiye-Mısır ilişkileri ile ilintili olarak gelecekte enerji üzerine ortaklığın kurulabilmesiyle, güzergâhı planlanan projeye kolaylıkla dahil edilebilir. Bundan dolayı, halihazırda planlanan projenin ekonomik olarak uygulanabilirlik derecesi yükseliş göstermektedir.

Türkiye-İsrail ilişkileri incelendiğinde, belirli zamanlarda ortaya çıkan olumsuzluklar ticari adımlara yansımamıştır (Sınmaz, 2020). İki ülke arasında 2010 yılında Mavi Marmara olayına rağmen, ertesi yılki ticari verilere bakıldığında ithalat oranı yaklaşık %50 bandında yukarı yön izlemiştir (Sariaslan, 2019). Her ne kadar İsrail günümüzde Doğu Akdeniz'i kapsayan diğer çeşitli projeler üzerinde çalışmalara katılsa da mali ve sürdürülebilirlik açısından uygulanabilme aşamasının olası görünmediği değerlendirilmektedir. İsrail gazının olabildiğince avantajlı şekilde Türkiye üzerinden, halihazırda var olan sistemlere entegre edilerek Avrupa'ya ulaştırılması hedeflenmiştir. İsrail'in bu pozisyonda kazan-kazan temelinde Türkiye rotasını seçmesi, kendisi başta olmak üzere her iki ülke açısından en avantajlı seçeneği sunmaktadır.

Türkiye-Lübnan ilişkileri, boru hattının Lübnan deniz alanından geçmesinde olumlu katkılar sunacaktır. Ayrıca Lübnan bölgesinde yaklaşık 90.000 bcm gibi oldukça yüksek bir gaz rezervinin olduğu tahmini, projenin gelecekte ek bağlantılar ile Mısır'da olabileceği gibi güçlendirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Fattouh ve El-Katiri, 2015). Projenin sağlıklı ilerleyebilmesi adına boru hattının bir diğer geçiş güzergâhını barındıran İsrail-Lübnan ilişkisine odaklanıldığında, İsrail'in ekonomik anlamda projeleri değerlendirebilmesi ve anlaşma sağlanabilmesi için Türkiye'nin de arabulucu olarak görüşmeler yapabilmesi pozitif göstergeleri işaret etmektedir. Nitekim TANAP boru hattı projesindeki gibi bağlantı rolü üstlenecek olan Lübnan'a, belirlenen her m³ düzeyinde gaz aktarımı için transit geçiş ücreti ödenerek veya hat inşa sürecine ekonomik katkı muafiyeti gibi seçenekler sunularak anlaşma sağlanabilmesi muhtemel görünmektedir.

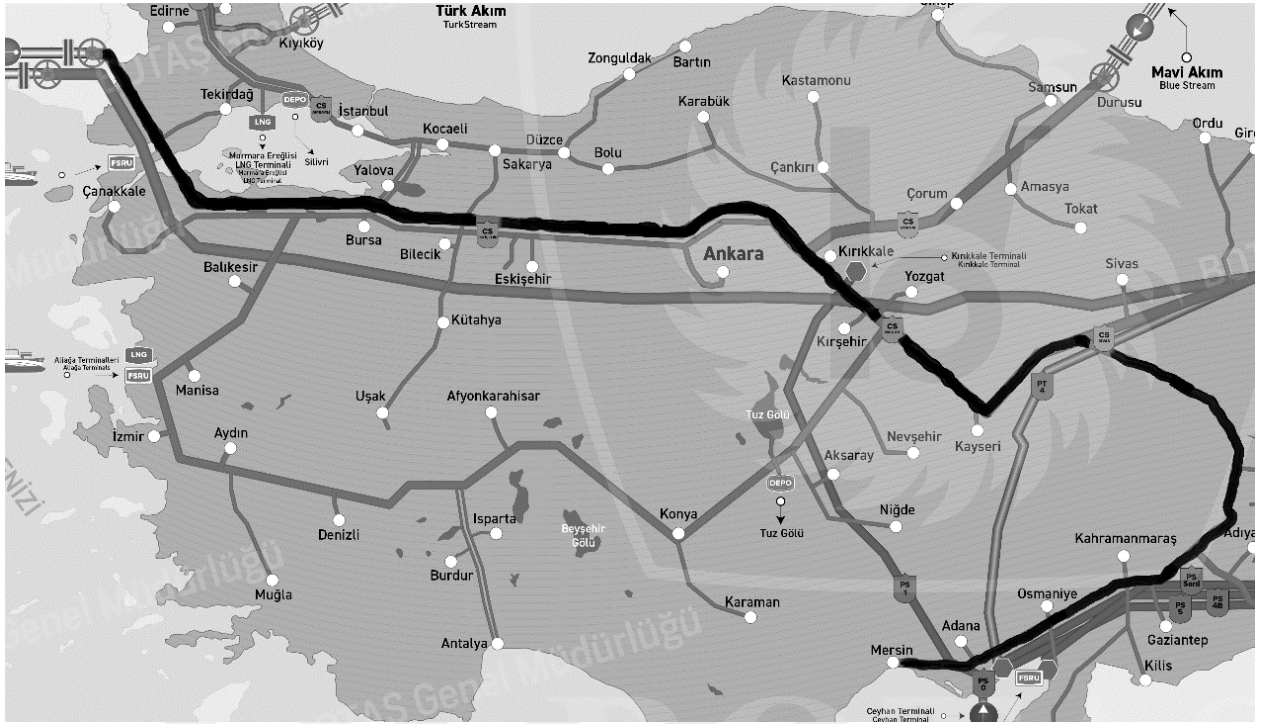
Projede yer alan boru hattının Suriye deniz alanından geçmemesiyle, gaz akışının yeterli basınçlandırma ile sorunsuz devam edebilmesi adına Kompresör İstasyonu'nun (CS) bir tanesi de KKTC'nin kuzeyine kurulması değerlendirilmektedir. Suriye'nin halihazırda içinde bulunduğu durum ve sahasının kullanılması durumunda da boru hattı mesafesine sadece 15 km'lik avantaj sağlayabilmesi, tercih edilebilirliğini neredeyse sıfıra indirmektedir.

İsrail ve Mısır gazının Türkiye üzerinden güzergâhlanmaması için şu ana kadar İtalya'nın desteği olmadan sadece onay aşamasına kadar ulaşabilen proje East-Med'dir (Seckin, 2020). Beşinci kısımda projeye dair ayrıntılı bilgi verilerek ekonomik ve çevresel anlamda yapılan değerlendirme sonucunda uygun olmadığı kanaatine varılmıştır. Bu projenin uygulama aşamasına geçebilmesi için desteğine mutlak suretle ihtiyaç duyulan İtalya, East-Med üzerinden gazın Avrupa'ya ulaşması adına Yunanistan-İtalya hattını birbirine entegre etmesi planlanan Poseidon Boru Hattı inşasını onaylamayacağını bildirmiştir. (Fonte ve Jewkes, 2019). Teze konu olan projede, CS ihtiyacı açısından gerekli istasyonun bir tanesinin KKTC kuzeyinde kurulması neticesinde, planlanan boru hattı uzunluğunun, East-Med projesine benzer olarak Kıbrıs adasının güneyinden bağlantı olmadan sadece 18 km uzadığı belirlenmiştir.

7.2 Güzergâh Koridoruna Etki Eden Nicel Öncüller

Tez kapsamındaki proje güzergâhında yer alan boru hattı ve istasyonlara yönelik teknik detayları içeren nicel bilgilere burada değinilmiştir. Bu aşamada, lokasyon seçiminden ekonomik göstergelere kadar çok sayıda nicel veriye odaklanılmıştır.

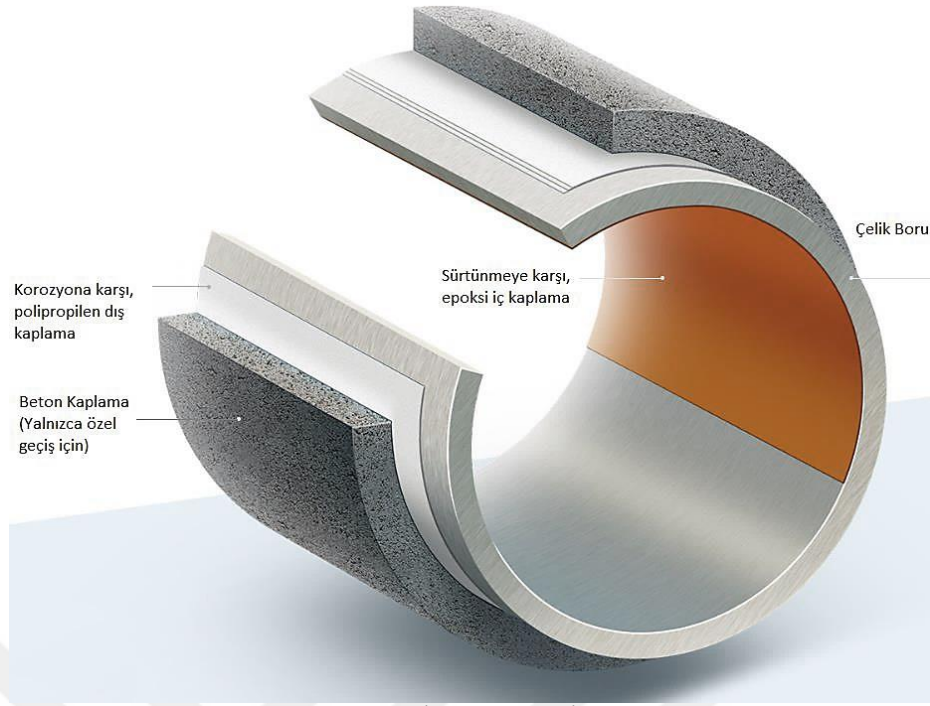
Denizaltı boru hattı planlamasında uzunluk 500 km olarak belirlenmiştir. Mersin sonrası hattın devamı, Şekil 7-4'te yer alan haritada görüleceği üzere Doğu Anadolu Doğalgaz Boru Hattı'na (DADBH) bağlanarak, Ankara-Edirne bölümünün de tamamlanmasıyla ülkenin batı sınırına kadar ulaştırılacaktır (BOTAŞ, 2019). Türkiye içinde halihazırda yer alan bu hattan yararlanarak, ek boru hattı inşa sürecine ihtiyaç duyulmaksızın ekonomik olarak ciddi kârlılık elde edilmiş olacaktır. Nitekim ülkeler, farklı devletlerden bağlantısı olsa dahi kendi sınırları içerisinde yer alan boru hattı kısımlarını yine kendileri inşa edip işletmesini devraldıklarında bu projedeki gibi ek bağlantı oluşturma süreçlerinde herhangi bir sorun yaşamamaktadırlar. Güzergâh üzerinde, Mersin ve Dipkarpaz bölgelerine yerleştirilmek üzere 2 adet CS kurulması planlanmaktadır. Türkiye'de mevcut DADBH kapsamında projeyi ilgilendiren rota üzerinde halihazırda 3 adet CS olması da yine hem ekonomik hem de zaman olarak katkı sunmaktadır.



Şekil 7-4: “Proje Devamında Yararlanılacak Doğu Anadolu Doğalgaz Boru Hattı”

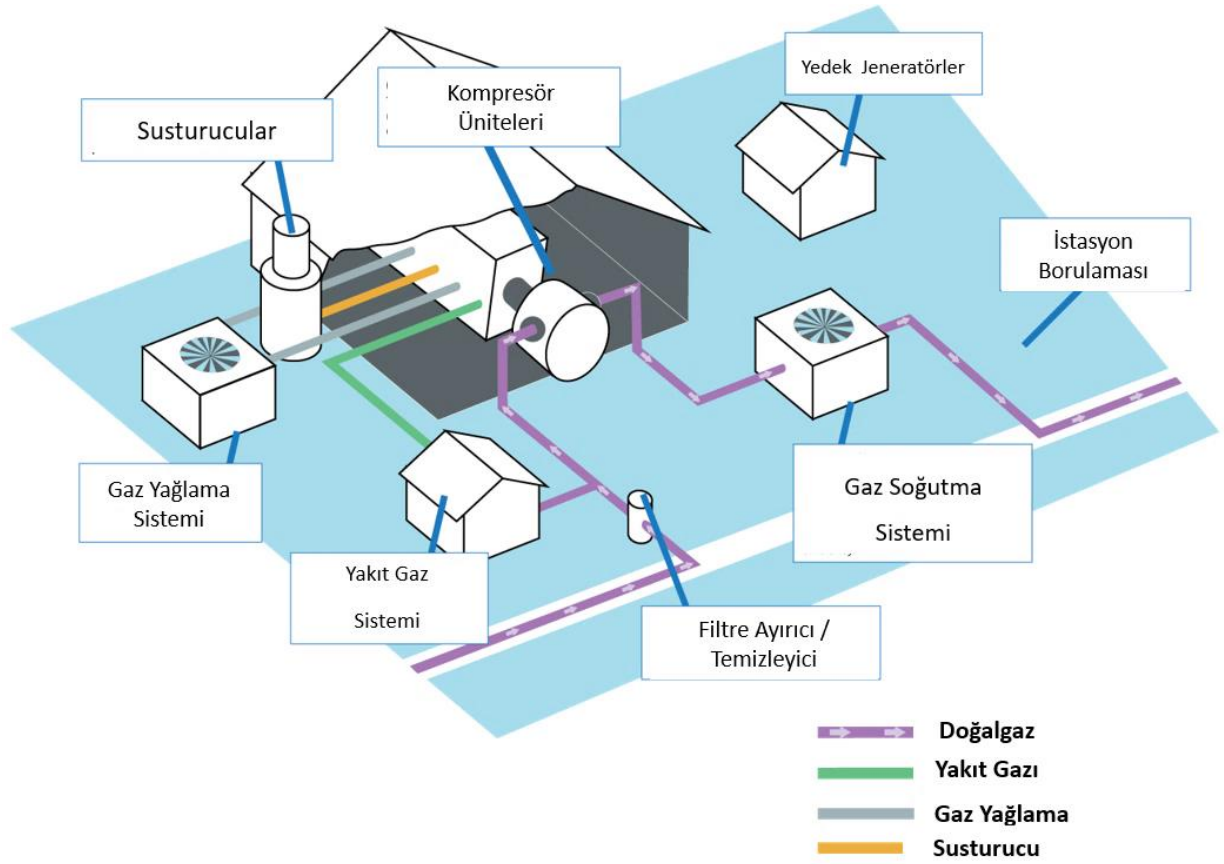
Karaya ulaşılacak ilk nokta olarak Dipkarpaz bölgesinin seçilmesinde birtakım nedenler vardır. Bunlar, topoğrafik olarak yükselti değerinin Mersin ile eşit olması, yerleşim sakinliği ile birlikte güney hatta en uzak lokasyon olması yönüyle daha güvenli bir bölge imajı olarak söylenebilir. Bununla birlikte, eğer daha güneyde bir noktadan boru hattının karaya çıkarılması durumu oluşursa Mersin’e ve devamına gazın ulaştırılabilmesi için bu bölgenin CS istasyonu olarak kullanılabileceği değerlendirilmektedir. Türkiye bağlantısının Mersin olarak seçilmesindeki nedenler; Ticari altyapısının köklü dinamikler içermesi, son zamanlarda hızla gelişen, istatistiksel verilere göre başat bir uluslararası limana sahipliği ve bu bölgede geniş hinterland imkânı ile gelecekte inovatif anlamda hub konum, depolama, aktarım ve lojistik bütünleştirme potansiyeli bulundurması şeklinde sıralanmaktadır.

Günümüzde boru hatları; Şekil 7-5’de görüldüğü gibi X-70 karbon özlü çelik, devamlılık oluşturabilen gaz kayıplarının engellenmesi için epoksi içeren pürüzlük seviyesi az olan kaplama ve borunun dışarıda kalan kısımlarının korozyon etkilerine karşı dirençli olabilmesi adına polipropilen malzeme içermektedir (Turkstream, 2019).



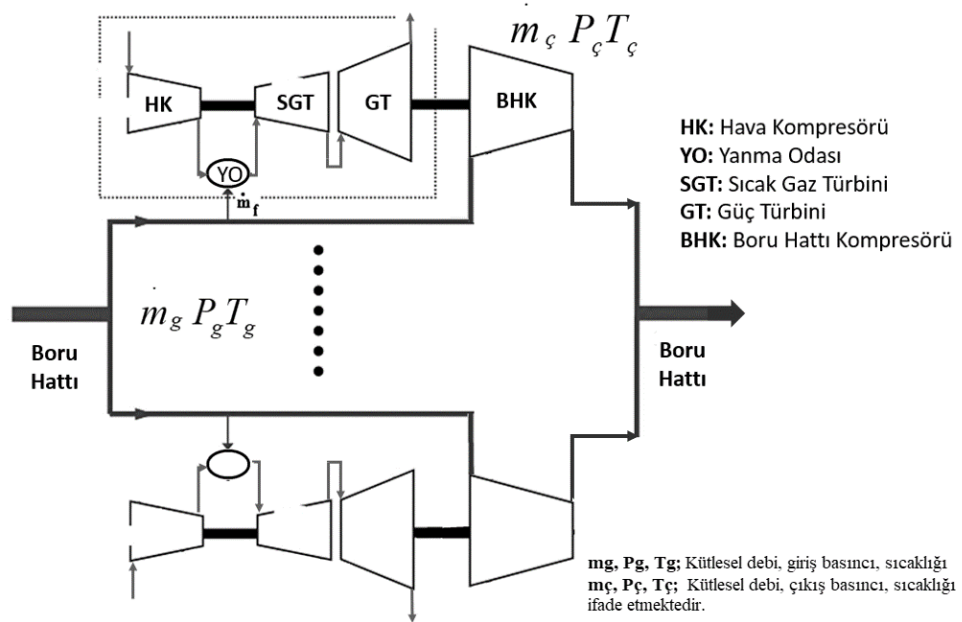
Şekil 7-5: “Çelik Boru İncelemesine İlişkin Görsel”

Kompresörler, hat içindeki akışın basınç kayıplarını karşılayarak kayıpsız devam edebilmesi adına yüksekten alçağa doğru rakım farkının çok olduğu yerler haricinde gerekli basınçlandırmanın oluşturulması için bir ihtiyaç duyulan parçadır. CS içerisinde yer alan üniteler karşılıklı bağlantılara sahiptir. Basınçlandırma sonrası sıkışma yaşanan gazda sıcaklık yükselişe geçer. Artış fazla seviyede ise gazın tekrar hat içerisine verilmeden önce sıcaklığının yeterli düzeye düşürülmüş olması gerekmektedir. Her 7 barlık bir sıkıştırmada yaklaşık 8 derece sıcaklık artışı oluşmaktadır. Artış gösteren sıcaklık farkı ise kapalı bir soğutma devresi ile düşürülmektedir (Messersmith, 2015). Sistem, aktifken yararlandığı enerjiyi hat içerisinden aktarılan gaz yoluyla sağlar. Sıkıştırma ve soğutmayı da içeren bütün sisteme ilişkin görsel Şekil 7-6’da verilmiştir.



Şekil 7-6: “Kompresör İstasyonu (CS) Şeması” (Yürekli, 2019).

Akış durumunda olan gaz için sıkıştırma seviyesinin yüksek olması gereken durumlarda kompresör birimleri Şekil 7-7’de görüleceği üzere paralel ayrılmış gaz akışı üzerinde karşılıklı bağlanır.

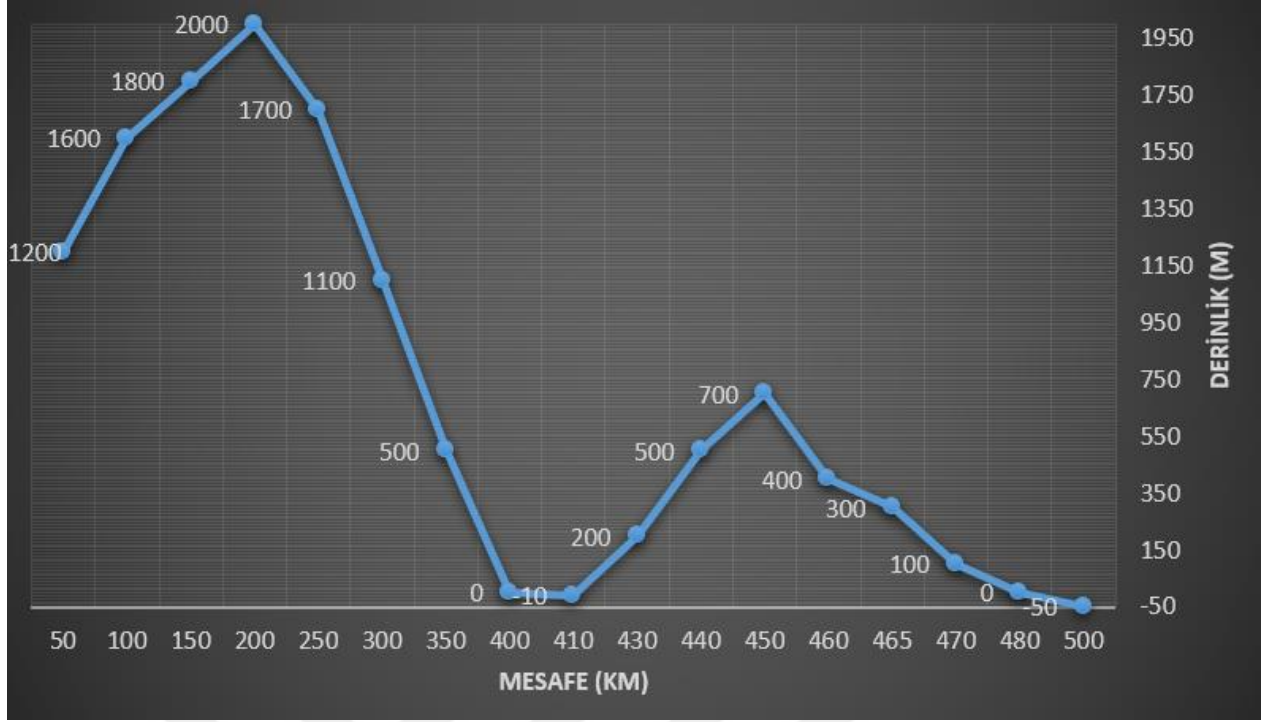


Şekil 7-7: “CS Ünitesinde Akış Diyagramı” (Yürekli, 2019).

Proje dahilinde kullanılması uygun görülen boru hattına dair; çapı, ortalama iç basıncı, ürün sınıfı, dış kaplaması, ısı depolama seviyesi, duvar kalınlığı, yoğunluğu, en fazla maruz kalınabilecek iç basıncı ve yıllık ile günlük bazda gaz akışı değerleri Tablo 7-1’de verilmiştir (Kumar vd, 2016; Gerwick, 2007; Pipeline Safety Trust, 2015; JFE Steel Corporation, 2003; Mediterranean Energy Regulators, 2017).

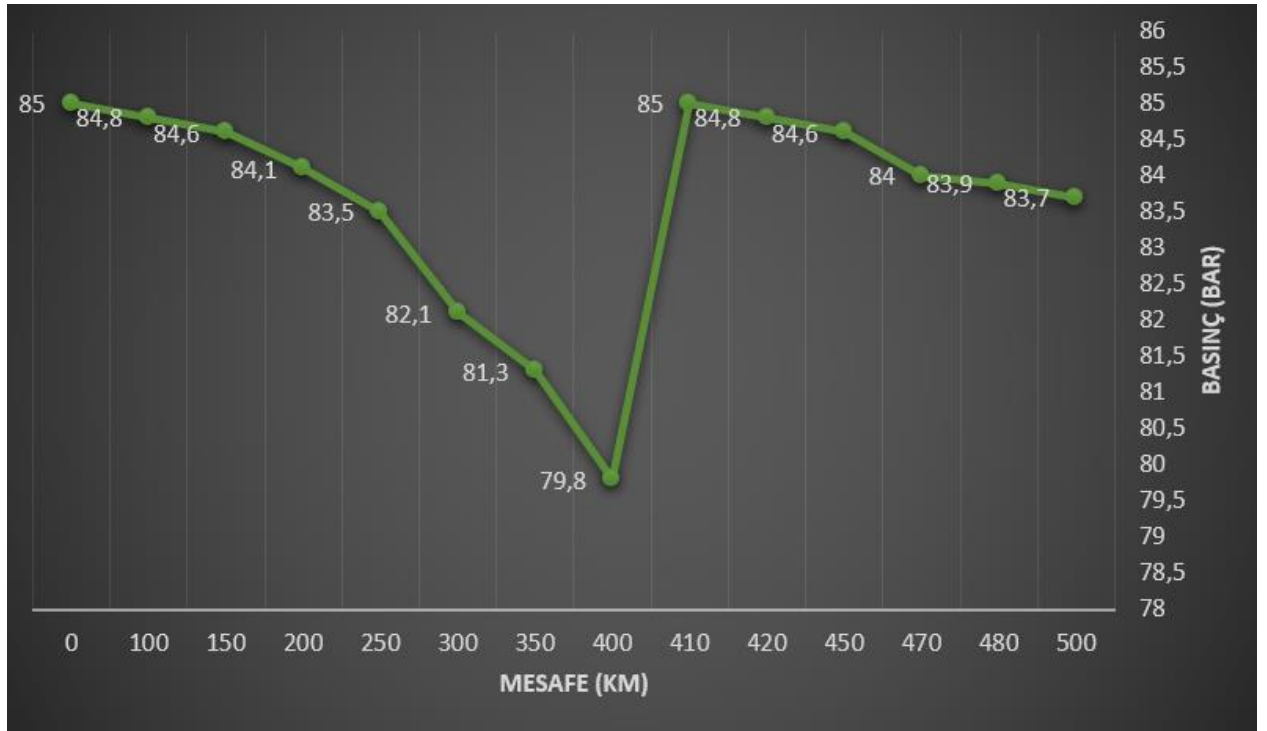
Tablo 7-1: “Boru Hattı Malzeme ve Özelliklere İlişkin Veriler”

Veriler	Malzeme ve Hususları
30.0 Mpa	Azami İç Basıncı
82.4 bar	Ortalama İç Basıncı
350.0 J/Kg °C	Isı Birikimi
2.5 mm	Dış Çevreleme
L485	Çelik Türü
26.0"	Çap
7850.0 kg/m ³	Yoğunluk
0,0000198 bcm/d	Günlük Transfer
7.2 bcm/a	Yıllık Transfer
25.4 mm	Duvar Genişliği



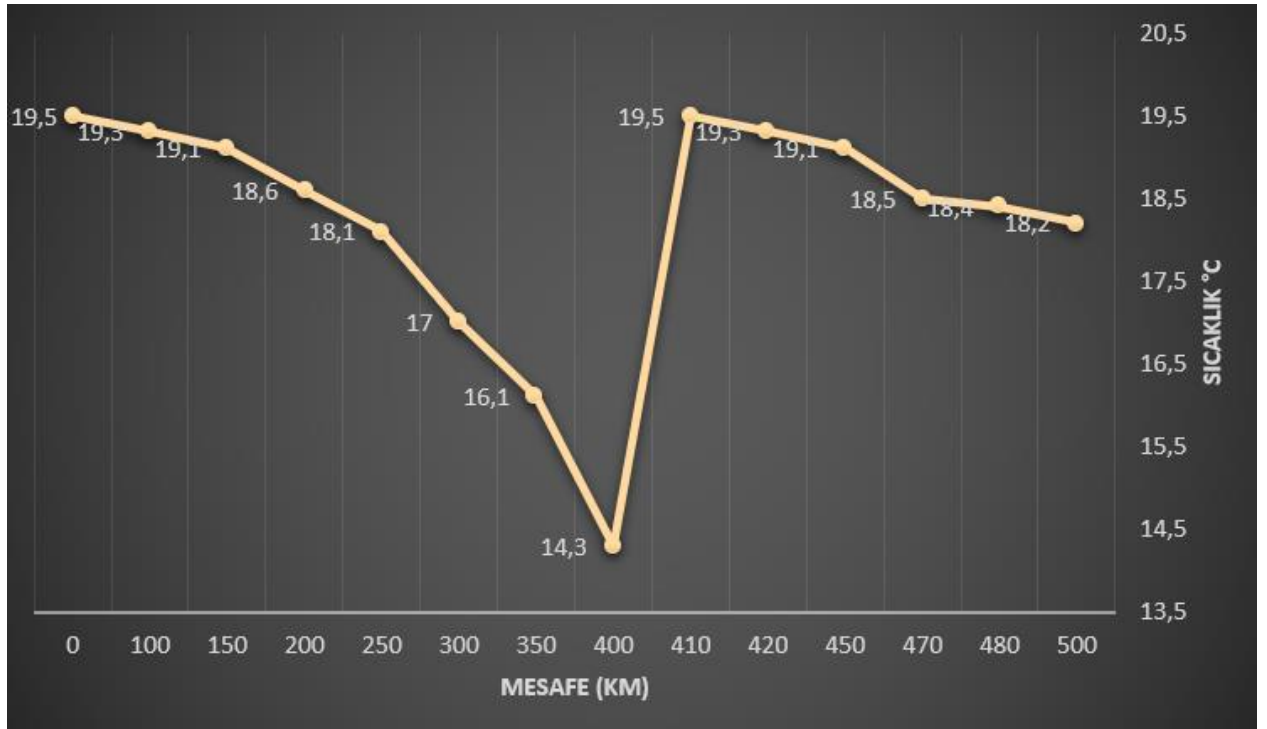
Şekil 7-8: “Boru Hattı Rotası Üzerinde Yer Alan Derinlikler”

Şekil 7-8’de yer verilen, toplam uzunluğu 500 km olan güzergâh üzerinde tespit edilen yaklaşık derinlikler; gaz sahası kaynak çevresinde 1200 m’den başlayarak Lübnan paraleline kadar 2000 m’ye, bu noktadan Dipkarbaz’a kadar düzenli azalış göstererek CS istasyonu bölgesinde 50 m rakıma ulaşılmıştır. Buradan Mersin’e direkt hat boyunca derinlik önce 700 m’ye ulaşmış, akabinde yine derinleşme yaparak kara noktasında çıktığında rakım 10 m olarak ölçülmüştür. Derinlik farkı, boru hattının çevresinde farklı basınçlar görülmesine neden olsa da iç basıncın; uygun materyal ve CS basınçlandırması ile birlikte gerekli seviye aralıklarında kalacağı görülmektedir.



Şekil 7-9: “Boru Hattı İç Basıncında Yaşanan Değişimler”

Çalışmanın genel kapsamı açısından basınç değerleri önemli bir yere sahiptir. Sıcaklık, sürtünme, kalış süresi gibi diğer etmenlerle beraber bulunduğu ortamın incelenmesi koşuluyla, güzergâh boyunca oluşacak kayıplar hakkında fikir sahibi olmaya ciddi katkı sağlamaktadır. Çalışma kapsamında Dipkarpaz ve Mersin konumlarına, her biri 68 MW gücünde 2 adet CS istasyonu kurulması planlanmaktadır. Eğer kompresörlerin, eş pozisyonda çalışabilecek şekilde çiftlenmesi durumunda ihtiyaç duyulacak MW gücü de yarı yarıya azalacaktır. Gazda yeterli basınçlandırmanın yapılabilmesi adına, basınç ve sıcaklığın birlikte olumsuz etkilediği pistonlu kompresörler yerine rotor dinamiği ve yine sıcaklığın etkilediği santrifüj kompresörler tercih edilmiştir. Hat üzerinden geçmesi planlanan günlük 0,0000198 bcm gaz akışı için CS ünitelerinin sağlaması gereken; rpm değeri 5400, emme basıncı 80 bar ve en fazla hava sıcaklığı +30/-40 °C’dir (Subero ve Sun, 2005). Basınç değerlerinin grafize edildiği Şekil 7-9’da; boru hattının genel özellikleri, kaynaktan elde edilecek ortalama yıllık akış, derinlik, CS gücü ve sayısı gibi etmenler değerlendirilerek ortalama basınç 82,4 bar olarak belirlenmiştir. Deniz kısmındaki CS istasyonunun, Dipkarpaz noktasına konuşlandırılması planlandığından, basınçlandırmanın 85 barı sağlayacak şekilde yapılmasının gereksinimleri karşılayacağı değerlendirilmiştir. Basınç verilerinin, derinliklerle korelasyon ilişkisi içerisinde hareket momentumu yakaladığı görülmektedir (Menon, 2014; Mokhatab, 2009).



Şekil 7-10: “Boru Hattı Gaz Akışında Yaşanan Sıcaklık Değişimleri”

Boru hattı yoluyla iletimi sağlanacak gazın çevrim içerisindeki ilk sıcaklığı, yine bulunduğu dış ortam sıcaklığına paralel olarak değerlendirilmektedir. Akışkanın izleyeceği yol süresince sürekli basınçlandırma sağlanamayacağından dolayı CS ünitesine ulaşan kadar basınç kaybıyla beraber sıcaklık kaybı da gerçekleşmiş olur. Yine aynı basınç örneğinde olduğu gibi CS noktalarında yeterli seviyede basınçlandırma işlemi sonrasında basınçla birlikte sıcaklık artışı da yaşanır. Üniteler yardımıyla tekrar sıcaklık dengelemesi olduktan sonra, gaz transferi sırasında ilk olarak boru içerisindeki sıcaklık dış ortam ile eşitlenir (Deniz, 2014). Devamında herhangi bir basınç artışı gerçekleşmediğinde termodinamik dengeye ulaşılır, gazda genleşme sürer ve sıcaklıkta azalış kaydedilir. Özetle, statik basınçta düşüş gerçekleştiğinde sıcaklık da bu korelasyon ilişkisi ile azalış trendinde kalmaya devam eder (Katz, 1942). Ek olarak, gaz ne kadar düşük sıcaklıkta tanışırırsa ortaya çıkan ürün kaybı da o kadar azalır. Şekil 7-10’da görüleceği üzere, Doğu Akdeniz havzasında yıllık ortalama deniz suyu sıcaklığı 19,5 °C (+/-1,5°C) olduğundan dolayı gazın sisteme giriş sıcaklığı da buna yakın seyredecektir (Shaltout ve Omstedt, 2014). Basınç grafiğiyle benzer izdüşümü takip eden veriler, doğru bir korelasyon ilişkisi olduğunu göstermektedir. Gaz akışındaki ortalama sıcaklık 16,9°C olarak saptanmıştır.

8. TARTIŞMA ve SONUÇ

Gerçekleştirilen bu çalışma ile teknik analiz ve incelemeler yapılmış, Doğu Akdeniz havzasındaki enerji kaynakları irdelenerek transfer edilmesi düşünülen doğalgaz ile illiyet bağı kurulmuş ve günümüzde projelerin hayata geçebilmesi adına önemli basamaklardan birini oluşturan çevre ülkelerle ilişkiler konjonktüründe gerçekçi bir geçiş güzergâhı oluşturarak fonksiyonelliği başarılı sonuçlar ortaya konmuştur.

Literatür araştırması sırasında 30'a yakın konu ve 300'den fazla kaynak taranarak, çalışma sonunda elde edilecek çıktının güçlü bir konumda olması amaçlanmıştır. Literatür içerisindeki kapsam daraltılarak, bu çalışmaya katkı oranının en yüksek sunulabileceği araştırmalara odaklanılmıştır. Böylelikle konuya hakimiyet artırılarak çalışmanın gayesi üzerine daha doğru tespitler elde edilmiştir.

İdeal belirlenmelerin oluşmasıyla, tez ana hatlarının nedensellik anlamında herhangi bir uyumsuzluk içermemesi için ilk olarak Doğu Akdeniz'de yer alan tüm enerji kaynakları incelenmiştir. Fosil kaynaklardan yenilenebilir enerji kaynaklarına dair çok sayıda enerji türünün araştırılması sonucunda, her ne kadar bilimsel anlamda fosil yakıtların rezerv gerçeği olsa da üzerinde çalışılan tezin Türkiye ile Avrupa'yı kapsadığı hesaba katıldığında ve ayrıca rezervleri incelenen fosil kaynakların; çevresel olması, rezerv bolluğu, kârlılık oranı ve kısa sürede uygulama gibi ciddi avantajları ortaya çıkarıldığında, doğalgaz iletiminin seçilmesine karar kılınmıştır.

Çalışma kapsamında enerji transferinin aktarılacağı Türkiye'nin liman durumları ve gemi güvenliği hakkında bilgiler değerlendirilmiştir. 11 Eylül saldırıları sonrası dünyada güvenlik üzerine hemen her alanda yeni düzenlemeler getirilerek iyileştirmeler sağlanmıştır. Bu çalışma ile alakalı hususta ise özellikle denizden sıvı yüklerin taşınması konusunda ve ilgili limanlarda bu yüklerin transferi ile depolanması sürecinde uygulanan güvenlik prosedürlerinde seviye hayli artırılmıştır. Bu hususlarla beraber çalışmaya dair kısımlarda güvenlik zaafiyetinin yaşanabileceği bir pozisyon gözlemlenmemiştir.

Doğalgaz aktarımının istasyonla buluşacağı en önemli nokta olan Mersin Limanı için lojistik imkanlarından güvenlik olanaklarına, hinterland alanından uğrak liman olma durumuna ve özellikle Türkiye'deki ekonomik pozisyonundan uluslararası entegrasyon seviyesine kadar çok sayıda ele alınması gereken alanlar araştırılmıştır. Bölgesel gücün yanı sıra Türkiye geneline kıyaslandığında dahi bu anlamda fırsatlar sunan liman, boru hattının denizden bitiş noktasını oluşturacak yer olarak seçilmiştir.

Ortaya konulması düşünülen bir proje öncesinde benzer örneklere bakılmasında yarar vardır. Bu noktada, tez konusunun sağlıklı şekilde oluşturulabilmesi için öncelikle Doğu Akdeniz’de doğalgaz iletiminin sağlandığı diğer boru hatları genel çerçevede incelenerek; boru hattına bağlantı yapabilecek ülkelerin belirlenmesi ve teknik verilerin ortaya konması gibi, proje geleceğinin şekillenmesi adına önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Projenin sağlıklı ilerleyebilmesi adına, araştırılan hatlar içerisinde TANAP örneğinin ayrıntılı olarak ele alınması ihtiyacı doğmuştur. Yapılan detaylı incelemeler sonrasında; yıllık ve günlük akış miktarının belirlenmesi, CS istasyon adet ve gücünün doğru tespiti, hat güzergahı yükselti farklılıklarının gaz akışına etkileri, bölgesel hat dışında bağlantılarla oluşturulacak devam niteliğinde olan ilişkili hatların bütünleşmesi ve iklim koşullarının hesaba katılması gerekliliği başlıklarının proje uyarlama sürecinde dikkate alınması sonucuna varılmıştır.

Her projede olduğu gibi burada da çevresel değerlendirme, kıstas içerici bir pozisyonda yer almaktadır. Bu alana odaklanıldığında, artan nüfus ve enerji ihtiyacı ile birlikte kaynak arama safhaları hızlanmıştır. İvme kazanan bu araştırmalar, kaynağa ulaşma süresini en aza indirme amacı taşımaktadır. Zaman olgusunun toplumların ihtiyacı ile karşılaştırılması sonucunda, bilimsel olarak daha çevreci olduğu tahmin edilen yenilenebilir enerji kaynaklarının, fosil yakıtlara kıyasla tercih edilebilir olmadığı görülmüştür. Fosil yakıtların; halihazırda rezerv problemi yaşamaması, hem kendi kimyasal yapıları hem de insan faktörü nedeniyle çevresel olumsuz etkilerinin ortaya çıkması, ürettiği gücün yenilenebilir kaynaklara oranla çok daha fazla olması ve toplumların yüzyıllardır devam eden oturmuş bir enerji düzeninden vazgeçmek istememesi nedeniyle uzun bir süre daha fosil yakıtların tercih edileceği düşünülmektedir.

Açık deniz platformları, kaynağa kavuşabilmek için birincil saha elemanı olarak görev almaktadırlar. Bunların ortaya çıkardığı PWF’ler çevresel anlamda riskler içermektedir. Arama işleminin yapıldığı alanda hidrokarbon türevlerinin ortama yayılmasından farklı derinlikteki türlerin diğer yaşam alanlarına geçişi gibi etkiler gözlemlenmiştir. Sondaj esnasında denize karışan kimyasallar, bazı canlılarda belirli bir yaşam döngüsü aralığında ve fırsatçı türlerde pozitif, bazı canlılarda da tamamen negatif etki yaratmıştır. Bu gibi diğer benzer sonuçların görülmesinden dolayı platformların çevresel tesirlerinin azaltılmasına yönelik tedbir ve geliştirmelerin uygulanması gerektiği önerilmektedir.

Platformların güvenliği, çalışan personelin değerinin yanı sıra çevresel önem açısından da yüksek seviyede olmak zorundadır. Güvenliğin tesis edilebilmesi için öncesinde risk değerlendirmesinin yapılması gerekmektedir. Literatürde gerçekleştirilen bir platform risk değerlendirmesinde BOP sistemlerinin tüm ünite için en önemli kısım olduğu görülmüştür. Bununla beraber, ünite yer alan düzenleyicilerden akümülatörlere kadar hemen her sistem için

yedek birimlerin bulunması risk derecesini azaltmıştır. Oluşan risklerin temel yapısında insan hatası ve denetim eksikliği saptandığından dolayı personelin ve yöneticilerin eğitim safhalarına daha fazla yatırım yapılarak sonucun iyileştirilmesi önerilmektedir.

Boru hattının güzergâhını belirleme aşamasında nitel ve konjonktürel açıdan bölgedeki ülkelerin deniz alanları ve kaynak yakınlıkları irdelenmiştir. Yüksek oranda potansiyel içeren Zohr sahası diğer rezerv noktalarına yakın olması nedeniyle gaz taşıma kapasitesine pozitif anlamda katkı sağlayacaktır. Ayrıca güzergâh üzerinde mevcut bazı deniz alanı anlaşmazlıkların ekonomik ilişkilerle çözülebilecek durumda olması da projeye dair bir diğer olumlu etki olarak görülmektedir.

Planlanan güzergâh, benzer amacı güden East-Med projesine kıyasla; mesafe, maliyet ve uygulanabilirlik yönünden avantajlar barındırmaktadır. Bununla birlikte, Türkiye üzerinden Avrupa'ya devam edecek güzergâhın çevresinde benzer boru hatlarının olması nedeniyle gelecekte bağlantı oluşturabilme imkânı bulunduğundan dolayı tercih edileceği değerlendirilmektedir.

9. KAYNAKLAR

- ABLABEKOVA, A. (2008) İktisadi Etkinlik Açısından Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Fosil Yakıtlar ile Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- ABU EL-ELLA, R. (2009) Maturation History of Neogenequaternary Sediments, Nile Delta Basin, Egypt. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, V. 74, No. 1, P. 77–84.
- ADERINTO, T.; H. LI (2018) Ocean Wave Energy Converters: Status and Challenges. Energies. MDPI AG.
- AĞCA, F. (2010) AB'nin Güvenlik ve Savunma Politikası ve Türkiye'nin Konumu. Papatya Yayıncılık, İstanbul. ISBN: 9786054220212.
- AKGÜL, B.; P. BOLAT (2019) Doğu Akdeniz Deniz Güvenlik Endeksi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı, Deniz Ulaştırma Mühendisliği Programı, Yüksek Lisans Tezi.
- AKIN, M. (2010) Deniz Dalga Enerjisi ve Türkiye.
- AKSOY, A. (2016) Doğu Akdeniz Enerji Rekabeti. Araştırma 23 Ortadoğu. ss. 13
- ALAYAT, M.; Y. KASSEM, H. CAMUR (2018) Bir Rüzgâr Üretimi Kaynağı Olarak Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Değerlendirilmesi: Kuzey Kıbrıs'ta Seçilmiş Sekiz Konum Örneği. Enerjiler, 11.
- AMINEH, M.P.; W. CRIJNS (2014) Rethinking EU Energy Security, Taking into Account Past Trends and Future Prospects. Global Development and Technology Perspectives, 13 (5–6), 757–825.
- ANDOURA, S.; D. KORANYI (2014) Energy in The Eastern Mediterranean: Promise or Peril, Joint Report by The Egmont Institute And The Atlantic Council, Egmont Paper 65, Belgium: Academia Press, ISBN 9789038223766.
- ANTONİOLI, F. ve diğerleri (2015) Akdeniz'de Gelgit Çentikleri: Kapsamlı Bir Analiz. Kuaterner Bilim İncelemeleri, 119, 66-84.

- APODACA, A.; J. GREENSFELDER (2019) Pipeline or Pipe Dream: The Potential of Peace Pipelines as a Solution to Fragmentation and Energy Insecurity in the European Union, Claremont-UC Undergraduate Research Conference on the European.
- ARESTI, L.; P. CHRISTODOULIDES, G. FLORIDES (2020) A Review of The Design Aspects of Ground Heat Exchangers. Renewable And Sustainable Energy Reviews 92, 757-773.
- ARINGHOFF, R.; G. BRAKMANN, S. TESKE (2005) Using Heat from the Sun to Combat Climate Change Concentrated Solar Thermal Power Energy. Amsterdam.
- ARMAOĞLU, F. (2014) 20. Yüzyıl Siyasi Tarihi (1914-1995). İstanbul: Timaş Tarih Yayıncılık. ISBN: 978-605-08-1413-2.
- ARNOLD, Z. ve diğerleri (2017) Qualitative Fault Tree Analysis of Blowout Preventer Control System for Real Time Availability Monitoring. Açık Deniz Platformları Teknolojisi Konferansı, Teksas, ABD.
- ASSAF, J.; B. SHABANI (2019) A Novel Hybrid Renewable Solar Energy Solution for Continuous Heat and Power Supply to Standalone-Alone Applications with Ultimate Reliability and Cost Effectiveness, Renewable Energy, Volume 138, Pages 509-520, ISSN 0960-1481.
- ATUN, A. (2018) Küresel ve Bölgesel Nüfuz Mücadeleleri, Doğu Akdeniz ve Enerji Savaşı. ANKA strateji dergisi, sayı 9.
- BAGWELL, M. (2010) Pipeline Transportation in the 70s, Transportation Engineering Journal of Asce, Vol. 99, No.1.
- BAKAGIANNI, A. (2019) Trans Adriatic Pipeline (TAP), A Critical Energy Infrastructure Investment.
- BAUL, T. K.; D. DATTA, A. ALAM (2018) Comparative Study on Household Level Energy Consumption and Related Emissions from Renewable (Biomass) and Non-Renewable Energy Sources in Bangladesh, Energy Policy, Volume 114, Pages 598-608, ISSN 0301-4215.
- BAYRAÇ, H. (2018) Uluslararası Doğalgaz Piyasasının Ekonomik Yapısı ve Uygulanan Politikalar. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, C. 13, S. 3, 13 – 36.

- BECKMAN, R. (2009) The 1988 SUA Convention and 2005 SUA Protocol: Tools to Combat Piracy, Armed Robbery and Maritime Terrorism, Lloyd's MIU Handbook of Maritime Security.
- BLACK, K. P. ve diğerleri (1994) Environmental Implications of Offshore Oil and Gas Development in Australia Production Activities, Australian Petroleum Exploration Association (APEA), Energy Research and Development Corporation (ERDC), 344–385.
- BLOOM, A; V. KOTRONI, K. LAGOUVARDOS (2008) Climate Change Impact of Wind Energy Availability in The Eastern Mediterranean Using The Regional Climate Model PRECIS. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 8, 1249–1257.
- BONCOURT, M. (2013) Offshore Gas in East Mediterranean: from Myth to Reality, Ifri Center for Energy and Contemporary Turkey Program, Institut Francais Des Relations Internationales. Paris, France. ISBN: 978-2-36567-157-6, Pp.8-39.
- Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (2013) Tuz Gölü Doğal Gaz Yeraltı Depolama Projesi Çevre Yönetim Planı. Çınar Mühendislik Müşavirlik A.Ş.
- Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (2017) Tuz Gölü Yeraltı Doğal Gaz Depolama Tesisi Kapasite Artışı Projesi. Çınar Mühendislik Müşavirlik A.Ş.
- Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (2019) Doğal Gaz ve Petrol Boru Hatları Haritası.
- Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (2020a) Marmara Ereğlisi LNG Terminali.
- Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (2020b) FSRU, Hatay.
- BOWLUS, J. (2017) A Crude Marriage: Iraq, Turkey, And The Kirkuk-Ceyhan Oil Pipeline, Middle Eastern Studies.
- BRENDEHAUG, J. ve diğerleri (1992) Toxicity Testing and Chemical Characterization of Produced Water a Preliminary Study, Produced Water: Technological/Environmental Issues and Solutions, Ray, J.P., Engelhardt, F.R. (Ed.), Plenum Press, New York, 245-256.

- BREUER, E. ve diğerleri (2004) Drill Cutting Accumulations in The Northern And Central North Sea: A Review of Environmental Interactions and Chemical Fate. Marine Pollution Bulletin 48 (2004) 12–25.
- British Petroleum (2016) Statistical Review of World Energy, Eurostat, and International Energy Agency Data.
- British Petroleum (2018) BP Statistical Review of World Energy.
- British Petroleum (2019) BP Statistical Review of World Energy.
- BRØRS, B. (1999) Numerical Modeling of Flow and Scour at Pipelines. J. Hydraul. Eng. ASCE 125, 511–523.
- BRYZA, M. (2016) U.S. Interests in The Eastern Mediterranean: Geopolitics Trump Control of Energy Resources.
- BURNS, K.A. ve diğerleri (1999) Dispersion and Fate of Produced Formation Water Constituents in an Australian Northwest Shelf Shallow Water Ecosystem, Marine Pollution Bulletin, 38, 593–603.
- CAI, B. ve diğerleri (2012) Performance Evaluation of Subsea Blowout Preventer Systems with Common-Cause Failures: Journal of Petroleum Science and Engineering, Cilt 90, Sayfa: 18-25, Elsevier.
- CARLILE, A. (2007) The Definition of Terrorism, U.K. Parliament, London.
- CARLSON, S. (2016) Pivoting Energy Relations in The Eastern Mediterranean, Volume 15, Number 1.
- CAROLIN, L. (2008) Privatising the Fight Against Pirates and Terrorism, Working Paper.
- CARPENTER, A.; A. KOSTIANOY (2018) Oil Pollution in the Mediterranean Sea: Part II: National Case Studies (The Handbook of Environmental Chemistry (84) Edition.: Springer, UK. pp. 300.
- Cascading Style Sheets (2018) South Caucasus Pipeline Expansion (SCPX), CSS LLC, Azerbaijan.

- CHAUVEL, A. (2007) What is ISPS Code? Bureau Veritas- DNS/DCO, France.
- CHEMODANOV, A. ve diğeri (2017) Net Birincil Verimlilik, Biyoyakıt Üretimi ve CO2 Emisyonlarını Azaltma Potansiyeli Ulva Sp. Doğu Akdeniz'in Bir Kıyı Bölgesinde (Chlorophyta) Biyokütlesi. Enerji Dönüşümü Ve Yönetimi, 148, 1497-1507.
- CHLOMOUDIS, C.; A. KARALIS, A. PALLIS (2003) Port Reorganisations and Worlds of Production Theory, European Journal of Transport and Infrastructure Research, 3(1).
- CHOW, J. (2013) Energy Resources and Global Development, Science 302, 1528.
- CLAUSER, C.; M. EWERT (2018) The Renewables Cost Challenge: Levelized Cost of Geothermal Electric Energy Compared to Other Sources of Primary Energy-Review and Case Study, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 82, Part 3, Pages 3683-3693, ISSN 1364-0321.
- COHEN, G. (2019) Natural Gas Import and Export Routes in South-East Europe and Turkey.
- COLOMBO, S.; N. SARTORI (2016) The Osce's Contribution to Energy Governance in the Mediterranean Region. Istituto Affari Internazionali (IAI), Roma. ISBN, 9788898650903, 10-66.
- CORDES, E. ve diğeri (2016) Environmental Impacts of The Deep-Water Oil and Gas Industry: A Review to Guide Management Strategies. Front Environ Sci.
- COVEN, T. (2019) Leviathan Partners Considering LNG Facility Offshore Israel.
- CROPSEY, S.; E. BROWN (2014) Energy: The West's Strategic Opportunity in The Eastern Mediterranean , Hudson Institute.
- CROWDER, L.; E. NORSE (2008) "Basic Ecological Insights for Marine Ecosystem-Based Management and Marine Spatial Planning", Marine Policy 32:773.
- ÇAĞLAR, V.; S. ESMER, Z. ORAL (2015) Türkiye'nin Dış Ticaret Hedeflerinin Yeni Liman Yatırımlarına Etkisi, İzmir.
- DAAN, R. ve diğeri (1996) Environmental Effects of a Discharge of Drill Cuttings Contaminated with Ester-Based Drilling Muds in The North Sea, Environmental Toxicology and Chemistry, 15 (10), 1709–1722.

- DAAN, R.; M. MULDER (1994) Long-Term Effects of OBM Cutting Discharges in the Sandy Erosion Area of the Dutch Continental Shelf, NIOZ-Rapport 1994-10, Netherlands Institute for Sea Research, North Sea Directorate, Rijswijk, The Netherlands.
- DARBOUCHE, H.; B. FOTTAUH (2012) East Mediterranean Gas : What Kind of a Game-Changer, The Oxford Institute for Energy Studies, NG.71, Dec.2012, ISBN: 9781907555640 , pp.1-22.
- DAVIS, C. (2019) Natural Gas Volume Commitments Doubled from Leviathan, Tamar Fields Offshore Israel, NGI The Weekly Gas Market Report.
- DAVIES, J.M.; P.F. KINGSTON (1992) Sources of Environmental Disturbance Associated with Offshore Oil and Gas Developments in Cairns, W.J. (Ed.), North Sea Oil and the Environment. Developing Oil and Gas Resources, Environmental Impacts and Responses. Elsevier, London, 417–440.
- DE MICCO, P. (2014) The Prospect of Eastern Mediterranean Gas Production: an Alternative Energy Supplier for the EU Directorate-General for External Policies Policy Department Expo.
- DEDEKOCA, E. (2017) Crisis Management in US-China Relations. ANKASAM | Uluslararası Kriz ve Siyaset Araştırmaları Dergisi, (3) ,141-168.
- DEMİR, S. (2012) Küresel Güvenlik Ortamının Analizi; Riskler, Aktörler, Beklentiler, Tedbirler, Türk Dış Politikasında Güvenlik Arayışları, Mehmet Seyfettin Erol ve Ertan Efeğil (der.). Barış Platin Yayınları, Ankara, s. 37.
- DEMİRHAN, A.E.; S.D. YAKAN (2019) Açık Deniz Petrol Endüstrisinin Ekotoksikolojik Etkileri İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, Gemi Ve Deniz Teknolojisi Mühendisliği Bölümü.
- DEMPSEY, J. (2013) Victory for Russia as the EU's Nabucco Gas Project Collapses.
- Deniz Ticaret Odası (2019) İstanbul, Marmara, Ege, Akdeniz ve Karadeniz (İMEAK) Denizcilik Sektör Raporu, İstanbul.
- DENİZ, Ö. (2014) Doğal Gaz Basınç Düşürme İstasyonlarından Elektrik Üretiminin Çorlu-Kayseri ve Yalova RMS-A İstasyonları İçin İncelenmesi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Denizcilik ve Global Stratejiler Merkezi (2020) Doğu Akdeniz'deki Hidrokarbon Rezervleri Türkiye'nin 572 Yıllık İhtiyacını Karşılıyor, Bahçeşehir Üniversitesi.
- DOLSON, J. ve diğerleri (2001) Twenty-First Century Egypt: Oil Potential in Offshore Trends. *Geoarabia*, 6 (2), 211-230.
- DRAPER, S. ve diğerleri (2016) Scour Below a Subsea Pipeline in Time Varying Flow Conditions. *Appl. Ocean Res.* 55, 151–162.
- DRÆGEBØ, E. (2014) Reliability Analysis of Blowout Preventer Systems. Yüksek Lisans Tezi, Norwegian University of Science and Technology.
- DUDA, D.; T. SZUBRYCHT (2009) The Somali Piracy New or Old Challenge for International Community, Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, CRC Press, London.
- Ege Gaz (2020) Ege Gaz Aliğa LNG Terminali.
- EL SAYED, N. (1998) The Gulf Tanker War: Iran and Iraq's Maritime Swordplay, Macmillan Yayınları, Londra.
- EL-KATIRI, L.; B. FATTOUH (2014) The East Mediterranean: The Middle East's Last Hydrocarbon Frontier. Joint Report by the Egmont Institute and the Atlantic Council pp. 9-14
- EMEKLİER, B.; ERGÜL, N. (2010) Petrolün Uluslararası İlişkilerdeki Yeri: Jeopolitik Teoriler ve Petropolitik. *Bilge Stratejisi*, Cilt. 2 Sayı. 3, Sayfa. 59-86.
- Enerji Enstitüsü (2018) Türkiye Doğalgaz Boru Hatları.
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (2018) Petrol Piyasası 2018 yılı Sektör Raporu, T.C. EPDK Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı Ankara.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2019) Güneydoğu'da Petrol, Trakya'da Gaz Süreçlerine İlişkin Gelişmeler.
- ERDOĞAN, S. (2015) Enerji Arz Güvenliği Bağlamında Türkiye'de Enerji Politikaları. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Bilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.

- ERNST & YOUNG (2016) Ocean Energies, Moving Towards Competitiveness: A Market Overview.
- ESIA. (2017) Integrations Annex-3, Replies to the Observations from the Public.
- ESMER, S. (2011) Liman İşletmelerinde Hizmet Pazarlaması: Pazarlama İletişimi, Ankara.
- Etki Liman (2020) FSRU, Aliğa.
- European Commission Annex (2000) Annex 1, Technical Background Document-Security of Energy Supply, (Summary), Green Paper, COM (769).
- European Commission Annex (2006) Annex to the Green Paper: A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy, What is at Stake-Background Document”, (COM 105 final), Brussels, SEC, 317/2.
- European Commission Directive (2015) Energy Sectors and the Implementation of the Maritime Spatial Planning Directive. P: 10.2771/32703.
- European Commission Project Report (2007) Energy Corridors: European Union and Neighbouring Countries, Project Report, Directorate-General for Research, Directorate Energy.
- European Commission Report (2018) Opinion on The Public Health Impacts and Risks Resulting from Onshore Oil and Gas Exploration and Exploitation in the EU. Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks Scheer.
- European Union Directive (2007) EC of the European Parliament and of the Council of Establishing a Spatial Information Infrastructure (INSPIRE) in the European Community. Official Journal of the European Union, 50, 1–14.
- FATTOUH, B.; L. EL-KATIRI, (2015) Lebanon: The Next Eastern Mediterranean Gas Producer, Foreign and Security Policy Paper Series.
- FERNANDEZ, H. ve diğerleri (2017) Estudio De Paulownia Spp. Como Concivo Forestal De Rotacion Corta Fines Energeeticos En Condiciones Mediterraneas. Madera Bosques .23 (3), 15-27.

- FOKAIDES, A. ve diğerleri (2014) Promoting Wind Energy in Isolated Energy Systems: Orites Wind Farm Example. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 16 (3), 477-488.
- FONTE, G.; S. JEWKES (2019) Italy Opposes Poseidon Gas Pipeline Landfall, *The Reuters*.
- FRATIANNI, C. ve diğerleri (2015) Mediterranean RR. (Version 1), E.U. Copernicus Marine Service Information.
- FUJIMORI, T. (2014) Pollution Distribution of Heavy Metals in Surface Soil at an Informal Electronic-Waste Recycling Site, *Environ Geochem Health* (2014) 36:159–168.
- FURFARI, S. (2014) Protecting the Mediterranean Sea’s Environment, Thanks to Gas. Joint Report by The Egmont Institute and the Atlantic Council pp. 85-92
- GARDOSH, M. (2018) Levant Basin Hydrocarbon Potential and Future Development. Tel Aviv, pp. 13.
- GARDOSH, M. ve diğerleri (2006) The Levant Basin Offshore Israel: Stratigraphy, Structure, Tectonic Evolution and Implications for Hydrocarbon Exploration. Report Prepared for the Petroleum Commissioner, Ministry of Infrastructure, 119.
- GEORGIOU, A.; H. POLATIDIS, D. HARALAMBOPOULOS (2012) Evaluation and Development of Wind Energy Resources: Decision Analysis for Field Evaluation and Implementation. *Energy Sources, Part A: Recovery, Use, and Environmental Impacts*, 34 (19), 1759-1767.
- GERWICK, B.C. (2007) Construction of Marine and Offshore Structures. CRC Press, New York, 795 p.
- GEZDUR, A.; J. BHATTACHARJYA (2017) Digitization in the Oil and Gas Industry: Challenges and Opportunities for Supply Chain Partners. p. 97–103.
- GIPROSPETZGAS (2011) Complex Engineering Surveys at the Phase “Design Documentation” within the Framework of the “South Stream” Gas Pipeline Marine Sector Project Implementation. Technical Documentation Volume 5: Environmental Survey and Archaeological Studies. Part 3 Environmental Survey, The Turkish sector. Book 3: Technical Report, and Book 4 Technical Appendices.

- GODZIMIRSKI, M. (2018) The Foreign Dimension of EU Energy Policy: The Case of the Southern Gas Corridor, EU Leadership in Energy and Environmental Governance.
- GONÇALVES A. (2017) Sousa Fire in the Mediterranean Region: A Case Study on Forest Fires in Portugal. doi: 10.5772/Intechopen.69410.
- GONZALEZ DE VEGA, S.; J. DE LAS HERAS, D. MOYA (2016) Resilience of Mediterranean Terrestrial Ecosystems and Fire Severity in Semi Areas: Responses of Aleppo Pine Forests in the Short, Mid and Long Term, Science of the Total Environment, 573:1171-1177.
- GOREN, N. ve diğerleri (2018) The Eastern Mediterranean: New Dynamics and Potential for Cooperation, Joint Policy Study Published by the European Institute of the Mediterranean, ISSN: 2462-4500.
- GORMLEY, A.; S. POLLARD, S. ROCKS (2011) Guidelines for Environmental Risk Assessment and Management. Defra, London.
- GÖZÜGÜZELLİ, E. (2018) Güney Kıbrıs Rum Yönetimi'nin Doğu Akdeniz'de Deniz Alanlarını Belirleme Stratejisi ve Hukukî Rejim. Ed H. Çomak ve B. Ş. Şeker. Akdeniz Jeopolitiği. ss. 250-266
- GRANDIC, S. ve diğerleri (2009) Hydrocarbon Opportunities in the East Adriatic Slope Area of Croatia's Offshore Region. Nafta (Zagreb), 50 (2), 51-73.
- GRAY, N. ve diğerleri (2010) Yeraltı Ortamlarında Petrol Hidrokarbonlarının Metanojenik Bozulması: İyileştirme, Ağır Yağ Oluşumu ve Enerji Geri Kazanımı, Applied Microbiology Advances (Cilt. 72, s. 137-161). Academic Press Inc.
- GRIFFETT, T. (2005) The Impact of ISPS Compliance on Shipowners, Australian Shipowners Association, Melbourne, Australia.
- GRIGGS, M. B. (2015) A New Energy Plant in Hawaii Generates Power from Ocean Temperature Extremes, Popular Science.
- GULEC, I. (1994) Evaluation of Toxicity of Drilling Fluids and Their Impact on Marine Environment, M. Eng. Thesis, University of New South Wales.

- HADJIMITSIS, D. ve diğerleri (2016) Maritime Spatial Planning, *Open Geosciences*, 8(1), 653–661.
- HARTLEY, J.P. (1996) Environmental Monitoring of Offshore Oil and Gas Drilling Discharges, a Caution on the Use of Barium as a Tracer, *Marine Pollution Bulletin*, 32 (10), 727–733.
- HARTWELL, S.I. ve diğerleri (1998) Integrated Measures of Ambient Toxicity and Fish Community Diversity in Chesapeake Bay Tributaries, *Ecotoxicology*, 7 (1), 19–35.
- HASANOV F. (2016) Economic and Strategic Expectations from Trans Anatolian Natural Gas Pipeline Project.
- HENDERSON, S. (2013) Natural Gas Export Options for Israel, *Mediterranean Paper Series*, The German Marshall Fund of the United States.
- HENDERSON, S. B. ve diğerleri (1999) Potential Impact of Production Chemicals on The Toxicity of Produced Water Discharges from North Sea Oil Platforms, *Marine Pollution Bulletin*, 38 (12), 1141–1151.a.
- HIKMATA, S. A. (2019) Ketahanan Energi Gas Alam Pasca Konstruksi trans-Anatolian Pipeline (TANAP) Dalam perekonomian Turki.
- HINWOOD, J.B. ve diğerleri (1994) Environmental Implications of Offshore Oil and Gas Development in Australia-Drilling Activities. Australian Petroleum Exploration Association (APEA), Energy Research and Development Corporation (ERDC), 123–206.
- HOLDWAY, D.A. (2002) The Acute and Chronic Effects of Wastes Associated with Offshore Oil and Gas Production on Temperate and Tropical Marine Ecological Processes. *Marine Pollution Bulletin* 44 -185–203.
- HOLDWAY, D.A.; S.E. BRENNAN, J.T. AHOKAS (1995) Short Review of Selected Fish Biomarkers of Xenobiotic Exposure with an Example Using Fish Hepatic Mixed-Function Oxidase, *Australian Journal of Ecology*, 20, 34–44.
- HOLLING, C. (2001) Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems*, 4(5), pp. 390-405.

- HOUGHTON, J.P. ve diğeri (1981) Fate and Effects of Drilling Fluids and Cuttings Discharges in Lower Cook Inlet, Alaska, and an Georges Bank. Dames and Moore Report.
- HUDGINS, C. (1994) Chemical Use in North Sea Oil and Gas E&P, Journal of Petroleum Technology, 67–75. IAEA, 1990. The Environmental Behaviour of Radium. IAEA Technical Report Series No. 310. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- INOUE, S. (2002) Toward the New Framework of Port Industry for the 21st Century, International Association of Ports and Harbors.
- International Energy Agency (2017) International Energy Outlook.
- International Finance Corporation (IFC) (2012) Performance Standard 1: Assessment and Management of Environmental and Social Risks and Impacts.
- International Maritime Organization (2002) Safety of Life At Sea, SOLAS.
- International Oil Daily (2012) Nicosia Evaluates Natgas Import Bids, Energy Intel.
- International Renewable Energy Agency (2016) Global Trends in Renewable Energy Finance, Frankfurt School-UNEP Centre/Bloomberg New Energy Finance.
- International Renewable Energy Agency (2017) Global Trends in Renewable Energy, Investment Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF.
- International Ship and Port Facility Security Code (2003) International Maritime Organization Publications, Northampton, UK.
- İLKAN, M.; E. ERDİL, F. EGELİOĞLU (2005) Kuzey Kıbrıs'ta Yük Eğrisini Değiştirmeye Alternatif Olarak Yenilenebilir Enerji Kaynakları. Enerji, 30 (5), 555-572.
- JANUARİLHAM, Y. (2012) Analysis Of Component Criticality In The Blowout Preventer. Yüksek Lisans Tezi, University Of Stavanger.
- JFE Steel Corporation (2003) Speciality Pipe and Tubefor Boiler and Petrochemical Plant.
- JOHNSON, K.; A. ROSS, E. ZEMENIDES (2015) Natural Gas in the Eastern Mediterranean: The Coal and Steel of the 21st Century, The Chicago Council on Global Affairs-Emerging Leaders Perspectives, Printed in the United States of America, pp.6-13.

- JUDD, G. (2019) Understanding the Israel-Lebanon Maritime Border Dispute, Oil&Gas Developments in the Eastern Mediterranean, TEKMOR.
- KAHVECİ, H. (2017) Eastern Mediterranean Hydrocarbons: Regional Potential, Challenges Ahead, and the ‘Hydrocarbon-İzation’ of the Situation. *Perceptions*, Vol. 22, Num. 2-3, pp. 31-56.
- KAKIŞIM, C. (2019) Enerji Krizlerinin Etkisiyle Şekillenen Avrupa Birliği’nin Enerji Politikası. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 10 (2), 460-472.
- KARATAŞ, S. (2015) Münhasır Ekonomik Bölge Üzerinde Üçüncü Devletlerin Hak ve Yetkileri. *Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 23(SUHFD), 79-110.
- KARBUZ, S. (2019) Doğu Akdeniz’de Ne Kadar Doğal Gaz Var?, *Bilkent Üniversitesi Enerji Politikaları Araştırma Merkezi, Bilkent Enerji Notları*.
- KATSIGIANNIS, A.; G. STAVRAKAKIS, C. PHARCONIDES (2013) The Effect of Wind Turbine Classes on Electricity Generation of Wind Farms. *Energy Conference Proceedings*, 1-6.
- KATZ, D.L. (1942) Density of Natural Gases, *AIME*, s. 140-149.
- KAVGACI, A.; Ç. TAVŞANOĞLU (2010) Akdeniz Tipi Ekosistemlerde Yangın Sonrası Vejetasyon Dinamiği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 2, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 149-166*.
- KEDİKLİ, U.; Ö. ÇARAĞAN (2017) Enerji Alanında Bir Rekabet Sahası Olarak Doğu Akdeniz’in Önemi. *Sosyal Bilimler Metinleri*, Mersin.
- KEELEY, J. ve diğerleri (2012) *Fire in Mediterranean Ecosystems: Ecology, Evolution and Management*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 515
- KHAN, R.A. (1995) Histopathology in Winter Flounder, *Pleuronectes Mericanus*, Following Chronic Exposure to Crude Oil, *Bulletin of Environmental Toxicology*, 54, 297-301.
- KHANMOHAMMADI, S. ve diğerleri (2020) Proposal of A Novel Integrated Ocean Thermal Energy Conversion System with Flat Plate Solar Collectors and Thermoelectric

- Generators: Energy, Exergy and Environmental Analyses. Journal of Cleaner Production, 256.
- KIRSCHBAUM, M. ve diğeri (2010) Evaluation of Undiscovered Oil and Gas Resources of The Nile Delta Basin Region, Eastern Mediterranean: US Geological Research Information Form 2010-3027, 4 P.
- KORONEOS, C.; P. FOKAIDIS, N. MOUSSIOPOULOS (2005) Kıbrıs adası Enerji Sistemi ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı. Enerji, 30 (10), 1889–1901.
- KOSTIANOY, A.; A. CARPENTER (2018) Oil and Gas Exploration and Production in the Mediterranean. Incoming Handbook of Environmental Chemistry (Vol. 83, Pp. 53-77). Springer Verlag.
- KOTRONI, V.; K. LAGOUVARDOS, D. LALAS (2001) The effect of Crete Island on the Etesian Winds over the Aegean Sea, Q. J. Roy. Meteor. Soc., 127.
- KRAEMER, D.; M. MCCORMICK (2019) Ocean Wave-Energy Conversion, in Encyclopedia of Ocean Sciences (Pp. 648–654). Elsevier.
- KUMAR, H. ve diğeri (2016) Modelling and Analysis of Subsea Pipeline, R.L. Jalapa İnstitute of Technology.
- KURT, E.; S. TAMÇELİK (2015) Changing Balances in Eastern Mediterranean: Hydrocarbon Policy of Egypt and Repercussions on Turkey. Uluslararası Avrasya Enerji Sorunları Sempozyumu pp. 445-462
- KÜÇÜKSEZGİN, F. ve diğeri (2016) Kıbrıs adasının Kuzey Kıyısı, Doğu Akdeniz'den Yüzey Çökeltilerindeki Organoklorin Bileşikleri: Düzeyler, Olası Kaynaklar ve Potansiyel Risk. Deniz Kirliliği Bülteni, 109 (1), 591-596.
- KWEKU, D. W. ve diğeri (2017) Greenhouse Effect: Greenhouse Gases and Their Impact on Global Warming Journal of Scientific Research & Reports 17(6): 1-9, 2017; Article no: JSRR.39630 ISSN: 2320-0227.
- LEAL, R. (2017) Energy Trade in The MENA Region: Looking Beyond the Pan-Arab Electricity Market.

- LIN, C.J.; W.W. WU (2008) A Causal Analytical Method for Group Decision-Making Under Fuzzy Environment. *Expert Systems with Applications*, 34(1), ss. 205-213, Elsevier.
- Lloyd's List (2004) ISPS Benefits Doubtful, German Tramp Owner, Berkenkopf, K., Germany.
- Lloyd's Marine Intelligence Unit (2017) Seasearcher, Evaluation.
- MADRIGAL, J.; I. FERNANDEZ, C. HERNANDO (2017) Does Harvesting Forest Biomass for Energy Reduce Fire Hazard in The Mediterranean Basin?, a Case Study in the Caroig Massif (Eastern Spain). *Eur J Forest Res* 136, 13-26.
- Maestrale Project (2018) BE Potential Opportunities about Blue Growth in the MED Area Report.
- MARLOW, P.; A. CASACA (2003) Measuring Lean Ports, *International Journal of Transport Management*, Vol (1).
- MARTY, G.D. ve diğerleri (1997) Histopathology and Cytogenetic Evaluation of Pacific Herring Larvae Exposed to Petroleum Hydrocarbons in the Laboratory or in Prince William Sound, Alaska, after the Exxon Valdez Oil Spill, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54, 1846–1857.
- MARTY, G.D. ve diğerleri (1999) Histopathology of Adult Pacific herring in Prince William Sound, Alaska, after the Exxon Valdez Oil Spill. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56, 419–426.
- MAZAHARI, A.; D. EKWALL (2003) International Ship and Port Facility Security (ISPS) Code.
- MCNAUGHT, F. (2005) Effectiveness of the International Ship and Port Facility Security (ISPS) code in Geddes Papers.
- Mediterranean Energy Regulators (2017) Gas Infrastructure Map of the Mediterranean Region MEDREG.
- MEJIA, M. (2003) Maritime Gerrymandering: Dilemmas in Defining Piracy, Terrorism and other Acts of Maritime Violence, *Commercial Law*.
- MEJIA, M. (2005) An inquiry into the Application of the Recently Amended SUA/Rome Convention, 1988, Against Piratical Attacks At Sea.

- MENON, E.S. (2014) Transmission Pipeline Calculations and Simulations Manuel. New York, Gulf Professional Publishing.
- MEREY, S.; S. LONGINOS (2018) The Gas Hydrate Potential of the Eastern Mediterranean Basin. Bulletin of the Mineral Research and Exploration. Vol 160, Pp 117-134
- MERK, O.; O. BAGIS (2013) The Competitiveness of Global Port-Cities: the Case of Mersin-Turkey, OECD Regional Development Working Papers, OECD Publishing.
- MESSERSMITH, D. (2015) Understanding Natural Gas Compressor Stations., Pennsylvania State University.
- METAXAS, D.; A. BARTZOKAS (2008) Pressure Covariability over the Atlantic, Europe and N. Africa. Application: Centers of Action for Temperature, Winter Precipitation and Summer Winds. Theor, Appl. Climatol., 49, 9–18.
- MIT Energy Initiative (2011) The Future of Natural Gas: An Interdisciplinary MIT Study [E-Journal]. Cambridge, MA 02139-4307: MIT Energy Initiative; p. 170.
- Middle East Strategic Perspective (2017) FSRU Projects in the Eastern Mediterranean.
- MILLER, F. ve diğerleri (2010) Resilience and Vulnerability: Complementary or Conflicting Concepts Ecology and Society, 15(3), Pp.11-35.
- MITCHELL, G. (2020) Israel and Greece Sign Deal For East-Med Gas Pipeline.
- MOKHATAB, S. (2009) Fundamentals of Gas Pipeline Metering. Cilt 236, 1.
- MOLES, A. (1998) Sensitivity of Ten Aquatic Species to Long-Term Crude Oil Exposure, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 61, 102–107.
- NATHANSON, R.; H. WEISMAN, A. LOEWENTHAL (2013) Natural Gas in the Eastern Mediterranean Economic Impacts and Strategic Implication., Friedrich-Ebert-Stiftung and the Institute for National Security Studies, Assaf Ben-Ari, Tel Aviv. ISBN 9789657523254, pp.26-41.
- Natural Gas Cooperation (2019) Geopolitical Futures in the Eastern Med.

- NAZIR, M. S. ve diğ erleri (2019) Environmental Impact and Pollution-Related Challenges of Renewable Wind Energy Paradigm a Review Science of the Total Environment Volume 683, 15 September 2019, Pages 436-444
- NIKOLAIDIS, G. ve diğ erleri (2019) Akdeniz'de Mavi Enerji Potansiyeli Analizi. Enerji Araştırmalarında Sınırlar.
- OĞ ULU, E. (2017) Natural Gas in the Eastern Mediterranean: Means of Regional Integration or Disintegration. LAÜ Sosyal Bilimler Dergisi, pp. 35-49
- ORAL, E. ve diğ erleri (2012) Port Governance in Turkey, Devolution, Port Governance and Port Performance.
- ORAL, E.; M. PABUŞ CU, E. SULTANSU (2017) Türkiye ve Yakın Çevresindeki Limanların Karşılaştırılmalı Analizi, III. Ulusal Liman Kongresi Uluslararası Katılımlı.
- OSNIN, N. A. (2003) Maritime Security and The ISPS Code, Center for Ocean Law and Policy, Maritime Institute of Malaysia.
- ÖZAL, K. (2020) Alamut D., Tabi Gaz Projesi, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO, İnceleme Yazısı)
- ÖZDEN, Ö. (2019) Doğı Akdeniz Doğalgaz Kaynakları Ekonomik ve Jeopolitik Etkiler, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Sunum, Ç ankaya, Ankara, Türkiye.
- ÖZEK, M. K. (2020) Doğı Akdeniz’de Değışen Enerji Jeopolitiğı ve Türkiye. Güvenlik Stratejileri. Cilt 16, No 33 ss 1-51
- ÖZGEN, C. (2015) Rota: Deniz Kuvvetleri ve Enerji Güvenliğı, Gece Kitaplığı Yayınları, Ankara
- ÖZTÜRK, S.; Ö. KILIÇ (2018) Petrol Fiyatları ve İktisadi Büyüme: OECD Ülkeleri Üzerine Analiz. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C.11, Say. 2, sayfa. 138-149
- ÖZYURT, F. G.; M. F. TAYFUR (2007) Internationalization of Communication in Greater Eastern Mediterranean Region Turkey, Greece and Israel, Middle East Technical University , PhD Thesis.

- PAPADOPOULOS, I. ve diğeri (2016) Exploring the Cultural Aspects of Compassion in Nursing Care: A Comparative Study. *International Journal of Caring Sciences*, 9(2), 471–480.
- PEKER, H. S.; K. ÖZTÜRK, Y. ŞENSOY (2019) Doğu Akdeniz’de Deniz Yetki Alanları ve Enerji Kaynakları Çerçevesinde Türkiye’nin Enerji Güvenliği. *Güvenlik Bilimleri Dergisi*, 8(1), 85–106
- PETERS, G. ve diğeri (2017) Key Indicators to Track Current Progress and Future Ambition of the Paris Agreement. *Nat Clim Change* 7(2):118–22.
- PHILLIPS, C. ve diğeri (1998) Long-Term Changes in Sediment Barium Inventories Associated with Drilling-Related Discharges in the Santa Maria Basin, Ca/USA, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 17(9), 1653–1661.
- Pipeline Safety Trust (2015) Pipeline Basics and Specifics about Natural Gas Pipelines Pipeline Briefing Paper 2.
- PISACANE, G. ve diğeri (2018) Marine Energy Exploitation in the Mediterranean Region: Steps Forward and Challenges. *Frontiers in Energy Research*. Frontiers Media S.A.
- PLASMAN, C. (1998) The State of the Marine Environment of the North Sea and of the Baltic Sea: A Comparison in Relation to Dangerous Substances, *International Journal of Marine and Coastal Law*, 13 (3), 325–336.
- POGHOSYAN, B. (2018) Launch of the TANAP Pipeline: Implications for the South Caucasus-Georgia.
- PRONTERA, A. (2018) Offshore Petroleum Politics in the Eastern Mediterranean.
- PSARRA, S. (2014) Eastern Mediterranean, a 'Miniature Ocean' in an Era of Change: Environmental Controls of Productivity and Pelagic Food Web-Functioning. *East-Med Symposium: Regional Cooperation, On in Eastern Mediterranean Sea Research*.
- RATNER, M. (2016) Natural Gas Discoveries in the Eastern Mediterranean
- RATNER, M. ve diğeri (2013) Europe’s Energy Security: Options and Challenges to Natural Gas Supply Diversification.

- REIS, J.C. (1992) Coping with the Waste Stream from Drilling for Oil, Mechanical Engineering (International Conference on Industrial and Mechanical Engineering), 114 (6), 64–71.
- RHIDIAN, T. (2004) Insuring the Risk of Maritime Piracy, Maritime Law.
- RICHTER, A. (2019) A Collaboration Agreement was Signed by National Players, Both Private and Public on Exploring the Feasibility of Geothermal Energy Utilisation for Power Generation in Egypt. Egyptian Partners Signing the Agreement.
- ROCKEL, B.; K. WOTH (2007) Extremes of Near-Surface Wind Speed over Europe and Their Future Changes as Estimated from an Ensemble of RCM Simulations, Climatic Change, 81, 267–280. Weather in the Mediterranean, Meteorological Office, Vol. I, General Meteorology H. M. Stat. Office, London.
- RUBLE, I. (2017) European Union Energy Supply Security: The Benefits of Natural Gas Imports from the Eastern Mediterranean, Energy Policy, Volume 105, Pages 341-353, ISSN 0301-4215.
- SÆTRE, Ø. (2015) Reliability Assessment of Subsea BOP Control Systems. Master Thesis, Norwegian University of Science and Technology.
- SAĞLAM, M.; T. S. UYAR (2018) Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli Marmara Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Enerji Ana Bilim Dalı Göztepe, İstanbul.
- SANDIKLI, A.; T. BUDAK, B. ÜNAL (2013) Doğu Akdeniz'de Enerji Keşifleri ve Türkiye. Bilge Adamlar Kurulu Raporu. Rapor No: 59 ss.77
- SARIASLAN, F. (2019) Türkiye-İsrail İlişkilerinde Değişmeyen Dinamik, Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, cilt 74, No. 4, 2019, S. 1065 – 1102.
- SCHENK, C. J. (2010) Assessment of Undiscovered Oil and Gas Resources of the Levantine Basin Province, Eastern Mediterranean, U.S. Geological Survey.
- SCHUTZ, S. E. (2018) Marine Spatial Planning: Prospects for the Arctic. Arctic Review on Law and Politics, 9; 44-66.

- SCHUTZ, S. E.; R. J. HOFFRON, G. LITTLE (2016) Renewable Energy Generation in Marine and Coastal Areas ‘The Norwegian Model’ Presentation on Energy Law and Policy in The EU and USA Edinburgh: Edinburgh University Press.
- SEBAT, P. (2018) İran-Türkiye-Avrupa Doğal Gaz Boru Hattı Projesi.
- SECKİN, B. (2020) Italian FM Doubts East-Med Pipeline Project Feasible, Anadolu Agency.
- SHALTOUT, M.; A. OMSTEDT (2014) Recent Sea Surface Temperature Trends and Future Scenarios for the Mediterranean Sea, *Oceanologia*, Volume 56, Issue 3, Pages 411-443, ISSN 0078-3234.
- SHIRKHANI, N. (2008) Egyptian Gas Flows to Israel, Upstream.
- SIDDI, M. (2019) The EU’s Botched Geopolitical Approach to External Energy Policy: The Case of the Southern Gas Corridor, *Geopolitics*.
- SINMAZ, K. (2020) Türkiye-İsrail Ekonomik İlişkileri, *İnsamer*.
- SİGNAL, M. (2003) Ship Security, ISPS Code Briefing, The Loss Prevention Newsletter for North of England Members, Special Issue, UK.
- SMIL, V. (2017) Energy Transitions: Global and National Perspectives, BP Statistical Review of World Energy.
- SOLOVIEV, A. ve diğerleri (2018) Oceanographic, Air-Sea Interaction, and Environmental Rotation of Artificial Ocean Remediation Shaw, CG, Everest, FH, Swanston.
- SOLYALI, D. ve diğerleri (2016) Kuzey Kıbrıs’ın Rüzgâr Kaynakları Değerlendirmesi. Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji Değerlendirmeleri. Elsevier Ltd.
- SOUKISSIAN, T. ve diğerleri (2017) Marine Renewable Energy in The Mediterranean Sea: Status and Perspectives. *Energies*. 10, 1512.
- SÖZER, M. (2012) Türk Deniz Kuvvetleri’nin Deniz Yetki ve İlgi Alanlarımızda Enerji ve Deniz Güvenliğinin Tesisine Yönelik Faaliyetleri, İstanbul.
- SPIILHAUS, A.; H. SVERDRUP (2012) Oceanography for Meteorologists. *Geographical Review* 32 (4), 689.

- STEVENSON, D. (2005) The Impact of ISPS Code on Seafarers. International Conference Security of Ships, Ports And Coasts, Halifax, Nova Scotia, Canada.
- STONAKER, E. (2013) The Theory of Stable Arab Gas Diplomacy: Regional Energy Security through the Arab Gas Pipeline.
- STRATAKIS, M.; T. PELAGIDIS (2017) The Competitive Advantage of the Forthcoming Mediterranean Energy Hub and it's Implementation Alternatives: the East-Med Pipeline.
- Stratejik Düşünce Enstitüsü (2019) Doğu Akdeniz'de Yükselen Gerilim: Siyasi, Askeri ve Ekonomik Açıdan Yapılması Gerekenler Raporu.
- SUBERO, G.; K. SUN (2005) Compressed Natural Gas (CNG): An Alternative to Liquid Natural Gas (LNG). Asia Pasific Oil and Gas Conference and Exhibition.
- SUE, C. (2011) Blue Marble Full-Earth Image to Show the Mediterranean Sea. Resource Library. Society, NASA.
- SÜNNETÇİOĞLU, M. A. (2011) Hydrocarbon Potential of The Eastern Mediterranean and Recent Developments. SAREM Stratejik Araştırmalar Dergisi. Cilt. 9, Sayı 16, ss.151-175.
- TAGLIAPIETRA, S. (2014) Turkey as a Regional Natural Gas Hub: Myth or Reality?, Turkish Policy Quarterly.
- TAMÇELİK, S.; E. KURT (2014) Türkiye'nin Münhasır Ekonomik Bölge Algısı ve Yakın Tehdit Alanı: Kıbrıs adası. Uluslararası Güvenlik Kongresi Bildiriler Kitabı (3.Cilt), Ed. Hasret Çomak, Kocaeli Üniversitesi Yayınları 1. Baskı, Kocaeli. s. 882-993.
- TAŞPINAR, H.; A. ÖZÇELİK (2009) Amerika Birleşik Devletleri'nin Petrol Politikası-Ortadoğu Örneği-(1950-1990) Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Tarih Ana Bilim Dalı
- TERRENS, G.W.; R.D. TAIT (1994) Effects on the Marine Environment of Produced Formation Water Discharges from Offshore Development in Bass Strait, Australia, the Proceedings of the Second International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production, Society of Petroleum Engineers publication no. SPE27149.

The Economist (2017) Israel Has a Gas Conundrum.

The International Convention for the Safety of Life at Sea (2001) SOLAS-74 Convention, Consolidated Edition, International Maritime Organization, London.

THEODORI, L. G. (2009) Paradoxical Pxical Perceptions of Perceptions of Problems Associated with problems Associated with Unconventional Natural Gas Development Journal of Rural Social Sciences Volume 24 Issue 3 Special Issue: The Pedagogy of Rural Sociology Article 712 Sam Houston State University.

THIRGOOD, V.C. (2016) Man and the Mediterranean Forest: A History of Resource Depletion. London: Academic Press, p. 194

TONGZON, J. (2001) Efficiency Measurement of Selected Australian and other International Ports Using Data Envelopment Analysis, Transportation Research, Part A, 35(2).

TOROSYAN, T. (2015) The South Caucasus Conflicts in the Context of Struggle for the Eurasian Heartland, Geopolitics.

TRAN, M. (2006) The Baku-Tbilisi-Ceyhan Pipeline.

Trendaz (2018) SOCAR Reveals Volume of Gas Supply to Turkey via TANAP.

TROULIS, M. (2020) The East-Med Pipeline Project: Europe's Fourth Energy Attempt

TUNA, O. (2002) The Impact of Hub Ports on the Logistics Strategies of Turkey. Proceedings of Structural Change of Shipping and the Future of Port Industry, South Korea.

Turkish Regulation for Fundamentals of Underground Natural Hazard Storage Plant (2017) Yer Altı Doğal Gaz Depolama Tesisi Temel Kullanım Usul ve Esaslarının Belirlenmesine Dair Yönetmelik, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Resmî Gazete, Sayı: 27954.

Türkiye İstatistik Kurumu (2020) Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2018 Sayı: 33624.

Türk Loydu Foundation (2008) Rules on Submarine Pipelines, Part 67, Volume D, Istanbul.

Türkiye Petrolleri A.Ş. (2019) Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu.

United Nations Conference on Trade and Development (2019) Review of Maritime Transport United Nations, New York and Geneva.

- United States Geological Survey (2010) Assessment of Undiscovered Oil and Gas Resources of the Nile Delta Basin Province, Eastern Mediterranean, Fact Sheet 2010-3027.
- URS Infrastructure and Environment (2014) Non-Technical Summary of Environmental Impact Report, South Stream Offshore Pipeline – Turkish Sector, London, UK.
- ÜÇGÜL, İ.; U. ELİBÜYÜK (2016) Okyanus Termal Enerji Dönüşüm (OTEC) Sistemi. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. ss. 87 -94
- VAF AEI, L. E. (2019) Survey of Energy Systems in Nicosia/TRNC. In 3rd International Symposium on Multidisciplinary Studies And Innovative Technologies, Proceedings. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- VERMA, R. (2013) Heavy Metal Water Pollution- A Case Study Recent Research in Science and Technology 2013, 5(5): 98-99 ISSN: 2076-5061.
- VLADIMIR, S. (2018). Focusing over Trans-Anatolia Gas Pipeline Project on the Azerbaijan Pivot to Find Better Ways.
- VOLKMAN, J.K. ve diğerleri (1994) Environmental Implications of Offshore Oil and Gas Development in Australia Oil Spills. Australian Petroleum Exploration Association (APEA), Energy Research and Development Corporation (ERDC), 556–626.
- VOSOUGHI, S. (2019) Turkey Placement in Geopolitics of Energy Pipelines in South Caucasus Regional Implications.
- WORTEL, M.; W. SPAKMAN (2001) Subduction and Slab Detachment in the Mediterranean-Carpathian Region. Science 291.
- YANAR, R. (2017) Opec ve Petrol Fiyatları. Ortadoğu, C. 9, S.78, sayfa. 74-77.
- YARWOOD, O. (2018) The Effects of Oil Pollution on the Marine Environment in the Gulf of Guinea, the Bonga Oil Field Example.
- YAYCI, C. (2012) Doğu Akdeniz’de Deniz Yetki Alanlarının Paylaşılması Sorunu ve Türkiye, Bilge Strateji, Cilt 4, Sayı 6, s.6.
- YAYCI, C. (2020) İsrail, Filistin ve Lübnan ile Deniz Yetki Alanları Sınırlandırma Anlaşmaları Yapılmışcasına Türkiye’nin Mavi Vatan Haritası Koordinatları.

- YILDIZ, D. (2015) Orman Biyokütlesinden (Paulownia Elongota Ağacı) Aktif Karbon ve Katalitik Piroliz ile Biyoyakıt Üretiminin İncelenmesi. ESOĞÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- YILDIZTEKİN, A. (2013) Maestro Consultancy, Mersin Port Logistics Strategic Plan.
- YÜREKLİ, E. (2019) Doğalgaz Boru Hattı Sistemi Tasarımı İçin Grafikselleştirilmiş Kullanıcı Arayüzü Simülasyon Programı Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Tobb Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ZAIGHAM, N.; A. QADEER (2014) Assessment of Present Conventional And Non Conventional Energy Scenario of Pakistan, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 31, Pages 543-553.
- ZAKARIA, M. (2016) Energy Prices and Economic Growth in Pakistan: A Macro-Econometric Analysis.
- ZELLNER, W. ve diğerleri (2012) Towards a Euro-Atlantic and Eurasian Security Community. From Vision to Reality, Hamburg, IDEAS.
- ZENETOS, A. ve diğerleri (2002) Seas Around Europe: The Mediterranean Sea: Blue Oxygen-Rich, Nutrient-Poor Waters. National Centre for Marine Research, Plymouth Marine Laboratory, UK
- ZEYNALOV, F. (2016) The Oil and Gas Resources of Azerbaijan. Connaissances et Savoirs.
- ZHANG, J.; S. CHOWDHURY, L. CASTILLO (2012) Cost Model Based on a Response Surface for Wind Farm Design. Energy Policy 42, 538-550.
- ZODIATIS, G. ve diğerleri (2014) Wave Energy Potential in the Eastern Mediterranean Levantine Basin, an Integrated 10-Year Study. Renew. Energy 69, 311–323.
- ZOLLMANN, M. ve diğerleri (2019) An Offshore Ulva sp. Deep Water Nutrient Supply for the Eastern Mediterranean Cultivation Project: Experimental Simulation and Modeling. Bioenergy Research, 12 (4), 1113–1126.

ÖZGEÇMİŞ

Lisans Eğitim Bilgileri
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Turgut Kıran Denizcilik Fakültesi
Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği

Yüksek Lisans Eğitim Bilgileri
Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Denizcilik Mühendisliği ve İşletmeleri Yönetimi A.B.D.

Makale ve Bildiriler
Türkiye'nin Doğu Akdeniz Enerji Kaynakları ve Potansiyelleri Üzerine Bir Araştırma Uluslararası Gemi ve Deniz Teknolojisi Kongresi (2021)