

Savunma Bilimleri Dergisi

The Journal of Defense Sciences

Millî Savunma
Üniversitesi
Alparslan Savunma
Bilimleri Enstitüsü



Türkiye Ekonomisi İçin Benoit Hipotezinin Geçerliliği

Bayram AYDIN

El Yapımı Patlayıcıların ve Patlayıcı Maddelerin Tespitinde
Kullanılan Spektroskopi Tabanlı Yöntemlerin Karşılaştırılmasına
İlişkin Bir İnceleme

Seniha Esen YÜKSEL, Sefa KÜÇÜK, Vedat TEKELİ, Birol KILIÇ,
R. Hamza KARAKAYA ve Murat Berkay ZEKA

Seramik Ön Yüzlü Çelik Zırhlarda Balistik Hasar Sonrası Çelik
Kısımında Oluşan Deformasyonun İncelenmesi

Bariş KALAYCIOĞLU ve Alemdar ONGUN

Involvement of International Organizations for Ending the Syrian
Civil War

Abdullah SOYDEMİR

Hipersonik Füzeler ve Stratejik İstikrar: Rusya-ABD İlişkileri Üzerine
Bir İnceleme

Eray ALIM

Yüksek Süneklığe Sahip Al 1050-H14 Alaşımının Delinme
Performansının İncelenmesi

Hüseyin GÖKÇE

Savunma Tedarik Proje Yönetiminde Entegre Proje Ekiplerinin
Kullanımına Yönelik Bir Model Önerisi

Mustafa Kemal TOPCU

Girişimci Liderlik Ölçeği'nin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması ve
Girişimci Liderliğin Bireysel Performansa Etkisi

Mustafa BEKMEZCİ, Muhammet SAYGIN ve Kenan ORÇANLI

Yeni Savaş Ortamında Eski Bir Aktör: Yabancı Terörist Savaşçılar
ve Yeni Çatışmalardaki Roller

Ömer ÇONA

Bor Bileşiklerinin Solar Tuzun Termo-Fiziksel Özelliklerine Etkileri

Fatih Selim BAYRAKTAR, Ramazan KÖSE ve Mükerrrem ŞAHİN

Terörizmin Unutulan Yüzü: Devlet Terörizmi

İzzet KONCAGÜL

Sayı 39
Mayıs / May 2021

ISSN: 1303-6831
ISSN (Online): 2148-1776

Savunma Bilimleri Dergisi

The Journal of Defense Sciences

Millî Savunma Üniversitesi
Alparslan Savunma Bilimleri Enstitüsü

Sayı / Issue: 39
Mayıs / May 2021

BASKI

Kara Harp Okulu Basımevi

YAZIŞMA VE HABERLEŞME ADRESİ

Millî Savunma Üniversitesi

Alparslan Savunma Bilimleri Enstitüsü

Kara Harp Okulu Yerleşkesi 06654 Bakanlıklar/ANKARA/TÜRKİYE

Telefon / Phone: +90 312 417 51 90 / 4603

E-posta / E-mail: alpdergi@kho.edu.tr

Web: www.kho.edu.tr/akademik/enstitu/enstitü_Alp_SAVBEN_dergi_anasayfa.html

Alparslan Savunma Bilimleri Enstitüsü **Owner on behalf of the Alparslan Defense**
Adına Sahibi ve Sorumlusu **Sciences Institute**

Doç.Dr.Hüsnü ÖZLÜ

Baş Editör / Editor-in-Chief

Doç.Dr.Hüsnü ÖZLÜ

Yazı İşleri Müdürü

Başak ERÇETİN

Teknik Editörler / Technical Editors

Dr.H.Alper İRTEM

Dr.Beste DESTİCİOĞLU

Başak ERÇETİN

Merve ASİLOĞULLARI

İzzet KONCAGÜL

Yayın Kurulu / Editorial Board

Prof.Dr.Bilal KARABULUT
(Hacı Bayram Veli Üniversitesi)

Prof.Dr.Fatih YEŞİL
(Hacettepe Üniversitesi)

Doç.Dr.Aykut GÖKSEL
(Hacı Bayram Veli Üniversitesi)

Doç.Dr.Efdal AS
(Millî Savunma Üniversitesi)

Dr.Öğr.Üyesi Emrah BOZOK
(Millî Savunma Üniversitesi)

Dr.Öğr.Üyesi Ayhan AYTAÇ
(Millî Savunma Üniversitesi)

Türkçe Düzeltmen/Turkish Proofreader / İngilizce Düzeltmen/English Proofreader

Dr.Öğr.Üyesi Emrah BOZOK

Öğr.Gör. Kübra EKŞİ

TARANDIĞIMIZ VERİTABANLARI / DATABASES INDEXING OUR JOURNAL

ULAKBİM TR DİZİN, EBSCO Publishing – Academic Complete Search, Index Copernicus, ASOS INDEX (Akademia Sosyal Bilimler İndeksi), ARASTIRMAX (Bilimsel Yayın İndeksi), SOBIAD (Fen Bilimleri).

Alparslan Savunma Bilimleri Enstitüsü yayını olan Savunma Bilimleri Dergisi, yılda iki kez Mayıs ve Kasım aylarında yayımlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Makalelerdeki düşünce, görüş, varsayım, sav veya tezler makale sahiplerine aittir; Millî Savunma Üniversitesi ve Alparslan Savunma Bilimleri Enstitüsü sorumlu tutulamaz.

The Journal of Defense Sciences is an international peer-reviewed journal and published biannually in May and November. The opinions, thoughts, postulations or proposals within the articles are but reflections of the authors and do not, in any way, represent those of Turkish National Defense University or of the Alparslan Defense Sciences Institute.

DANIŐMA KURULU / ADVISORY BOARD

- Prof.Dr.Erhan AFYONCU (Milli Savunma Üniversitesi)
Prof.Dr.Serdar SALMAN (Milli Savunma Üniversitesi)
Prof.Dr.Talat CANBOLAT (Milli Savunma Üniversitesi)
Tuğg.Mustafa ER (Milli Savunma Üniversitesi)
Prof.Dr.Ayşe KAYAPINAR (Milli Savunma Üniversitesi)
Prof.Dr.Bilal KARABULUT (Hacı Bayram Veli Üniversitesi)
Prof.Dr.Cemalettin TAŐKIRAN (Hacı Bayram Veli Üniversitesi)
Prof.Dr.Canan ATEŞ EKŞİ (Hacı Bayram Veli Üniversitesi)
Prof.Dr.Cevriye GENCER (Gazi Üniversitesi)
Prof.Dr.Enver AYDOĞAN (Hacı Bayram Veli Üniversitesi)
Prof.Dr.Fatih YEŞİL (Hacettepe Üniversitesi)
Prof.Dr.Gültekin YILDIZ (Milli Savunma Üniversitesi)
Prof.Dr.Gölnur AYBET (Cumhurbaşkanlığı Başdanışmanı)
Prof.Dr.Hüseyin USTA (Milli Savunma Üniversitesi)
Prof.Dr.İbrahim Ethem ATNUR (Milli Savunma Üniversitesi)
Prof.Dr.Murat ATAN (Hacı Bayram Veli Üniversitesi)
Prof.Dr.Mustafa İLBAŞ (Gazi Üniversitesi)
Prof.Dr.Necdet HAYTA (Gazi Üniversitesi)
Prof.Dr.Nurettin ACIR (Milli Savunma Üniversitesi)
Prof.Dr.Sertaç Hami BAŐEREN (Ankara Üniversitesi)
Prof.Dr.Ulvi ŞEKER (Gazi Üniversitesi)
Doç.Dr.Arif SARI (Milli Savunma Üniversitesi)
Doç.Dr.Aykut GÖKSEL (Hacı Bayram Veli Üniversitesi)
Doç.Dr.Haluk GÖZDE (Milli Savunma Üniversitesi)
Doç.Dr.Memduh BEĞENİRBAŞ (Milli Savunma Üniversitesi)
Doç.Dr.Murat ŞAHİN (Milli Savunma Üniversitesi)
Doç.Dr.Yunus GÖKMEN (Milli Savunma Üniversitesi)
Dr.Öğr.Üyesi Emrah BOZOK (Milli Savunma Üniversitesi)
Dr.Öğr.Üyesi Kemal EROĐLUER (Milli Savunma Üniversitesi)
Dr.Öğr.Üyesi Sadık Emre KARAKUŐ (Milli Savunma Üniversitesi)
Dr.Öğr.Üyesi Serkan YENAL (Milli Savunma Üniversitesi)

BU SAYININ HAKEMLERİ / REFEREES FOR THIS ISSUE

Prof.Dr.Ahmet Oğuz AKYÜZ (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)
Prof.Dr.Burhanettin İNEM (Gazi Üniversitesi)
Prof.Dr.Canan ATEŞ EKŞİ (Hacı Bayram Veli Üniversitesi)
Prof.Dr.Cem Harun MEYDAN (Ankara Bilim Üniversitesi)
Prof.Dr.Enver AYDOĞAN (Hacı Bayram Veli Üniversitesi)
Prof.Dr.Mustafa İLBAŞ (Gazi Üniversitesi)
Prof.Dr.Murat ATAN (Hacı Bayram Veli Üniversitesi)
Prof.Dr.Nihat Ali ÖZCAN (Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi)
Prof.Dr.Pınar KARAGÖZ (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)
Prof.Dr.Serdar SALMAN (Millî Savunma Üniversitesi)
Prof.Dr.Serhat GÜVENÇ (Kadir Has Üniversitesi)
Prof.Dr.Türel YILMAZ ŞAHİN (Hacı Bayram Veli Üniversitesi)
Prof.Dr.Uğur MALAYOĞLU (Dokuz Eylül Üniversitesi)
Doç.Dr.Alparslan BAŞARAN (Hacettepe Üniversitesi)
Doç.Dr.Cenker Korhan DEMİR (Jandarma ve Sahil Güvenlik Akademisi)
Doç.Dr.Hayrettin KESGİNGÖZ (Karabük Üniversitesi)
Doç.Dr.Memduh BEĞENİRBAŞ (Millî Savunma Üniversitesi)
Dr.Öğr.Üyesi Ayhan AYTAÇ (Millî Savunma Üniversitesi)
Dr.Öğr.Üyesi Bülent YILMAZ (Millî Savunma Üniversitesi)
Dr.Öğr.Üyesi Emre AYTAV (Millî Savunma Üniversitesi)
Dr.Öğr.Üyesi Fatma Anıl ÖZTOP (Kocaeli Üniversitesi)
Dr.Öğr.Üyesi Serkan YENAL (Millî Savunma Üniversitesi)
Dr.Öğr.Üyesi Sıtkı EGELİ (İzmir Ekonomi Üniversitesi)
Dr.Engin AVCI (Jandarma ve Sahil Güvenlik Akademisi)
Dr.Kadir AZTEKİN (Eğitim ve Doktrin Komutanlığı)

Amaç ve Kapsam

Millî Savunma Üniversitesi Alparslan Savunma Bilimleri Enstitüsü tarafından hazırlanan ve 2002 yılından itibaren yayımlanan Savunma Bilimleri Dergisi, Mayıs ve Kasım aylarında olmak üzere yılda iki kez yayımlanmaktadır. Savunma Bilimleri Dergisinin amacı, savunma bilimleri alanındaki bilimsel gelişmeleri takip etmek ve bu konuda bilimsel araştırma ve uygulamalara yer vererek alana katkı sağlamaktır. Ayrıca araştırmacılar ve uygulamacılar arasındaki etkileşimi kurup destekleyerek savunma bilimlerinin gelişmesine hizmet etmektir. Dergi; savunma yönetimi, harekât araştırması, askerî elektronik sistemler, harp silah ve araçları, harp tarihi, KBRN savunma, askerî eğitim yönetimi, güvenlik araştırmaları, bilgisayar mühendisliği, istihbarat çalışmaları ve savunma bilimleri ile ilişkili diğer alanlarda nitelikli araştırmaları Türkçe ve İngilizce olarak yayımlamaktadır. Dergiye gönderilecek makalelerin, derginin son sayfasında ve http://www.kho.edu.tr/akademik/enstitu/enstitu_Alp_SAVBEN_dergi_anasayfa.html internet adresinde yer alan “Yazarlar İçin Rehber” bölümüne göre hazırlanıp gönderilmesi gerekmektedir.

Purpose and Scope

The Journal of Defense Sciences, prepared and published by Alparslan Defence Sciences Institute since 2002, is published semiannually in May and November. The purpose of Defence Sciences Journal is to contribute to the literature by following scientific developments in defence sciences and creating a communication environment for scientific research and applications. It also facilitates interaction between researchers and practitioners in order to achieve progress in the field. The journal contains qualified articles in both Turkish and English languages in the fields of defence sciences, military operation studies, management sciences, international security and terrorism, operational research, military history, CBRN defence, military education management and other fields related to defence sciences. Submissions should be prepared in accordance with the instructions given under the section “Author Guideline” on the last page of the journal and website at http://www.kho.edu.tr/akademik/enstitu/enstitu_Alp_SAVBEN_dergi_anasayfa.html.

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Türkiye Ekonomisi İçin Benoit Hipotezinin Geçerliliği Validity of the Benoit Hypothesis for Turkish Economy Bayram AYDIN	1
El Yapımı Patlayıcıların ve Patlayıcı Maddelerin Tespitinde Kullanılan Spektroskopi Tabanlı Yöntemlerin Karşılaştırılmasına İlişkin Bir İnceleme A Study on the Comparison of Spectroscopy-based Methods Used in the Detection of Improvised Explosive Devices and Explosives Seniha Esen YÜKSEL, Sefa KÜÇÜK, Vedat TEKELİ, Birol KILIÇ, R. Hamza KARAKAYA ve Murat Berkay ZEKA	29
Seramik Ön Yüzlü Çelik Zırhlarda Balistik Hasar Sonrası Çelik Kısımında Oluşan Deformasyonun İncelenmesi Investigation of Deformation of Steel Plate After Ballistic Damage in Ceramic Faced Steel Armor Barış KALAYCIOĞLU ve Alemdar ONGUN	67
Involvement of International Organizations for Ending the Syrian Civil War Suriye İç Savaşının Sonlandırmasına Uluslararası Örgütlerin Müdahil Olması Abdullah SOYDEMİR	97
Hipersonik Füzeler ve Stratejik İstikrar: Rusya-ABD İlişkileri Üzerine Bir İnceleme Hypersonic Missiles and Strategic Stability: An Analysis of Russia-U. S Relations Eray ALIM	137
Yüksek Sünekliğe Sahip Al 1050-H14 Alaşımının Delinme Performansının İncelenmesi Investigation of Drilling Performance of Al 1050-H14 Alloy with High Ductility Hüseyin GÖKÇE	179
Savunma Tedarik Proje Yönetiminde Entegre Proje Ekiplerinin Kullanımına Yönelik Bir Model Önerisi A Model Proposal for Employing Integrated Project Teams in Project Management in Defense Acquisition Mustafa Kemal TOPCU	211
Girişimci Liderlik Ölçeği'nin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması ve Girişimci Liderliğin Bireysel Performansa Etkisi Validity and Reliability of Entrepreneurial Leadership Scale and the Effect of Entrepreneurial Leadership on Individual Performance Mustafa BEKMEZCİ, Muhammet SAYGIN ve Kenan ORÇANLI	249

Yeni Savaş Ortamında Eski Bir Aktör: Yabancı Terörist Savaşçılar ve Yeni Çatışmalardaki Rollerini	
An Old Actor in New War Setting: Foreign Terrorist Fighters and Their Roles In New Conflicts	
Ömer ÇONA	275
Bor Bileşiklerinin Solar Tuzun Termo-Fiziksel Özelliklerine Etkileri	
Effects of Boron Compounds on the Thermophysical Properties of Solar Salt	
Fatih Selim BAYRAKTAR, Ramazan KÖSE ve Mükerrrem ŞAHİN	305
Terörizmin Unutulan Yüzü: Devlet Terörizmi	
The Forgotten Face of Terrorism: State Terrorism	
İzzet KONCAGÜL	323
Yayın İlkeleri.....	355



Türkiye Ekonomisi İçin Benoit Hipotezinin Geçerliliği

Bayram AYDIN*

Öz

Tam kamusal mal olarak nitelendirilen savunma harcamaları, ulusal güvenliğin sağlanabilmesi için ülkelerin vazgeçemeyeceği bir unsurdur. Bu nedenle savunma harcamaları, çoğu ülkede kamu harcaması içinde önemli büyüklükte paylara sahip olmakla birlikte, ülke ekonomileri üzerinde de büyük etkiye sahiptir. Savunma harcamalarının ülke ekonomileri üzerindeki etkisinin incelenmesi büyük önem arz etmektedir. Benoit, 1973 yılında yaptığı çalışmada gelişmekte olan ülkelerde iktisadi büyüme ve askerî harcamalar arasında pozitif bir ilişkinin varlığını ortaya koymuştur. Bu sonuç iktisat literatüründe Benoit Hipotezi olarak nitelendirilmiştir. Bu çalışmada, Türkiye ekonomisi özelinde gelişmekte olan ülkelerde Benoit hipotezinin geçerliliğinin sınanması ve savunma harcamalarının ekonomik büyüme için yardımcı bir unsur olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda 1960-2017 dönemindeki yıllık bazda veriler istihdam edilerek Türkiye ekonomisinde savunma harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin varlığı araştırılmıştır. Değişkenlerin uzun dönem ilişkisi ARDL Sınır Testi Yaklaşımıyla, nedensellik ilişkisi ise Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi yardımıyla incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Türkiye ekonomisi için değişkenler arasında uzun dönemli pozitif ilişkinin varlığını ve savunma harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığını ortaya çıkarmıştır. Savunma harcamalarının ekonomik büyümeye neden olması ve bu ilişkinin tersinin olmaması, Türkiye'de askerî harcamaların büyüme hedefleri için etkin bir araç olması ve savunma kararlarının büyümeyi teşvik edecek şekilde alınmasından kaynaklanmaktadır. Bu sonuçlar; Benoit Hipotezi bağlamında

* Arş. Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, bayram.aydin@yobu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4238-7779.

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde beklenen bir durumdur. Sonuç olarak, ulaşılan bulgular Türkiye ekonomisi için Benoit Hipotezi'ni doğrulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Benoit Hipotezi, Ekonomik Büyüme, Savunma Harcamaları, Zaman Serisi Analizi.*

Validity of the Benoit Hypothesis for Turkish Economy

Abstract

Defense expenditures, which are described as full public goods, are an indispensable factor for national security. For this reason, although defense expenditures have considerable share in public spending in most countries, they also have a great impact on national economies. The effect of defense expenditures on national economies has a great importance. This field of study is described as Benoit Hypothesis in economic literature and this hypothesis is known as the positive relationship between defense expenditures and economic growth. Benoit's 1973 study revealed the existence of a positive relationship between economic growth and military spending in developing countries. In line with this study, presence of the relationship between military spending and economic growth was investigated for Turkish economy between 1960-2017 in order to test the validity of the Benoit Hypothesis and determine whether defense spending is an auxiliary factor for economic growth. For this purpose, the long-run cointegration relationship between variables was investigated by ARDL Boundary Test Approach and causality relationship between variables was investigated by Toda-Yamamoto Causality Analysis based on Granger Causality Test. As a result of the analysis, long-run relationship was detected between two variables. Also, presence of unidirectional causal relationship has been identified from defense expenditures to economic growth in Turkish economy. This is due to the effective use of military spending for economic growth targets in Turkey as defense decisions are taken in Turkey in a way that encourages economic growth. These results are expected in developing countries such as Turkey in the context of the Benoit Hypothesis. As a result of the study, findings confirm the validity of Benoit hypothesis for Turkish economy.

Keywords: *Benoit Hypothesis, Economic Growth, Defense Expenditures, Time Series Analysis.*

Giriş

Savunma harcaması iktisat literatüründe tam kamusal mal olarak nitelendirilmektedir. Kamusal mallar; dışlanamama ve bir kişi tarafından kullanımı diğer kişilerin kullanımını azaltmaması özelliğini taşımaktadır. Savunma harcamaları da bu özellikleri bünyesinde barındırmaktadır. Kişiler kamu malı kullanımından dışlanamazlar. Savunma sistemi tüm ülke vatandaşlarını eşit olarak korumaktadır. Ayrıca, bir vatandaşa sunulan savunma hizmeti diğer bireylerin korunmalarını engellemekte ve diğer bireylere sunulan korunma seviyelerini azaltmamaktadır.

Kamusal mallar halkın geneline faydası olan mallardır ve bu nedenle bu malların üretilmeleri gerekmektedir. Ancak fırsat maliyetinin de dikkate alınarak hangi oranda üretilmesinin belirlenmesi gerekmektedir. Aksi durumda iktisat yazınında ifade edildiği üzere bedavacılık problemine (the free rider problem) sebep olmaktadır. Bedavacılık sorunu, kişilerin maldan fayda ediniş bunun karşılığında ödeme yapmaktan kaçınma durumudur. Bu bir market başarısızlığıdır ve bu problem dışsallık nedeniyle artmaktadır.

Savunma gereksinimi insanlığın en önemli ihtiyaçlarından biridir. Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi teorisi içerisinde savunma gereksinimi beden, aile, iş, sağlık ve mülkiyet güvenliği olarak belirtilmiştir. Savunma hizmeti kamu otoritesinin en hayati vazifelerindendir. Fakat savunma hizmetinin ekonomik bir boyutu vardır ve bu durum savunma harcamaları olarak isimlendirilmektedir (Tuncay, 2017).

Benoit (1973) yaptığı çalışmada, gelişmekte olan ülkelerde iktisadi büyüme ve askerî harcamalar arasındaki pozitif ilişkinin varlığını ortaya koymuştur. Benoit (1978) yaptığı diğer çalışmasında da beklentilerin aksine, savunma yükü ağır olan ülkelerin çoğunlukla en hızlı büyüme oranına sahip olduklarını ve en düşük savunma yükü olan ülkelere en düşük büyüme oranlarını gösterdiklerini ileri sürmüştür. Çalışmasında sadece savunma harcamalarında bir artış olan büyümeyi kullanmayıp, esas olarak sivil büyümeyi ve savunma dışı üretimdeki artış oranını da dâhil edip farklı bir büyüme endeksini kullanmıştır. Benoit (1978) çalışmasında yüksek savunma yükleri ile hızlı büyüme oranları arasındaki güçlü pozitif korelasyonu başlangıçta çeyreklik veri analizinde keşfetmiş, Spearman Rütbe Sırası Korelasyon Analizi ile desteklemiş ve regresyon analizi ile doğrulamıştır.

Benoit'in (1973) dönemsel çalışmasından bu yana, gelişmekte olan ülkelerde askerî harcamaların ekonomik etkisi kapsamlı ampirik araştırmaların konusu olmuştur. Ancak teorik olarak, askerî harcamalar ve iktisadi büyüme arasındaki korelasyonun ve nedenselliğin yönünün kesin bir tahmini yoktur. Bir yandan, savunma harcamaları yatırımların dışlama (crowding out) etkisi yoluyla ekonomik büyümeyi geciktirebilmektedir. Bu durumun aksine, savunma harcamaları Keynesyen toplam talep etkisi yoluyla büyümeyi de teşvik edebilmektedir. Daha yüksek askerî harcamaların yarattığı talep artışı, sermaye stokunun daha fazla kullanılmasına, daha yüksek istihdama, kârlara ve dolayısıyla da çarpan etkisinin yaratılmasıyla daha yüksek yatırımlara yol açabilmektedir (Dakurah, Davies ve Sampath, 2001).

Savunma harcamaları ile ekonomik büyüme literatüründeki Askerî Keynesyen Yaklaşım ve Neo-Klasik Yaklaşım esas olarak iki ayrı teorik görüşe sahiptir. Askerî Keynesyen yaklaşımı tahmin edilebileceği üzere, çıkış noktası olarak Keynesyen Harcama Teorisini temel almakla birlikte savunma harcamasındaki artışların çarpan etkisi kanalıyla yatırımları ve ekonominin çapını ciddi şekilde büyüteceğini ifade etmektedir. Neo-Klasik yaklaşım ise Keynesyen Askerî görüşün tersine yargılara sahiptir. Savunma harcamalarının yaşamsal bir gereksinime bağlı olarak ortaya çıkması nedeniyle iktisadi ve sosyal açıdan üretken olup olmadığına bakılmaksızın yapılmasının alternatif alanlara devletin kaynak aktarmaması ve bunun doğal bir sonucu olarak da ekonomik büyüme performansının potansiyelin oldukça altında kalması ile sonuçlanacağını ifade etmektedir (Alptekin, 2012).

Keynesyen Harcama Teorisi ekseninde artan savunma harcamalarının ekonomik büyüme performansını olumlu bir şekilde etkileyeceğini düşünen Keynesyen görüş Benoit Hipotezini desteklerken, Neo-Klasik yaklaşım savunma harcamalarının yatırımların dışlama (crowding out) etkisi yoluyla ekonomik büyümeyi geciktirebileceği görüşüyle Benoit Hipotezinin geçersiz olduğunu ileri sürmektedir.

Askerî harcamalar ile iktisadi büyüme arasındaki nedensel ilişki de iktisat literatüründe çok araştırılan konulardandır. Ülkeler için ulaşılabilecek 4 adet nedensellik durumu mevcuttur. Bunlar; askerî harcama ve büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmaması, askerî harcamalardan ekonomik

büyüme yönünde tek taraflı nedensellik, iktisadi büyümeden askerî harcamalara doğru tek taraflı ilişki ve değişkenler arasındaki çift taraflı nedensellik ilişkisidir. Ulaşılan bu bulgular şunları ifade etmektedir: (i) değişkenler arasında ilişki bulunmayan ülkelerin, ekonomik büyüme politikası hedeflerinden bağımsız olarak savunma politikası hedeflerini belirleyebileceği; (ii) ekonomik büyümenin askerî harcamalara neden olduğu ve bunun tersinin olmadığı durumda, ülkede savunma kararlarının büyüme teşvik edecek şekilde alınmadığı; (iii) askerî harcamaların ekonomik büyümeye neden olduğu ve bunun tersinin olmadığı durumda, askerî harcamaların büyüme hedefleri için etkin bir şekilde kullanıldığı ve (iv) çift yönlü nedensellik durumunda ise, hem büyüme hem de savunma politikası hedeflerinin birlikte gerçekleştirildiği anlamlarını taşımaktadır (Saba ve Ngepah, 2019).

Bu çalışma, Türkiye ekonomisi özelinde gelişmekte olan ülkelerde savunma harcamalarının ekonomik büyüme için yardımcı bir unsur olup olmadığının belirlenmesi açısından literatüre katkı sağlamaktadır. Çalışmada, öncelikle uluslararası ölçekte ve Türkiye ölçeğinde literatür taramasına yer verilmiştir. Ardından çalışmada kullanılan model, metodoloji, veri seti ve ampirik bulgular ifade edilmiştir. Çalışmanın sonuç bölümünde ise Benoit Hipotezi'nin geçerli olup olmadığı hakkında ulaşılan ampirik bulgular değerlendirilmiştir.

1. Literatür Taraması

Askerî harcamalar ve iktisadi büyüme arasındaki literatür Benoit'den (1978) sonra büyük hız kazanmıştır. Bu alan iktisat yazınında Benoit Hipotezi olarak nitelendirilmiş ve literatürde bu hipotez askerî harcamalar ile iktisadi büyüme arasındaki pozitif ilişkinin varlığı olarak bilinmektedir. Ancak yapılan çalışmalar sonucunda herhangi bir fikir birliğine varılamamış ve bu durum çok sayıda ampirik çalışmanın yapılmasına neden olmuştur. Benoit (1978) çalışmasını 1950-1965 dönemindeki verilerle Türkiye'nin de içerisinde olduğu kırk dört gelişmekte olan ülke üzerinde gerçekleştirmiştir. Benoit (1978), çalışmasında askerî harcamaların ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Bu dönüm noktası çalışmanın ardından ilgili alanda birçok bölge ve ülke için araştırmalar çoğalmıştır.

Joerding (1986), Türkiye'nin de içerisinde yer aldığı 57 gelişmekte olan ülke üzerinde yaptığı çalışmada 1962-1977 dönemi verilerini dikkate alarak Granger Nedensellik Analizini kullanmıştır. Çalışmada ekonomik büyümeden

savunma harcamalarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisine ulaşılmıştır. Bu sonuç askerî harcamaların dışsal bir değişken olmadığını ve Benoit Hipotezi'nin kusurlu olduğunu göstermiştir.

Alexander (1990), gelişmekte olan 9 ülke ekonomisi üzerinde 1974-1985 dönemini ele aldığı çalışmada, askerî harcamalar ile ekonomik büyüme arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığını ve bu alandaki önceki çalışmaların kusurlu olduğunu ima etmektedir.

Chowdhury'de (1991), askerî harcamalar ile iktisadi büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini 55 gelişmekte olan ülke üzerinde araştırmıştır. Nedensellik ilişkisinin varlığını sınamak amacıyla çalışmada Granger-nedensellik testi uygulanmıştır. Ulaşılan sonuçlar, değişkenler arasındaki etkileşimin tüm ülkeler için genelleştirilemeyeceğini göstermektedir. Ülkelerdeki sosyoekonomik yapı ile yönetim şekillerindeki farklılıkların yanında analizlerde uygulanan farklı örneklem kümeleri elde edilen sonuçların ülkeler arasında farklılık göstermesine neden olmaktadır. Ayrıca, çalışmada ulaşılan sonuçlar çoğu ülkede değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını göstermektedir.

Mintz ve Stevenson (1995), Feder-Ram tipi 3-sektör büyüme modeli çerçevesinde 103 ülke üzerinde 1950-1985 dönemindeki verileri kullanarak yaptıkları çalışmada, çoğu ülkede savunma harcaması dışındaki harcamaların iktisadi büyüme üzerine anlamlı ve pozitif etkisinin bulunduğunu, ancak savunma harcamalarının etkisinin anlamsız olduğunu tespit etmiştir. Elde edilen sonuçlar, savunma harcamalarının örneklerin %10'unda iktisadi büyüme özelinde anlamlı bir pozitif etkiye haiz olduğunu göstermiştir.

Dunne ve Vougas (1999), Güney Afrika üzerindeki çalışmalarında Vektör Otoregresif metodolojiyi temel alan Granger Nedensellik testini kullanmışlardır. Çalışmada, askerî yükün iktisadi büyüme için önemli negatif etkisinin olduğu saptanmıştır. Batchelor, Dunne and Saal'de (2000) Güney Afrika ekonomisi üzerinde yaptıkları çalışmada ARDL analizini uygulayarak askerî harcamaların toplamda ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını, ancak imalat sektörü için önemli olumsuz etkilerinin olduğunu saptamıştır.

Dritsakis (2004), Yunanistan ve Türkiye özelinde askerî harcamalar ile büyüme arasındaki ilişkiyi araştırdığı çalışmada, VECM modeli ile Johansen eşbütünleşme testlerini uygulamıştır. Yapılan çalışma, iki değişkenin uzun dönemli

bir eşbütünleşme ilişkisine haiz olmadığını kanıtlarken, Granger nedensellik testi sonuçları her iki ülke için de iktisadi büyümeden askerî harcamalara doğru tek taraflı bir nedensellik ilişkisinin bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışmada ulaşılan bir diğer önemli sonuç, iki ülkenin savunma harcamaları arasında geri besleme durumunu gösteren çift yönlü bir nedensellik ilişkisine ulaşılmıştır. Bu durum komşu iki ülkenin karşılıklı olarak savunma harcamalarını artırdığına işaret etmektedir.

Kollias, Manolas ve Paleologou (2004), 15 Avrupa Birliği üyesi ülke üzerinde savunma harcaması ile iktisadi büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Her ne kadar rapor edilen sonuçlar 15 ülke arasında bir bütünlük sergilemese de, nedenselliğin büyüme yönünden askerî harcamalara yönelmesinin ve ters nedensel düzenin yokluğunun görünürdeki yaygınlığı tespit edilmiştir.

Dunne ve Nikolaidou (2005) yaptıkları çalışmayla Avrupa Birliği'nin nispeten en fakir üç çevre ekonomisi olan Yunanistan, Portekiz ve İspanya'yı dikkate alarak literatüre katkıda bulunmuşlardır. Çalışmada, birleşik Vector Autoregressive (VAR) çerçevesi içinde Granger nedensellik yöntemleri kullanılarak, ülkeler için askerî yük ve büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu farklı yöntemlerden elde edilen sonuçlar tutarlı değildir ve nispeten homojen ekonomiler arasında bile sonuç çıkarsama problemlerini göstermektedir. Yunanistan için ortaklaşa yapılan VAR sonuçlarının, İspanya için olumsuz etkinin aksine, askerî yükün büyüme üzerinde olumlu etki gösterdiği, Portekiz için ise herhangi bir nedensel bağlantı bulunmadığı tespit edilmiştir.

Karagianni ve Pempetzoglu (2009), 1949-2004 dönemi için Türkiye'de savunma harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi belirlemek için doğrusal ve doğrusal olmayan Granger nedensellik yöntemlerini kullanmıştır. Çalışmada, ekonomik büyümeden savunma harcamalarına doğru doğrusal, savunma harcamalarından ekonomik büyümeye doğru ise doğrusal-olmayan bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yılcı ve Özcan (2010), Türkiye ekonomisi için 1950-2006 yılları arasında gayri safi milli hasıla ile askerî harcamalar arasındaki ilişkinin varlığını Gregory-Hansen eşbütünleşme testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testleriyle analiz etmiştir. Analizde ulaşılan sonuçlar, uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin bulunmadığı sonucunu göstermiştir. Yapılan nedensellik analizi ise büyümeden

savunma harcamalarına doğru tek yönlü nedensellik bağının mevcudiyetini ortaya çıkarmıştır.

Wijeweera ve Webb (2011), 1988–2007 döneminde Hindistan, Pakistan, Nepal, Sri Lanka ve Bangladeş özelinde 5 Güney Asya ülkesinde askerî harcamalar ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek için panel eşbütünleşme yaklaşımını kullanmıştır. Askerî harcamalardaki %1'lik bir artışın reel gayri safi yurtiçi hâsılayı (GSYH) yalnızca %0,04 oranında artırdığını tespit ederek, bu ülkelerde askerî amaçlara yönelik önemli miktardaki kamu harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde ihmal edilebilir bir etkiye sahip olduğunu göstermişlerdir.

Feridun, Sawhney ve Shahbaz (2011) çalışmalarında 1977'den 2007'ye kadar olan dönem için ARDL sınır testi yaklaşımını kullanarak Kuzey Kıbrıs'taki savunma harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Elde edilen sonuçlar; söz konusu değişkenlerin uzun vadeli bir denge ilişkisi içinde olduklarını ve savunma harcamalarından ekonomik büyümeye uzanan güçlü, pozitif tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu göstermektedir.

Yurttaçıkılmaz, Aali ve Emsen (2012) çalışmalarında İran ekonomisi için yaptırımlar, ambargo ve askerî harcamaların iktisadi büyüme üzerindeki etkilerini ARDL Sınır Testi yaklaşımıyla incelemiştir. Çalışmada, uzun dönemde dışa açıklığın ve askerî harcamaların ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediğini, kısa dönemde savunma harcamalarının iktisadi büyüme üzerine istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkisinin bulunduğunu ancak dışa açıklığın ekonomik büyüme üzerinde anlamlı etkilerinin olmadığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

Alptekin (2012), 24 OECD ülkesi için Benoit Hipotezi'ni 1991-2008 dönemindeki verileri istihdam ederek panel veri analizi ile incelemiştir. Çalışmada, Pedroni, Kao ve Johansen Fisher panel eşbütünleşme tesleri kullanılarak askerî harcamaların iktisadi büyüme üzerinde negatif etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Shahbaz ve Shabbir (2012), ARDL sınır testi yaklaşımını kullanarak Pakistan için askerî harcama ile ekonomik büyüme arasındaki nedenselliği yeniden araştırmıştır. Çalışmada, askerî harcamalar ve ekonomik büyüme arasındaki uzun

vadeli ilişki ile savunma harcamalarından ekonomik büyümeye doğru giden negatif tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Duyar ve Koçoğlu (2014), savunma harcamalarının iktisadi büyüme üzerindeki etkisini, 6 Sahra altı Afrika ülkesi özelinde 1990-2012 yılları arasındaki verileri istihdam ederek panel GLS ve dışsal büyüme modeli yöntemleri yardımıyla incelemiştir. Elde edilen sonuçlar, savunma harcamalarının iktisadi büyüme üzerinde makro ölçekte dikkate alınmayacak oranda pozitif etkilere sahip olduğunu göstermiştir.

Farzanegan (2014), artan uluslararası yaptırımların İran hükümetinin askerî yeteneklerini ve kapasitelerini azaltmayı amaçlamasına rağmen son on yılda İran hükümetinin askerî bütçesinin dünya ortalamasının üzerinde olduğunu altını çizerek, bu çelişkili ortamda askerî harcamalar ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. İran ekonomisinin 1959'dan 2007'ye kadar askerî bütçedeki şoklara tepkisini, dürtü tepki fonksiyonlarını ve varyans ayrıştırma analizini kullanarak analiz etmiştir. Çalışmada yapılan Granger nedensellik sonuçları, askerî harcamalardan ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu göstermiştir.

Pan, Chang ve Wolde-Rufael (2015), ülkeler arasında 1988-2010 döneminde kesitsel bağımlılık ve heterojenliği dikkate alan panel nedensellik analizi yoluyla, 10 Ortadoğu ülkesinde askerî harcamalar ile ekonomik büyüme nedensellik ilişkisini yeniden gözden geçirmiştir. Çalışmada, askerî harcamalardan ekonomik büyüme yönüne doğru tek taraflı nedensellik bağı sadece Türkiye üzerinde gözlemlenmiştir. Mısır, Kuveyt, Lübnan ve Suriye için ekonomik büyümeden askerî harcamalara tek taraflı; İsrail için çift taraflı olduğuna ulaşılmış; Ürdün, Umman ile Suudi Arabistan için ise herhangi bir nedensellik ilişkisine ulaşılamamıştır.

Kesgingöz ve Olcay (2016), Türkiye ve seçilmiş Ortadoğu ülkeleri için savunma harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkilerin yönünü 1991-2014 dönemindeki veriler yardımıyla panel veri analizini kullanarak incelemiştir. Çalışmada 2 farklı model kurularak askerî harcamalar ile ekonomik büyüme arasında negatif bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada elde edilen ampirik sonuçlar, savunma harcamalarının ekonomik büyümeyi azaltacağını söyleyen Neo-klasik görüşü destekler niteliktedir.

Destek ve Okumuş (2016), BRICS ve MIST ülkelerinde askerî harcama, ekonomik büyüme ve reel sermaye stoku arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmıştır. Çalışmada, 1990 ile 2013 yılları arasındaki dönem için Bootstrap Panel Granger Nedensellik metodu kullanılmıştır. Sonuçlar, BRICS ve MIST ülkeleri arasında kesitsel bağımlılık ve ülkeye özgü heterojenite olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Çin'de savunma harcamalarında iktisadi büyüme yönünde pozitif ve tek taraflı nedensellik ilişkisine ulaşılmıştır. Buna karşılık, Türkiye'de ise askerî harcamalardan iktisadi büyümeye doğru negatif ve tek taraflı nedensellik ilişkisine ulaşılmıştır. Ayrıca çalışmada, Rusya için geri bildirim hipotezi ile Brezilya, Endonezya, Hindistan, Güney Kore, Güney Afrika ve Meksika için tarafsızlık hipotezi veriler tarafından desteklenmektedir.

Paparas, Richter ve Paparas (2016), çalışmalarında 1957-2013 döneminde Yunanistan ve Türkiye için askerî harcamalar ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ve iki ülke arasındaki silahlanma yarışı hipotezinin geçerliliğini incelemeyi amaçlamışlardır. Elde edilen sonuçlar, Yunanistan ve Türkiye için Granger nedenselliğin askerî harcamalardan ekonomik büyümeye doğru gittiğini göstermektedir. Ayrıca çalışma, Yunan ve Türk askerî harcamaları arasında nedensellik ilişkisinin bulunmadığını, yani bu ülkelerin birbirinden bağımsız hareket ettiklerini göstermektedir.

Tuncay (2017), 1996-2014 dönemine ilişkin yıllık bazda veriler yardımıyla Türkiye ile Türkiye'ye jeostratejik ve iktisadi açıdan yakınlık gösteren 7 ülke (Bulgaristan, Yunanistan, Azerbaycan, İran, İsrail, Tunus ile Mısır) üzerinde yaptığı çalışmada panel Genelleştirilmiş Momentler metodunu kullanmıştır. Çalışmada, değişkenler arasında negatif bir bağın bulunduğu tespit edilmiştir.

Sua, Xub, Changc, Lobontd, ve Liue (2018), Bootstrap Granger nedensellik testi ile yuvarlanan pencere tahminini kullanarak Çin'deki savunma harcamaları ile büyüme arasındaki nedensel bağımlı ilişkiyi araştırmışlardır. Ulaşılan bulgular, değişkenler arasında pozitif çift yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir. Bu durum Çin'de daha fazla savunma harcamasının ekonomik büyümeyi arttıracak ve bu durumun tersinin de yaşanabileceğini göstermektedir.

Phiri (2019), 1988'den 2015'e kadar olan yıllık verileri kullanarak Güney Afrika ekonomisi için askerî harcamalar, ekonomik büyüme ve diğer büyüme belirleyicileri arasında doğrusal olmayan ilişkiyi incelemektedir. Ulaşılan ampirik

sonuçlar, toplam hükümet harcamalarının bir bileşeni olarak mevcut askerî harcama seviyelerinin Güney Afrika ekonomisinde çok yüksek olduğunu ve ekonomik performansın iyileştirilmesi için daha üretken askerî olmayan harcamalara aktarılması gerektiğini göstermektedir.

Raju ve Ahmed (2019), askerî harcamaların ekonomik büyüme üzerindeki etkisine ilişkin Hindistan, Pakistan ve Çin üzerinde eşbütünleşme analizi ve Granger nedensellik testlerini kullanarak ampirik inceleme yapmışlardır. GSYH büyümesi ile askerî harcamalar arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişkinin analiz edildiği çalışmada her durumda pozitif uzun dönem eşbütünleşme ilişkisi, kısa süreli ilişki ve askerî harcamalardan GSYH büyümesi yönünde tek taraflı bir uzun dönem nedensellik saptanmıştır.

Abdel-Khalek, Mazloun ve El Zeiny (2019), çalışmalarında bu karmaşık ilişkiyi Hindistan üzerinde incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma, 1980-2016 döneminde Hindistan'daki değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemek ve analiz etmek için zaman serisi yaklaşımını ve Hendry General to Specific (GTS) modelleme metodolojisini kullanmaktadır. Elde edilen sonuçlar; belirtilen dönemde Hindistan'da değişkenler arasında nedensel ilişkinin olmadığını göstermiştir.

Khalid ve Habimana (2019), Türkiye ekonomisinde ekonomik büyüme ile askerî harcamalar arasındaki ilişkiyi açıklamak için dalgacık teorisi yaklaşımını kullanmıştır. Elde edilen sonuçlar, askerî harcamaların büyümeyi teşvik edebileceğine dair olan görüşleri reddederek, uzun vadede Türkiye örneğinde bu durumun geçerli olmadığını göstermektedir.

Saba ile Ngepah (2019), 1990-2015 yılları arasında 35 Afrika ülkesinden oluşan dengeli bir panel kullanarak askerî harcama ile iktisadi büyüme nedensel ilişkisini araştırmışlardır. Araştırmada, yakın zamanda geliştirilen iki değişkenli heterojen panel nedensellik, GMM ve SGMM tahmin teknikleri kullanmıştır. Çalışmada, yedi ülkede değişkenler için herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığı; iki ülkede askerî harcamalardan iktisadi büyümeye ve 14 ülkede iktisadi büyümeden askerî harcamalara tek yönlü nedensellik ilişkisi ve 12 ülkede ise çift yönlü nedensellik ilişki bulunduğunu uygulanan ampirik testler ortaya çıkarmıştır.

Kanca ve Yamak (2020), Benoit Hipotezi'nin geçerliliğini Türkiye ekonomisi için 1980-2017 yılları arasındaki veriler ile incelemiştir. Çalışmada, ARDL eş-bütünleşme ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri kullanılmıştır. Elde

edilen analiz sonuçlarına göre çalışmada, askerî harcamalar ile iktisadi büyüme arasında uzun dönemde negatif yönlü bir ilişkiye ulaşılmıştır. Ayrıca, Toda-Yamamoto nedensellik sonuçlarına göre ise çalışmada bahsi geçen değişkenler arasında çift yönlü nedenselliğin olduğu saptanmıştır.

2. Metodoloji

a. ARDL Yaklaşımı

Zaman serisi yöntemi uygulanan bir regresyon analizinde, eğer model bağımsız değişkenlerin hem cari dönem verilerini hem de gecikmeli verilerini barındırıyorsa bu modele gecikmesi dağıtılmış model denilmektedir. Eğer model bağımlı değişkeninde bir ya da birden fazla gecikmeli değerlerini de içeriyorsa bu modele de otoregresif model denilmektedir (Gujarati ve Porter, 2012: 617).

$$Y_t = a + B_0X_t + B_1X_{t-1} + B_2X_{t-2} + u_t \quad (1)$$

$$Y_t = a + BX_t + \lambda Y_{t-1} + u_t \quad (2)$$

Eşitlik 1 gecikmesi dağıtılmış modeli, Eşitlik 2 ise otoregresif modeli simgelemektedir.

ARDL yaklaşımında, I(0) veya I(1) düzeylerindeki değişkenlerin uzun dönem eşbütünleşme ilişkilerinin varlığı sınanmaktadır. Engle-Granger yaklaşımında serilerin aynı dereceden durağan olma varsayımı bulunmaktaydı. ARDL yaklaşımında ise serilerin aynı dereceden durağan olma varsayımı bulunmamakla birlikte serilerin I(0) veya I(1) derecede durağan olması gerekmektedir. Bu yaklaşımın en önemli avantajı, analizde kullanılan değişkenlerin I(0) veya I(1) olduğuna bakılmaksızın kullanılabilmesidir. Bu nedenle değişkenlerin eşbütünleşme durumlarının bilinmesine gerek olmaksızın bir çıkarım yapılabilmektedir. İkinci avantajı ise kısıtsız hata düzeltme modeli (UECM) kullandığından, Engle-Granger analizine nazaran daha kuvvetli istatistiksel özelliklere sahip olmasıdır. Ayrıca, ARDL yöntemi gözlem sayısının düşük olduğu koşullarda da uygulanabilmektedir (Pamuk ve Bektaş, 2014).

ARDL yaklaşımında kullanılan UECM denklemi Eşitlik 3'te gösterilmektedir.

$$\Delta Y_t = B_0 + B_1 Y_{t-1} + B_2 X_{t-1} + \sum_{i=1}^p B_{3i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=0}^p B_{4i} \Delta X_{t-i} + \varepsilon \quad (3)$$

Eşitlikte 3'te p uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir. Modele eklenmesi gereken gecikme uzunlukları HQ, AIC ve SIC gibi bilgi kriterleri tarafından belirlenmektedir. Gecikme uzunluğunun belirlenmesinin ardında $H_0 = B_1 = B_2 = 0$ hipotezi F-istatistiği kullanılarak sınanmaktadır. ARDL sınır testi yaklaşımında iki grup asimptotik kritik sınır kullanılmaktadır. Eğer hesaplanan F-istatistiği, kritik değer üst sınırını geçerse, H_0 temel hipotezi reddedilir ve değişkenlerin eşbütünleşik olduğu yorumu yapılır. Eğer F istatistik değeri alt sınırı geçemez ise bu durumda da H_0 kabul edilir ve değişkenlerin eşbütünleşik olmadığı söylenir. Hesaplanan istatistik değerinin sınırların arasında kalması durumunda ise net bir çıkarım yapılamaz (Alper ve Alper, 2017).

Eşbütünleşme ilişkisinin sınır testi ile tespit edilmesinin ardından Eşitlik 4'teki denklem yardımıyla değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisinin belirlenmesi amacıyla ARDL modeli kurulur.

$$Y_t = a_0 + \sum_{i=1}^n a_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=0}^m a_{2i} X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Analizin en son aşamasında ise kısa dönemli ilişkinin durumu için Eşitlik 5'teki ARDL modeli oluşturulmaktadır.

$$\Delta Y_t = a_0 + \sum_{i=1}^n a_{1i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=0}^m a_{2i} \Delta X_{t-i} + \varphi HDT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

b. Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi

Toda-Yamamoto nedensellik analizi VAR modeline dayanmaktadır. Analizde VAR modelinin uygun gecikme uzunluğunun (m) ve serilerin en yüksek durağanlık derecesinin (d_{\max}) belirlenmesinden sonra $(m + d_{\max})$ ölçeğinde VAR modeli tahmin edilir. Toda-Yamamoto nedensellik yaklaşımında oluşturulan VAR modeli $(m + d_{\max})$, Eşitlik 6 ve Eşitlik 7'deki denklemlerden oluşmaktadır (Toda ve Yamamoto, 1995).

$$Y_t = \omega + \sum_{i=1}^m a_{1i}X_{t-i} + \sum_{i=1}^m B_{1i}Y_{t-i} + \sum_{j=m+1}^{dmax} \delta_{1j}X_{t-j} + \sum_{j=m+1}^{dmax} \theta_{1j}Y_{t-j} + \varepsilon_{1t} \quad (6)$$

$$X_t = \varphi + \sum_{i=1}^m a_{2i}X_{t-i} + \sum_{i=1}^m B_{2i}Y_{t-i} + \sum_{j=m+1}^{dmax} \delta_{2j}X_{t-j} + \sum_{j=m+1}^{dmax} \theta_{2j}Y_{t-j} + \varepsilon_{2t} \quad (7)$$

Optimum gecikme boyutu bilgi kriterleri aracılığıyla, maksimum bütünleşme seviyesi (d_{max}) ise birim kök testleri ile saptanmaktadır. Değişkenlerin nedensellik durumunu saptamak için $H_0: a_{1i} = 0$ ile $H_0: a_{2i} = 0$ hipotezleri düzenlenmiş WALD testi istatistiği kullanılarak sınanmaktadır. Hesaplanan düzenlenmiş WALD testi istatistik değeri k serbestlik dereceli X^2 değerinden yüksek çıkarsa bahsedilen hipotezler reddedilmektedir (Gazel, 2017).

3. Model ve Veri Seti

Ekonomik büyüme ile savunma harcamaları ilişkisinin incelenmesinde Eşitlik 8'de gösterilen denklemde ifade edilen model kullanılmaktadır.

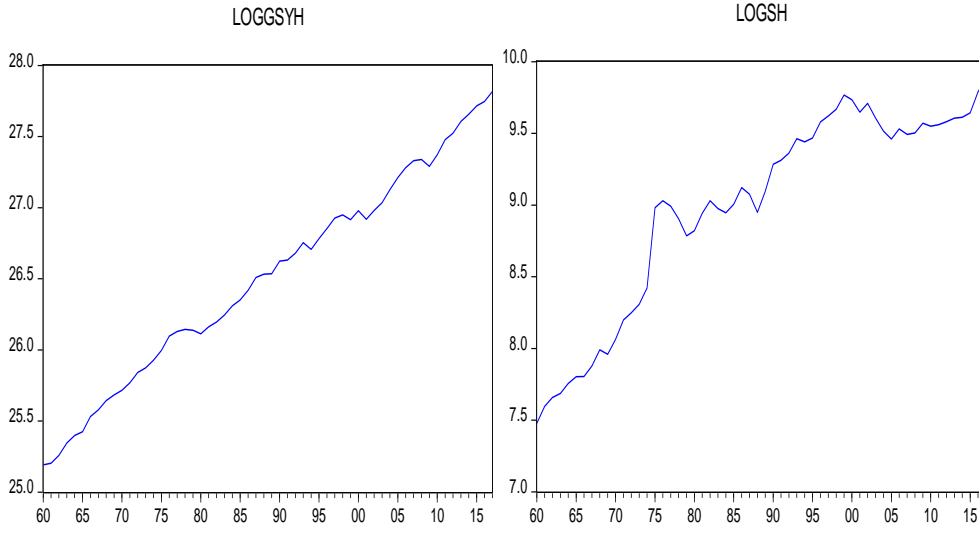
$$LOGGDP_t = a_0 + a_1 LOGELC_t + \varepsilon_t \quad (8)$$

Çalışmada, 1960-2017 yılları arasındaki yıllık bazda veriler istihdam edilecek olup GSYH verileri World Bank Indicator'dan, savunma harcamaları verileri ise Stockholm International Peace Research Institute'den temin edilmiştir. Savunma harcaması için doğal logaritması alınmış 2016 baz yıllık ABD Doları cinsinden veriler ve ekonomik büyüme için ise doğal logaritması alınmış GSYH'nin 2010 baz yıllık ABD Doları cinsinden zaman serisi verisi istihdam edilmiştir. Doğal logaritması alınmış GSYH, LOGGSYH şeklinde ve savunma harcamaları ise LOGSH şeklinde gösterilmektedir. İlgili literatür incelendiğinde geleneksel regresyon ve Granger nedensellik analizlerinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada, uzun dönemli ilişkinin tespiti amacıyla ARDL Sınır Testi Yaklaşımı ve nedensellik ilişkisi içinse Toda-Yamamoto Nedensellik Testi, geleneksel yöntemlere göre daha güncel olmaları ve zaman serisi analizlerinde sıklıkla kabul gören analizler olmaları nedeniyle tercih konusu olmuştur.

4. Uygulama

a. Birim Kök Testi Sonuçları

Serilerin ekonometrik analizinden önce grafiksel çizimini incelemek seriler hakkında ön fikir verebilir. Şekil 1'deki serilerin grafiksel çizim incelendiğinde serilerin artış eğilimi göstermelerinin yanında artan trendlere de haiz oldukları gözlemlenmektedir. Seriler sabit ortalama ve sabit ilerleme durumunda olmamaları nedeniyle düzey değerlerinde durağan olmadıkları izlenimi oluşturmaktadır.



Şekil 1. Türkiye'de 1960-2017 Dönemi LOGGSYH ile LOGSH Serilerinin Grafiksel Gösterimi

Serilerin durağanlığını test etmek amacıyla çalışmada ADF ile PP birim kök testlerine başvurulacaktır. Bu testlere ait sonuçlar Tablo 1 ile Tablo 2'de sergilenmektedir.

Tablo 1. Serilerin Düzey Değerlerinde ve 1. Farklarında ADF Birim Kök Testi Sonuçları

ADF Birim Kök Testi Sonuçları				
Değişkenler	Özellikler	Test İstatistiği	Kritik Değer (%1)	Kritik Değer (%5)
LOGSH	Sabitli ve trendli	-1,739388	-4,127	-3,490
	Sabitli	-2,033020	-3,550	-2,913
LOGGSYH	Sabitli ve trendli	-2,618950	-4,127	-3,490
	Sabitli	-0,241205	-3,550	-2,913
Δ LOGSH	Sabitli ve trendli	-6,082438*	-4,130	-3,492
	Sabitli	-6,003858*	-3,552	-2,914
Δ LOGGSYH	Sabitli ve trendli	-7,338422*	-4,130	-3,492
	Sabitli	-7,398760*	-3,552	-2,914

Δ Birinci fark operatörüdür. *, %1'de anlamlılığı temsil etmektedir.

Tablo 2. Serilerin Düzey Değerlerinde ve 1. Farklarında PP Birim Kök Testi Sonuçları

PP Birim Kök Testi Sonuçları				
Değişkenler	Özellikler	Test İstatistiği	Kritik Değer (%1)	Kritik Değer (%5)
LOGSH	Sabit ile trendli	-1,787535	-4,127	-3,490
	Sabit	-2,051138	-3,550	-2,913
LOGGSYH	Sabit ile trendli	-2,696036	-4,127	-3,490
	Sabit	-0,239949	-3,550	-2,913
Δ LOGSH	Sabit ile trendli	-5,937806*	-4,130	-3,492
	Sabit	-5,900371*	-3,552	-2,914
Δ LOGGSYH	Sabit ile trendli	-7,338750*	-4,130	-3,492
	Sabit	-7,398990*	-3,552	-2,914

Δ Birinci fark operatörüdür. *, %1'de anlamlılığı temsil etmektedir.

Serinin durağanlığını test etmek için hesaplanan kritik değeri ve test istatistik değerinin mutlak değer içinde karşılaştırması yapılmaktadır. Test istatistik değerinin, kritik değerden yüksek olması durumunda serinin durağan olduğu, tersi durumda ise durağan olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Tablo 1 ve Tablo 2'deki bulgular doğrultusunda LOGSH ile LOGGSYH serileri birinci farklarında durağandır. ARDL yaklaşımında serilerin aynı dereceden durağan olma varsayımı bulunmamakla birlikte serilerin I(0) veya I(1) derecede durağan olması gerekmektedir. Serilerin I(1) derecede durağanlığının tespit edilmesinden sonra ARDL analizi çalışmanın modeli için uygulanabilmektedir.

b. ARDL Sınır Testi Sonuçları

ARDL sınır testi yaklaşımında ilk olarak optimum gecikme uzunluğunun tespiti gerekmektedir. Bu adımda değişkenler çeşitli gecikme kombinasyonlarıyla sınanarak, bilgi kriterlerine göre en düşük sonucu gösteren model optimal model olarak belirlenir (Akel ve Gazel, 2014). Türkiye ekonomisi için modeldeki değişkenler, bilgi kriterleri tarafından farklı gecikme kombinasyonları ile sınanarak, ARDL(1, 2) modelinin optimal model olduğu tespit edilmiştir. Seçilen modelin tahminleri Tablo 3'te sergilenmektedir.

Tablo 3. ARDL(1, 2) Modeli Tahmin Sonuçları

Değişken	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık Değeri
LOGGSYH(-1)	1,023031	51,39096	0,0000
LOGSH	0,010800	0,200147	0,8422
LOGSH(-1)	0,068684	0,862070	0,3927
LOGSH(-2)	-0,105683	-1,997533	0,0511
SABİT	-0,332780	-0,924575	0,3595
Tanımsal Test Sonuçları			
Breusch-Godfrey Testi	0,209728 (0,6490)	Jarque-Bera Testi	2,711683 (0,257730)
White Testi	1,050088 (0,4274)	Ramsey Reset Testi	0,074681 (0,7858)

ARDL modelinin yorumlanabilmesi için modelin varsayımlarının doğruluğunun tespit edilmesi gerekmektedir. Breusch-Godfrey Testi

otokorelesyonu, Jarque-Bera testi normal dağılımı, White Test değişen varyansı, Ramsey Reset Testi’de model kurmayı sınamaktadır. Tablo 3’te sunulan tanısal test sonuçları modelde heteroskedasite, otokorelasyon ve fonksiyonel form sorununun bulunmadığını ayrıca kalıntıların normal dağılım sağladığını göstermektedir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin var olup olmadığı sınır testi yardımıyla incelenmektedir. Sınır testi bulguları Tablo 4’te sergilenmektedir.

Tablo 4. ARDL(1, 2) Sınır Testi Sonuçları

F-istatistiği:		18,27392
Kritik Değer Sınırları		
Anlamlılık	Alt Sınır	Üst Sınır
%1	4,94	5,58
%2,5	4,18	4,79
%5	3,62	4,16

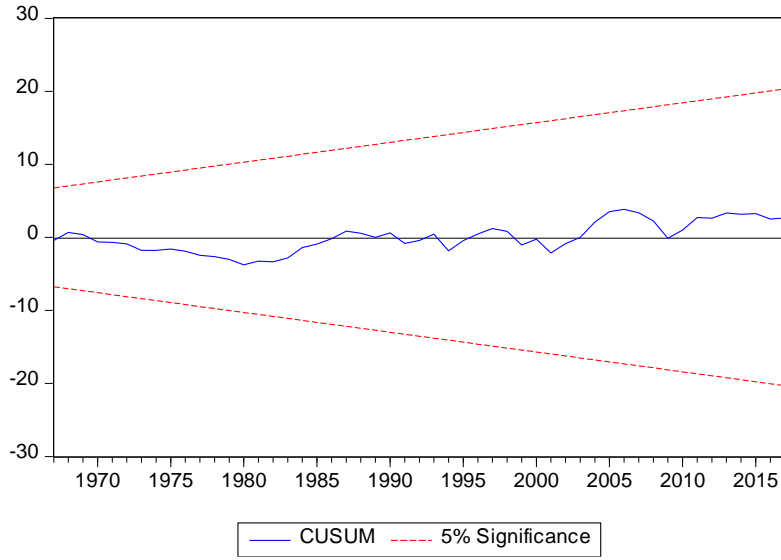
Tablo 4’te yer alan ARDL sınır testi sonuçları, değişkenler arasında uzun dönem eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğunu göstermektedir. Hesaplanan F istatistik değeri %1 anlamlılık düzeyinde üst sınır kritik değerinden yüksektir. Bu durum savunma harcamaları ile iktisadi büyüme arasında uzun dönemli bir denge ilişkisinin varlığına ışık tutmaktadır.

ARDL modelinde değişkenler arasında tespit edilen uzun dönemli ilişkinin yönünün ve boyutunun belirlenmesi için ise uzun dönem katsayılarının incelenmesi gerekmektedir. Tablo 5’te tahmin edilen ARDL(1, 2) modelinde değişkenlerin uzun dönem katsayıları gösterilmektedir.

Tablo 5. ARDL (1, 2) Modeli Uzun Dönem Katsayıları (Bağımlı Değişken LOGGSYH)

Değişken	Katsayı	T-istatistiği	Olasılık Değeri
LOGSH	1,137554	3,104447	0,0031
C	14,449429	3,448599	0,0011

Tablo 5’te sunulan sonuçlara göre, savunma harcaması değişkeninin uzun dönem katsayısının pozitif olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlemlenmektedir. Bu sonuç, savunma harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ulaşılan bulgular neticesinde askerî harcamalarda oluşacak %1’lik bir artışın iktisadi büyümeyi %1,13 oranında arttıracakı söylenebilmektedir.



Şekil 2. CUSUM Testi Sonuçları

Türkiye’de araştırılan zamanda yaşanan yapısal değişimler nedeniyle yapısal kırılmaların gerçekleşebileceği göz önüne alındığında, kısa ve uzun dönem katsayılarının uygunluğunu incelemek ve tahmin edilen ARDL modelinin kararlılığını test etmek için CUSUM testi yapılmaktadır. Şekil 2, ulaşılan CUSUM test istatistiğinin %5 anlamlılık seviyesinde kritik sınırların içinde olduğunu göstermektedir. Bu durum tahmin edilen parametrelerin araştırılan dönemde istikrarlı olduğunu göstermektedir (Alper ve Alper, 2017).

c. Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi Sonuçları

Toda-Yamamoto nedensellik testinin yapılması için gerekli olan en büyük durağanlık derecesinin (d_{max}) ve uygun gecikme uzunluğu (m) değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Serilerin birinci farklarında durağanlık göstermesi

nedeniyle (d_{max}) değeri 1'dir. Optimal gecikme uzunluğuyusa (m) bilgi kriterleri aracılığıyla VAR modelinden tahmin edilmektedir.

Tablo 6. VAR Modeli Gecikme Uzunluğu Tahminleri

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-53,933	NA	0,02829	2,1106	2,185	2,139
1	145,998	377,229*	1,74e-05	-5,2829	-5,059*	-5,197*
2	150,710	8,53494	1,70e-05*	-5,3098*	-4,938	-5,166
3	151,350	1,11107	1,93e-05	-5,1830	-4,662	-4,982
4	151,901	0,91472	2,21e-05	-5,0528	-4,383	-4,795
5	156,776	7,72560	2,15e-05	-5,0858	-4,268	-4,771

Tablo 6'da üzerinde (*) işareti bulunan değerler uygun gecikme uzunluğunu işaret etmektedir. Birinci gecikme uzunluğu bilgi kriterinin çoğunluğunun işaret ettiği uygun gecikme uzunluğudur. Bu sebeple Toda-Yamamoto nedensellik analizinde m değeri 1 olarak alınmıştır.

Tablo 7. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Hipotezler	Gecikme uzunluğu	X^2 İstatistiği	Olasılık Değeri
	$m=1, d_{max}=1$		
Savunma Harcamaları → Ekonomik Büyüme	2	4,128060	0,0422
Ekonomik Büyüme → Savunma Harcamaları	2	0,326846	0,5675

Toda-Yamamoto nedensellik analizinde H_0 temel hipotezi değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin bulunmadığını belirtirken, H_1 alternatif hipotezi ise nedensellik ilişkisinin olduğunu belirtmektedir. Tablo 7'de sergilenen bulgular, savunma harcamalarından ekonomik büyümeye doğru nedensel ilişkinin bulunmadığını ifade eden H_0 hipotezini %5 anlamlılık seviyesinde reddetmektedir. Ulaşılan test sonuçları, savunma harcamalarından ekonomik büyüme yönüne doğru tek taraflı bir nedensellik ilişkisinin olduğuna işaret etmektedir.

Sonuç

Kamu harcaması olarak nitelendirilen savunma harcamalarının, iktisat literatüründe ekonomik büyümeyi ya Neo-Klasik Yaklaşım çerçevesinde yatırımların dışlanması yoluyla olumsuz yönde etkileyebileceği ya da Keynesyen Yaklaşım çerçevesinde toplam talebin artmasıyla olumlu yönde etkileyebileceği değerlendirilmektedir. Bu durum ülkelere ve bölgelere göre farklılık göstermektedir. Bu çalışma alanı iktisat literatüründe Benoit Hipotezi olarak nitelendirilmiştir. Benoit Hipotezi literatürde askerî harcamalar ile iktisadi büyüme arasındaki pozitif ilişkinin varlığı olarak bilinmektedir. Benoit, savunma yükü ağır olan ülkelerin çoğunlukla en hızlı ekonomik büyüme oranına sahip ülkeler olduklarını ve en düşük savunma yükü olan ülkelerin ise en düşük ekonomik büyüme oranlarını gösterdiklerini ileri sürmüştür. Bu çalışma, Türkiye ekonomisi özelinde gelişmekte olan ülkelerde savunma harcamalarının ekonomik büyüme için yardımcı bir unsur olup olmadığını belirlenmesi açısından literatüre katkı sağlamaktadır. Ayrıca bu çalışma, Türkiye ekonomisi için Benoit hipotezinin sınanması açısından önemlidir. Elde edilen sonuç Türkiye’de politika yapıcılara savunma giderlerinin ne ölçüde ekonomik büyümeyi desteklediğini ifade etmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye ekonomisi için 1960-2017 dönemi arasındaki yıllık bazdaki veriler istihdam edilerek, savunma harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada ARDL Sınır Testi ve Toda-Yamamoto nedensellik analizleri uygulanmıştır. İncelenen dönemde uygulanan nedensellik ile eşbütünleşme analizlerinin sonuçları; savunma harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin bulunduğunu ve değişkenler arasında uzun dönem pozitif eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. İktisadi literatürde, gelişmekte olan ülkeler için yapılan analizlerde savunma harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki pozitif ilişkiyi savunan Benoit hipotezinin desteklenmesi beklenmektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlar ise iktisadi literatürü destekler nitelikte olup Türkiye ekonomisi özelinde gelişmekte olan ülkelerde savunma harcamalarının ekonomik büyüme için yardımcı bir unsur olduğunu göstermektedir. Savunma harcamalarının ekonomik büyümeye neden olduğu ve bu ilişkinin tersinin olmadığı durum, Türkiye’de askerî harcamaların büyüme hedefleri için etkin bir araç olması ve Türkiye’de savunma kararlarının ekonomik büyümeyi teşvik edecek nitelikte olduğunu göstermesi

nedeniyle önemlidir. Elde edilen bulgular, savunma harcamalarının Keynesyen Yaklaşım çerçevesinde toplam talebin artması yoluyla ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir. Ulaşılan sonuçlar Keynesyen görüşü desteklerken, Neo-klasik yaklaşımı (savunma harcamalarının yatırımların dışlanması yoluyla ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkileyebileceği görüşünü) reddetmektedir. Elde edilen sonuçlar, Türkiye ekonomisinde savunma sanayinin yatırımlar için verimli bir alan olduğunu göstermektedir. Askerî harcamalardaki artışın Türkiye ekonomisine geri dönüşü olumludur. Bu nedenle, bu alanda yapılan yatırımların daha verimli yapılması ve dolayısıyla ekonomik büyümeye katkı sağlamaları önerilmektedir. Ayrıca, savunma harcamalarının Türkiye ekonomisine olumlu etkisinin yanı sıra bulunulan coğrafyanın sebep olduğu ekonomik ve siyasi sorunlar karşısında da yapılan savunma yatırımları iktisadi faaliyetlerin istikrarına katkı sağlayacaktır. Sonuç olarak, elde edilen bulgular Türkiye ekonomisi özelinde Benoit Hipotezi'ni doğrulamaktadır.

Extended Summary

Public goods have the characteristic of not being excluded in what their usage by a person doesn't decrease the other person's usage. Defense spending includes these characteristics. The need for defense is one of the most important needs of humans and countries in the world. Within Maslow's hierarchy of Needs theory, the need for defense is stated as body, Family, Work, Health, and property security. The defence service is one of the most important tasks of the governments for people who live in a particular state. However, the Defense Service has an economic aspect and this aspect is defined as defense spending. Defense spending, described as full public goods, is an element that countries cannot give up on account of ensure national security which is critical for all countries. Because of that defence spendings have a important share in public spending in most countries, in addition to this defence spendings have major impact on the economies for countries. Examination of the impact of defence spending on national economies is of great importance. This field of study has been described as the Benoit hypothesis in economics literature and this hypothesis is known in the literature as the existence of a positive relationship between defense spendings and economic growth of countries. Benoit suggested that countries with the heaviest defense burden are generally the ones with the fastest growth rate, that countries with the lowest defense burden tend to show the lowest growth rates in their economies. In

that study, Benoit did not only use growth, which ultimately was an increase in defense spending, but Benoit mainly included civilian growth and the rate of increase in non-defense production in his studies and he also used a different Growth Index. In the Benoit study, the strong positive correlation between high defense burden and rapid growth rates in economy was initially discovered in quarterly data analysis, supported by Spearman Rank Order Correlation Analysis, and also verified by regression analysis. Literature between variables has drawn a lot of attention and has gained a great momentum after Benoit's study. Following Benoit's landmark study, research has proliferated for many regions and countries in this particular area of study. However, the sample group of countries that data were obtained from, the methods used in these studies and the results obtained differed in the studies. Since Benoit's periodical study, the economic impact of defense spending in developing countries has become a popular issue of extensive empirical researches. But theoretically, there isn't precise estimate of correlation and causal direction between variables. Otherwise, defence spending can delay growth by means of the crowding out the effect of investments. In contrast, defence spending can also stimulate growth by means of the Keynesian effect. The increase in demand that are generated by higher defence expenditures can lead to greater use of higher employment, capital stock, higher profits, because of these aspects higher investment by creating the multiplier effect. In this study, in order to test the validity of the Benoit hypothesis, the existence of the relationship between defense spending and growth for the Turkish economy with annual data in the period of 1960-2017 was investigated. For this purpose, the long-term cointegration relationship between variables was investigated with the ARDL Boundary Test approach and the causality relationship between variables was investigated with Toda-Yamamoto causality analysis which is based on Granger causality test. These methods have been preferred because they are more up-to-date than traditional methods. In line with the results of the analysis, the existence of a positive long run cointegration relation between the variables for the Turkish economy and unidirectional causality relationship from defense expenditures to economic growth were determined in the study. The results show that defence spending is a quite productive area for investments that can be made in the Turkish economy. The return of increase defence spending to the Turkish economy is positive. As an outcome of this study, it is recommended that investments made in this area in developing countries especially in Turkey to be made more efficiently and

therefore contribute to growth. Moreover, the conjuncture in which the world is currently in increases the importance of investments in defense expenditures, especially those investments which are made in Turkey and in Middle East countries. Consequently, the findings confirm the Benoit Hypothesis for the Turkish economy and it is valid for Turkish economy.

Kaynakça

Kitaplar

- Benoit, E. (1973). *Defense Spending and Economic Growth in Developing Countries*. Lexington: Lexington Books.
- Gujarati, Damodar N. ve Dawn C. Porter. (2012). *Basic Econometrics*. (Çev. Ü. Şeneşen ve G. Günlük Şeneşen), İstanbul: Literatür Yayınları.

Makaleler

- Abdel-Khalek, G., Mazloun, M. G. ve El Zeiny, M. R. M. (2019). Military expenditure and economic growth: the case of India. *Review of Economics and Political Science*, 1-20.
- Akel, V. ve Gazel, S. (2014). Döviz Kurları İle Bıst Sanayi Endeksi Arasındaki Eşbütünleşme İlişkisi: Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 44, 23-41.
- Alexander, W. R. J. (1990). The Impact of Defence Spending on Economic Growth: A Multi-Sectoral Approach to Defence Spending and Economic Growth with Evidence from Developed Economies. *Defence Economics*, 2(1), 39-55.
- Alper, F. Ö. ve Alper, A. E. (2017). Karbondioksit Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi İlişkisi: Türkiye İçin Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Sosyoekonomi* 25 (33), 145-156.
- Alptekin, V. (2012). Benoit Hipotezi: Seçilmiş OECD Ülkeleri Ölçeğinde Panel Veriler Yardımıyla Analizi. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 204-215.
- Batchelor, P., Dunne, J. P., ve Saal D. S. (2000) Military spending and economic growth in South Africa. *Defence and Peace Economics*, 11(4), 553-571.

- Benoit, E. (1978). Growth and Defense Expenditure. *Economic Development and Cultural Change*, 26(2), 271-280.
- Chowdhury, A. (1991), A Causal Analysis of Defense Spending and Economic Growth. *The Journal of Conflict Resolution*, 35(1), 80-97.
- Dakurah, A. H., Davies, S. P. ve Sampath, R. K. (2001). Defense spending and economic growth in developing countries A causality analysis. *Journal of Policy Modeling*, 23, 651-658.
- Destek, M. A. ve Okumuş, I. (2016). Military Expenditure and Economic Growth in BRICS and MIST Countries: Evidence From Bootstrap Panel Granger Causality Analysis. *South-Eastern Europe Journal of Economics*, 2, 175-186.
- Dritsakis, N. (2004). Defense Spending and Economic Growth: An Empirical Investigation For Greece and Turkey. *Journal of Policy Modelling*, 26(2), 249-264.
- Dunne, J. P. ve Nikolaidou, E. (2005). Military Spending and Economic Growth in Greece, Portugal and Spain. Web: <https://ideas.repec.org/p/uwe/wpaper/0510.html>
- Dunne, P. ve Vougas, D. (1999). Military Spending and Economic Growth in South Africa: A Causal Analysis. *The Journal of Conflict Resolution*, 43(4), 525-536.
- Duyar, M. ve Koçoğlu, M. (2014). Askerî Harcamaların Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi; Sahra Altı Afrika Örneği. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(33), 703-704.
- Farzanegan, M. R. (2014) Military Spending and Economic Growth: The Case of Iran. *Defence and Peace Economics*, 25(3), 247-269.
- Feridun, M., Sawhney, B. ve Shahbaz, M. (2011). The Impact of Military Spending on Economic Growth: The Case of North Cyprus. *Defence and Peace Economics*, 22(5), 555-562.
- Gazel, S. (2017). BIST Sınai Endeksi İle Çeşitli Metaller Arasındaki İlişki: Toda-Yamamoto Nedensellik Testi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi* 52, 287-299.

- Joerding, W. (1986). Economic Growth and Defense Spending Granger Causality. *Journal of Development Economics*, 21(1), 35-40.
- Kanca, O. C. ve Yamak, R. (2020). Türkiye Ekonomisi Açısından Benoit Hipotezinin Testi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 19(3), 823-839.
- Karagianni, S. ve Pempetzoglu, M. (2009) Defense Spending and Economic Growth in Turkey: A Linear and Non-Linear Granger Causality Approach. *Defence and Peace Economics*, 20(2), 139-148.
- Kesgingöz, H. ve Olcay, T. (2016). Türkiye ve Seçilmiş Ortadoğu Ülkeleri için Benoit Hipotezinin Sınanması: Panel Veri Analizi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 585-607.
- Khalid, U. ve Habimana, O. (2019). Military Spending and Economic Growth in Turkey: A Wavelet Approach. *Defence and Peace Economics*, doi: 10.1080/10242694.2019.1664865
- Kollias, C., George, M. ve Paleologou, S-M. (2004). Defence Expenditure and Economic Growth in The European Union A Causality Analysis. *Journal of Policy Modeling*, 26(5), 553-569.
- Mintz, A. ve Stevenson, R. T. (1995). Defense Expenditures, Economic Growth, and the Peace Dividend: A Longitudinal Analysis of 103 Countries. *The Journal of Conflict Resolution*, 39(2), 283-305.
- Pamuk, M. ve Bektaş, H. (2014). Türkiye’de Eğitim Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 2 (2), 77-90.
- Pan, C., Chang, T. ve Wolde-Rufael, Y. (2015). Military Spending and Economic Growth In The Middle East Countries: Bootstrap Panel Causality Test. *Defence and Peace Economics*, 26(4), 443-456.
- Paparas, D., Richter, C. ve Paparas, A. (2016). Military Spending and Economic Growth in Greece and the Arms Race between Greece and Turkey. *Journal of Economics Library*, 3(1), 38-56.
- Phiri, A. (2019). Does Military Spending Nonlinearly Affect Economic Growth in South Africa?. *Defence and Peace Economics*, 30(4), 474-487.

- Raju, M. H. ve Ahmed, Z. (2019). Effect of military expenditure on economic growth: evidences from India Pakistan and China using cointegration and causality analysis. *Asian Journal of German and European Studies*, 4(3), 1-8.
- Saba, C. S. ve Ngepah, N. (2019). Military expenditure and economic growth: evidence from a heterogeneous panel of African countries. *Economic Research*, 32(1), 3586–3606.
- Shahbaz M. ve Shabbir M. S. (2012) Military Spending and Economic Growth in Pakistan: New Evidence from Rolling Window Approach. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 25(1), 119-131.
- Sua, C., Xub, Y., Changc, H. L., Lobontd, O. R. ve Liue, Z. (2018). Dynamic Causalities between Defense Expenditure and Economic Growth in China: Evidence from Rolling Granger Causality Test. *Defence And Peace Economics*, 1-18.
- Toda, H. Y. ve Yamamoto, T. (1995). Statistical İnference in Vector Autoregressions with Possibly İntegrated Processes. *Journal of Econometrics*, 66, 225-250.
- Tuncay, Ö. (2017). Finansal Serbestleşme Sonrası Dönem Savunma Harcamalarının Ekonomik Analizi. *International Journal of Economic Studies*, 3(1), 23-37.
- Wijeweera, A. ve Webb, M. J. (2011). Military Spending and Economic Growth in South Asia: A Panel Data Analysis, *Defence and Peace Economics*, 22(5), 545-554.
- Yılancı, V. ve Özcan, B. (2010). Yapısal Kırılmalar Altında Türkiye İçin Savunma Harcamaları İle GSMH Arasındaki İlişkinin Analizi. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 11(1), 21-33.
- YurttañıkmaZ, Z. Ç., Aali, A. ve Emsen, Ö. S. (2012). Askerî Harcamalar ve Ambargonun Ekonomik Büyümeye Etkileri: İran Üzerine Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26(2), 171-190.



El Yapımı Patlayıcıların ve Patlayıcı Maddelerin Tespitinde Kullanılan Spektroskopi Tabanlı Yöntemlerin Karşılaştırılmasına İlişkin Bir İnceleme

Seniha Esen YÜKSEL*, Sefa KÜÇÜK**, Vedat TEKELİ***,
Birol KILIÇ****, R. Hamza KARAKAYA*****, Murat Berkay ZEKA*****

Öz

El Yapımı Patlayıcılar (EYP) ve patlayıcı maddeler nedeniyle her yıl binlerce kişi ölmekte, yaralanmakta ve psikolojik olarak zarar görmektedir. Ülkeler ulusal güvenliklerini sağlamak amacıyla muazzam çaba sarf etmekte ve EYP'lere karşı tedbirler geliştirebilmek için hatırı sayılır harcamalar yapmaktadırlar. En güçlü orduların bile tespiti için çözüm geliştirmekte zorlandığı EYP'ler, Türk Silahlı Kuvvetleri için de büyük bir problem oluşturmaktadır. Son yıllarda ülkemizdeki terör eylemlerinde de sıklıkla kullanılması nedeniyle EYP ile mücadele her geçen gün daha çok önem kazanmaktadır.

* Doç. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, 06800, Beytepe, Ankara, Türkiye. eyuksel@ee.hacettepe.edu.tr; ORCID: 0000-0002-8868-1132

** Arş. Gör., Hacettepe Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, 06800, Beytepe, Ankara, Türkiye. skucuk@ee.hacettepe.edu.tr; ORCID: 0000-0002-0279-3185

*** Elektrik Elektronik Mühendisi, Millî Savunma Üniversitesi Alparslan Savunma Bilimleri Enstitüsü KBRN-P ABD EYP ve Patlayıcı Maddeler ile Mücadele Programı Yüksek Lisans Öğrencisi, vedat.tekeli@msb.gov.tr; ORCID: 0000-0003-0386-8713

**** İ.s.Yzb., Millî Savunma Üniversitesi Alparslan Savunma Bilimleri Enstitüsü KBRN-P ABD EYP ve Patlayıcı Maddeler ile Mücadele Programı Yüksek Lisans Öğrencisi, klcbrl@gmail.com; ORCID: 0000-0002-0515-7125

***** Bkm.Yzb., Millî Savunma Üniversitesi Alparslan Savunma Bilimleri Enstitüsü KBRN-P ABD EYP ve Patlayıcı Maddeler ile Mücadele Programı Yüksek Lisans Öğrencisi, rhkarakaya@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7863-1756

***** Makine Mühendisi, Millî Savunma Üniversitesi Alparslan Savunma Bilimleri Enstitüsü KBRN-P AD EYP ve Patlayıcı Maddeler ile Mücadele Programı Yüksek Lisans Öğrencisi, zekaberkay@gmail.com; ORCID: 0000-0002-8515-8629

Satış altına gömülmüş bir patlayıcı maddenin tespit edilmesi; arazi yapısı, çevre koşulları, iklim yapısı ve gömülü maddenin özellikleri hakkında bilgi edinilmesini gerektiren zorlu bir süreçtir. Tespit yönteminin kullanılacağı arazi şartları, ihtiyaç duyulan uzaklık, hassasiyet ve süre gibi pek çok değişken sebebiyle standart bir EYP tespit yöntemi bulunmamaktadır. Bu nedenle dünyada çok çeşitli yöntemler üzerine birçok çalışma yürümektedir. Fakat patlayıcı maddeleri tespit ederken kullanılan her teknik ve usul faydalı olamamakta ve doğru sonuç vermemektedir. Tespit edilmesi arzulanan patlayıcı maddenin cinsine, çevresel etkenlerine, mesafesine, zemin altındaki derinliğine, kimyasal bileşenlerine vb. faktörlere göre en uygun tekniğin seçilmesi icap etmektedir.

Bu makalede, önce patlayıcı ve EYP'ler hakkında genel bilgi verilmiş, kimyasal yapıları ve tespit teknolojileri incelenmiştir. Daha sonra da EYP tespitinde kullanılan spektroskopi tabanlı dört yöntem ele alınmış, hangi durumlarda kullanılabilir olacakları, avantajları ve dezavantajları incelenmiştir. Otomatik ve temassız olarak kullanabilecek ve elektromanyetik spektrumun (EM) farklı alanlarına yoğunlaşarak patlayıcı tespitine farklı pencerelerden bakan bu yöntemler şunlardır: (i) Hiperspektral Görüntüleme, (ii) Fourier Dönüşüm Kızılötesi (FT-IR) Spektroskopisi, (iii) Terahertz Teknolojisi, (iv) Lazer Etkileşimli Plazma Spektroskopisi (LIBS). Bu yöntemler, yığın veya iz patlayıcı bulmadaki başarıları, laboratuvar ortamında veya operasyonel olarak kullanımları ve insan sağlığına etkileri açısından değerlendirilmiştir. Son olarak da patlayıcı ve EYP'lerin otomatik tespitinde dikkat edilmesi gereken hususlar verilmiş ve bu alandaki gelişmelerin geleceği tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: El Yapımı Patlayıcı (EYP), Fourier Dönüşüm Kızılötesi (FT-IR) Spektroskopisi, Hiperspektral Görüntüleme, Lazer Etkileşimli Plazma Spektroskopisi (LIBS), Terahertz Teknolojisi.

A Study on the Comparison of Spectroscopy-based Methods Used in the Detection of Improvised Explosive Devices and Explosives

Abstract

Thousands of people are killed, injured and psychologically damaged every year by Improvised Explosive Devices (IED) and explosives. For this reason, countries have

made tremendous efforts and spent a considerable amount of their budget to ensure their national security. IEDs, which even the most powerful armies find it difficult to develop solutions to take countermeasures, are a major problem for the Turkish Armed Forces. In recent years, the fight against IEDs has become more and more important as it is frequently used in terrorist acts in Turkey.

Detection of an explosive buried beneath the surface is a challenging process that requires obtaining information about the terrain, environmental conditions, climatic structure and characteristics of the buried material. There is no standard detection method due to many variables such as the conditions under which the detection method will be used, the required distance, sensitivity and speed. For this reason, there are many ongoing studies around the world. However, not all techniques and methods used to detect explosives are useful and do not provide accurate results. Depending on the type of explosive substance to be detected, environmental factors, distance, depth under the ground, chemical components and such factors should be considered for selecting the most appropriate technique. In this article, firstly general information about explosives and IEDs are given and their chemical structures and detection technologies are examined. Then, four spectroscopy-based methods used in IED detection are discussed; their advantages and disadvantages are examined. These automatic and non-contact methods focus on different areas of the electromagnetic spectrum (EM) and deal with explosive detection in different ways. These techniques are: (i) Hyperspectral Imaging, (ii) Fourier Transform Infrared (FT-IR) Spectroscopy, (iii) Terahertz Technology (iv) Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS). These methods have been evaluated in terms of their success in finding bulk or trace explosives, their use in laboratory or operational conditions and their effects on human health. Finally, the issues to be considered in automatic detection of explosives and IEDs, and the future of the developments in this field are discussed.

Keywords: *Improvised Explosive Device (IED), Fourier Transformation Infrared (FT-IR) Spectroscopy, Hyperspectral Imaging, Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS), Terahertz Technology.*

Giriş

Günümüzdeki çatışmaların iki ülkenin ordusu arasında yaşanmaktan çıkıp, devlet dışı aktörler ile ordular arasında asimetrik bir savaş halini aldığı görülmektedir. Devlet dışı aktörler bu savaşlarda askerleri ya da sivilleri öldürmek, araç veya malzemeleri tahrip etmek, zarar vermek, toplumda korku ve panik yaratmak gibi amaçlar için sıklıkla EYP kullanmaktadırlar. Bu EYP'ler atılmış, patlamamış mühimmatın tuzaklanması ile yapılabildiği gibi, diğer amaçlarla imal edilmiş malzemelerin bir araya getirilerek kullanılması ile de elde edilebilmektedir. Terör unsurları, bilinen hazır patlayıcı maddelerin yanı sıra sanayi, temizlik, ilaç ve kozmetik gibi sektörlerden tedarik edilebilen ticari kimyasalları da kullanarak farklı tip patlayıcılar sentezlemekte ve EYP'ler üretebilmektedir. Londra ulaşım ağında gerçekleşen patlamada kullanılan Triacetone Triperoxide (TATP), terörist unsurlarca sentezlenen EYP'lere iyi bir örnek olarak verilebilir (Hildenbrand vd., 2009).

EYP'ler etkilerinin yüksek, maliyetlerinin düşük olması, kolay elde edilebilir ve kullanılabilir olmaları nedenleri ile terör unsurları tarafından sıklıkla tercih edilmekte ve kullanılmaktadır. Merkez Strateji Enstitüsü El Yapımı Patlayıcılar Seminerinde sadece 2011 yılı içinde tüm dünyada ABD ordusunun 16.500 EYP olayı ile yüz yüze geldiği ifade edilmektedir (Bingöl ve Varlık, 2015). Birleşmiş Milletler verilerine göre 2017 yılında Orta Doğu'daki şehir savaşlarında patlayıcı mühimmatlar sebebiyle hayatını kaybeden dört insandan üçünün savunmasız siviller olduğu belirtilmektedir (www.unocha.org, 2018). Mayın ve EYP'ler, ülkemizde de terör unsurları tarafından aktif olarak kullanılmakta, çok sayıda askeri ve sivil kayıplara neden olmaktadır. 2011-2018 yılları arasında 5.031 ölüm veya yaralanmanın patlayıcılardan olduğu bildirilmektedir (<https://aoav.org.uk/explosive-violence/turkey/>, 2018).

Ne yazık ki sadece teröristlerin elindeki malzemeler ve karanlık hayal güçleriyle sınırlı olan EYP'ler, çok çeşitli tip ve içerikte olduklarından, çok farklı düzeneklerle tetiklenebildiklerinden ve bilinen bir formlarının olmayışı dolayısıyla çok zor tespit edilebilmektedirler. En güçlü orduların dahi çözüm geliştirmekte zorlandığı bu konu, Türk Silahlı Kuvvetleri için de büyük bir problem oluşturmaktadır. Dolayısıyla birçok grup, hem hızlı ve doğruluğu yüksek ölçümler verecek hem de insan hatasını azaltacak, bu sayede de sivil ve askerî kayıpları

engelleyecek sistemler geliştirmeye çalışmaktadır. Hatta daha geniş bir pencereden bakılarak, konu sadece EYP tespiti olarak değil, patlayıcı maddeler, patlayıcı mühimmat, patlamamış mühimmat, terk edilmiş mühimmat ve mayınların tespiti olarak da çalışılmaktadır.

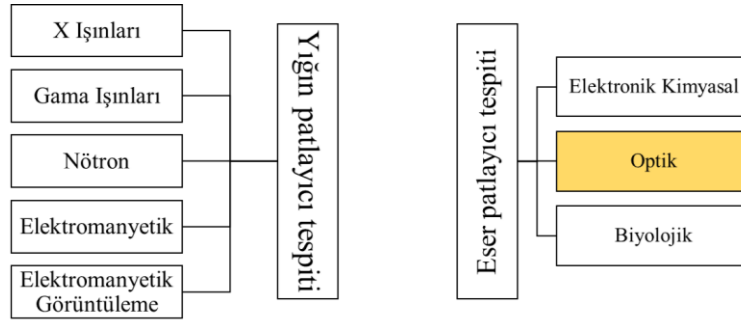
İdeal bir sistemden, birçok patlayıcı türünü tespit edip etiketleyebilmesi, patlayıcının kendisini olduğu kadar emarelerini de tespit edebilmesi, farklı hedeflere uyum sağlayabilmesi, hem gömülü hem yüzeydeki hedefleri tespit etmesi, tehdide bağlı olarak farklı türde (örneğin elde tutulabilen veya uzaktan) kullanılabilmesi, geniş bir alanı tarayabilmesi, patlayıcının içinde bulunduğu hava ve toprak koşullarından bağımsız olarak yüksek pozitif algılama olasılığı ve düşük yanlış alarm olasılığına sahip olması istenmektedir. Ayrıca, ideal bir sistemden karşı önlemlere veya müdahalelere olan açıklarının sınırlı, kullanımının kolay, bakım gereksinimlerinin az, maliyet, alan ve güç gereksinimlerinin düşük, güvenilirliğinin yüksek olması beklenmektedir (Pellegrino vd., 2015). Ancak günümüzde böyle ideal bir sistem bulunmamaktadır. Hatta, gelecekte de böyle bir sistem olursa, tek bir sistem içermeyeceği, farklı sistemlerin birleşmesinden meydana geleceği ve hepsinin ayrı ayrı zaaflarına maruz kalacağı öngörülmektedir. Dolayısıyla, günümüzde, hem ayrı ayrı sensörlerin geliştirilmesine, hem de bu sensörlerin birleştirilmesine çalışılmaktadır (Moros vd., 2010; Zhang vd., 2018).

Bu makalenin ilerleyen kısımlarında, öncelikle genel olarak EYP ve patlayıcı tespitine değinilmiştir. Sonrasında, patlayıcı madde tespitinde en gelişmiş teknolojilerden olan, önümüzdeki yıllarda patlayıcı tespitinde önemli rol oynayacağı öngörülen ve şu anda farklı cihazlar olarak değerlendirilen, fakat belki ileride lazerleri, spektrometreleri ya da optik yolları birleştirilebilecek dört spektroskopik yöntem avantajları ve dezavantajları ile detaylı olarak verilmiştir.

Patlayıcı Madde Tespit Teknolojilerine Genel Bir Bakış

Patlayıcı maddelerin ve kimyasalların tespitinde yığın patlayıcı tespiti ve eser patlayıcı tespiti olmak üzere iki temel yaklaşım bulunmaktadır. Yığın patlayıcı tespit yöntemleri ile büyük miktarda patlayıcının tespiti hedeflenirken, eser patlayıcı tespit yöntemleri ile iz/kalıntı tespiti amaçlanmaktadır. Şekil 1’de gösterilen bu tespit yöntemlerinde, elektromanyetik tayfın neredeyse tüm bölgeleri (radyo dalgası, mikrodalga, kızılötesi, görünür, morötesi, X ışını, gama ışını gibi) patlayıcı tespiti maksadıyla araştırılmıştır (National Research Council, 2004). Dolayısıyla bu

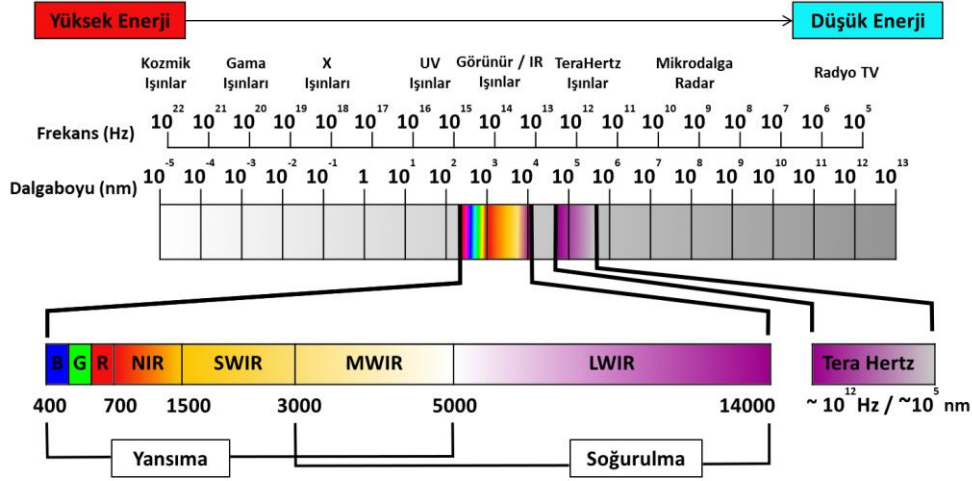
yöntemlerin avantaj ve dezavantajlarını bilmek, ona göre operasyonel anlamda bilinçli bir seçim yapmak veya bu yöntemlerin avantajlarını bir araya getirecek yeni sistemleri seçmek gerekmektedir.



Şekil 1. Tespit Yöntemleri

Şekil 1’de görüldüğü üzere, eser patlayıcı tespitinde, öteden beri kullanıla gelen köpekler gibi koku duyusu gelişmiş diğer canlılara ilişkin çalışmalar sürdürülmektedir. Arılar, fareler ve bakteriler mayın ve patlayıcı tespitinde başarı göstermiş canlılardır (Cross, 2017; Habib, 2007; Guest 2020). Ayrıca bazı antikorumların da patlayıcılara bağlanabildiği bilinmektedir (Shankaran vd., 2005). Bunların yanısıra, optik alandaki çeşitli çalışmalar patlayıcıların araba kollarında, kıyafetlerde ve insan saçında da tespit edilebildiğini göstermektedir (Chirico vd. 2012; Cullum vd. 2004; Oxley vd. 2007; Oxley vd. 2012; Yüksel vd. 2012; Yüksel vd. 2013). Ayrıca, yakın bölgeden veya laboratuvar ortamında başarılı şekilde kullanılabilen optik spektroskopik yöntemler ve gaz kromatografî, iyon mobilite spektrometresi gibi elektronik/kimyasal yöntemler ile hassas kimyasal seçicilik seviyesine ulaşılabilmektedir.

Yığın patlayıcı tespitinde ise cismin içine nüfuz edebilme özelliği sebebiyle radyolojik ışınlar (Örn: X-ray) ve elektromanyetik dalgalarla metal ve nesne tespiti yıllardır kullanılmaktadır (Aydın ve Yüksel, 2019; Yüksel vd. 2015). Diğer yandan, yoğun biçimde araştırma konusu olan ve uzaktan patlayıcı tespiti konusunda gelecek vadeden kızılötesi, terahertz, mikrodalga ve radar elektromanyetik görüntüleme yöntemleri bulunmaktadır. Bu yöntemler Şekil 2’de gösterildiği üzere, elektromanyetik (EM) spektrumun büyük bir bölümünü kaplamaktadır.



Şekil 2. Elektromanyetik Spektrum. (Gonzalez ve Woods, (2007)'dan Genişletilerek Çizilmiştir.)

Literatürde önerilen tekniklerin bazıları patlayıcı maddelerin moleküler yapısına zarar verebilmektedir. Spektroskopi yöntemiyle EYP tespiti ve teşhisi, çoğu durumda tahribatsız, güvenli ve insan sağlığına zarar vermeyen bir teknik olarak öne çıkmaktadır. IR ışınlarının enerjileri oldukça düşük olduğu için, bu enerji, moleküllerin elektronlarını aşırı derecede uyararak başka enerji seviyelerine geçmelerine neden olmamaktadır. Dolayısıyla söz konusu enerji seviyesi, yalnızca molekül içi titreşim ve dönme oluşturabilmektedir. Bu manada, patlayıcı maddelerin parmak izi bölgelerinin tespitinde Terahertz, Raman ve IR spektroskopi gibi teknikler, tahribatsız/zararsız teknikler olarak bilinmektedirler (Day vd., 2004; Grant vd., 2005). Fourier Transform Spektroskopisi (FT-IR) spektroskopisi ayrıca, patlayıcı moleküllerin fonksiyonel gruplarının ve parmak izi bölgesine ait bilgilerin ayrıntılı olarak tespit edilmesine olanak sağlamaktadır.

Yukarıda bahsi geçen bazı yöntemler EYP'nin topraktan farkını (ör: yere bakan radar), bazıları metal içeriğini (ör: metal dedektör) ararken, bazı yöntemler de EYP içindeki ve üzerindeki patlayıcıyı aramaktadır (ör: LIBS, IR-spektroskopi). İkinci tip yöntemlerde, doğru tespit ve sınıflandırma için patlayıcıların kimyasal yapılarını bilmek önemlidir. Ek'te gösterildiği üzere, bilinen birçok patlayıcı belirli oranlarda azot (N), karbon (C), oksijen (O) ve hidrojen (H) içermektedir (Politzer ve

Murray, 2014; Stine, 1992). Diğer organik bileşik sınıflarına kıyasla, patlayıcılar azot ve oksijen bakımından zengin, karbon ve hidrojen bakımından fakir olmaları ile karakterize edilirler (Pellegrino vd., 2015). Ancak patlayıcıların en önemli göstergelerinden biri yoğunluklarıdır. Yoğunluk, patlayıcıların içerdikleri moleküllerin kimyasına, kristal yapılarına ve geometrilerine bağlıdır (Venugopalan, 2015). Ek'te verilen Tablo'da, sık karşılaşılan patlayıcıların kimyasal yapıları verilmiştir. Patlayıcı maddelerin tespiti için üzerinde çalışılan yöntemlerden bir kısmı patlayıcıların moleküler bağlarının enerji altındaki dönüşsel ve titreşimsel frekanslarının oluşturduğu parmak izlerini kullanmaktadır. Ancak kimyasal imzalara dayanan tespit sistemlerinin yeteneklerini değerlendirmek için, operasyonel ortamda patlayıcı kalıntılarının kalıcılığı ve kaderi de anlaşılmalıdır. Örneğin, bazı malzemeler foto-bozunmaya uğrayabilir, bazıları çözelti içerisinde bileşenlerine ayrılabilir veya çözücü ile kimyasal reaksiyona girebilir (Kunz vd., 2012; Pellegrino vd., 2015).

Bu çalışmada yukarıda bahsi geçen görüntüleme yöntemlerinden sıklıkla karşımıza çıkan dört tanesi seçilmiş, avantaj ve dezavantajları ile daha detaylı olarak anlatılmıştır. Seçilen bu yöntemler sırasıyla (i) hiperspektral görüntüleme, (ii) FT-IR spektroskopisi, (iii) Terahertz ve (iv) LIBS görüntülemesidir. Bu yöntemlerin hepsi aslında spektroskopik yöntemler olup, Şekil 1'deki optik yöntemler altına girmektedir. Bu yönleriyle, aslında birçok bileşenleri ortak olmasına rağmen, kullanımlarının fayda getireceği yerler farklı olarak karşımıza çıkmaktadır.

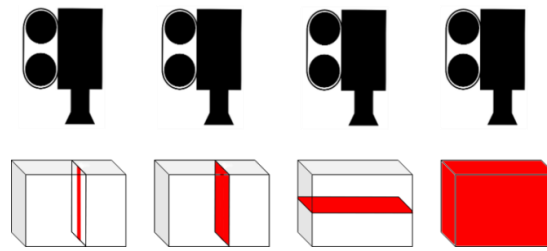
Hiperspektral Görüntüleme ile Patlayıcı Tespiti

Hiperspektral görüntüleme aktif ve pasif aydınlatma şartlarında kullanılan bir yöntem olup, uzaktan algılamada önemli bir araştırma alanıdır (Pu, 2017). Patlayıcı madde ve kalıntılarının müdahale etmeksizin hasarsız biçimde kimyasal tespit gerçekleştirmek için üzerinde çalışılan ve sonuç alınabilen yöntemler arasındadır. Nesnelerin spektral parmak izleri kullanılarak hassas kimyasal seçicilik sağlayabilen bu yöntemin, geniş bir uygulama alanı bulunmaktadır. Hâlihazırda, tarım, ormancılık, jeoloji, çevrebilim gözlemi, afet gözlemi ve gıda gibi pek çok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanıldığı sektörde beklenen amaçlar çerçevesinde; fabrikalarda üretim süreçlerinden uçak ve uydulara kadar çeşitli platformlarda farklı model ve tasarımlarla hiperspektral kameralar bulunmaktadır. Fiziksel boyutları sebebiyle platformlar (uydu, uçak vb.) üzerinde kullanılan

hiperspektral görüntüleme sistemleri, son yıllarda hiperspektral kamera tasarımları ve kızıl ötesi bantta çalışan lazer teknolojisindeki gelişmeler doğrultusunda taşınabilir hale gelmiştir (Jensen, 2015). Gelecekte cep telefonları seviyesinde kullanımının söz konusu olabileceği değerlendirilmektedir.

Hiperspektral görüntüleme yönteminde hem uzamsal hem de spektral görüntünün birlikte işlenmesi avantajı bulunmaktadır. Hiperspektral bir görüntüde her bir piksel içinde yer alan spektral bilgi, tüm kimyasalların kendine has parmak izi ile karşılaştırılarak sınıflandırılma sağlanmaktadır. Fakat bunun yanı sıra, sınıflandırma yaparken uzamsal bilgiden de faydalanılmakta ve sınıflandırılan cisimlerin fiziksel olarak birbirlerine yakınlıkları da göz önüne alınmaktadır (Bioucas vd., 2013; Plaza vd., 2009).

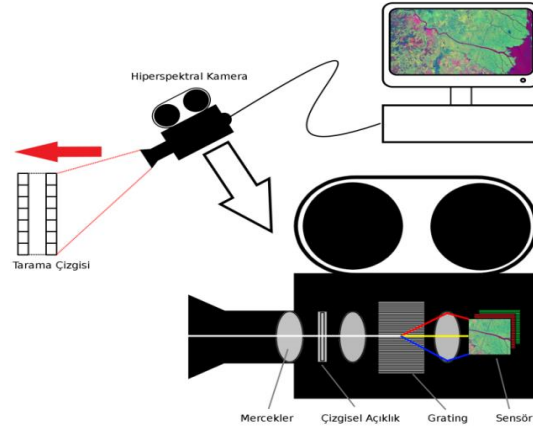
Sistemin hareket mekanizması bakımından görüntünün elde edilmesi esnasında Şekil 3'te gösterildiği gibi dört farklı yöntem kullanılabilmektedir. Bu yöntemler; nokta tarama (point scanning), çizgi tarama (line scanning), düzlem tarama (plane scanning), tek çekim (single shot) olarak isimlendirilmektedir (Adão vd., 2017). Nokta taramada sistemin dokuma hareketine benzer şekilde hareket ettirilmesi gerekmektedir. Çizgi taramada ise hareketli bir platformdan (uydu ve uçak gibi) süpürme hareketine benzer şekilde veri alınabilmektedir. Düzlem taramada ise, tek çekimden farklı olarak, aynı alan filtre kullanımıyla farklı dalga boylarında ayrı ayrı görüntülenmektedir. Hız bakımından küçük alanlarda tek çekim ve düzlem tarama, çözünürlük ve alan bakımından nokta tarama ve çizgi tarama daha avantajlı olmaktadır (Wang vd., 2017).



Şekil 3. Sırasıyla Nokta Tarama, Çizgi Tarama, Düzlem Tarama, Tek Çekim (Adão vd., (2017) Çalışmasından Esinlenerek Çizilmiştir.)

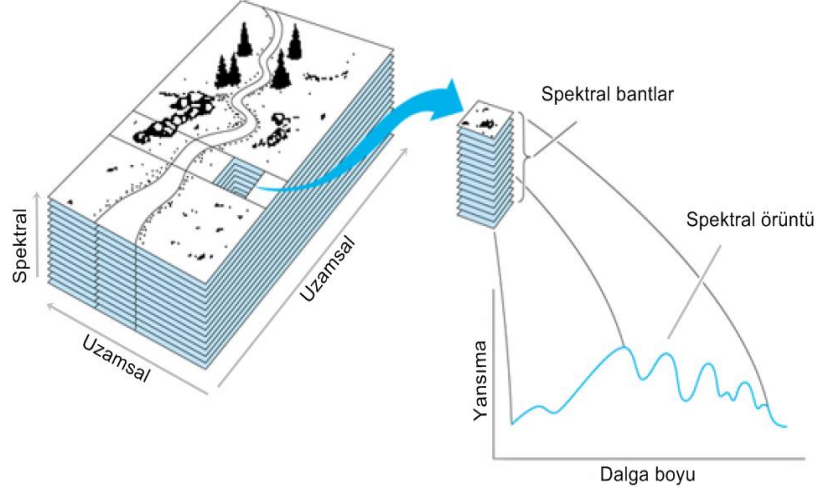
Hiperspektral kameralar tarama fonksiyonuna göre değişmekle beraber, yaygın olarak ön optik, çizgisel açıklık, düzeltici optikler, ızgara (grating) ya da prizma ve sensörden meydana gelmektedir. Temsili bir hiperspektral görüntüleme

sistemi Şekil 4'te yer almaktadır. Ön optik görüntünün toplanmasını ve çizgisel açıklık tarama fonksiyonu ve sensör yapısına göre görüntünün daraltılmasını sağlamaktadır. Düzeltici optikler ise görüntüdeki optik bozulmalarının düzeltilmesini, ızgara ise gelen ışının renk tayfına ayırarak sensör üzerine düşürülmesini sağlamaktadır. Optik teknolojisindeki gelişmeler neticesinde ızgara adı verilen elemanlar ile çok dar dalga boyuna ait bantlar içeren görüntüler toplanabilmekte ve işlenebilmektedir. Artan spektral çözünürlük sonucunda, maddenin daha hassas ayrımının yapılabilmesi avantajı sağlanmaktadır (Sakarya vd., 2015).



Şekil 4. Temsili Pasif Hiperspektral Görüntüleme Sistemi (Hiperspektral Kameranın İçi Hakkındaki Bilgiler İçin (Korvink vd., 2018)'de Verilen Şematikten Yararlanılmıştır.)

Hiperspektral görüntüleme sisteminde tarama, optik ya da sensör olarak hangi donanım kullanılmış olursa olsun alınan veri uzamsal ve spektral eksenlerden oluşan Şekil 5'te gösterildiği gibi üç boyutlu bir hiperküptür. İlk iki boyut uzamsal bilgiyi gösterirken üçüncü boyut spektral bilgiyi göstermektedir. Hiperspektral bir görüntüde yatay ekseninde 100'ü aşkın bant, ultraspektral bir görüntüde ise 1000'i aşkın bant bulunmaktadır (Makki, 2017). Ancak, artan bant sayısı verinin boyutlarını dolayısıyla verinin işleme süresini artırmaktadır.

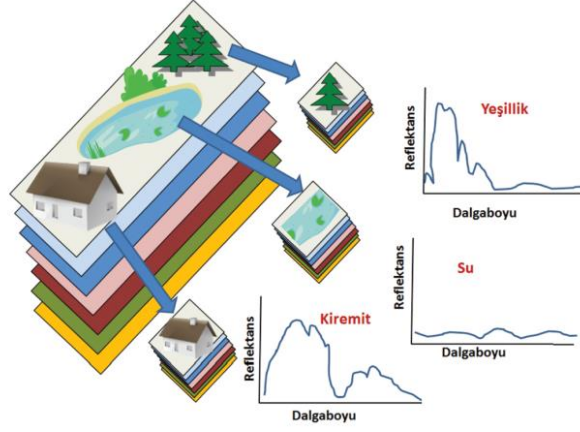


Şekil 5. Hiperküp ve Bir Pikselin Spektral Boyuttaki Gösterimi (Küçük, 2015)

Toplanan karmaşık veri kümesinden değerlendirme yaparak sonuç elde edebilmek için spektral verinin analiz edilmesi ve kimyasalların parmak izlerinin kütüphaneki izler ile karşılaştırılması gereklidir. Gerçek sahada teşhis edilecek madde, mesafe ve çözünürlükle de yakından ilişkili biçimde spektral ve uzamsal olarak diğer verilerle karışık durumdadır. Tam piksel tespiti veya piksel altı hedef tespiti vb. algoritmalarla, veriler saniye/dakika mertebesinde bir sürede işlenebilmektedir (Yüksel ve Karakaya, 2016a; Yüksel vd., 2016b).

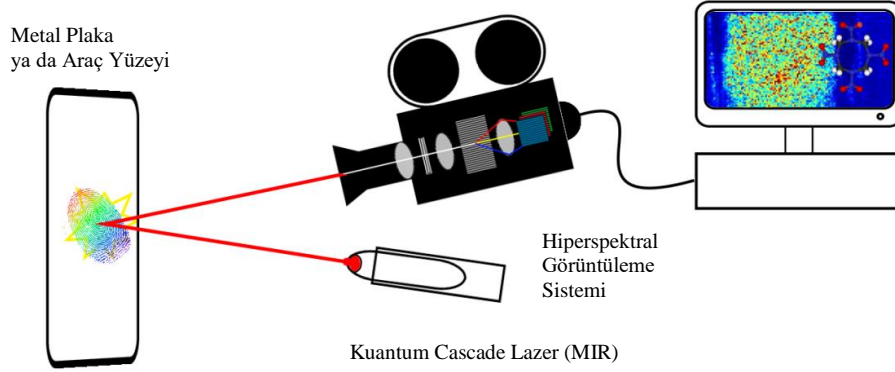
Hiperspektral görüntülerin ilave bir kaynak ile aydınlatma yapmadan sadece güneş ışınlarının yansımalarından elde edilmesine pasif hiperspektral görüntüleme ismi verilmektedir; ilave bir ışık kaynağı kullanıldığında ise aktif hiperspektral görüntüleme denilmektedir. Aşağıda bu tekniklerin avantaj ve dezavantajları tartışılmaktadır.

Pasif Hiperspektral Görüntüleme: Görüntülemenin yapılacağı alana olan uzaklık ve aydınlatmada kullanılması gereken güç göz önüne alındığında, özellikle uydular ve hava platformları için pasif hiperspektral görüntüleme kullanılmaktadır. Hiperspektral görüntüden spektral olarak orman, su ve çatı ayrımının yapılması temsili olarak Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 6. Pasif Hiperspektral Görüntüleme (Yüksel ve Boyacı, 2018)

Aktif Hiperspektral Görüntüleme: Hedef bölgesinin aydınlatılmasıyla oluşan yansılardan hiperspektral görüntülerin elde edilmesine aktif hiperspektral görüntüleme ismi verilmektedir. Özellikle de aydınlatmanın lazer ile yapıldığı konfigürasyonlarda, lazerin pek çok molekülün dönüsel ve titreşimsel frekansları ile örtüşmesi sebebiyle kimyasalların tanımlanmasında hız, hassasiyet, temassız ve hasarsız şekilde tespit gibi avantajları mevcuttur (Pellegrino vd., 2015). Son yıllarda lazer teknolojisindeki gelişmeler aktif orta kızılötesi hiperspektral görüntüleme yönteminin laboratuvar dışında sahada kullanılabilmesine imkan sağlamıştır (Fuchs vd., 2007). Kara platformlarında aktif hiperspektral görüntüleme teknolojisi ile belirli bir mesafeden yığın veya iz patlayıcı madde tespiti yapabileceği konfigürasyonlar kurulabilmektedir (Yüksel vd., 2013; Yüksel vd., 2012), el izlerinden patlayıcı tespit edilebilmektedir (De la Ossa vd., 2014). Şekil 7’de bir aktif hiperspektral görüntüleme sistemi ile patlayıcıyla temas etmiş bir insanın elinde kalan patlayıcı kalıntılarının, araç kapısından ya da metal bir plakadan tespitine yönelik grafik yer almaktadır. Günümüzde orta kızılötesi detektör ve kamera teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, aktif orta kızılötesi hiperspektral görüntüleme yönteminin etkin kullanımını artıracak gelişmeler olarak görülmektedir (Pellegrino vd., 2015).



Şekil 7. Aktif Hiperspektral Görüntüleme Sistemi

Literatüre bakıldığında, patlayıcı madde tespiti için geliştirilmiş ve yere konuşlandırılmış (ground-based) birçok hiperspektral görüntüleme sistemi bulunmaktadır (Koz, 2019). Bu çalışmalar içerisinde pasif görüntüleme sistemini ele alan (Bingham vd., 2014; Blake vd., 2009) uzun dalga kızılötesi aralığında, (Nelson vd., 2013; Onat vd., 2009) kısa dalga aralığında veri sağlayacak şekilde çalışmalar yapmışlardır. Elde ettikleri görüntülerden, hedef piksel spektralleri ile referans spektralleri arasındaki farkları incelemişler; farklı güvenlik mesafelerinden farklı miktarlardaki eser parçacıklarını tespit edilebilmişlerdir. Onat vd., geliştirdikleri sistemin başarı oranını göstermek için ahşap, karton, kot pantolon, naylon, pamuk gibi farklı arkaplan üzerine farklı patlayıcı maddeler (AN, HMX, RDX, TATP, TNT) yerleştirmişlerdir. Spektral fark tabanlı bir yöntem kullanarak önerdikleri sistemin seçicilik yeteneğini yani patlayıcı madde tipini tespit etme oranını %71 olarak bulmuşlardır. Ayrıca hedef tespit oranını entegrasyon süresi başına %89 ve yanlış alarm olasılığını %12 olarak elde etmişlerdir (Onat vd., 2009). Aktif görüntüleme sistemini kullanan (Bernacki vd., 2010; Fuchs vd., 2012) uzun dalga kızılötesinde, (Kumar vd., 2012; Ruxton vd., 2012) kısa ve orta dalga kızılötesi aralıklarında çalışmalar yapmışlardır. Kumar vd., önerdikleri sistemin performansını 5 metreden çektiği görüntülerdeki TNT, PETN, RDX ve AN piksellerinin spektrallerini inceleyerek test etmişlerdir. Ayrıca piksel spektralleri arasındaki ilinti katsayılarını (correlation coefficient) da kullanarak sayısal analiz yapmışlardır (Kumar vd., 2012). Fuchs vd., TNT, PETN, RDX hedef maddeleri tespit etmek için farklı tespit algoritmaları kullanmış ve bu algoritmaların performansını Receiver Operating

Characteristic (ROC) eğrileri kullanarak karşılaştırmışlardır. En iyi yöntem için son derece düşük yanlış alarm oranlarda % 80'lik gerçek pozitif oranı elde etmişlerdir.

Hiperspektral Görüntülemenin Avantajları ve Dezavantajları: Pasif hiperspektral görüntüleme ile maden haritalarının çıkarılması, hava kirliliğinin takibi, tarım ürünlerinin analizi gibi geniş ölçekli çalışmalarda hızlı tespit yapılabilmektedir. Hiperspektral görüntüleme sistemi uzaktan tespit ve sınıflandırma yapabilmesi ve uçak, uydu gibi platformlara yerleştirilebilmesi sebebiyle dikkat çekici bir teknoloji olmasına karşın dezavantajları da mevcuttur. Öncelikle hiperspektral görüntüleme yöntemi malzemenin içine nüfuz edememesi, patlayıcıların ise çoğunlukla kapalı ortamlarda bulunması sebebiyle dezavantajlıdır. Hiperspektral görüntülerin bant sayısı ile ilişkili olarak büyük bir veri oluşturması sebebiyle yoğun bir analiz ve algoritma ihtiyacı bulunmaktadır. Pasif hiperspektral yöntemde güneş ışınlarına bağımlılık olması, sadece gündüzleri veri toplanabilmesi sonucunu doğurmaktadır. Toplanan veri doğal engellerden (ağaç vb.) ve güneş ışınlarının çarpma açısından (gölgeler vb.) etkilenmektedir (Yüksel ve Boyacı, 2018). Bir diğer husus ölçüm mesafesi arttıkça sensör üzerine düşen her bir pikselin daha geniş bir alanı içermesi yani çözünürlükle ilgili olarak alınan verilerin karışması ve hassasiyetin düşmesidir.

Aktif hiperspektral yöntemde lazer ve sensör teknolojinin gelişimine ihtiyaç duyulmaktadır. Deneysel olarak 20 metre mesafeden metal plaka ve araç yüzeyinden miligram seviyesindeki patlayıcı tespiti yapılabileceği görülmektedir. Lazer ile aydınlatarak patlayıcı tespiti yapılan diğer tekniklerle (LIBS vb.) kıyaslandığında insan sağlığına zarar vermeyecek seviyede enerji kullanması sebebiyle avantajlı durumdadır (Pellegrino vd., 2015). Ancak lazer kullanımı tespitin kapsamını daraltmakta, şüphe duyulan küçük bir alana doğrultulmasını gerektirmektedir. Aktif hiperspektral görüntüleme, yığın ve eser patlayıcı tespiti, olay yeri inceleme, temassız şekilde açık sahadaki maddenin sınıflandırılabilmesi gibi avantajları barındırmaktadır.

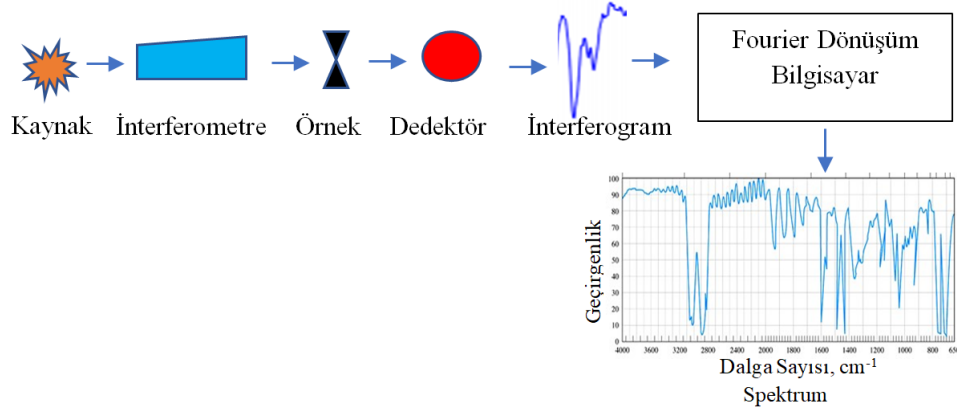
Hiperspektral kamera sistemleri ile patlayıcı madde tespiti yapılabilmesinin çok avantajlı olacağı açıktır. Bu yöntemin başarımının artırılması durumunda, insansız hava araçları ile kullanımı gibi uygulamaları da söz konusu olabilecektir.

FT-IR Spektroskopi

Spektroskopi, EM spektrumda yer alan farklı tipte ışınların madde ile etkileşiminden ortaya çıkan sonuçları inceleyen bilim dalıdır. Hiperspektral görüntülemeye göre farklı görüntü olarak değil, tek bir pikselden sonuç alınmıyor olması ve de daha çok laboratuvar ortamında çalışıldığından atmosferik ve radyometrik bozunmalara maruz kalmıyor olmasıdır. FT-IR ise, spektroskopinin FT ile hızlandırılmış halidir. Geliştirilmesine 1980'lerde mikro analizler için başlanmış hassas, güvenli ve hızlı bir tekniktir (Naumann, 2000).

Bir FT-IR sisteminin yapısı Şekil 8'de verilmektedir. Buradaki interferometre, bir kızılötesi ışını ikiye bölen ve belirli bir yol farkı sonrası ayrılan iki ışını tekrar birleştirebilen ve sonuç olarak bu iki ışının yoğunluğu arasındaki farkı, yolların arasındaki farkın bir fonksiyonu olarak ölçen bir dedektöre ileten bir cihazdır (Griffiths ve Haseth, 2007). Kaynaktan çıkan kızılötesi ışın kümesi, interferogramdan geçerek örnek üstüne yönlendirilir. Burada, kullanılan örneğin özelliğine göre ışık yansır veya geçirilir ve detektör tarafından algılanır. Ölçülen sinyal sayısallaştırılır ve bilgisayara gönderilir. Sonuçta, IR spektrum çizilir ve kaydedilir (Beşergil, 2019).

EM spektrumun IR bölgesi 14000 cm^{-1} ile 10 cm^{-1} arasına işaret eder. Bu bölge yakın dalgaboylu IR ($4000\sim 14000\text{ cm}^{-1}$), orta dalgaboylu IR ($400\sim 4000\text{ cm}^{-1}$) ve uzak dalgaboylu IR bölge ($10\sim 400\text{ cm}^{-1}$) olarak üçe ayrılır (Skoog vd., 1998). Bir maddenin kimyasal yapısı hakkında bilgiler içeren spektrumdaki $3600\sim 1200\text{ cm}^{-1}$ aralığına, "fonksiyonel grup" bölgesi denilir. İkinci nitelikli bölge ise "parmak izi" bölgesi olarak tanımlanan ve maddeye has bilgiler içeren $1200\sim 700\text{ cm}^{-1}$ bölgesidir (Kılıç ve Karahan, 2010). Parmak izi bölgesi olarak adlandırılan bölge (orta IR bölgesi), özellikle patlayıcı maddelerin tespiti için kullanılabilir. Patlayıcı bileşiklerde bulunan NO_2 yapısından kaynaklanan emilimler, karakteristik bir imza gösterirler. NO_2 yapıların eğilme ve gerilmelerine karşılık gelen emilimler, iyi seviyede tanımlanmış tespit edilebilen frekanslara sahip olmasının yanında, patlayıcıların IR spektrumunda en güçlü piklere sahip olanlarıdır (Yinon, 1999).



Şekil 8. Bir Örneğin Analiz Süreci (Griffiths vd., (2007) Çalışmasından Esinlenerek Çizilmiştir.)

Fonksiyonel grup bölgesi, bir patlayıcının kimyasal yapısı hakkındaki bilgileri içerir. Bir maddenin IR spektrumundaki piklere bakılarak, karbon, hidrojen ve oksijen bağları arasındaki bilgileri çözümlenmek mümkündür. Örneğin, 4000-2500 cm^{-1} arası tek bağ bölgesidir ve hidrojen bağlı tekli bağların soğrulduğu bölgedir. O-H gerilmesi 3700–3600 cm^{-1} , C-H gerilmesi 3000-2850 cm^{-1} aralığında gözlenir. Benzer şekilde 2500-2000 cm^{-1} arası üçlü bağ bölgesidir. Buradaki piklere bakarak $\text{C}\equiv\text{C}$, $\text{C}\equiv\text{N}$ gerilmesi vardır demek mümkündür. 2000-1500 cm^{-1} aralığı da çift bağ bölgesi olarak bilinir. IR spektrumunda karbon bağlarını gözlemlemek nispeten daha kolaydır (Beşergil, 2019).

Parmak izi bölgesi bağ yapılarından kaynaklanan dönme, makaslama, gerilme ve bükülme titreşimlerinin gözlemlendiği bölgedir ve parmak izi bölgesinden alınan sinyaller her patlayıcı maddenin kendine hastır. Bu nedenle, kimyasalların teşhisinde ve tanımlanmasında bu bölgeden faydalanılır (Faust, 1997). TNT, RDX, PETN gibi birçok patlayıcı maddelerin, bu kimyasalların sentezlenmesi ile oluşturulan EYP'lerin ve güçlendirici, itici, yanıcı maddelerin orta IR spektrumları birçok literatürde mevcuttur (Iqbal vd., 1972; Paula, 2016).

FT-IR Spektroskopinin Avantaj ve Dezavantajları: IR analizlerde, molekülde emilen veya molekülden geçen ışının miktarı belirlenerek, çeşitli kimyasal maddelerin tür tayini gerçekleştirilebilmektedir. FT-IR'ın en önemli

avantajları; hızı, hassasiyeti, basit kullanımı ve yüksek sinyal/gürültü oranıdır. Güvenlik güçlerimize karşı sıkça kullanılan patlayıcı türlerinin kimyasal yapıları incelendiğinde, FT-IR spektroskopi yöntemi ile patlayıcıların parmak izleri kolayca tespit edilebilmektedir. Ancak, FT-IR spektroskopi daha çok laboratuvar tipi cihazlarda kullanılmaktadır. Numune miktarının az olması düşük emilimlere yol açtığından, patlayıcı tespit kalitesi ve tespit edilebilen patlayıcı oranı azalmaktadır. Ayrıca, bir EYP olayı sonrası kirletilmiş alandan alınan örneklerle ait spektrumlarında, alanda bulunan diğer yapılara ait farklı piklere ve sonuçlara rastlanabilmektedir. Bu durum, laboratuvar analizini gerçekleştiren işletmenin bu konuda tecrübeli ve dikkatli olmasını, çok kapsamlı bir kütüphane oluşturmuş olmasını ve iyi bir yapay zekâ yazılımına sahip olmasını gerektirmektedir.

Terahertz Spektroskopi

Terahertz (THz), Şekil 2’de gösterildiği gibi EM spektrumunda mikrodalga ile kızılötesi bölgeleri arasında kalan, bir yanında elektronik, diğer yanında fotonik ışınımlar mevcut olan, 0,1-10THz arasındaki alandır. 1 THz = 10^{12} Hz’dir. Bu alan, yakın zamana kadar, uygun THz üreteçleri üretilmediğinden kullanılamamakta ve THz boşluğu adını almaktaydı. Şimdilerde ise ilerleyen donanım yapısıyla, aktif veya pasif THz görüntüleme yapılabilen ve tarım ürünlerinin tahribatsız kalite kontrollerinden bilişim ve haberleşme teknolojilerine birçok alanda, zararsız tıbbi görüntüleme, biyoloji ve sağlık bilimlerinde, patlayıcı madde tespitinde ve algılanmasında, kriminal alanlarda uyuşturucu ve silah tespit edilmesinde kullanılabilmektedir (Davies vd., 2008).

THz alanındaki gelişmelerin hızla yayılmasının şüphesiz ki ilk nedeni THz dalgalarının karton, plastik, deri, kumaş, tahta, kağıt, karton gibi metalik olmayan, kuru maddelerden geçebilmesidir (Pellegrino vd., 2015). Bunun yanısıra, THz görüntüleme moleküllerdeki veya moleküller arasındaki titreşimlere bağlı olarak oluşmakta ve dolayısıyla THz ışınımı bazı maddelerde parmak izi özelliği göstermektedir. Örneğin TNT, RDX, SEMTEX, HMX, PETN, Tettil gibi bazı patlayıcı kimyasal maddeler THz spektroskopi vasıtasıyla tespit edilebilmektedir. THz dalgalarının üçüncü özelliği, düşük enerji seviyelerine sahip olmalarıdır. Bu nedenle de THz ışınlarının insan sağlığına zararı bulunmadığı söylenmektedir (Ergün ve Sönmez, 2015). Ayrıca 3 THz altındaki frekans boşluğunda, FT-IR spektroskopiye

kıyasla yüksek bir sinyal-gürültü oranına sahip olması nedeniyle daha avantajlı olarak kabul edilmektedir (Leahy-Hoppa vd., 2009).

Bu özellikler sayesinde, sanayide ve endüstriyel alanda kullanılan birçok ambalaj malzemesinin arkasındaki nesnelere görülebilmekte ve üzerleri plastik, kumaş vb. materyallerle kaplı dahi olsa, içlerindeki patlayıcıları tespit etmek mümkün olabilmektedir. Kamu kurum ve kuruluşlarında, postanelerde, hava limanlarında, zarf ve valizler tahribatsız olarak muayene edilebilmektedir (Ergün ve Sönmez, 2015; Ueno ve Ajito, 2008) İlave olarak, THz teknolojisinin toprak altında gömülü halde bulunan mayın ve metal parçalarını tespit edebildiğine dair çalışmalar da yapılmış ve mayın tespiti ve tanımlanmasında da kullanılabileceği ortaya koyulmuştur. Fakat derinlik arttıkça görüntünün çözünürlüğü büyük oranda düşmektedir (Zhong, 2004).

THz bandının yüksek frekans bantları patlayıcılar için daha yüksek seçicilik sunarken, laboratuvar ortamından teoriğe geçişte ciddi sıkıntılar barındırmaktadır. Nispeten zayıf ve geniş alana yayılmış patlayıcı özellikleri, atmosferik su buharı emiliminden dolayı zayıflamakta ve hem giysiden hem de hedef patlayıcılardan olan saçılmaların birleşik etkilerinin ölçülmesiyle maskelenmektedir. Dolayısıyla da günümüzde THz kullanımı daha çok atmosferik olaylardan etkilenmeyecek şekilde, çok-yakın algılama mesafesinde yapılmaktadır.

THz ışınımının atmosferde yayılırken zayıflaması ve soğurulması görüntüleme için kullanılması planlanan bandın belirlenmesinde etkili olmaktadır. Özellikle, uzaktan görüntüleme yapılacaksa atmosfer şartlarında zayıflamanın düşük olabileceği bölgelerde yapılması gerekmektedir. 0,1 THz ile 1 THz arasındaki bölgelerde atmosfer ortamında daha az zayıflaması nedeniyle uzaktan algılama için daha uygun olarak kullanılabilir (Kemp, 2011; Tekbaş, 2014).

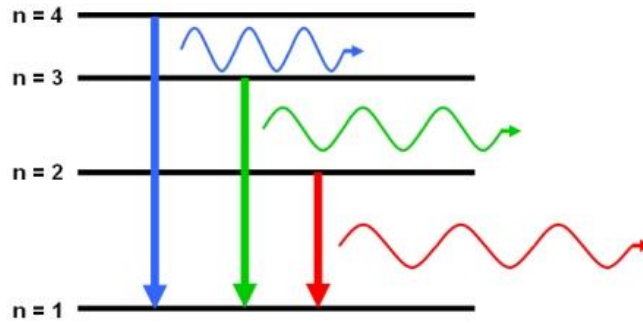
Sonuç olarak, bir Terahertz spektroskopi sisteminin daha düşük frekanslarda çalışmak, daha iyi çözünürlüğe sahip olmak, portatif sistemler olmak, insan sağlığına zarar vermemek gibi çeşitli avantajları vardır. Bunun yanısıra, ışın kaynağının gücünü ve dedektörlerin duyarlılığını arttıracak, bu sayede de daha iyi sinyal-gürültü oranı elde edilmesine imkân verecek şekilde donanım üzerine araştırmalar devam etmektedir. Günümüzde Terahertz görüntülemenin takıldığı engellerden biri de görüntülerin gerçek zamanlı kullanılamayacak kadar uzun bir zamanda elde edilmesi

olarak görülmektedir. Bu tekniğin, günümüzde mevcut teknoloji ile kullanılabilir bir teknoloji olması muhtemelen kullanımı için en önemli kuvvet çarpanıdır. Ancak teknik kullanılırken, patlayıcı maddelerin spektrumunu elde etmek adına doğru ve güvenilir bir veritabanı elde edebilmek için en uygun yöntemler tercih edilmelidir (Leahy-Hoppa vd., 2009).

Lazer Etkileşimli Plazma Spektroskopisi (LIBS)

Lazer etkileşimli plazma spektroskopisi (Laser induced breakdown spectroscopy - LIBS), teorikte yığın miktardaki patlayıcıları, yüzeylerdeki patlayıcı kalıntıları, buhar biçimindeki patlayıcıları veya bu patlayıcıları barındıran kara mayınlarını tespit etmek için kullanılabilen bir tekniktir. Bu teknikte, hedefe güçlü bir lazer darbesi yansıtılmakta ve hedef üzerinde oluşan plazmadan yansıyan optik sinyaller spektroskop ile ölçülmektedir.

Bu tekniğin temelini, Şekil 9'da gösterildiği gibi atomik emisyon çizgilerine bakarak moleküllerin tanınabilmesi oluşturmaktadır.

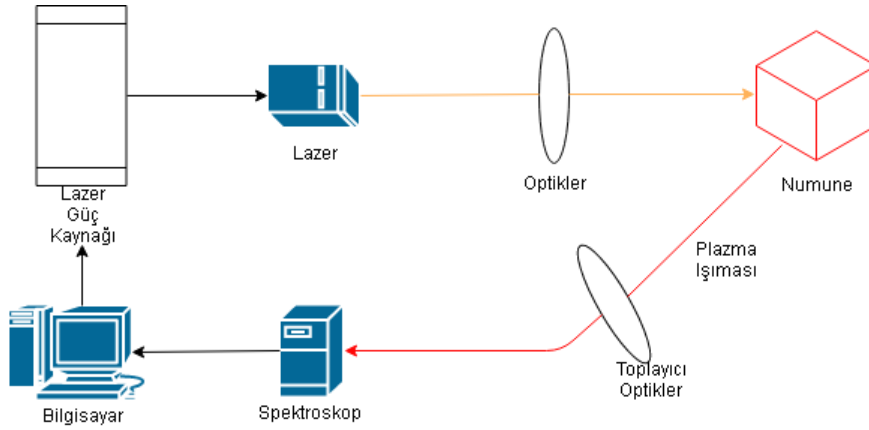


Şekil 9. Atomik Emisyon Çizgileri (n: Enerji Seviyeleri ve Enerji Seviyelerindeki Geçişlerde Oluşan Işımlar) (www.astronomy.swin.edu.au)

Her element, görünür spektrumda farklı atomik emisyonuna sahiptir. Geniş bantlı bir spektrometre yardımıyla, lazer tarafından üretilen plazmadaki tüm element spektrumları yakalanabilir. Daha sonra da atomik emisyon çizgileri ve atomik emisyon çizgilerinin yoğunluğu numuneyi tanımlamak için kullanılmaktadır. Günümüzde LIBS, plastikler, biyolojik malzemeler ve diğer organik bileşikler gibi metallerin dışındaki çeşitli malzemelere uygulanabilmektedir. Karbon, oksijen,

hidrojen ve azot atomik emisyon çizgileri çoğunlukla organik molekülleri tanımlamak için kullanılmaktadır.

LIBS, hedef maddeden atomik emisyon eldesi için lazerle üretilen bir plazma veya kıvılcım kullanan kimyasal analiz şeklidir (Pellegrino vd., 2015). Bir plazma, yüklü türlerin topluca hareket ettiği atom ve iyonlardan oluşur. Atomik emisyonda, plazmadaki uyarılan atomların ve tek atomlu iyonların daha düşük enerji düzeylerine geçişlerinde yaptıkları ultraviyole, kızılötesi ve görünür bölge ışımalarının ölçülmesi, yaygın olarak kullanılan spektroskopi yönteminin temelini oluşturur. Tek bir lazer atışıyla veri analizi bir saniye içinde yapılabilir. Standart bir LIBS sistemi, ışını oluşturacak lazer ekipmanı, ışını hedef maddeye taşıyacak optikler (mercekler aynalar vs.), hedef üzerinde oluşan plazma ışımalarını toplayıp spektroskopa götürecektir toplayıcı optikler ve elde edilen veriyi işleyecek bilgisayarlardan oluşur. Bu sistemin genel işleyişi Şekil 10'da gösterilmiştir. Odak noktasındaki lazer gücü -1 GW/cm^2 'yi aştığında, bir mikrop plazma oluşturulur. Plazmadan yayılan emisyon daha sonra bir dizi mercekle tarafından toplanır ve toplanan ışığı çözmek için bir spektrometreye iletilir. Son olarak, spektral olarak çözünen ışık, bir LIBS spektrumu oluşturmak için bilgisayarda işlenir (Munson vd., 2007).



Şekil 10. LIBS Ekipmanının Çalışma Prensibi

(Pellegrino vd., (2015)'den Esinlenerek Çizilmiştir.)

Bir tespit tekniği olarak LIBS birçok avantaja sahiptir ve sağlık, gıda, uzay araştırmaları ve başka güvenlik uygulamalarında kullanılmaktadır (Anzano vd., 2000; Elsherbiny ve Nassef, 2015, Hybl vd., 2003; McCanta vd., 2013; Portnov vd., 2003). LIBS, karbon, hidrojen, oksijen ve azotun atomik emisyon çizgilerini tanımlayabildiğinden, prensip olarak, yığın halindeki patlayıcıları, yüzeylerdeki patlayıcı kalıntıları ve buhar haldeki patlayıcıları tespit etmek için kullanılabilir. Karbon, hidrojen, oksijen ve azot elementlerinin birbirlerine olan nispi oranları patlayıcılar için farklı imzalar oluşturur.

Ortamdaki patlayıcı miktarı milyon partikülde bir veya milyar partikülde bir olduğu için farklı mikelüllerin aynı ortamda bulunmasıyla ölçüm zorlaşmaktadır. Patlayıcıların diğer organik malzemelerden ayrılması için detaylı analiz yapılması gerekir. LIBS ile patlayıcı tespiti ayrıca, kimyasalın tipine ve örneğin bulunduğu yüzey durumuna ve lazerin enerjisi, darbe genişliği, dalga boyu, spektrometrenin etkinliği ve hedefe olan mesafe gibi deneysel faktörlere de bağlıdır. Junjuri ve arkadaşları 5 ayrı patlayıcıyı 532 nm Nd:YAG lazeri kullanılan LIBS ekipmanı ile test etmişlerdir (Junjuri vd., 2017). Gottfried ve arkadaşları da LIBS tekniğini kullanarak anti personel mayınlarını incelemişlerdir (Gottfried vd., 2009). Moros ve arkadaşları mektup zarfları üzerine sürülmüş ammonal, RDX, TNT ve chlorotite gibi patlayıcı maddeleri ve ölçümü bozabilecek diğer zararsız organik maddeleri tespit etmişlerdir (Moros vd., 2010). Wang ve arkadaşları da LIBS görüntüleme makine öğrenmesi yöntemlerini araştırmışlardır (Wang vd., 2019).

LIBS ile Patlayıcı Tespitinde Avantaj ve Dezavantajlar: LIBS sistemlerinin avantajları aşağıdaki gibidir (Pellegrino vd., 2015): LIBS için ayrı bir örnek hazırlanması gerekmez; lazer ışınları uzaktan hedefe yansıtılıp, bir nokta üzerinden ölçüm alınır. Analiz sonuçları hızlıdır. LIBS spektrumu, patlayıcıların yanısıra, kara mayınlarında veya EYP'lerde kullanılan malzemeler hakkında da bilgi içerebilir. Böylece patlayıcı imzaların yanısıra ikincil optik imzalar da elde edilmiş olur. LIBS sistemlerini isterlere göre elde taşınır veya uzak mesafeden veri alır şekilde tasarlamak mümkündür.

Bu avantajlarının yanısıra, LIBS ile çalışırken bazı noktalarda dikkatli olmak gerekmektedir. LIBS nokta bazlı çalıştığı için, geniş bir alanı taramaktansa sadece hedefteki birkaç mikron kalınlığındaki noktadan ölçüm alınmaktadır. Dolayısıyla ya lazerin hedefin üzerine direkt gelmesini sağlamak ya da birçok örnek almak

gerekmektedir. LIBS lazeri güçlüdür, her ne kadar “tahribatsız yöntem” olarak adlandırılrsa da hedef materyal üzerinde hasara yol açar. Bu yüzden yeni bir ölçüm yapılacaksa, ölçümün doğru çıkması için materyal üzerinde başka bir nokta seçilmelidir. Bunun yanı sıra LIBS, plazmayı oluşturmak için güçlü lazer darbeleri kullanır; lazer darbeleri cilt ve göz için tehlikeli olduğundan güvenlik koşulları dikkate alınmalıdır. Kullanan personelin, aletin ve hedefin etrafındaki doğrudan gelen veya yansıyan lazer ışığından uygun şekilde korunmasını sağlamak için önlemler alınmalıdır. LIBS için kullanılan dalga boyu daha çok göz için tehlikeli olan 200-1000 nm arasında olduğundan, özellikle de göz sağlığına dikkat etmek gerekmektedir. Bunun yanı sıra, bazı patlayıcı kimyasalların (örneğin, benzin, metan vb.) buharından korunmak için de gereken önlemler alınmalıdır.

Dezavantajı avantaja dönüştürürsek, LIBS, nokta örnekleme kabiliyeti nedeniyle nanogram kadar küçük patlayıcı izlerini tanımlayabilir. Araçların kapı kollarında, gövde kapaklarında, nakliye araçlarının yüzeylerinde bulunabilecek patlayıcı kalıntılarını tespit için kullanılabilir. Burada yine kritik nokta, lazerin bu patlayıcı kalıntısına isabet etmesinin nasıl sağlanacağıdır. Dahası, aynı elementleri içeren patlayıcı ile diğer zararsız organik madde türlerinin (“karıştırıcı” olarak da bilinir) aynı ortamda bulunması, patlayıcı maddenin ayırt edilmesini zorlaştırabilir (TNT ve benzin gibi yakıtlar). Ve elbette hedef üzerindeki lazer darbesi gözle görülür hasara neden olabildiğinden, canlılar üzerinde kesinlikle kullanılmamalıdır.

Bu çalışma kapsamında patlayıcı madde tespitinde kullanılan yöntemler detaylı bir şekilde incelenmiş, dört spektroskopi tabanlı yöntemin üstün geldikleri ve eksik kaldıkları noktalar ayrıca Tablo 1’de özetlenerek sunulmuştur.

Analiz

Özellikle son yıllarda asimetrik bir silah olarak karşımıza çıkan EYP ve diğer patlayıcı maddelerin terör unsurlarınca yoğun şekilde kullanımı, bu eylemlere karşı tedbir alınmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Bu amaçla, burada yazabildiğimiz ve yazamadığımız (ör: Raman ve İyon Mobilite Spektroskopileri) birçok spektroskopik teknikle önemli ilerlemeler kaydedilmektedir. Buna karşın, askerî ve ticari amaçla kullanılanların yanında, kolayca sentezlenebilen binlerce patlayıcı bileşik vardır ve her bir bileşiği istenilen seviyelerde tespit edebilen tek bir yaklaşım bulunmamaktadır. Ancak, araştırma gruplarının ve şirketlerinin sayısı her geçen gün

artmakta ve görünüşte imkânsız görünen hedeflerin gerçekte ulaşılabilir olabileceğine dair büyük çalışmalar yürümektedir. Bu çalışmanın amacı, bu sürecin başarılı bir şekilde sonuçlanmasına yardımcı olma yolunda bir adım atabilmektir.

Tablo 1. Karşılaştırılan Yöntemlerin Avantaj ve Dezavantajlarına Genel Bakış

Yöntem	Avantajlar	Dezavantajlar
Hiperspektral görüntüleme	<p>Geniş ölçekli uygulamalar için hızlı tespit imkanı verir.</p> <p>Farklı platformlardan (Sabit yer, uydu ve uçak) veri sağlar.</p> <p>Piksel seviyesinde maddelere has spektral imzalar üretebildiği için sınıflandırma uygulamalarında başarımı oldukça yüksektir.</p> <p>Nanogram kadar küçük patlayıcı izlerini tanımlayabilecek kabiliyettedir.</p>	<p>Kapalı malzemelerin içine nüfuz edemez.</p> <p>Bir ışık kaynağına (güneş veya harici) ihtiyaç duyar.</p> <p>Ölçüm mesafesine bağlı bir şekilde veride karışım pikselleri oluşabilir.</p> <p>Nanogram seviyesindeki patlayıcıları tespit etmek için en çok 10-20cm uzakta olunması gerekir.</p>
FT-IR spektroskopi	<p>Herhangi bir yapıdaki maddenin (sıvı, toz, gaz vb.) numunesi üzerinden analiz imkanı sağlar.</p> <p>Patlayıcıların parmak izlerini hızlıca ve yüksek doğrulukla tespit edebilmektedir.</p>	<p>Laboratuvar tipi cihazlarda kullanımı yaygındır.</p> <p>Patlayıcı tespit başarımı numune miktarı ile ilintilidir.</p>
Terahertz spektroskopi	<p>Düşük frekanslarda çalışma imkanı sunar.</p> <p>THz dalgaları insan sağlığına zarar vermez.</p> <p>Maddelere nüfuz edebildiğinden gizli maddeleri tespit edebilmektedir.</p>	<p>Gerçek zamanlı uygulamalar için uygun değildir.</p> <p>Yüksek sinyal-gürültü oranı elde etmek için güçlü ışık kaynağına ihtiyaç duymaktadır.</p>
LIBS	<p>Uzak mesafeden veri alınmasına uygundur.</p> <p>Analiz sonuçları hızlıdır.</p> <p>Nanogram kadar küçük patlayıcı izlerini tanımlayabilecek kabiliyettedir.</p>	<p>Hedef materyal üzerinde hasara yol açabilir.</p> <p>Lazer darbeleri cilt ve özellikle göz için tehlikelidir. Uygun korunma şartlarının alınması gerekir.</p>

Bu çalışmada, patlayıcı tespitinde kullanılacak dört yöntem incelenmiştir. Görüldüğü üzere, patlayıcı madde tespitinde kullanılacak her teknolojinin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Tespit etmeyi arzuladığımız patlayıcı maddenin cinsine, mesafesine, zemin altındaki derinliğine, bileşenlerine, teknolojinin kullanılacağı çevre ve ortam şartlarına, ihtiyaç duyulan hassasiyete, hız ve mesafeye göre bir yöntem tercih edilmesi gerekmektedir.

Aktif ya da pasif hiperspektral görüntüleme sisteminin, patlayıcı madde ve kimyasallarının tespitinde sağlayabileceği avantajlar sebebiyle gelecek vadeden bir teknoloji olarak değerlendirilebileceği görülmektedir. Hiperspektral görüntüleme yöntemi farklı sektörlerde pek çok uygulamasıyla fiilen kullanılmaktadır. Sistem tasarımlarının boyutlarının küçülmesi, üretimin artması ve maliyetlerin azalması ile kullanımı yaygınlaşacaktır. Dolayısıyla hiperspektral görüntüleme yöntemi kimyasal madde tespitinin bireylerce bile yapılabilmesine imkân sağlayabilecek potansiyeli barındırmaktadır.

Aktif ya da pasif hiperspektral görüntüleme sisteminin, patlayıcı madde ve kimyasallarının tespitinde sağlayabileceği avantajlar sebebiyle gelecek vadeden bir teknoloji olarak değerlendirilebileceği görülmektedir. Hiperspektral görüntüleme yöntemi farklı sektörlerde pek çok uygulamasıyla fiilen kullanılmaktadır. Sistem tasarımlarının boyutlarının küçülmesi, üretimin artması ve maliyetlerin azalması ile kullanımı yaygınlaşacaktır. Dolayısıyla hiperspektral görüntüleme yöntemi kimyasal madde tespitinin bireylerce bile yapılabilmesine imkân sağlayabilecek potansiyeli barındırmaktadır.

Pasif hiperspektral görüntülemenin gözle algılanması zor olan kamuflejli hedeflerin tespiti, varsa açık sahadaki büyük ölçekli patlayıcıların tespiti, terörün finans kaynaklarından biri olan uyuşturucu hammaddesi hint kenevirî tarlalarının tespiti maksadıyla insanlı ya da insansız hava platformları da dâhil olmak üzere kullanılabilirliği öngörülmektedir. Aktif hiperspektral sistemlerin teknolojik olarak olgunlaşması durumunda ise açığa çıkarılan patlayıcıların cinsinin hasarsız tespiti ve olay mahalli incelemeleri ya da TSK'nın diğer lojistik ve harekât ihtiyaçlarında analiz maksatlı kullanılabilirliği kıymetlendirilmektedir. Ancak hâlihazırda gömülü patlayıcı veya EYP'lerin tespitinde kullanılabilirliği zayıf olarak değerlendirilmektedir.

FT-IR spektroskopi tekniği ile farklı kimyasal yapılara sahip patlayıcı türlerin spektrumları hem kimyasal açıdan hem de fonksiyonel açıdan incelenebilmektedir. FT-IR spektroskopi tekniğinin, yeterli spektral veri tabanlarının oluşturulması ile güvenlik alanında yaygın olarak kullanılan ucuz ve önemli bir tespit yöntemi haline gelmesi kuvvetle muhtemel olacaktır.

THz dalgalarının insan sağlığına zararsız olması, insan vücudu üzerinde olumsuz etkilerinin X-ışınlarına göre yok denecek kadar az olması ve maddelerin ve materyallerin içinden geçebilmesi ve maddelere nüfuz edebilmesi açısından, gizli maddeleri tespit edebilmesi gibi özellikleri sayesinde bu teknoloji son yıllarda ilgi odağı haline gelmiş ve bu alanda çalışmalar hız kazanmıştır. Özellikle nesne arkasındaki maddelerin görülebilir olması, THz dalgalarının güvenlik sektöründeki kullanımına olan ilgiyi de oldukça artırmıştır. Örneğin; insansız hava araçlarında THz teknolojisinin kullanılması ile insan olmadan teröristlerin yoğun bir şekilde kullandığı EYP'lerin ve patlayıcı maddelerin tespit edilebilir ve etkisiz hale gelebilir olması bir dönüm noktası olacaktır. Ayrıca; kâğıt, plastik, kumaş, karton, deri vb. materyallerin içerisinde de patlayıcı madde tespit edebilme kabiliyeti kazanmamıza yardımcı olan bu tekniğin savunma sanayinde ülke bekasında ve güvenliğinde efektif bir şekilde kullanılabileceği ve oldukça büyük faydalar sağlayabileceği değerlendirilmektedir. Bu sebeple, bu teknoloji ülkeler, güvenlik birimleri ve insanlık için önemli bir potansiyele sahiptir.

LIBS, kısa sürede çözüm ve etkili karar vermeyi gerektiren saha ve laboratuvar uygulamaları için umut verici bir yöntemdir. Ancak karmaşık organik yapılarla beraber bulunduğu ölçümler zorlaşmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalarla birlikte farklı matematiksel modeller geliştirileceği ve ölçümü zorlaştıran "karıştırıcıların" oluşturduğu zorluklar aşılabilecektir. Bu sistemin güvenlik güçlerince kullanılmasının sivil ve askerî kayıpları azaltabileceği düşünülmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada ele aldığımız sensörler, EM spektrumun geniş bir aralığını taramakta ve aktif veya pasif şekilde çalışmaktadır. Şu anda, spektroskopi tabanlı tespit teknikleri, patlama analizi alanında en gelişmiş olanlardır. Bu nedenle gelecekte de çok önemli bir rol oynayacağı öngörülmektedir. Fakat hiçbir yöntemin tek başına tüm patlayıcı, mayın ve EYP'leri tespit edemeyeceği de açıktır.

Günümüzde, lazerler, spektrometreler ve optik yollar paylaşarak farklı spektral yöntemlerin tek bir cihazda toplanmasına da çalışılmaktadır.

Sensör seçiminden bağımsız olarak çalışılması gereken bir konu da zaman içinde veya çevresel koşullar da değerlendirildiğinde patlayıcıların kimyalarındaki değişimler ve bozunmalardır. Uzun zaman güneş ışığına, yağmura, hava kirliliğine vb. maruz kalan patlayıcıların moleküler yapılarında ve dolayısıyla ışımalarında ne gibi değişiklikler olabileceği de göz önüne alınmalıdır. Bu yapıların farklı hava sıcaklıklarında, değişik iklim ve coğrafyalarda, nem, ısı ve değişik toprak koşullarında farklı moleküler özellikler gösterebileceği veya zamanla değişebileceği de göz önüne alınmalıdır. Dahası, “spektral olarak ayrıştırılabilir” derken aslında spektrallarda belli frekanslarda birçok zayıf tepe noktasının çoğu zaman büyük bir gürültü altında gözlendiği anlaşılmalıdır. Dolayısıyla belki donanım kadar belki de ondan daha bile önemli olarak, otomatik tespit yazılımlarının yazılması, büyük ve millî veri tabanlarının hazırlanması ve toplanan verilerin etiketinin bu yazılımlarla konmasına elzem ihtiyaç vardır.

Extended Summary

Improvised Explosive Devices (IED) are frequently preferred and used in terrorist acts due to their destructive effects, low costs and accessibility. Since they have a wide variety of types and contents and they can be triggered by many mechanisms, IEDs are not easily nor quickly detected. For these reasons, in recent years, efforts to detect IEDs especially in Turkey has become an important issue. In this study, general information about explosives and IEDs and an overview of explosive detection technologies are given. Four spectroscopy-based technologies used in IED detection are discussed with their advantages and disadvantages. These techniques are Hyperspectral Imaging (HSI), Fourier Transform Infrared (FT-IR) Spectroscopy, Terahertz Technology and Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS). The technology used in the detection of explosives should be selected according to the type of explosive substance, depth under the ground, chemical components, environmental conditions, sensitivity, speed and the required distance. The active or passive hyperspectral imaging system can be evaluated as a promising technology thanks to its advantages in detecting explosives and chemicals. Hyperspectral imaging technology is actually used in many applications in different industrials. The use of HSI technology will become more common as the system

designs become smaller in size, their production increases and their costs decrease. In this way, the hyperspectral imaging method has the potential to enable chemical detection even individually. It is envisaged that HSI can be used with a man or unmanned aerial platform to detect large-scale explosives in the open field and camouflaged targets, which are hard to perceive, and to determine hemp fields of narcotic raw material which is one of the financial sources of terrorism. On account of the FT-IR spectroscopy technique, the spectra of explosive species with different chemical structures can be examined both chemically and functionally. FT-IR spectroscopy technique will likely become an inexpensive and important detection method widely used in the field of security by creating sufficient spectral databases. THz technology has become the focus of attention in recent years owing to the fact that THz waves are harmless to human health and their negative effects on the human body are almost negligible compared to X-rays. Thanks to the fact that THz waves can pass through the materials and penetrate the substances, the objects behind a barrier can be detected. It is believed that this technique, which helps us gain the ability to detect explosives in materials such as paper, plastic, fabric, cardboard, leather, can be used effectively in the defense industry and national security. However, the long times to form these images seem to be the main current hindrance behind this imaging system being used in real-time. LIBS is also a promising method for field and laboratory applications that require solutions and effective decision making in a short time. Due to its point sampling ability, LIBS can even recognize small explosive traces of Nano gram size. It can be used to detect explosive residues on the surfaces of transport vehicles. However, since the laser pulse on the target may cause visible damage, it should never be used on living things. The sensors discussed in this study scan a wide range of the EM spectrum and operate actively or passively. Spectroscopy-based detection techniques are currently one of the most advanced technologies used in the field of explosive detection. However, it is clear that no method alone can detect all explosives, mines and IEDs. Today, many studies are carried out to combine laser, spectrometer and optical spectral methods in a single device. Another issue that needs to be studied independently of the sensor selection is the changes and degradation in explosives chemistry over time or under the influence of environmental conditions. It should also be taken into consideration that there may be changes in the molecular structure and radiation of explosives that are exposed to events such as sunlight, rain and air pollution for a long time. These

structures may show different molecular properties or change over time at different air temperatures, different climates and geographies, humidity, heat and different soil conditions.

Kaynakça

Kitaplar

- Gonzalez, R. C. & Woods, R. E. (2007). *Digital Image Processing (3rd Edition)*. Pearson Prentice Hall.
- Griffiths, P.R. ve Haseth, J.A.D. (2007). *Fourier Transform Infrared Spectrometry*. Wiley.
- Jensen, J. R. (2015). *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective (4th Edition)*. Pearson Series in Geographic Information Science.
- National Research Council. (2004). *Existing and Potential Standoff Explosives Detection Techniques*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Naumann, D. (2000). *Infrared Spectroscopy in Microbiology*. Wiley.
- Pellegrino, P.M., Holthoff, E.L., Farrell, M.E., (2015). *Laser-Based Optical Detection of Explosives*. Florida: CRC Press.
- Pu, R. (2017). *Hyperspectral remote sensing: Fundamentals and practices*. CRC Press,.
- Skoog, D.A., Holler, F.J. ve Nieman, T.A. (1998). *Principles of instrumental analysis*. Cengage learning.
- Venugopalan, S. (2015). *Demystifying explosives: concepts in high energy materials*. Elsevier.
- Yinon, J. (1999). *Forensic and Environmental Detection of Explosives*. Wiley.

Makaleler

- Adão, T., Hruška, J., Pádua, L., Bessa, J., Peres, E., Morais, R., & Sousa, J. (2017). Hyperspectral imaging: A review on UAV-based sensors, data processing and applications for agriculture and forestry. *Remote Sensing*, 9(11), 1110.

- Anzano, J. M., Gornushkin, I. B., Smith, B. W., & Winefordner, J. D. (2000). Laser-induced plasma spectroscopy for plastic identification. *Polymer Engineering & Science*, 40(11), 2423-2429.
- Bioucas-Dias, J. M., Plaza, A., Camps-Valls, G., Scheunders, P., Nasrabadi, N., & Chanussot, J. (2013). Hyperspectral remote sensing data analysis and future challenges. *IEEE Geoscience and remote sensing magazine*, 1(2), 6-36.
- Blake, T. A., Kelly, J. F., Gallagher, N. B., Gassman, P. L., & Johnson, T. J. (2009). Passive standoff detection of RDX residues on metal surfaces via infrared hyperspectral imaging. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 395(2), 337-348.
- Cullum, H. E., McGavigan, C., Uttley, C. Z., Stroud, M. A., & Warren, D. C. (2004). A second survey of high explosives traces in public places. *Journal of Forensic Science*, 49(4), 1-7.
- Davies, A. G., Burnett, A. D., Fan, W., Linfield, E. H., & Cunningham, J. E. (2008). Terahertz spectroscopy of explosives and drugs. *Materials Today*, 11(3), 18-26.
- Day, J.S., Edwards, H. G. M., Dobrowski, S. A. ve Voice, A. M. (2004). The detection of drugs of abuse in fingerprints using Raman spectroscopy II: cyanoacrylate-fumed fingerprints. *Spectrochimica Acta. Part A, Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 60(8-9), 1725-1730.
- De la Ossa, A.F., Amigo, J.M., Garcia-Ruiz, C., (2014). Detection of residues from explosive manipulation by near infrared hyperspectral imaging: A promising forensic tool. *Forensic Science International*, 242, 228-235.
- Elsherbiny, N., ve Aied Nassef, O. (2015). Wavelength dependence of laser induced breakdown spectroscopy (LIBS) on questioned document investigation. *Science & Justice*, 55(4), 254-263.
- Ergün, S., ve Sönmez, S. (2015). Terahertz Technology For Military Applications. *Journal of Military and Information Science*, 3(1), 13.
- Habib, M. K. (2007). Controlled biological and biomimetic systems for landmine detection. *Biosensors and Bioelectronics*, 23(1), 1-18.

- Gottfried, J. L., De Lucia, F. C., Munson, C. A., & Miziolek, A. W. (2009). Laser-induced breakdown spectroscopy for detection of explosives residues: a review of recent advances, challenges, and future prospects. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 395(2), 283-300.
- Grant, A., Wilkinson, T.J., Holman, D.R. & Martin, M.C. (2005). Identification of recently handled materials by analysis of latent human fingerprints using infrared spectromicroscopy. *Applied Spectroscopy*, 59(9), 1182-1187.
- Hybl, J.D., Lithgow, G.A., Buckley S.G. (2003). Laser-induced breakdown spectroscopy detection and classification of biological aerosols. *Applied Spectroscopy*, 57, pp.1207.
- Iqbal, Z., Suryanarayanan, K., Bulusu, S., & Autera, J. R. (1972). Infrared and Raman Spectra of 1, 3, 5-trinitro-1, 3, 5-triazacyclohexane (RDX) (No. PATR-4401). PICATINNY ARSENAL DOVER NJ.
- Junjuri R., Myakalwar A.K., Gundawar M.K. (2017) Standoff Detection of Explosives at 1 m using Laser Induced Breakdown Spectroscopy, *Defence Science Journal*, 67 (6), pp. 623–630.
- Kemp, M. C. (2011) Explosives Detection by Terahertz Spectroscopy—A Bridge Too Far? *IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology*, 1 (1), pp. 282-292.
- Kılıç, G. B., & Karahan, A. G. (2010). Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (FTIR) Spektroskopisi ve Laktik Asit Bakterilerinin Tanısında Kullanılması. *GIDA*, 35(6), 445-452.
- Koz, A. (2019). Ground-Based Hyperspectral Image Surveillance Systems for Explosive Detection: Part I—State of the Art and Challenges. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 12 (12), 4746-4753.
- Kumar, M., Islam, M. N., Terry, F. L., Freeman, M. J., Chan, A., Neelakandan, M., & Manzur, T. (2012). Stand-off detection of solid targets with diffuse reflection spectroscopy using a high-power mid-infrared supercontinuum source. *Applied Optics*, 51(15), 2794-2807.

- Kunz, R. R., Gregory, K. E., Aernecke, M. J., Clark, M. L., Ostrinskaya, A., & Fountain III, A. W. (2012). Fate dynamics of environmentally exposed explosive traces. *The Journal Of Physical Chemistry A*, 116(14), 3611-3624.
- Leahy-Hoppa, M.R., Fitch, M.J., Osiander, R. (2009). Terahertz spectroscopy techniques for explosives detection. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 395 (2), pp 247–257.
- McCanta, M. C., Dobosh, P. A., Dyar, M. D., & Newsom, H. E. (2013). Testing the veracity of LIBS analyses on Mars using the LIBSSIM program. *Planetary and Space Science*, 81, 48-54.
- Moros J., Lorenzo J.A., Lucena P., Tobaria L.M., Laserna J.J. (2010) Simultaneous Raman spectroscopy-laser-induced breakdown spectroscopy for instant standoff analysis of explosives using a mobile integrated sensor platform. *Anal. Chem.* 82, 1389.
- Munson, C. A., Gottfried, J. L., De Lucia Jr, F. C., McNesby, K. L., & Miziolek, A. W. (2007). Laser-based detection methods of explosives. In *Counterterrorist Detection Techniques of Explosives* (pp. 279-321). Elsevier Science BV.
- Oxley, J. C., Smith, J. L., Kirschenbaum, L. J., & Marimganti, S. (2007). Accumulation of explosives in hair—part II: factors affecting sorption. *Journal of Forensic Sciences*, 52(6), 1291-1296.
- Oxley, J. C., Smith, J. L., Kirschenbaum, L. J., Marimganti, S., Efremenko, I., Zach, R., and Zeiri, Y. (2012) Accumulation of explosives in hair—Part 3: Binding site study. *Journal of Forensic Sciences*, 57(3), 623–635.
- Politzer, P., & Murray, J. S. (2014). Detonation performance and sensitivity: a quest for balance. In *Advances in quantum chemistry*, 69, pp. 1-30. Academic Press.
- Portnov, A., Rosenwaks, S., Bar I. (2003) Emission following laser-induced breakdown spectroscopy of organic compounds in ambient air. *Applied Optics*, 42, pp. 2835.
- Plaza, A., Benediktsson, J. A., Boardman, J. W., Brazile, J., Bruzzone, L., Camps-Valls, G., Chanussot, J., Fauvel, M., Gamba P., Gualtieri, A., & Marconcini,

-
- M. (2009). Recent advances in techniques for hyperspectral image processing. *Remote sensing of environment*, 113, S110-S122.
- Shankaran, D. R., Gobi, K. V., Sakai, T., Matsumoto, K., Imato, T., Toko, K., & Miura, N. (2005). A novel surface plasmon resonance immunosensor for 2, 4, 6-trinitrotoluene (TNT) based on indirect competitive immunoreaction: a promising approach for on-site landmine detection. *IEEE Sensors Journal*, 5(4), 616-621.
- Stine, J. R. (1992). Molecular structure and performance of high explosives. *MRS Online Proceedings Library Archive*, 296.
- Ueno, Y., & Ajito, K. (2008). Analytical terahertz spectroscopy. *Analytical Sciences*, 24(2), 185-192.
- Wang, Q., Teng, G., Li, C., Zhao, Y., & Peng, Z. (2019). Identification and classification of explosives using semi-supervised learning and laser-induced breakdown spectroscopy. *Journal of Hazardous Materials*, 369, 423-429.
- Wang, Y., P. Reder, N., Kang, S., Glaser, A., Liu, J., (2017). Multiplexed Optical Imaging of Tumor-Directed Nanoparticles: A Review of Imaging Systems and Approaches. *Nanotheranostics*. 1(4), 369-388.
- Yüksel, S. E., & Boyacı, M. (2018). Effect of LiDAR sensor on the success of shadow detection from hyperspectral data. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences - Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(2), 198-204.
- Yüksel, S.E., Karakaya, A. (2016a) Fusion of Target Detection Algorithms in Hyperspectral Images. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 4(4), 103-110, 2016.
- Yüksel, S.E., Kucuk, S., Gader, P., (2016b) SPICEE: An Extension of SPICE for Sparse Endmember Estimation in Hyperspectral Imagery. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 13(12), 1910-1914.

Yüksel, S.E., Dubroca, T., Hummel, R.E., Gader, P.D. (2013) Differential Reflection Spectroscopy: A Novel Method for Explosive Detection. *Acta Physica Polonica A*, 123 (2), pp. 263- 264.

Zhang W, Tang Y., Shi A., Bao L., Shen Y., Shen R., and Ye Y. (2018) Recent Developments in Spectroscopic Techniques for the Detection of Explosives. *Materials*. 11(8), 1364.

Sempozyum, Kongre ve Konferans Bildirileri

Aydın, E., & Erdem, S.E.Y. (2019, May). Transfer and multitask learning using convolutional neural networks for buried wire detection from ground penetrating radar data. In *Detection and Sensing of Mines, Explosive Objects, and Obscured Targets XXIV* (Vol. 11012, p. 110120Y). International Society for Optics and Photonics.

Bernacki, B. E., & Phillips, M. C. (2010, May). Standoff hyperspectral imaging of explosives residues using broadly tunable external cavity quantum cascade laser illumination. In *Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosives (CBRNE) Sensing XI* (Vol. 7665, p. 76650I). International Society for Optics and Photonics.

Bingham, A. L., Lucey, P. G., Akagi, J. T., Hinrichs, J. L., & Knobbe, E. T. (2014, May). LWIR hyperspectral micro-imager for detection of trace explosive particles. In *Next-Generation Spectroscopic Technologies VII* (Vol. 9101, p. 91010Z). International Society for Optics and Photonics.

Chirico, R., Almaviva, S., Botti, S., Cantarini, L., Colao, F., Fiorani, L., Nuvoli, M., & Palucci, A. (2012, October). Stand-off detection of traces of explosives and precursors on fabrics by UV Raman spectroscopy. In *Optics and Photonics for Counterterrorism, Crime Fighting, and Defence VIII* (Vol. 8546, p. 85460W). International Society for Optics and Photonics.

Fuchs, F., Wild, C., Kirn, B., Bronner, W., Raynor, B., Köhler, K., & Wagner, J. (2007, November). Remote sensing of explosives using mid-infrared quantum cascade lasers. In *Electro-Optical Remote Sensing, Detection, and Photonic Technologies and Their Applications* (Vol. 6739, p. 673904). International Society for Optics and Photonics.

- Fuchs, F., Jarvis, J. P., Hugger, S., Kinzer, M., Yang, Q., Bronner, W., Driad R., & Aidam, R. (2012, September). Imaging standoff detection of explosives by diffuse reflectance IR laser spectroscopy. In *Future Security Research Conference* (pp. 388-399). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hildenbrand, J., Herbst, J., Wöllenstein, J., & Lambrecht, A. (2009, January). Explosive detection using infrared laser spectroscopy. In *Quantum sensing and nanophotonic devices VI* (Vol. 7222, p. 72220B). International Society for Optics and Photonics.
- Nelson, M. P., Basta, A., Patil, R., Klueva, O., & Treado, P. J. (2013, May). Development of a handheld widefield hyperspectral imaging (HSI) sensor for standoff detection of explosive, chemical, and narcotic residues. In *Next-Generation Spectroscopic Technologies VI* (Vol. 8726, p. 872605). International Society for Optics and Photonics.
- Onat, B. M., Carver, G., & Itzler, M. (2009, April). A solid-state hyperspectral imager for real-time standoff explosives detection using shortwave infrared imaging. In *Non-Intrusive Inspection Technologies II* (Vol. 7310, p. 731004). International Society for Optics and Photonics.
- Ruxton, K., Robertson, G., Miller, W., Malcolm, G. P. A., & Maker, G. T. (2012, October). Mid-infrared hyperspectral imaging for the detection of explosive compounds. In *Optics and Photonics for Counterterrorism, Crime Fighting, and Defence VIII* (Vol. 8546, p. 85460V). International Society for Optics and Photonics.
- Sakarya, U., Teke, M., Demirkesen, C., Haliloğlu, O., Kozal, A. Ö., Deveci, H. S., & Gürbüz, S. Z. (2015, June). A short survey of hyperspectral remote sensing and hyperspectral remote sensing research at TÜBİTAK Uzay. In *2015 7th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST)* (pp. 187-192). IEEE.
- Waterbury, R., Rose, J., Vunck, D., Blank, T., Pohl, K., Ford, A. & Dottery, E. (2011, June). Fabrication and testing of a standoff trace explosives detection system. In *Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosives (CBRNE) Sensing XII* (Vol. 8018, p. 801818). International Society for Optics and Photonics.

- Yüksel, S. E., Akar, G. B., & Öztürk, S. (2015, May). Fusion of forward-looking infrared camera and down-looking ground penetrating radar for buried target detection. In *Detection and Sensing of Mines, Explosive Objects, and Obscured Targets XX* (Vol. 9454, p. 945418). International Society for Optics and Photonics.
- Yüksel, S. E., Dubroca, T., Hummel, R. E., & Gader, P. D. (2012, May). An automatic detection software for differential reflection spectroscopy. In *Algorithms and Technologies for Multispectral, Hyperspectral, and Ultraspectral Imagery XVIII* (Vol. 8390, p. 83900B). International Society for Optics and Photonics.
- Zhong, H., Karpowicz, N., Partridge, J., Xie, X., Xu, J., & Zhang, X. C. (2004, September). Terahertz wave imaging for landmine detection. In *Terahertz for Military and Security Applications II* (Vol. 5411, pp. 33-44). International Society for Optics and Photonics.

Tezler

- Küçük, S. (2015). *Uzun Dalga Kızılötesi Hiperspektral Görüntülerde Hedef Tespiti*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Makki, I. (2017). *Hyperspectral Imaging for Landmine Detection*. Ph.D. Thesis. Optimization and Control. Politecnico Di Torino.
- Tekbaş, M. (2014). *Terahertz görüntüleme ve tanıma sistemleri*. Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik.

Elektronik Kaynaklar

- Beşergil, B. FTIR *Absorbsiyon Spektroskopisi*. 25 Mayıs 2019'da http://bilsenbesergil.blogspot.com/p/8_44.html adresinden alınmıştır.
- Bingöl, O. ve Varlık, A.B., (2015). *EYP Semineri - 1 Sonuç Raporu* (merkezstrateji.com/assets/media/01-eyp-semineri-sonuc-raporu-tesud-mse-s1_1.pdf).
- Cross, R. (2017) *Glowing bacteria detect buried landmines*. 19 Temmuz 2020'de <https://www.sciencemag.org/news/2017/04/glowing-bacteria-detect-buried-landmines> adresinden alınmıştır.
- Emission Line. (2019). 19 Temmuz 2020'de <https://astronomy.swin.edu.au/cosmos>

/E/emission+line adresinden alınmıştır.

Faust, B. (1997). *Modern Chemical Techniques: An Essential Reference for Students and Teachers*. <http://www.rsc.org/learnchemistry/resource/res00001299/infrared-spectroscopy> adresinden alınmıştır.

Five ways to better protect civilians in conflict zones. (2019). 2 Mayıs 2019'da www.unocha.org adresinden alınmıştır.

Guest, T. (2020) *Detecting Explosives Science, Technological Innovation and Solutions*. 19 Temmuz 2020'de <https://euro-sd.com/2020/03/allgemein/16541/detecting-explosives-science-technological-innovation-and-solutions> adresinden alınmıştır.

Korvink, J. G., Badilita, V. & Abdo, M. (2018) *Hyperspectral Imaging*. 19 Temmuz 2020'de <https://www.imt.kit.edu/hyper-spectral-imaging.php> adresinden alınmıştır.

Paula, B. (2016) *Organic_Chemistry*. 25 Mayıs 2019'da [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Map%3A_Organic_Chemistry_\(Bruice\)/13%3A_Mass_Spectrometry%2C_Infrared_Spectroscopy%2C_and_Ultraviolet%2F%2FVisible_Spectroscopy](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Map%3A_Organic_Chemistry_(Bruice)/13%3A_Mass_Spectrometry%2C_Infrared_Spectroscopy%2C_and_Ultraviolet%2F%2FVisible_Spectroscopy) adresinden alınmıştır.

PATLAYICILAR

Adı/Kısaltması	Kimyasal Formülü
AN (ammonium nitrate)	NH_4NO_3
Amonyum Perklorat	NH_4ClO_4
Amonyum Pikrat	$\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_7$
DADP (diacetone diperoxide)	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_4$
DDNP (diazodinitrophenol)	$\text{C}_6\text{H}_2\text{N}_4\text{O}_5$
Dinamit	$\text{CH}_2\text{NO}_3\text{CHNO}_3\text{CH}_2\text{NO}_3 + \text{Diatomit}$
HMX (high melting explosive)	$\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_8\text{O}_8$
Kurşun Azit	PbN_6
Kurşun Pikrat	$\text{Pb}(\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{O})_2$
Nitroselüloz	$[\text{C}_6\text{H}_9(\text{NO}_2)\text{O}_5]_n$
Nitroglicerin	$\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$
PETN (pentaeritritol tetranitrate)	$\text{C}_5\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_{12}$
Pikrik Asit	$\text{C}_6\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_7$
RDX (royal demolition explosive)	$\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$
TNT (trinitrotoluen)	$\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_6$
TETRYL (trinitrophenylmethylnitramine)	$\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_5\text{O}_8$
TATP (triacetone triperoxide)	$\text{C}_9\text{H}_{18}\text{O}_6$



Seramik Ön Yüzlü Çelik Zırhlarda Balistik Hasar Sonrası Çelik Kısmında Oluşan Deformasyonun İncelenmesi

Bariş KALAYCIOĞLU* ve Alemdar ONGUN**

Öz

Günümüzde birçok çalışma konusunda olduğu gibi, zırh tasarımında da sayısal analizler, balistik deney imkânlarının azlığı ve bir hayli maliyetli olması sebebiyle öncelikli olarak tercih edilir hale gelmiştir. Ancak sayısal analizler ile deneysel sonuçların örtüşmesi, sayısal analizlerin doğrulanması açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, uygun malzemelerle geliştirilmiş seramik ön yüze sahip çelik zırh sisteminin 7,62 mm kalibreli mermi darbesi sonucu arka yüzeyindeki çelik plakada oluşan plastik deformasyon durumu analitik ve sayısal analizler yardımıyla incelenmiş ve balistik deney sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Zırh sisteminde seramik ön yüzey için 10 mm kalınlığında Alümina (Al_2O_3) altıgen seramikler kullanılmış ve arka yüzey için S235JR çeliğinden üretilmiş 6 mm kalınlığında plaka tercih edilmiştir. Analitik hesaplamalarda çelik plakada oluşan deformasyona ait sehim eğrisi matematiksel model yardımıyla hesaplanmış ve Matlab programında geliştirilen bir ara yüz ile çizdirilmiştir. Matematiksel modelin oluşturulmasında toplam plastik gerinim enerjisi ve efektif gerilme-gerinim denklemlerinden yararlanılmıştır. Çelik plakanın mermi darbesine karşı göstermiş olduğu balistik davranışın sayısal analizleri Ansys/Explicit Dynamic (17.1) sonlu eleman programında gerçekleştirilmiştir. Sayısal analizde çelik malzeme modeli olarak yüksek hızlarda plastik şekil değişimine imkân sağlayan Johnson-Cook malzeme modeli, seramik malzeme modeli olarak ise Johnson-Holmquist malzeme modeli seçilmiştir. Seramik ön yüzlü çelik zırh sisteminin balistik deneyleri, sayısal analiz modeline uygun olarak üretilen zırh numunesi

* Dr.Öğr.Üyesi, Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, kalaycioglu@kku.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-1295-3816

**Dr.Öğr.Üyesi, Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, alemdarongun@kku.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7585-4305

üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda çelik plakada oluşan sehîm eğrileri ve maksimum deformasyon değerleri deney sonuçları ile ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tüm yöntemlerde sehîm eğrilerinin uyum içinde olduğu, plakada oluşan maksimum deformasyon için analitik sonuçların %15, sayısal sonuçların ise %14 farkla deneysel sonuçlara yakınsadığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Balistik, Tabakalı Zırh, Seramik Zırh, Johnson-Cook, S235JR, Yüksek Gerinim Hızı.

Investigation of Deformation of Steel Plate After Ballistic Damage in Ceramic Faced Steel Armor

Abstract

As being in many studies today, numerical analysis has become primarily preferred in armor design due to the scarcity of ballistic test opportunities and their high cost. However, the overlap of numerical analysis and experimental results is very important for the verification of numerical analysis. In this study, the plastic deformation condition on the steel plate on the back surface of the steel armor system with ceramic front face as a result of the 7.62 mm caliber bullet impact was investigated with the help of analytical and numerical analysis and compared with the results of ballistic experiments. In the armor system, 10 mm thick Alumina (Al_2O_3) hexagonal ceramics are used for the ceramic front surface and 6 mm thick plate made of S235JR steel is preferred for the rear surface. In analytical calculations, the deflection curve of the deformation occurring in the steel plate was calculated with the help of a mathematical model and was drawn with an interface developed in the Matlab program. Total plastic strain energy and effective stress-strain equations were used to construct the mathematical model. Numerical analysis of the ballistic behavior of the steel plate against the projectile impact was carried out in the Ansys / Explicit Dynamic finite element program. In numerical analysis, the Johnson-Cook material model, which enables plastic shape change at high speeds, was chosen as the steel material model, and the Johnson-Holmquist material model was chosen as the ceramic material model. Ballistic experiments of the ceramic faced steel armor system were performed on the armor sample produced in accordance with the numerical analysis model. As a result of the analysis, deflection curves and maximum deformation values on the steel plate

were compared with the experimental results. According to the results, it was observed that the deflection curves were compatible in all methods, and the analytical results were converted to the experimental results with a difference of 15% and numerical results with a 14% difference for maximum deformation in the plate.

Keywords: *Ballistic, Layered Armor, Ceramic Armor, Johnson-Cook, S235JR, High Strain Rate.*

Giriş

İnsanların ve askerî araçların korunmasında mühimmat teknolojilerinin gelişimi ile zırh sistemlerinin önemi daha da artmıştır. Birinci Dünya Savaşı yıllarında özellikle savaş gemilerinde yüksek sertliğe sahip çelikler oldukça iyi balistik performans sağlamalarından dolayı zırhların temel malzemesi olarak tercih edilmiştir. Fakat çelik zırhlar tek başlarına gelişen savaş teknolojileri ile yeterli performansı sağlayamamışlardır. Günümüzde seramik malzemeler ile desteklenmiş yeni tip tabakalı zırh sistemleri çok daha dayanıklı olup geniş ölçekte kullanılır hale gelmiştir (Crouch, 2016).

“Balistique” Fransızcadan gelen, mermilerin namlu iç ve dış hareketlerini ve tahrip edilen hedef üzerindeki hasarını inceleyen bilim dalıdır (Candan, 2005). Atış bilimi diye de tabir edilen balistik, mermi ve füzelerin hareketlerini inceler ve beş bölüme ayrılır.

İç Balistik: Mermi veya füzenin silahta veya uygulanan yerdeki hareketini yani merminin tahrikini inceler. Merminin namluda ateşlendiği andan çıkışına kadar olan kısmı inceler (Army, 1965).

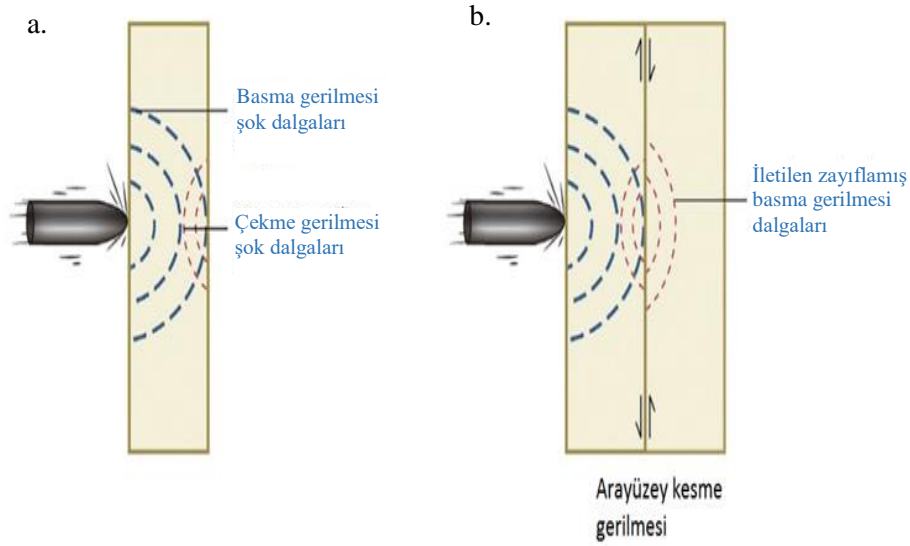
Namlu Ağzı Balistiği: Ara balistik olarak da bilinir, mermi namludan çıktıktan sonra arkasındaki basınç dengeleninceye kadar olan kısmını inceler (The Editors of Encyclopædia Britannica, 2017).

Dış Balistik: Mermi ya da füzenin uçuş sırasında hareketi inceler.

Terminal Balistik: Merminin hedef üzerindeki etkilerini ve davranışlarını inceler (Zook vd., 1992).

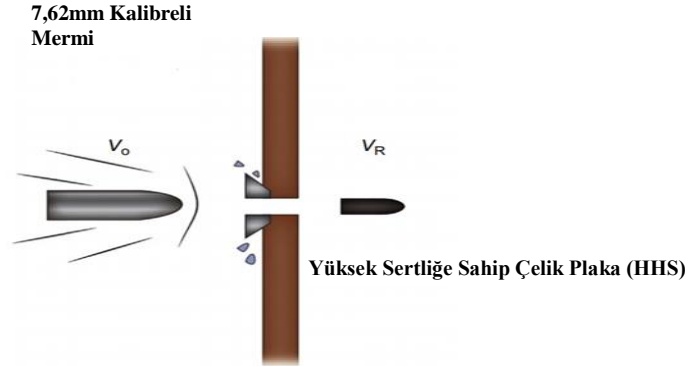
Yara Balistiği: Merminin canlı hedefe isabet ettiği, terminal balistik ile tıp alanının birleşimidir (Zook vd., 1992b).

Terminal balistik, mermi ve hedef arasındaki etkileşimi inceleyen balistiğin bir alt koludur. Terminal balistik, binalarda, tanklarda, zırhlarda vb. meydana gelen tüm darbe etkilerini, kinetik enerji dönüşümlerini, kimyasal enerji dönüşümlerini, patlayıcı etkisini araştıran bilim alanıdır. Şekil 1'de görüldüğü üzere, mermi hedefe çarptığı anda parçada basma gerilmesi şok dalgaları meydana gelir. Bu oluşan dalgalar seviyelerine bağlı olarak elastik, plastik veya sadece şok dalgaları şeklinde olabilir.



Şekil 1. a. Basma ve Çekme Gerilmesi Şok Dalgalarının Yayılması b. Herhangi Bir Ara Yüzeyde İletilen Zayıflamış Basma Gerilmesi Dalgaları İle Kesme Gerilmesi (Crouch, 2016)

Mermilerin zırh üzerinde verdiği hasar çeşitlerini anlayarak; zırhın ne kadar enerji absorbe edebildiği ve mermiyi ne kadar hasara uğratıp, merminin enerji dağılımını ne oranda yaptığını fark ederek incelemek balistik için önemli bir konudur. Bu sebeple mermilerin zırh üzerinde oluşturduğu hasar (penetrasyon) mekanizmalarını sekiz başlıkta inceleyebiliriz. Delinme, kesilme (zımpa tipi), deliminasyon (tabakalar arası ayrılma), konik, radyal ve çevresel çatlaklar, mekanik disk atma, şok dalgası disk atma ve şarapnel etkisi.



Şekil 2. Tek Katmanlı Çelik Zırh Sistemi (Crouch, 2016)

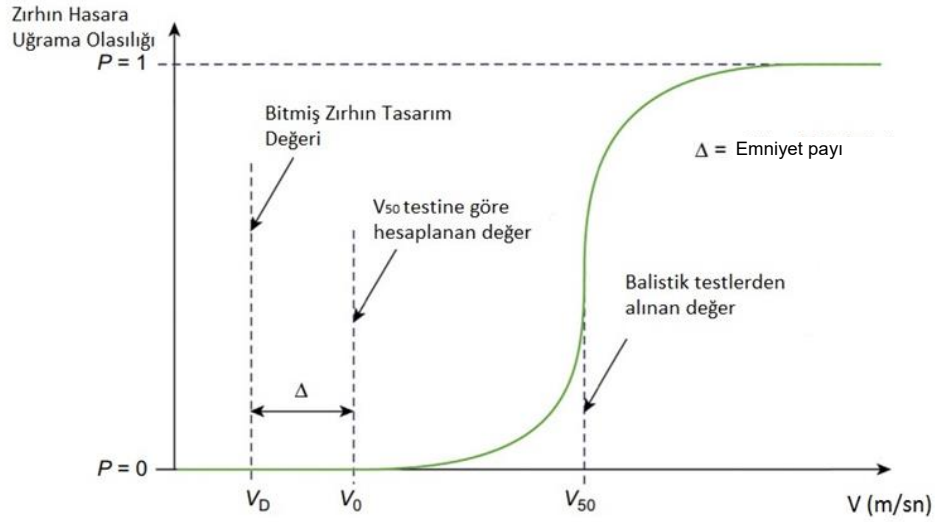
1. Zırh Sistemlerinin Tasarımı

Zırh sistemlerinin tasarımında izlenecek yöntemler tek katmanlı çelik zırh sistemlerden, çok katmanlı ve farklı malzemelerin kullanıldığı karmaşık yapılı zırh sistemlerine gidildikçe farklılıklar içermektedir. Ancak ister basit ister karmaşık yapılı olsun, mühendislik çalışmalarında delinmeyen veya mühimmatın oluşturduğu hasarı korunan bölgeye geçirmeyen bir zırh sisteminin tasarlanabilmesi için mutlaka balistik testlerin yapılması gerekmektedir.

1.1. Tek Katmanlı Çelik Bir Zırh Sisteminin Tasarımı

Malzemesi yüksek sertliğe sahip olarak seçilen çeliğin, atış testlerinde merminin zırh yüzeyine dik geldiği tek katmanlı çelik bir zırh sisteminin 7,62 mm kalibreli mermiye karşı tam koruma sağlaması için gerekli zırh kalınlığının hesaplanmasında V_D mermi tasarım hızının belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla yapılan Şekil 2’de şematize edilmiş balistik atış testleri yardımıyla tek katmanlı çelik zırh sisteminde 7,62 mm kalibreli merminin zırhı hasara uğratma olasılığı merminin zırha çarpma hızına bağlı olarak Şekil 3’te bir fonksiyon olarak verilmiştir. Şekil 2’de V_0 merminin zırh sistemine çarpma hızını, V_R ise zırhı delip geçtikten sonra mermide kalan hızı ifade eder. Ayrıca, Şekil 3’teki eğrinin normal kümülatif dağılım fonksiyonuna benzediği görülmektedir. Normal dağılımdaki ortalama nokta, Şekil 3’te V_{50} hızı olarak alınmış olup bu hız değerinde tek katmanlı çelik zırh sistemi %50 oranında delinmiştir. Yine normal dağılımın standart sapması (sigma) Şekil 3’te belirsiz bölgenin (gri bölge) ne kadar geniş olduğunun bir ölçüsüdür. V_{50} hızının altında ve üzerinde kalan alanlar belirsiz

bölge (gri bölge) olarak geçmekte ve altı sigma yardımıyla belirlenmektedir. V_{50} hızının altındaki mermi hızlarında zırhın hasara uğrama olasılığı azalmakta, V_{50} hızının üzerindeki mermi hızlarında ise hasar olasılığı artmaktadır. Belirli bir hız limitine geldiği anda zırh mutlak olarak hasara uğramaktadır. Bu durum $P=1$ olduğunda karşılaşılan durumdur.

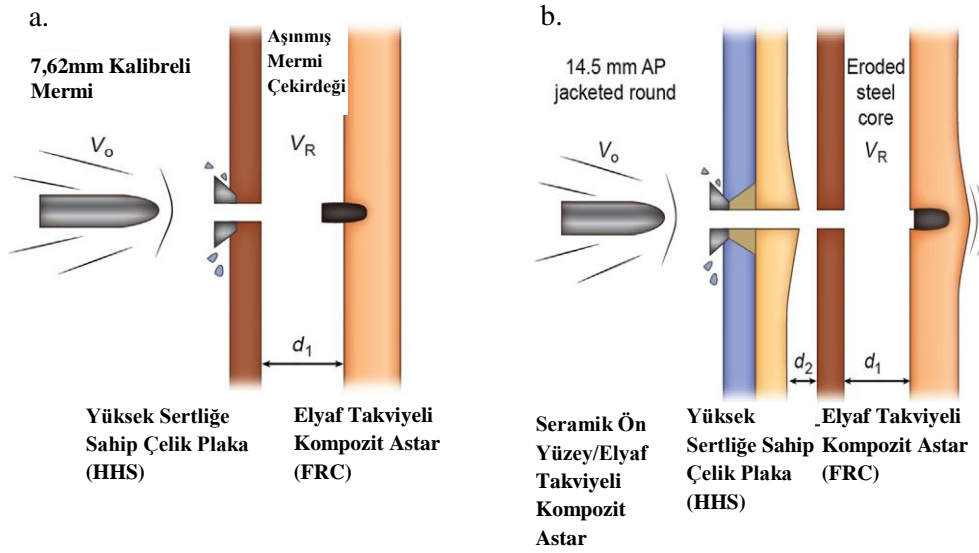


Şekil 3. Merminin Zırha Çarpma Hızına Bağlı, Zırhın Delinme İhtimalinin Grafik Gösterimi (Crouch, 2016)

Yine Şekil 3'te gösterilmiş V_0 çarpma hızında yapılan deneylerde atışların neredeyse tamamında zırha herhangi bir delinme görülmez. Ancak mühendisler güvenliği garanti edebilmek için V_0 hızında altına inerler. Emniyet payı olarak isimlendirilen (Δ) hız değerini V_0 hızından düşerek V_D hızını elde ederler ve bu hız değerini tehdit olarak alıp, tasarımlarını V_D hızına göre yaparlar. (Δ) hız değerinin büyüklüğü, tasarımcıların uygulancak güvenilirlik derecesine ile arzu edilen en düşük ağırlık çözümüne bağlı olarak belirlenecektir. Şekil 3'te P değeri zırhın hasara uğrama olasılığını göstermektedir. Balistik atış deneyleri yapılırken en kötü senaryonun uygulanması gerekmektedir. Bu sebeple merminin zırh düzlemine dik olarak çarptığı durum dikkate alınmaktadır.

Terminal balistikte altı sigma yardımıyla bulunan gri bölge, zırh sisteminin ne kadar kompleks yapılı olduğunu veya ne kadar uygun zırh malzemesi olduğunu

mükemmel bir ölçüsüdür. Tek katmanlı çelik zırh sistemi gibi basit zırh sistemlerinde gri bölge oldukça dar (5m/sn'den daha az), kompleks yapıli zırh sistemlerinde ise gri bölge oldukça geniştir (50 m/s). Seramik içeren zırh sistemlerinde altı sigma mikro yapıdaki kusurların sayısına bağılıdır. Katmanlı kompozit kumaş içeren yumuşak yapıli zırh sistemlerindeki gri bölgenin genişliğı kompozit kumaşın üretildiğı malzemenin ne kadar iyi olduğunun (dikiş kalitesi, örgü deseni veya elyaf mukavemeti) bir ölçüsü olarak alınabilir.



Şekil 4. a. Tek Katmanlı Çelik Zırh Sistemine Elyaf Takviyeli Kompozit (FRC) Bir Astarın Eklenmesi b. Seramik Ön Yüze Sahip Elyaf Takviyeli Kompozit (FRC) Astarlı Çelik Zırh Sistemi (Crouch, 2016)

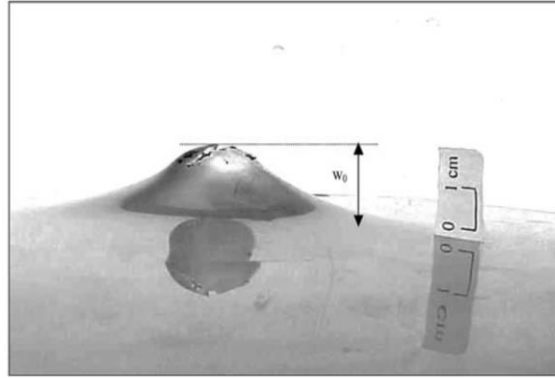
1.2. Çok Katmanlı Zırh Sistemlerinin Tasarımı

Bir önceki örneğe göre tehdit seviyesinin yükseldiğı durumlarda zırh üreticileri zırh malzemesinin yapısını iyileştirmek zorunda kalırlar. Tasarımcılar çelik zırhın arka tarafına elyaf takviyeli kompozit (FRC) bir astar yerleştirerek şok dalgasının zırhta meydana getirdiğı deformasyon sonucu kopup yüksek hızlara ulaşmış, yaralayıcı ve öldürücü hale gelebilen, küçük boyutlardaki kırılmış zırh ve mühimmat parçalarının korunan bölgeye geçmesini engellemiştir.

Şekil 4 (a)' da gösterilmiş geliştirilmiş zırh sistemi 14,5 mm kalibreli bir mermiye maruz bırakıldığında daha fazla iyileştirilmeye ihtiyaç duyacaktır. Bu durumda Şekil 4 (b)' de gösterildiği gibi zırh sisteminde mevcut çelik plakanın ön yüzüne seramik bir malzeme konularak iyileştirme ihtiyacına bir çözüm getirilmiştir. Seramik ön yüzeye sahip çelik zırh sistemlerinde seramik ön yüzey, merminin sahip olduğu kinetik enerjinin önemli bir kısmını absorbe etmektedir. Seramiğin sert yapısı merminin deforme olmasına ve kütle kaybına da neden olmaktadır. Merminin kinetik enerjisinin büyük kısmı zırh sistemine ait çelik plaka tarafından emilmektedir. Bu durum da çelik zırh plakasının plastik deformasyona uğramasına neden olmaktadır.

Zırh sistemlerinde gerçekleştirilecek olan bütün bu iyileştirmeler zırhın tasarımıda gerekli tüm kriterlerin ve değişkenlerin artmasına neden olmaktadır.

Yazında çelik zırhlar veya seramik ve/veya kompozit takviyeli çelik zırh sistemlerinin davranışını inceleyen birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaları özetlemek gerekirse, Al-Qureshi ve Ishikura (1998), seramik ön yüzü çelik zırh sisteminin çelik kısmında oluşan deformasyon miktarını öngörebilmek için yaptıkları bir çalışmada, deneysel ve analitik yöntemlerden faydalanmışlardır. 5,56 mm kalibreli mermi darbesi sonucu alüminyum plakada exponansiyel bir plastik deformasyon eğrisinin olduğu Şekil 5'te gösterilmiştir. Deneylelerden faydalanarak analitik bir formül geliştirmişlerdir.



Şekil 5. Metal Plakanın Plastik Deformasyonu ve Maksimum Deformasyonu (Al-Qureshi & Ishikura, 1998)

Iqbal ve arkadaşları (2016), 8 mm ve 10 mm kalınlığındaki Armox 500T malzemeye farklı sıcaklıklarda, 7,62 mm ve 12,7 mm API mermiler kullanarak yaklaşık 830 m/s hızlarında balistik atış testleri yapmışlardır. Bu sayede Armox 500T çelik malzemesini farklı gerilme, gerinim ve sıcaklıklarda balistik olarak incelemişlerdir. Çalışmada zırh delici mermi (Armor Piercing Incendiary Projectile-API) kullanmışlardır. Deney sonuçlarında; termal hassasiyetinin yüksek olduğu, sıcaklık arttıkça mukavemetinin düştüğü, kırılma gerinim hızının azaldığı görülmüştür.

Wang ve arkadaşları (2013), yaptıkları çalışmada, malzeme karakteristiklerinin belirlenmesini ve mermi ve hedef arasındaki etkileşimi anlatmaya çalışmışlardır. Çalışmada yenilikçi hafif hibrit kompozit plakalarda kullanılan alümina seramik peletleri, ultra yüksek molekül ağırlıklı polietilen (UHMWPE), ve çift katman Ti-6Al-4V (TC4) malzemeyle tasarlamışlardır. Mermi hızı ortalama 818 m/s olan 12,7 mm API mermiler kullanmışlardır. Çalışmalarındaki alümina %99,7 saflığa sahip olup, peletin bombe yarıçap ve genişliği oranı 0,85:1 ve 1,28:1 şeklindedir. Çalışmalarının sonucunda yeni bir tasarımla üretilen ve ağırlığın azaltıldığı zırhın mermiyi yeterli ölçüde söndürdüğü, enerjisini absorbe edebildiği gözlenmiştir.

Tria & Trębiński (2017), kuramsal modelleri deneysel olarak doğrularak yeni bir yöntem geliştirmek üzerine çalışmışlardır. Küçük silahlardan çıkan mühimmatın oluşturduğu terminal balistiğini incelemek üzere nümerik algoritmalar kullanmışlardır. Metodolojileri, bir dizi bağımsız testle malzeme modellerinin tanımlanması, terminal balistikte önemli olan mermi-hedef etkileşimlerini incelemek için yeterli veri sağlamaktır. Deneylerde ölçülen verilerle düzgün bir model oluşturabilmek için parametrelerin doğru değerlendirilmesi ile sapmaların karakterize edilmesini sağlamaktır. Çalışmada 7,62 mm API mermi ve hedef olarak etki hızında delinebilecek çelik plaka kullanmışlardır. Ls-Dyna programında sonlu elemanlar kodları kullanarak basit, karmaşık kuramsal modelleme ve çarpma sonrası terminal analizleri yapılmıştır. Hedefte ve mermide bulunan farklı balistik sonuçlar, katı Lagrange ve hibrid katı/gerçek parçacıklar hidrodinamiği (SPH) ayrılma yöntemlerinde kullanılan sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Oluşturdukları model deneysel sonuçlar için iyi bir yaklaşım oluşturmakta ve bazı fiziksel mekanizmaların tahmininde kullanılabilir. Geliştirilen model mermi

penetrasyon mekanizmasını ve plakanın çarpışmadan sonraki hasarını, plakanın eğilme miktarını, tıkanmayı, şişmeyi ve mermide oluşan deformasyonu ve kırılmayı tahmin edilebilir kılmıştır.

Iqbal ve arkadaşları (2012), yaptıkları bir başka çalışmada ise mermi şeklinin ve mermi giriş açısının balistik limitlerini ve tahrip mekanizmasını incelemiştir. Kurşun şeklini ve kurşunun tahrip edilecek numuneye giriş açısını değişik olasılıklarda sonlu elemanlar metoduyla modelleyerek, ABAQUS programında analizlerini gerçekleştirmişlerdir. 12 mm kalınlığında Weldox 460 E hedefe, 20 mm çelik kurşun, 6 farklı mermi ucu açısı (33,4°, 60°, 90°, 120°, 150° ve 180°) ve 5 farklı giriş açısıyla (0°, 15°, 30°, 45°, 60°) oluşan hasarı ön ve arka yüzeyleri dikkate alarak incelemiştir. Mermi ucundaki açının değişimine bağlı darbenin yol açtığı hasar tartışılmış, yazında var olan diğer nümerik ve analitik model sonuçlarıyla karşılaştırmalar yapılmış ve sonuçların oldukça yakın olduğu görülmüştür. Merminin ön ilk degen kısmının açısının artışıyla beraber hedefin genel deformasyonunda azalma görülmüştür. Bilgisayarda ABAQUS/Explicit modülünde yapılan analizler JC modeline göre yapıp, analitik olarak hesaplanmıştır.

2. Johnson-Cook Malzeme Modeli

Johnson-Cook (JC) malzeme modeli yüksek gerinim hızlarında ve sıcaklıklarda metal malzemelerin gerilme - şekil değişimi ilişkisini tahmin etmek için kullanılmaktadır (Kılıç, 2014). JC malzeme modelinin ampirik olarak elde edilen denklem (1)'de gösterilen matematiksel ifadesi incelendiğinde, ilk kısmın statik yük altındaki metal malzemenin davranışını, ikinci kısım gerinim hızına bağlı pekleşme durumunu, üçüncü kısım ise malzemenin yüksek sıcaklıktaki termal yumuşama durumunu ifade etmektedir. Denklemde σ [MPa] efektif akma gerilmesini, ϵ_{pl} efektif plastik birim şekil değişimeyi, $\dot{\epsilon}_{pl}$ [s⁻¹] efektif plastik birim gerinim hızını ve $\dot{\epsilon}_0$ [s⁻¹] statik çekme deneyinde birim gerinim hızını ifade etmektedir. Ayrıca A, B ve n parametreleri metal malzemenin statik çekme deneyi ile elde edilmektedir. C, $\dot{\epsilon}_{pl}$, $\dot{\epsilon}_0$ ve m parametreleri ise yüksek gerinim hızlarında yapılan çekme deneyleri yardımıyla elde edilmektedir (Verleysen vd, 2011).

$$\sigma = (A + B \epsilon_{pl}^n) \left(1 + C \ln \left(\frac{\dot{\epsilon}_{pl}}{\dot{\epsilon}_0} \right) \right) \left(1 - \left[\frac{T - T_r}{T_m - T_r} \right]^m \right) \quad (1)$$

Bu çalışma, balistik deney imkânlarının azlığı ve bir hayli maliyetli olması sebebiyle sayısal analiz sonuçlarının balistik deney sonuçlarına ne kadar yakınsadığını göstermek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, uygun malzemelerle geliştirilmiş seramik ön yüze sahip çelik zırh sisteminde 7,62 mm kalibreli mermi darbesinin zırh sisteminin çelik arka yüzeyinde yapmış olduğu plastik deformasyon sayısal ve analitik yöntemlerle hesaplanmış ve daha sonra çıkan sonuçlar deneysel sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Analitik hesaplamalarda çelik plakada oluşan deformasyona ait sehim eğrisi toplam plastik gerinim enerjisi ve efektif gerilme-gerinim denklemlerinden yararlanılarak elde edilen bir matematiksel model yardımıyla hesaplanmıştır. Çelik plakanın mermi darbesine karşı göstermiş olduğu balistik davranışın sayısal analizleri Ansys®/Explicit Dynamic (17.1) sonlu eleman programında gerçekleştirilmiştir. Sayısal analizde çelik malzeme modeli olarak yüksek hızlarda plastik şekil değişimine imkân sağlayan Johnson-Cook malzeme modeli, seramik malzeme modeli olarak Johnson-Holmquist malzeme modeli seçilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre tüm yöntemlerde sehim eğrilerinin uyum içinde olduğu, plakada oluşan maksimum deformasyon için analitik sonuçların %15, sayısal sonuçların ise %14 farkla deneysel sonuçlara yakınsadığı gözlemlenmiştir.

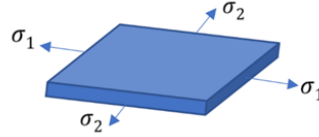
Teorik Çalışmalar

Bu çalışmada 7,62 mm kalibreli mermi darbesi sonucu zırhın çelik kısmında oluşan plastik deformasyon eğrisi Matlab programında geliştirilen bir matematiksel model yardımıyla analitik olarak hesaplanmıştır. Matematiksel modelin oluşturulmasında, toplam plastik gerinim enerjisi ve efektif gerilme-gerinim denklemlerinden yararlanılmıştır. Bahsi geçen denklemlerden analitik yöntem başlığı altında detaylı olarak bahsedilmiştir. Daha sonra analitik olarak hesaplanan çelik plakaya ait plastik deformasyon eğrisi, Ansys®/Explicit Dynamic 17.1 sonlu eleman programında yapılan balistik sayısal analiz sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Analitik Yöntem

Metal zırhlarda mermi darbesine maruz metal plakadaki gerilme-gerinim durumunun, hidrolik şişirme testi uygulanan bir metal plakanın gerilme-gerinim durumuna benzediği varsayılır (Hosford ve Caddell, 2011). Hidrolik şişirme testi altındaki bir plakadan alınan gerilme elemanında oluşan gerilme durumu Şekil 6'da

gösterilmiştir. Plakadaki gerilme durumunun düzlem gerilme durumunda olduğu ve küresel basınç kaplarındaki gerilme durumuna benzer olarak her iki eksendeki gerilmelerin birbirine eşit olduğu ve üçüncü eksendeki gerilmenin sıfır olduğu kabul edilmektedir (düzlem gerilme durumu) (Hosford, 2010). Bahsi geçen düzlem gerilme durumuna ait gerilmeler denklem (2) ve (3)'te ifade edilmiştir. Aynı gerilme elemanında bir ve iki eksenlerinde oluşan ε_1 ve ε_2 gerinimleri birbirine eşittir. Üçüncü eksende oluşan ε_3 gerinimi ise plastik bölgede hacim değişmezliği prensibinden ε_1 ve ε_2 gerinimlerinin tam tersi yönünde ve her iki gerinimin toplamına eşit olarak elde edilir. Denklem (4), (5) ve (6)'da bu eşitlikler gösterilmiştir.



Şekil 6. Birim Eleman Gösterimi

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma; \quad \sigma_3 = 0 \quad (2)$$

$$\sigma = \frac{P \cdot r}{2 \cdot t_d} \quad (3)$$

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = 0 \quad (4)$$

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon \quad (5)$$

$$\varepsilon_3 = -2\varepsilon \quad (6)$$

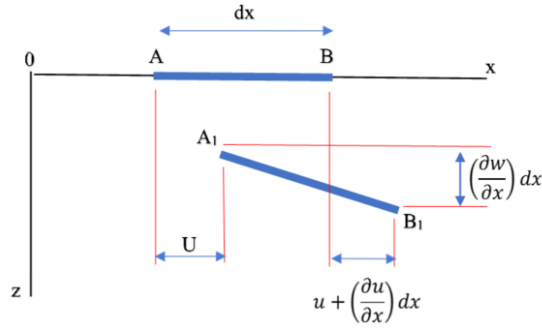
(5) ve (6) denklemlerinden elde edilen gerinimler (7) numaralı von-Mises efektif gerinim denklemine yazılmış ve düzlem gerilme durumundaki plakaya ait (8) denkleminde verilen efektif gerinim değeri elde edilmiştir.

$$\bar{\varepsilon} = \sqrt{\frac{2}{9} \{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 + \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2\}} \quad (7)$$

$$\bar{\varepsilon} = 2\varepsilon = -\varepsilon_3 \quad (8)$$

Yanal yüklemeler altında küçük yer değişimine uğramış eğilmeye maruz bir plakada oluşan gerinimler Şekil 7'de verilen AB doğrusal elemanı yardımıyla hesaplanmıştır. Doğru parçasına ait x yönündeki gerinim (9) numaralı denklem ile

ifade edilmiştir. Şekil 7'deki geometride AB doğrusal elemanın oluşmuş şekli değişimi (9) denkleminde yazılırsa, aşamalı olarak (11) numaralı denklem elde edilir. (12) numaralı denkleminde yer alan $\frac{\partial u}{\partial x}$ ifadesi, küçük şekil değişimlerinden dolayı ihmal edilmiştir.



Şekil 7. Şekil Değişiminin Geometrik Gösterimi (Timoshenko S., 1959)

$$\epsilon_x = \frac{\Delta l}{l} = \frac{A^1B^1 - AB}{AB} = \frac{A^1B^1 - dx}{dx} \quad (9)$$

$$A^1B^1 = dx + dx\epsilon_x \quad (10)$$

$$(A^1B^1)^2 = (dx(1 + \epsilon_x))^2 = \left(dx + \frac{\partial u}{\partial x} dx\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial x} dx\right)^2 \quad (11)$$

$$2\epsilon_x = 2\frac{\partial u}{\partial x} + \left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 \quad (12)$$

$$\epsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{2}\left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 \quad (13)$$

$$\epsilon_x = \epsilon_r = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial w}{\partial r}\right)^2 \quad (14)$$

Holloman gerilme-gerinim bağıntısı (15) numaralı denklemle ifade edilir. "A" mukavemet katsayısı, "n" pekleşme üsteli olmak üzere plastik gerinim enerjisi denkleminin yukarıdaki denklemlerle birleştirildiğinde plastik şekil değişiminin genel denkleminin, aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\bar{\sigma} = A(\bar{\epsilon})^n \quad (15)$$

$$E_p = \int \left(\int_0^{\bar{\epsilon}} \bar{\sigma} d\bar{\epsilon}\right) dV \quad (16)$$

$$E_p = \frac{A}{n+1} \int (\bar{\epsilon})^{n+1} dV \quad (17)$$

Bunun yanı sıra (17) numaralı denklemin çözümü için metal plakada gerçekleşen şekil değişiminin mermiye bağlı profilinin bilinmesi gerekmektedir. Bu şekil değişim formunun eksponansiyel olarak yaklaşımını (18) numaralı denklemde; “ w_0 ” merminin etkisi bittiği anda kubbede oluşan maksimum yer değiştirme (merminin uç kısmının çarptığı noktada oluşan yarıçap), “ r ” maksimum deformasyona olan yatay uzunluk, “ w ” r 'ye bağlı uzunlukta oluşan deformasyon, “ D ” mermi yarıçapı, “ V_i ” mermi hızı deneysel olarak bulunan “ k ” gerinim profili sabiti olmak üzere (18) ve (19) numaralı denklemlerden (20) numaralı denklemi elde edilir ve devamındaki denklemlerde görüldüğü üzere sadeleştirilir. (22) numaralı eşitlikte yer alan B, genel denklemleri sadeleştirmek için oluşturulmuş bir ifadedir. Sonuç olarak (24) numaralı merkezde oluşan maksimum deformasyon miktarını veren denklem elde edilir.

$$w = w_0 \exp \left[-\frac{kr}{D} \right] \quad (18)$$

$$\frac{\partial w}{\partial r} = \frac{-w_0 \exp(-kr/D) k}{D} \quad (19)$$

$$E_p = \frac{2\pi h A}{n+1} \int \left(\frac{k w_0 e^{-kr/D}}{D} \right)^{2(n+1)} r dr \quad (20)$$

$$E_p = \frac{\pi h A}{2(n+1)^3} \frac{k^{2n} w_0^{2n+2}}{D^{2n}} \quad (21)$$

$$B = \frac{\pi h A}{2(n+1)^3} \left(\frac{k}{D} \right)^{2n} \quad (22)$$

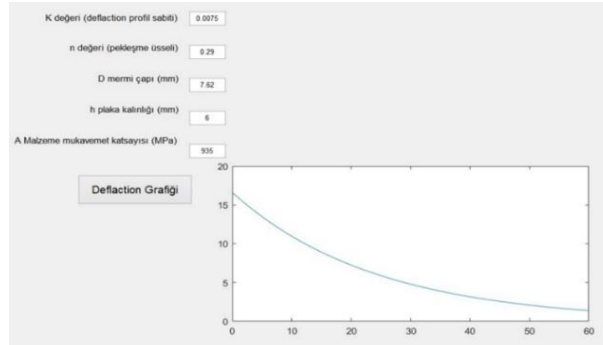
$$E_p = \frac{1}{2} m v_i^2 = B \left(w_0^{2(n+1)} \right) \quad (23)$$

$$w_0 = \left[\frac{m v_i^2}{2B} \right]^{\frac{1}{2(n+1)}} \quad (24)$$

Maksimum sehim miktarı “ w_0 ” bulunduktan sonra deneysel çalışmalar sonucu elde edilen ve deneylerle kıyaslanarak olumlu sonuçlar alınan sehim profilinin oluşturulması gerekmektedir. Merminin çarptığı noktaya bağlı, istenilen uzaklığa göre hesap edilmesi gereken sehim miktarı (18) numaralı denklemle elde edilir. Denklem eksponansiyel olarak önceki çalışmalar göz önünde bulundurularak

çıkartılmıştır (Al-Qureshi ve Ishikura, 1998). Denklemde “ w_0 ” merminin çarptığı nokta, maksimum sehim noktası olup kenara gittikçe bu sehim exponansiyel olarak azalmaktadır.

Yukarıda elde edilen denklemler yardımıyla çelik plakanın plastik deformasyonuna ait sehim eğrisini hesaplayan matematiksel model Matlab programında geliştirilen bir arayüze dönüştürülmüştür. Matematiksel modelde, profil sabiti, pekleşme üsteli, mermi çapı, plaka kalınlığı ve malzeme mukavemet değerleri gibi parametreler yer almaktadır. Şekil 8’de gösterilmiş olan arayüze bahsi geçen parametreler girildiğinde, mermi darbesine maruz çelik plakada oluşan plastik deformasyona ait sehim eğrisi, exponansiyel olarak elde edilmektedir.

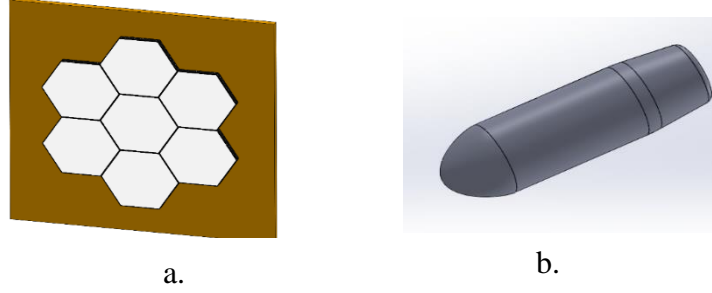


Şekil 8. Matlab Programında Geliştirilen Arayüz

Sayısal Analiz

Bu bölümde 7,62 mm kalibreli mermi darbesi sonucu seramik ön yüzlü çelik zırh sisteminin çelik plakasında oluşan plastik deformasyon Ansys®/Explicit Dynamic 17.1 sonlu eleman programında incelenmiştir. Zırh sisteminin modellenmesinde altıgen seramiklerin malzemesi Alümina seramik olarak seçilmiş ve seramik kalınlığı 10 mm olarak alınmıştır. Zırh sisteminde plastik deformasyonu elde edebilmek için çelik plaka malzemesi olarak ArmoX zırh çeliği yerine çok daha sünek yapıda olan S235JR malzemesi seçilmiş ve plaka kalınlığı 6 mm olarak belirlenmiştir. Yapılan modellemede 7,62 mm kalibreli mermi darbesine maruz kalan merkezdeki seramiğin çevresi Şekil 9 (a)’da görüldüğü üzere altı adet seramikle çevrelenmiştir. Şekil 9 (b)’de gösterilen 7,62 mm kalibreli ve 25 mm boyundaki mermi, analizlerde ilk mermi darbesine maruz kalan seramiğin tam

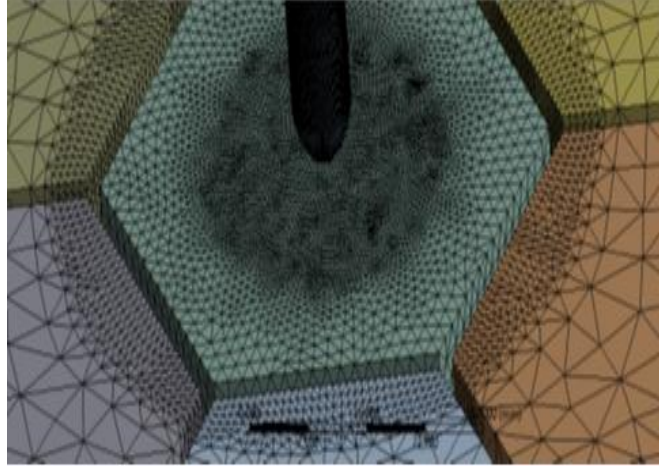
ortasına noktasal temas şeklinde modellenmiştir. NIJ – 0108.01 (1985) standardına göre 7,62 mm kalibreli AP mermi hızı 838 ± 15 m/sn olarak alınmıştır.



Şekil 9. a. Çelik Üzerinde Alümina Seramiklerin Görünümü b. Mermi Görünümü

Seramik ön yüze sahip çelik zırh sistemine ait sayısal analiz modelinde 280.548 düğüm noktası ve 216.423 ağ elemanı kullanılmıştır. Modelde kullanılan ağ yapısının eleman sayısı belirli oranlarda arttırılmış olup, mesh sayısının sonuca etkisinin kalmadığı durumdaki hali seçilmiş ve böylelikle analizleri optimum sürede çözmek hedeflenmiştir. Modelde Alümina seramikler 3 boyutlu, 20 düğümlü, yapı analizi özellikli solid 186, tetrahedral mesh elemanı ile modellenmiş olup çelik plaka ise solid 186, hexahedral mesh elemanı ile modellenmiş olup zırh sisteminin mesh modeli Şekil 10'da verilmiştir. Çelik plaka için seçilen eleman yapısı plastisite, büyük yer değiştirme ve büyük gerinim özelliklerini desteklediğinden dolayı tercih edilmiştir (ANSYS® 17.1 User Manual). Mermi darbesine maruz Alümina seramik ön yüzlü çelik zırh sisteminin balistik sayısal analizinde Alümina seramikler, S235JR çelik plaka yüzeyine yapışık kontak durumunda tanımlanmıştır.

Çelik malzeme modeli olarak yüksek hızlarda plastik şekil değişimine imkân sağlayan Johnson-Cook malzeme modeli, seramik malzeme modeli olarak Johnson-Holmquist malzeme modeli kullanılmıştır. Zırh sisteminde yer alan malzemelere ait mekanik özelliklerin bir kısmı Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 10. Zırh Sıztemine Ait 7,62 mm Kalibreli Merminin Merkezdeki Seramiğin Tam Ortasına Konumlandırılmış ve Meshlere Ayrılmış Sonlu Eleman Modeli

Tablo 1. Malzeme Özellikleri

	Mermi	Seramik	S235JR
Özkütle (kg/m^3)	11340	3900	7840
Akma Gerilmesi (MPa)	140		235
Elastisite Modülü (GPa)	14	370	210
Sertlik (HV)		1600	

Çalışmada yapılan sayısal analizde kullanılan S235JR çeliğine ait Johnson–Cook parametreleri Tablo 2’de verilmiştir.

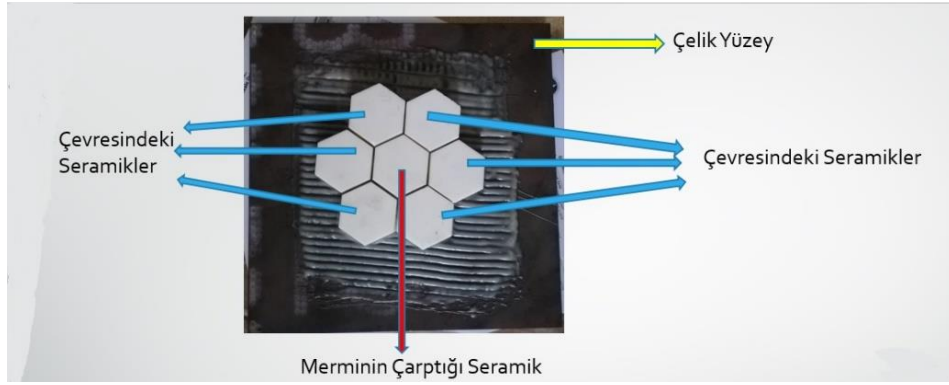
Tablo 2. Analizde Kullanılan JC Çelik Malzeme Modeline Ait Parametre Değerleri (Verleysen vd, 2011)

A [MPa]	B [MPa]	n	C	$\dot{\epsilon}_0$ [s^{-1}]	m
280	667	0,72	0,071	1	0,269

DeneySEL Çalışmalar

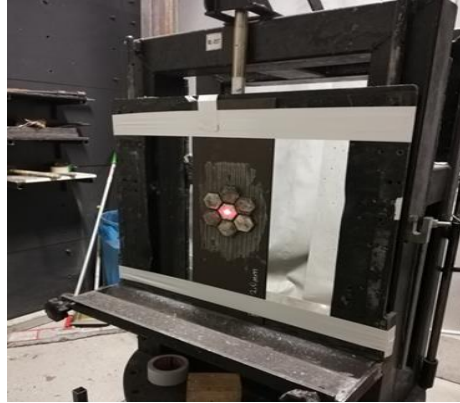
Zırh sisteminin balistik atış testleri deney poligonunda toplam 6 adet olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda NIJ – 0108.01 Seviye 3’e göre koruma seviyesi referans alınıp, seviyenin belirttiği mermilerle 838 ± 15 m/sn

hızlarında tek mermi atışı yapılmıştır. Balistik atış deneylerin de NATO-STANAG 2310 (1976) standardını sağlayan Makine ve Kimya Endüstrisi Kurumu tarafından üretilen 7,62 mm kalibreli mermiler kullanılmıştır. Şekil 11’de deneylerde kullanılan zırh sistemine ait deney numunesi gösterilmiştir. Zırh sisteminin ön yüzeyinde bulunan 7 adet Alümina seramik 404 marka özel katalizörlü plastik-çelik yapıştırıcısı kullanılarak arkadaki çelik plakaya yapıştırılmıştır.



Şekil 11. Zırh Sistemine Ait Deney Numunesi

Atış testlerinde Şekil 12’de görüldüğü üzere merkezde bulunan seramiğin orta noktasına lazerle nişan alınmış ve sabit namlu tarafından atışlar gerçekleştirilmiştir.



Şekil 12. Seramik Ön Yüzlü Çelik Zırhın Balistik Test İçin Hazırlanan Düzeneğe Yerleştirilmesi

Yapılan deneylerde 7,62 mm kalibreli mermilerin zırh sistemine çarpma hızları iki farklı ölçüm cihazından alınmıştır. Ölçüm cihazlarından alınan mermi hızları ve ortalama hız değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Farklı Ölçüm Cihazından Alınan Ölçümler ve Ortalama Çarpma Enerjileri

Atış Numarası	1. Ölçüm Cihazı	2. Ölçüm Cihazı	Ortalama Hız (m/sn)
1	843,45	839,73	841,59
2	844,27	842,93	843,60
3	841,45	837,37	839,41
4	843,84	843,55	843,70
5	840,78	841,94	841,36
6	842,14	839,18	840,66

Atış testleri sonucunda her bir deney numunesinde meydana gelen çelik plakalara ait maksimum deformasyon değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Çelik Yüzeyde Oluşan Maksimum Deformasyonlar

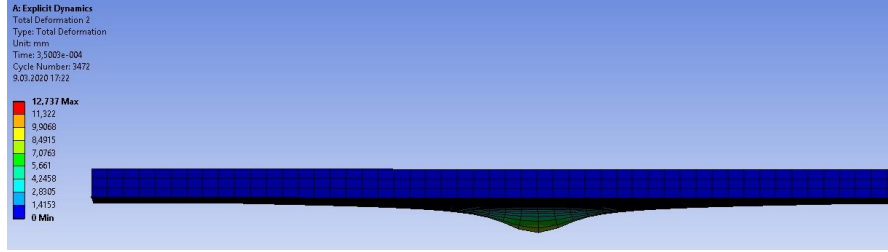
1. Deney (mm)	2. Deney (mm)	3. Deney (mm)	4. Deney (mm)	5. Deney (mm)	6. Deney (mm)
14,98	14,78	14,65	14,94	14,85	15,02

Analiz Sonuçları ve Tartışma

Bu bölümünde seramik ön yüzlü çelik zırh sistemine gelen mermi darbesi sonrası zırhın arka kısmında yer alan çelik plakanın plastik deformasyonu analitik ve sayısal analizler yardımıyla hesaplanmış daha sonra deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Çalışmanın diğer kısmında zırh sistemine gelen mermi darbesinin S235JR çelik plakada meydana getirdiği von Mises efektif plastik gerilme ve birim şekil değiştirme durumu da incelenmiştir.

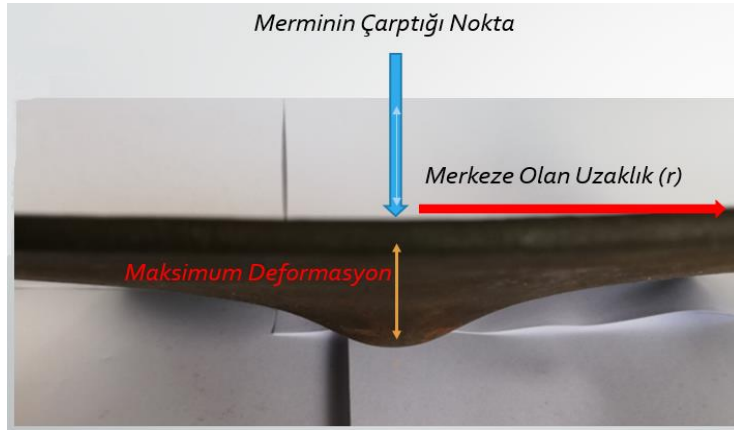
1. Çelik Plakanın Plastik Deformasyonu

Yapılan balistik sayısal analizlerden zırh sistemine gelen mermi darbesi sonrası S235JR çelik plakada oluşan plastik deformasyon durumu Şekil 13'te gösterilmiştir. Analiz sonucunda çelik plakada maksimum 12,74 mm'lik bir yer değiştirmenin meydana geldiği tespit edilmiştir.



Şekil 13. Çelik Plakada Sayısal Analiz Sonucu Oluşan Plastik Deformasyon Durumu

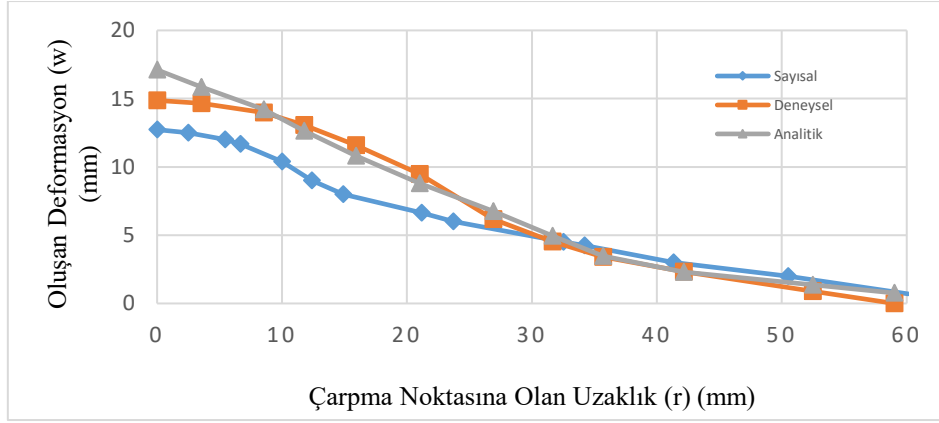
Sonrasında yapılan balistik deneyler sonucu çelik plakada meydana gelen plastik deformasyon durumu Şekil 14'te gösterilmiştir. Yapılan deneylerden zırh sistemine ait çelik plakada maksimum yer değiştirme değeri 14,87 mm olarak ölçülmüştür.



Şekil 14. Balistik Atıştan Sonra Çelik Görüntüsü ve İncelenen Değerlerin Gösterimi

Çelik plakaya ait sehim eğrisi için analitik çözüm, toplam plastik gerinim enerjisi ve efektif gerilme-gerinim denklemlerinden yararlanılarak bulunmuş gerinim denklemleri kullanılarak Matlab' da yazılan bir program yardımıyla elde edilmiştir. Analitik, sayısal ve deneysel yöntemlerle bulunmuş çelik plakanın plastik deformasyonuna ait sehim eğrileri Şekil 15'te verilmiştir. Sehim eğrilerindeki maksimum yer değiştirmeler incelendiğinde; deneysel sonucun 14,87 mm, analitik sonucun 17,11 mm ve sayısal analizden elde edilen sonucun 12,74

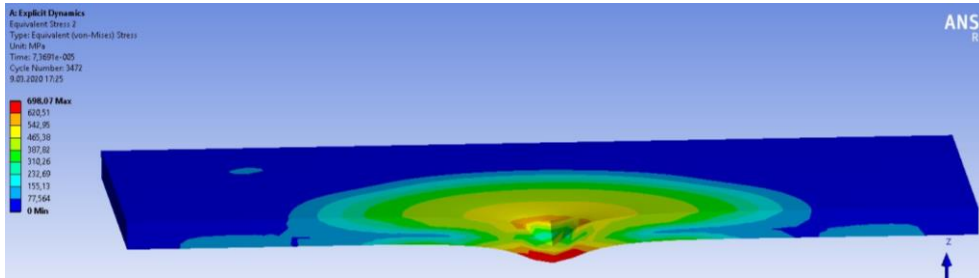
mm olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre analitik sonuçların %15 ve sayısal sonuçların ise %14 farkla deneysel sonuçlara yakınsadığı belirlenmiştir.



Şekil 15. Sayısal, Deneysel ve Analitik Deformasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması

2. Çelik Plakada Oluşan Gerilme Durumu

Çalışmanın bu kısmında zırh sistemine gelen mermi darbesi sonucu S235JR çelik plakada oluşan plastik von Mises efektif gerilme durumu incelenmiştir. Öncelikle zırhın çelik plakasında mermi darbesi sonucu oluşan maksimum plastik von Mises efektif gerilme durumu yapılan balistik analiz sonucu 698 MPa olarak bulunmuş ve Şekil 16'da gösterilmiştir.



Şekil 16. Çelik Plakada Oluşan Von Mises Efektif Gerilme Durumu

Daha sonra balistik sayısal analiz sonucunda çelik plakada oluşan maksimum plastik von Mises gerilme değerinin, plaka malzemesi S235JR çeliğinin, plakanın maruz kaldığı yüksek gerilim hızında sahip olduğu akma

dayanımı ve maksimum kuvvete maruz kaldığı andaki gerçek gerilme değerleri ile karşılaştırması yapılmıştır.

Mermi darbesine maruz zırh sistemine ait çelik plakanın plastik deformasyonu yüksek gerinim hızında meydana gelmektedir. Metal malzemelerin yüksek hızlardaki gerinim hızlarında sahip oldukları dayanım değerleri statik yük altında sahip oldukları dayanım değerlerine göre artış göstermektedir. Bu durum malzemelerde birim gerinim hızı oranı etkisi olarak bilinmektedir (Hosford ve Caddell, 2011). Bu bağlamda zırh sistemine ait S235JR çelik plakasının mermi darbesi boyunca sahip olacağı yüksek gerinim hızında malzeme dayanım değerlerinin statik gerinim durumuna göre artış göstereceği ve balistik analiz sonucunda oluşan gerilme durumunun malzemenin bu yeni dayanım değerleri ile kıyaslanması gerektiği düşünülmektedir.

Terminal balistik çalışmalarında mermi darbesine maruz kalan hedef plakanın sahip olduğu yaklaşık gerinim hızı $\dot{\epsilon}_p$ denklem 25'te gösterildiği gibi, merminin plakaya çarpma hızının V_p , mermi çapına D_m oranı ile bulunmaktadır (Cazamias ve Bless, 1997).

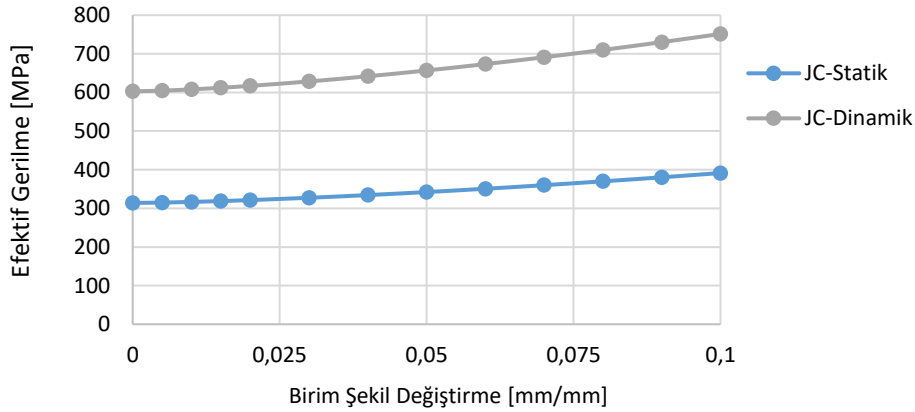
$$\dot{\epsilon}_p = \frac{V_p}{D_m} \quad (25)$$

Yapılan başka bir (Goncalves vd., 2004) deneysel çalışmada çelik plakada ki plastik deformasyonun merminin çelik plakaya çarpması ile başladığını gözlemlemişlerdir. Bundan dolayı plakanın çekil değiştirme hızının bulunmasında merminin çelik plakaya çarptığı andaki hızı dikkate alınmıştır. Bu çalışmada yapılmış olan balistik sayısal analizde mermi, zırh sisteminin seramik ön yüzüne yaklaşık 838 m/s hızla çarpmaktadır. Çarpışma sonrası seramik ön yüz parçalanmakta ve mermi belirli bir kinetik enerji kaybı ile çelik plakaya çarpmaktadır. Sayısal analizden merminin plakaya çarpma hızı $V_p=322,3$ m/s olarak bulunmuştur. Mermi çapının $D_m= 7,62$ mm olarak alındığında, çelik plakanın yaklaşık gerinim hızı $\dot{\epsilon}_p = 42.296,5$ s⁻¹ olarak bulunmuştur.

JC malzeme modeli yüksek hızlarda malzemelerin plastik gerilme-gerinim ilişkisini veren bir malzeme modelidir. Bu özelliği ile S235JR çeliğinin, plakanın maruz kaldığı 42.296,5 s⁻¹ birim şekil değiştirme hızında dinamik gerilme-birim şekil değiştirme ilişkisi yine S235JR çeliğinin pekleşme parametreleri kullanılarak JC malzeme modeli yardımıyla Şekil 17'de çizilmiştir. Aynı grafikte yapılan diğer

çalışmadan (Verleysen vd., 2011) alınmış olan S235JR çeliğinin JC malzeme modeli kullanılarak statik gerilme-birim şekil değiştirme ilişkisi de gösterilmiştir. Bahsi geçen referansta S235JR çelik malzemesine Split-Hopkinson testiyle birbirinden farklı yüksek hızlarda yapılan deneyler sonucunda S235JR çeliğinin 0,1 mm/mm birim şekil değiştirme değerinde çekme dayanımı değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca referans çalışmada S235JR çelik malzemesi için birbirinden farklı yüksek şekil değiştirme hızlarında ki çekme dayanımı değerlerinin sürekli 0,1 mm/mm birim şekil değiştirme değerinde meydana geldiği ve şekil değiştirme hızının artmasıyla çekme dayanımı anındaki şekil değiştirme değerinin değişmediği gözlemlenmiştir. Bu sonuçtan hareketle S235JR çeliğinin $42.296,5 \text{ s}^{-1}$ şekil değiştirme hızında maksimum kuvvete maruz kaldığı andaki gerçek gerilme değerine yaklaşık 0,1 mm/mm şekil değiştirmesinde ulaşacağı kabul edilmiştir.

Şekil 17’de görüleceği üzere S235JR çelik malzemesinin $42.296,5 \text{ s}^{-1}$ şekil değiştirme hızında JC malzeme modeli yardımıyla çizdirilen plastik gerçek gerilme-birim şekil değiştirme grafiğinde (JC-Dinamik) malzemenin akma dayanımının 602 MPa ve maksimum kuvvete maruz kaldığı andaki gerilme değerinin 751 MPa olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 17. JC Malzeme Modelinin Gerilme-Gerinim Grafiği

Zırh sisteminin balistik sayısal analizinde çelik plakada mermi darbesi sonucu maksimum 698 MPa von Mises efektif plastik gerilmesinin oluştuğu, bu gerilme değerinde plakada herhangi bir delinme ve yırtılmanın oluşmadığı tespit edilmiş ve bu durum Şekil 16’da gösterilmiştir. Bununla beraber sayısal analiz

sonucunda plakada oluşan 698 MPa von Mises efektif plastik gerilme değerinin yukarıda analitik olarak bulunan S235JR malzemesinin $42.296,5 \text{ s}^{-1}$ gerinim hızında sahip olduğu akma dayanımı ve maksimum kuvvete maruz kaldığı andaki gerilme değerinin arasında kaldığı gözlemlenmiştir. Çelik plakada oluşan gerilme değerinin analitik olarak hesaplanmış malzemeye ait maksimum kuvvete maruz kaldığı andaki gerilme değerinin altında kalması, plakada sadece plastik deformasyonun oluşacağı ve herhangi bir delinme ve yırtılmanın oluşmayacağı anlamına gelmekte olup, bu durumun ayrıca sayısal analiz sonucu ile de uyum sağladığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte sayısal analizden elde edilen plakadaki herhangi bir hasarın oluşmadığı plastik deformasyon durumu Şekil 14'te gösterilen balistik deney sonucu ile de doğrulanmıştır.

Sonuçlar

Çalışmada seramik ön yüzü çelik zırh sistemine gelen 7,62 mm kalibreli mermi darbesinin zırh sisteminin S235JR çelik plakasında meydana getirdiği plastik deformasyon durumu analitik, sayısal ve deneysel olarak incelenmiştir. Bununla birlikte zırh sisteminin S235JR çelik plakasında meydana gelen plastik von Mises efektif gerilme durumu da balistik sayısal analiz yardımıyla bulunmuş ve S235JR çelik malzemesinin yüksek gerinim hızlarında sahip olduğu dayanım değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

7,62 mm kalibreli mermi darbesi sonrası zırhın çelik plakasında oluşan plastik deformasyona ait maksimum yer değiştirme değeri; deneysel olarak 14,87 mm, analitik olarak; 17,11 mm ve sonlu elemanlar analizinde 12,74 mm olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde analitik yaklaşım %15, sonlu elemanlar analizi ise %14'lük negatif sapma oranlarıyla deneysel sonuçlara yakınsamıştır.

Bununla birlikte çelik plakaya ait deneysel, sayısal ve analitik olarak elde edilen sehim eğrilerinin birbirine yakın konumlarda olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçların birbiri ile uyumluluk göstermesi özellikle analitik ve sayısal analizlerin güvenilirliği noktasında önemli bir doğrulama olarak düşünülmektedir.

Zırh sisteminin balistik sayısal analizinde çelik plakada mermi darbesi sonucu maksimum 698 MPa von Mises efektif plastik gerilmesinin oluştuğu, bu

gerilme değerinde plakada herhangi bir delinme ve yırtılmanın oluşmadığı tespit edilmiştir.

S235JR çelik zırhının $42.296,5 \text{ s}^{-1}$ şekil değiştirme hızında JC malzeme modeli yardımıyla çizdirilen plastik gerçek gerilme-birim şekil değiştirme grafiğinde (JC-Dinamik) malzemenin akma dayanımının 602 MPa ve maksimum kuvvete maruz kaldığı andaki gerilme değerinin 751 MPa olduğu gözlemlenmiştir.

Plakada meydana gelen 698 MPa von Mises efektif plastik gerilme değerinin analitik olarak bulunan S235JR malzemesinin $42.296,5 \text{ s}^{-1}$ gerinim hızında sahip olduğu akma ve çekme dayanımı değerlerinin arasında kaldığı gözlemlenmiştir. Çelik plakada oluşan gerilme değerinin analitik olarak hesaplanmış malzemeye ait maksimum kuvvete maruz kaldığı andaki gerilme değerinin altında kalması, plakada sadece plastik deformasyonun oluşacağı ve herhangi bir delinme ve yırtılmanın oluşmayacağı anlamına gelmekte olup, bu durumun ayrıca sayısal analiz sonucu ve deney sonuçları ile de uyum sağladığı tespit edilmiştir.

Extended Summary

With the development of ammunition technologies in the protection of people and military vehicles, the importance of armor systems has increased. During the First World War, steels with high hardness were preferred as the basic material of armors, especially in warships, due to their very good ballistic performance. However, steel armors could not provide sufficient performance with war technologies developed alone. Today, new types of layered armor systems supported with ceramic materials have become much more durable and widely used.

As in many studies today, numerical analysis has become primarily preferred in armor design due to the scarcity of ballistic test opportunities and their high cost. However, how much numerical analysis converges to experimental results is very important. In this study based on this importance, the plastic deformation condition on the steel plate on the back surface of the steel armor system with ceramic front face as a result of the 7.62 mm caliber bullet impact was investigated with the help of analytical and numerical analysis and compared with the results of ballistic experiments. In the armor system, 10 mm thick Alumina

(Al₂O₃) hexagonal ceramics are used for the ceramic front surface and 6 mm thick plate made of S235JR steel is preferred for the rear surface.

In analytical calculations, the deflection curve of the deformation occurring in the steel plate was calculated with the help of a mathematical model and was drawn with an interface developed in the Matlab program. Total plastic strain energy and effective stress-strain equations were used to construct the mathematical model.

Numerical analysis of the ballistic behavior of the steel plate against the projectile impact was carried out in the Ansys / Explicit Dynamic finite element program. In numerical analysis, the Johnson-Cook material model, which enables plastic shape change at high speeds, was chosen as the steel material model, and the Johnson-Holmquist material model was chosen as the ceramic material model. In the analysis, 280.548 nodes and 216.423 mesh elements were used in the numerical analysis model of the steel armor system with ceramic front. The number of elements of the mesh structure used in the model has been increased at certain rates, and the state where the mesh number has no effect on the result is selected, and thus it is aimed to solve the analyzes in the optimum time. In the model, Alumina ceramics are modeled with three dimensional, 20 nodose solid 186, tetrahedral mesh element with structure analysis feature, and steel plate is modeled with three dimensional, 20 nodose solid 186, hexahedral mesh element. The element structure chosen for the steel plate was preferred because it supports the plasticity, large displacement and large strain properties. (ANSYS® 17.1 User Manual). In the ballistic numerical analysis of the Alumina ceramic faced steel armor system exposed to the bullet impact, Alumina ceramics were defined in contact with the S235JR steel plate surface.

Ballistic tests of the armor system were carried out with a total of 6 pieces Alumina ceramic in the shooting test range. In this context, the protection level was taken as reference according to NIJ - 0108.01 Level 3 and a single shot was fired at 838 ± 15 m/sec velocities with the bullets specified by the level. 7.62 mm caliber bullets produced by the Machinery and Chemical Industry Corporation, which provides the NATO-STANAG 2310 (1976) standard, were used in ballistic tests.

As a result of the analysis, deflection curves and maximum deformation values on the steel plate were compared with the experimental results. According

to the results obtained, it was observed that the deflection curves were compatible in all methods, and the analytical results converted to the experimental results with a difference of 15% and numerical results with a 14% difference for maximum deformation in the plate.

In the ballistic numerical analysis of the armor system, it was determined that maximum 698 MPa von Mises effective plastic stress occurred in the steel plate as a result of the bullet impact, and no perforation and tearing occurred in the plate at this stress value. As a result of numerical analysis, it was observed that the effective plastic tensile value of 698 MPa von Mises formed in the plate was between the yield strength of the S235 material found above analytically at the strain rate of $42,296.5 \text{ s}^{-1}$ and the tensile value at the moment when it was exposed to maximum force. The fact that the stress value formed in the steel plate is below the stress value at the moment when it is subjected to the maximum force of the analytically calculated material means that only plastic deformation will occur in the plate and no perforation and tearing will occur, and this situation has also been found to be compatible with the numerical analysis result.

Teşekkür

Bu makale Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiş olup, bu desteğinden dolayı kendilerine teşekkür ederiz. Ayrıca balistik atış deneylerinde vermiş oldukları destekten dolayı Nuro Teknoloji A. Ş.'ye teşekkürü bir borç biliriz.

Kaynakça

Kitaplar

- Army, U. (1965). *Interior Ballistics of Guns. Engineering Design Handbook: Ballistics Series*, United States Army Materiel Command.
- Crouch, I. (2016). *The science of armour materials*. Woodhead Publishing.
- Hosford, W.F. (2010). *Solid mechanics*. Cambridge University Press.
- Hosford, W.F., & Caddell, R.M. (2011). *Metal forming: mechanics and metallurgy*. Cambridge University Press.
- The Editors of Encyclopædia Britannica. (2017). *T.E.O.E.*

Gable Z., Hurley J., Chojnicki T. Wyka J., (2007). *The Science of Ballistics*, Physics 001, Lecture Note.

The Editors of Encyclopædia Britannica. (2017). *T.E.o.E.*

Timoshenko S., (1959), *Theory of Plates and Shells*, McGraw-Hill Book Company.

Makaleler

Al-Qureshi, H.A., & Ishikura, D. (1998). Study of perforation of metals and composite materials plates by projectile. *Inżynieria Materiałowa*, 19(3), 544–547.

Ballistic Resistant Protective Materials, (1985) NIJ Standard 0108.01. U.S., Department of Justice, National Institute of Justice, U.S. Department of Justice, Washington, DC 20531.

Candan, C. (2005). Kompozit zırh imalat parametrelerinin terminal balistik özellikler üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi, Konya.

Cazamias, J. U., & Bless, S. J. (1997). Scaling effects in penetration: a Taylor test approach. *Le Journal de Physique IV Colloque*, 07 (C3), pp.C3-115-C3-120.

Crouch, I. (2016). *The science of armour materials*. Woodhead Publishing.

Goncalves, D. P., De Melo, F. C. L., Klein, A. N., & Al-Qureshi, H. A. (2004). Analysis and investigation of ballistic impact on ceramic/metal composite armour. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 44(2–3), 307–316.

Iqbal, M.A., Diwakar, A., Rajput, A., & Gupta, N.K. (2012). Influence of projectile shape and incidence angle on the ballistic limit and failure mechanism of thick steel plates. *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 62, 40–53.

Iqbal, M.A., Senthil, K., Sharma, P., & Gupta, N.K. (2016). An investigation of the constitutive behavior of Armox 500T steel and armor piercing incendiary projectile material. *International Journal of Impact Engineering*, 96, 146–164.

Johnson, G.R., & Cook, W.H. (1985). Fracture characteristics of three metals subjected to various strains, strain rates, temperatures and pressures.

Engineering Fracture Mechanics, 21(1), 31–48.

Kılıç, N. (2014). *Development of Multi-Layer Ballistic Armor Panel with Simulation and Ballistic Tests*. Marmara University.

Small Arms Ammunition 7.62 mm, NATO - STANAG 2310, (1976).

Solid186, in ANSYS® Release 17.1, Help System, Mechanical APDL, Element Reference, Element Library: ANSYS, Inc.

Wang, Q., Chen, Z., & Chen, Z. (2013). Design and characteristics of hybrid composite armor subjected to projectile impact. *Materials & Design*, 46, 634–639

Tria, D.E., & Trębiński, R. (2017). Methodology for experimental verification of steel armour impact modelling. *International Journal of Impact Engineering*, 100, 102–116.

Verleysen, P., Peirs, J., Van Slycken, J., Faes, K., & Duchene, L. (2011). Effect of strain rate on the forming behaviour of sheet metals. *Journal of Materials Processing Technology*, 211(8), 1457–1464.

Zook, J.A., Frank, K., & Silsby, G.F. (1992a). *Terminal ballistics test and analysis guidelines for the penetration mechanics branch*. Army Ballistic Research Lab Aberdeen Proving Ground.

Zook, J.A., Frank, K., & Silsby, G.F. (1992b). *Terminal Ballistics Test and Analysis Guidelines for the Penetration Mechanics Branch*. U.S. Army Laboratory Command.

İnternet Kaynakları

Gazi Fişek Fabrikası, 7,62 mmx51 (M61) Zırh Delici Fişek. <https://www.mkek.gov.tr/tr/product.aspx?id=52&source=Products&pid=738>.



Involvement of International Organizations for Ending the Syrian Civil War

Abdullah SOYDEMİR*

Abstract

This article has been prepared in the light of a current tragedy with global impact: Syrian Civil War. The rationale and importance of this research lie on the requirement to study the involvement of some international organizations for ending the crisis. This can make a significant contribution to the literature as it addresses a substantial topic in the field. The purpose of this study is to make analyses and assessments about the practicality of some scenarios into the civil war. In this regard, total six scenarios (UN Only, NATO Only, NATO-UN Together, NATO-EU Together, Coalition Forces (TUR, the US, Russian Federation (RF) and Regional Organizations) have been clarified. Upon these scenarios, qualitative research method and comparative design have been followed. Conclusions could be drawn on whether any possible related scenarios would be reasonable, decisive and coherent with regional realities, current capabilities and international dynamics. At the end of the research, it has been concluded that most of these scenarios would not be applicable, reasonable and successful in Syria and could even worsen the current situation and trigger wider conflicts in the Middle East. However, a coalition of Turkey, the US and RF, although it is difficult to establish, comes out as the best scenario to end the civil war. This scenario covers most of the conditions required to end the civil war, establish a unified, democratic and peaceful Syria and restore peace, order and stability in post-civil war environment in the Middle East.

*Dr., Independent Researcher, soydemirabdullah@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4692-640X.

Keywords: *Syrian Civil War, UN Peacekeeping, NATO Involvement, Coalition Forces, Comparative Analysis.*

Suriye İç Savaşının Sonlandırmasına Uluslararası Örgütlerin Müdahil Olması

Öz

Bu makale, küresel etkileri olan güncel bir trajedi ışığında hazırlanmıştır: Suriye İç Savaşı. Bu araştırmanın önemi, iç savaşı sonlandırmak amacıyla izlenebilecek yöntemleri inceleme gerekliliğinden kaynaklanmaktadır. Çalışmanın amacı, bazı uluslararası oluşumların konuya müdahil olmasının uygulanabilirliği, etkinliği ve olası etkileri hakkında analizler ve değerlendirmeler yapmaktır. Bu çalışma, alan içinde bilimsel anlamda yeteri kadar incelenmemiş bir konuyu ele aldığı için literatüre önemli bir katkı sağlayabilecektir. Bu bağlamda, toplam altı senaryo (Sadece BM, sadece NATO, NATO-BM birlikte, NATO-AB birlikte, Koalisyon Kuvvetleri (TUR, ABD, RF) ve Bölgesel Örgütler) belirlenmiş ve bu olası durumlar üzerinden analizler yapılmıştır. Analizler esnasında, nitel araştırma yöntemi ve karşılaştırmalı tasarım kullanılmıştır. Bahse konu senaryolar, bölgesel gerçeklikler, mevcut yetenekler ve uluslararası dinamikler açısından analiz edilmiştir. Araştırma sonunda, bu senaryoların çoğunun Suriye'de uygulanabilir, makul ve başarılı olmayacağı ve hatta mevcut durumu daha da kötüleştirebileceği, Orta Doğu'da daha geniş çatışmaları tetikleyebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, Türkiye, ABD ve RF'nin oluşturacağı bir koalisyon, kurulması zor olsa da, iç savaşı sonlandırmak ve sonrasında Suriye'de istikrarı sağlamak için, diğerlerine göre daha iyi bir senaryo olarak öne çıkmaktadır. Bu seçenek, iç savaşı sona erdirmek, ardından birleşik, demokratik ve barışçıl bir Suriye oluşturmak ve Orta Doğu'da barış, düzen ve istikrarı sağlamak için gerekli koşulların çoğunu kapsamaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Suriye İç Savaşı, BM Barışı Koruma, NATO Müdahalesi, Koalisyon Kuvvetleri, Karşılaştırmalı Analiz.*

Introduction

This article has been prepared in the light of a current turmoil in the Middle East: Syrian Civil War. After the recent developments in the region, the requirement to study the crisis from all perspectives, regardless of any prejudices,

came to the fore as a crucial requirement. In this rationale, every possible way of de-escalating and, if possible, ending the Syrian Civil War needs further scientific inquiry. The involvement of some international organizations with different combinations and probable positive or negative impacts, is really interesting and compelling. However, a scientific study on NATO or the UN's possible roles for ending tragedy has been neglected so far by many scholars and academicians. Reasonable assessments after academic inquiries should be made in order to pursue a comprehensive approach for the Syrian Civil War. In this framework, the purpose of this study is to make further research and investigate, in a scientific manner, the possible ways of ending humanitarian tragedy in the region.

The rationale and the importance of this research lies on the requirement to study, in a holistic approach, the ways of bringing an end to the tragedy, which has been going on for about nine years. Humanitarian crisis in Syria stimulated a global action whether on humanitarian or political perspective (Sorenson, 2016). NATO took initiative and engaged in many operations. Similarly, the UN has carried out many peacekeeping missions. This article aims to study the practicality, efficiency and impacts of a similar NATO or the UN involvement with different combinations in the Syrian Civil War in order to end the humanitarian tragedy. It is a real tragedy which has displaced over 50% of population with over 25% of having fled the country (İbrahim, 2017). The Syrian Civil War must be ended as it could trigger more tragic events in the Middle East. These conflicts will certainly affect negatively the rest of the world. Syria and the Middle East is a fertile ground for such predictable conflicts. In this context, this article will surely make a significant and substantial contribution to the literature as it addresses a demonstrable gap in the field.

Data of this research is based mainly on the official documents, papers, articles, reports and books. In order to study the case in a comprehensive approach, a smooth and linear study plan has been followed in this research. A comprehensive design, which enables researcher to organize its report according to themes and subjects and which is one of the most widely used methods in international relations for outlining the report, has been followed-up in the study. In the first part, an introduction has been given in order to introduce methodological framework about the research. In the following two parts, *total six scenarios (UN Only, NATO Only, NATO-UN Together, NATO-EU Together, Coalition Forces*

(TUR, the US, RF) and Regional Organizations) have been clarified and studied. In the study, the UN only option or other related scenarios that can involve in the issue under the UN supervision were considered as the unit of analysis. Despite its failure to prevent the Syrian Civil War or previous global crises (Vietnam War (Ağır and Aksu, 2017), Israeli occupation of Palestinian territories (Aral, 2013), Yemen (Rivera, 2016), Bosnia War), the UN is currently the top international organization with no alternative. The UN was established in order to eliminate the destructive effects of wars and to protect peace in the world. The main responsibility in maintaining global peace and security is entrusted to the UN Security Council (Bennet and Oliver, 2015). The UN, of which all independent states are members, is an organization that operates on behalf of the entire international community on almost every issue that concerns them (Arı, 2013). RF wants to influence the Middle East as it did during the Cold War period, while the US continues its efforts to maintain its hegemony. For this purpose, the US and RF are fighting proxy wars in the region (Ağır and Aksu, 2017). The most important platform, where these two global powers in power struggle can solve the problem diplomatically or at least discuss it, is still the UN. The UN at least limits the unilateral action of these two powers within its organizational mechanism. In this context, it has been argued that a formation not included in the UN will not be effective in ending the Syrian Civil War. Therefore, only the UN and possible formations under the UN supervision were discussed in the study. In the third chapter, a comparative analysis among scenarios has been conducted. In the last part, interpretation and conclusion have been shared with the reader. Overall, this study provides an iterative assessment of implications to understand and visualize the nature of a dynamic and complex research topic. Also, it provides a balanced view of a hot topic, not only describing challenges but also identifying potential opportunities.

1. UN Only

International law has always considered its fundamental purpose as to the maintenance of peace (Merrills, 2007). The UN, in its written documents, has given great emphasis on international law and order in the context of promoting international peace and security. Conflict management mainly falls into two categories: diplomatic procedures and adjudication (Shaw, 2008). All these possible methods can be applied only upon the consent of the disputing parties.

Article 2 of the UN Charter states that “all members shall settle their international disputes by peaceful means in such a manner that international peace and security and justice are not endangered” (Charter of the United Nations, 1945). If the projected means fail to resolve a dispute, the continuation of which is possibly to endanger the preservation of international peace and security, the associated parties shall refer it to the UN Security Council (UNSC). Looking into the details of political methods of a dispute settlement, it is understood that it is different from judicial methods in that judicial methods are those that require the parties to agree to abide by the settlement whereas political methods don’t require such agreement (Charter of the United Nations, 1945). These diplomatic methods can be listed as conciliation, mediation, good offices, negotiation and enquiry (Hamza and Todorovic, 2017), and the UN has a basic role on all these methods. Article 52 (1) of Chapter VIII of the UN Charter asserts that regional arrangements or agencies can also deal with disputes relating to the maintenance of international peace and security as deemed appropriate for regional action (Oellers-Frahm & Wühler, 1984). However, Article 53 (1) also notes the supremacy of the UNSC over regional arrangements and states that “no enforcement action shall be taken under regional arrangements or by regional agencies without the authorisation of the Security Council”. The UNSC possesses “primary responsibility for the maintenance of international peace and security” in accordance with Article 24.

For liberal internationalists who believe that sovereignty includes responsibilities as well as rights (Doyle, 2011), the crimes against humanity committed in Syria are much more severe than those in Libya, and in this case, the responsibility of international community must be fulfilled quickly and effectively (Slaughter, 2012). In contrast, the realists, who perceive state sovereignty as the main column of international law, argue that a military intervention in Syria would be a violation of international law, and that the sovereign equality and non-responsibility norms of the states should be preserved (Eldem, 2015). Some researchers who look normatively favorable to Responsibility to Protect (R2P) doctrine argue that because of structural reasons, R2P doctrine can not be applied effectively in practice and that the protection responsibility norm loses its functionality and effectiveness with Syria (Morris, 2013). According to this doctrine, which is only formulated by the UNSC and not mentioned in the UN Treaty, in case of grave human rights violations or humanitarian disasters in any

country, the UNSC will be able to take a military intervention decision, if necessary, to solve the problem (Aral, 2013). The main reason why this norm can't be applied in the Syrian Civil War for structural reasons is that there is no consensus among the US, RF, China, the EU and Iran. Especially RF, China and Iran take a negative attitude against foreign intervention by claiming that the crisis in Syria is an internal issue due to their own internal policies (Yazıcı, 2012). After the NATO intervention in Libya, the international community is more cautious about any type of intervention, even in accordance with R2P, in the Syrian Civil War. As a matter of fact, there are concrete examples that this norm will not function in Syria. Syria crisis was first discussed in the UNSC on April 21, 2011 (Saira, 2012). In this meeting and in subsequent meetings, RF and China prevented the decision to be taken on the issue by arguing that the situation in Syria would not pose a threat to international peace and security (Topal, 2014). The vetoes of both RF and China aggravated the crisis in Syria (Adams, 2015). This situation also prevented international community from acting more actively in the crisis (Akgün, 2012). As a result of these disagreements, the international community did not fulfill its responsibility to protect humanitarian rights quickly and effectively in Syria. Thus the tragedy intensified and the terrorist organizations strengthened in the region.

The effectiveness of the R2P doctrine has caused controversy (Paris, 2014) as a result of the failure of the UNSC to intervene effectively and swiftly to the Syrian Civil War. According to the skeptics, R2P doctrine has lost its validity and functionality as an international norm. In fact, geopolitical interests have been decisive in shaping the UNSC's policy on Syria, and the failure in this regard is the ineffectiveness of the UN, not the importance and functionality of R2P doctrine as an international norm (Eldem, 2015). This explains the ineffectiveness of UN's resilience indeed, or more accurately, failure to reach consensus among permanent members of the UNSC. The use of military power is a decision on a case-by-case basis. The question to be asked here is why the UN didn't act in Syria in accordance with R2P doctrine, while it was much more eager to conduct operation in Libya. It has been argued by some experts since the first years of the civil war that the internal conflict in the case of Syria and the nature of the insurgents are different from Libya and that a military intervention in Syria would cause more harm than benefit (Bellamy, 2014). The fragmentation and radicalization of the

Syrian opposition, the support to Assad regime by RF and Iran, weakened the UN's ability to use the initiative and achieve the desired result by the implementation of force. As well as the norms in international politics, the material and strategic interests of the great powers are also important and the importance of a norm in face of these interests might be lessened (Glanville, 2014). R2P doctrine hasn't been put into practice in Syria partially because of variations in the definitions of this doctrine in different perspectives, but mainly because of the lack of consensus among global powers on political interests on Syria. Thus, a UN-adopted military involvement isn't expected in Syria, as long as above consensus has not been reached, especially after the regime has almost declared its victory against "terrorists".

Following the start of first demonstrations and reaction of Syrian regime with military forces to those actions, UN have made some announcements which have criticized the regime for executions, arbitrary arrest, suspected disappearance, torture, violence and violation of children's rights. On 2 December 2011, the UN Human Rights Council issued its first statement to strongly condemn the Syrian authorities for ongoing, widespread, systematic and severe human rights violations and to remind the Syrian regime that it is her responsibility to protect her citizens (OHCHR, 2019). On 16 February 2012, the UN General Assembly condemned the continuous, widespread and systematic human rights abuses in Syria and demanded an immediate end to the violence and invited Assad to resign immediately. The R2P doctrine played an important role in shaping the attitude and policies of most of the international community towards Syria. But, the UNSC, which is the only authority to make a binding decision on R2P issue in accordance with international law, has not been able to resolve the proposals for Syria for a real involvement, which has been on its agenda since the beginning of the Syrian Crisis in March 2011, due to the vetoes of RF and China. During the civil war, the UNSC sometimes took decisions on Syria. The Joint Special Envoy Kofi Annan's plan to stop the violence was unanimously approved by the Syrian regime and the UNSC on April 14, 2012, and 30 unarmed observers were sent to observe the cease-fire plan (Security Council Resolution 2042). This was followed by the Resolution 2043, which was adopted by the UNSC on April 21st. With this decision, it was decided that a 90-day UN Supervision Mission in Syria (UNSMIS) should be sent to observe the ceasefire in Syria. Hostilities in Syria continued and on 15 June

2012, UNSMIS had to suspend its activities because of an increase of armed violence across the country. As the situation on the ground deteriorated, UNSMIS mandate came to an end on 19 August 2012.

On 21 August 2013, when the regime used, allegedly, chemical weapons in the attacks on the rural areas of Damascus, the two-and-a-half-year deadlock status ended in September 2013, the UNSC decided the destruction of chemical weapons in Syria (UN Press Release, SC/11135). The UN, with unanimous approval on 22 February 2014, called for all parties, primarily the Syrian authorities, to end violence immediately and to provide access to the UN humanitarian organizations, while condemning the rise of terror linked to al-Qaeda. The report on the issue criticized the government and the opposition for escalating violence and for preventing humanitarian aid to millions of Syrians.

The UN's involvement into the ending of Syrian Civil War is actually desirable, as UN still stands the sole international organization, which comprise all related countries. In addition, it serves as a broad platform on which all dissident views are shared. However, its efficiency is questionable, both in quickness for decision-making and in effectiveness to attain desirable goals. This inefficiency might be the answer of why the UN has been reluctant to involve actively into Syrian Civil War from the beginning. Although the geopolitical interests and strategic choices played a crucial role in the variations of the UN policies on political and military involvement between Libya and Syria, the perception that NATO exceeded its power in the Libya operation was particularly shaping the attitudes of other powers. This negative perception strengthened the traditional arguments of states such as China and RF, which are suspicious of the R2P doctrine. Criticisms were that R2P doctrine, aimed at protecting the oppressed people, has become the legitimate means of dominating powerful states on weak states in practice after the Libyan Civil War. UN's military involvement is also not efficient in the case of settling international conflicts. UN's involvement into Korean War might be the single example of success in this framework. All other military initiatives of the UN, whether in form of peacekeeping or peace enforcement, or in any other forms, have been rather indecisive in solving the crises. However, the UN is quite successful not in pre-conflict involvements but in post-conflict peace building and normalization process. It encourages all stakeholders to come together and discuss the conflicting ideas in a forum and

come to basic understanding of each other. In order that UN's blue helmets are deployed in conflict ground, hot conflicts should be over or reduced at minimum level, as a concern for safety risk for UN personnel. In the aftermath of 2011 during the Arab Spring while Libya has been intervened on the grounds of serious human rights violations, the deaths of millions of people and refugees in Syria didn't trigger a similar involvement. In that vein, the UN is not expected to deploy any military formations and involve in military or political way in order to stop violence and civil war in Syria. However, once the civil war has ended by means of other factors, the UN might be expected to involve in any peace mission in post-civil war Syria.

2. Under UN Supervision

Although it is acutely criticized for being idle in solving international problems and for being incompetent in maintaining international peace and order, the UN still stands as the most widespread and encompassing international organization in the world. It serves as a common forum on which even the most extreme views have been shared. In addition, it can orientate national or supranational efforts for a specific issue, which might threaten global peace and security. A model, which foresees the UN presence as a moderator on peace process together with other organizations or group of countries under UN umbrella, might be also interesting. On the other hand, it requires detailed planning of working procedures, command and control relations, limitations, responsibilities and desired endstate. This kind of model would be fragile and should be meticulously planned and carried out. Yet, once common understanding and acceptance have been achieved, concentrated efforts might lead to concrete results.

Korean War stands as a perfect example of this model. By means of huge consensus and aspiration, the UN supervised all related political and military activities and desired endstate could be reached. In the First Gulf War, the UN demanded that Iraq evacuate its forces from Kuwait and international society act accordingly in order to free Kuwait. Afterwards, a coalition was established and Operation Desert Storm was executed under the UN supervision. However, current security considerations are different from those previously experienced. Due to RF and China's possible vetoes, it is highly unlikely that the UN might be able play the

same role in Syria. However, once the veto issue has been solved, this option might be considered seriously.

On global perspective, human being have formed a number of international organizations, including the UN, NATO, the EU, and others, in order to support dispute settlement or much clearer, to prevent major clashes and war, which are not lucrative neither for winner and loser. The freedom for decision-making authority in these organizations lies with representatives from national governments. The proliferation of these international organizations has pointed out that nation-states find it increasingly difficult to cope with sprawling networks of social interdependence (Steger, 2003). No single nation or organization can manage, and in broader terms stabilize any future crisis on its own (NATO Strategic Foresight Analysis Report, 2017). NATO collaboration with the UN, the EU, IOs and NGOs requires implementation of “comprehensive approach”. Main regional organizations which have the capability to resolve international or regional disputes can be listed as: the African Union, the Organisation of American States, the Arab League, the European Union and NATO (Shaw, 2008). In the new security environment, a high level cooperation and consultation is required for the maintenance of global peace and security.

Changing nature of global security environment and perception requires, not long lasting and rigid alliances, but more responsive, short-termed and situation-based coalitions. Because of power shift from western states to Asian and non-western states, this type of coalitions are likely to be established with more frequencies in the near future. The countries establishing these coalitions have different motives. For western states, international terrorism is a major threat to their democratic values and prosperity. The Middle East and Syrian ground have been breeding terrorism. Fighting against terrorism, which can target western values, and prevention of mass migration, which threatens their civilizations and social structures, are two major motives, which could encourage western countries to establish or take part in a coalition forces, aiming to stop Syrian Civil War. For other countries, the motives might be diverse in nature. For RF in particular, maintaining and even fostering her position in the Middle East would be the main incentive. There might be many combinations of scenarios under the UN umbrella in the Syrian Civil War, depending on the stakeholders’ interests and their power projection. In that context, under this categorization, there are five main sub-

models which could be figured out for the involvement into Syrian Civil War: NATO only (with/without the UN authorization), NATO-UN together, NATO-EU together, coalition forces and regional organizations. In the following parts, these models under UN umbrella have been explained.

a. NATO Only

Since the creation of alliance, NATO forces have aimed to provide security in the Euro-Atlantic Zone. The fundamental and enduring purpose of the alliance is to protect the freedom and security of all its members by all political and military means (The North Atlantic Treaty, 1949). The members of NATO worked hard to develop a common understanding of complex security problems, and promoted conditions of stability all over the related regions. However, the redistribution of strategic power polarity is challenging NATO's cohesion and Euro-Atlantic relations. The distribution of political and economic power is towards Asia, and it will most likely affect the Middle East. Power vacuum created by weak or failed states, like Syria, provides fertile ground for instability, extremism, radicalization, rise of terrorist organizations and criminal activities. All these problems accelerate the destabilization along and beyond NATO's border. Non-state actors exert greater influence over national governments and international organizations. In addition, existing governance structures in failed states haven't been sufficiently addressing the security and safety requirements of their population. In this security environment, while an Article-5 operation, which requires full implementation of military forces on the ground, seems unlikely, non-Article-5 missions, such as humanitarian intervention or non-military operations, could constitute a major test for NATO cohesion.

NATO defined 15 possible instability situations that could result in a decision to employ military forces (NATO Framework for Future Alliance Operations-FFAO, 2018). These areas range from high-end conflict to natural disasters. The possible instability situations which might be related with the topic of this article are threat escalation, hybrid war, irregular war, terrorism, governance challenges and mass migration, each of which could result in an alliance decision to employ forces. All these situations are some way direct or indirect results of the Syrian Civil War. Hostile actors, as in state or non-state form, may use threats or force which can destabilise the security environment. In this context, the escalating

of security situation in Syria and the Middle East is directly a threat to NATO. The alliance's resilience might be challenged by threats originated from civil war or major powers which are eager to fill the power vacuum or to exploit the conditions of uncontrolled sources. Again hostile actors may utilise a combination of both conventional and unconventional means whilst avoiding accountability for their actions (FFAO, 2018). This method of force employment is called hybrid warfare, which involves the use of proxies, lawfare, and information warfare. Although it is not openly stated, examples of hybrid warfare is monitored in Syria, in forms of non-state actors, which can be categorized as proxy groups. Information warfare is also executed in Syria especially among stakeholders, which try to legitimize their political or military moves. In irregular war environment, a violent struggle between state or non-state actors for influence over disputed areas takes place. In this type of war environment, underground, illegitimate, proxy groups might resort to unlawful use of force, resistance movement or insurgency in order to coerce, disrupt or overthrow a government. In this vein, an irregular war is currently being fought in Syria and an influential member of NATO, Turkey, is directly affected by the consequences of this type of war. Terrorism is another major side effect of the Syrian Civil War. DAESH exploited the situation of civil war and was a major threat to all civilized world. Related governments of instable environments may fail to provide basic state functions to their citizens, which in turn might threaten internal and external security environment and escalate the situation into wider conflicts. This situation might further be exacerbated by economic and political unrest. Furthermore, ungoverned spaces, in which there is no legitimate state power, whet appetite of some states or non-state actors, which later on aims to exploit this power vacuum. In this case, Syria, or Assad regime, doesn't have control over much of Syrian territory and can be called as a "failed state" in this context. Radically and ideologically motivated terrorist groups can employ a long term and indirect approach. Terrorist groups can also exploit the instable situation and control some parts of this failed state. These places are called as "safe havens", which provide excellent operating ground for the preparation, controlling and coordinating terrorist activities. Because of economic, social and security issues, population of a country may flood toward other countries. Additionally, population flows could contribute to the emergence of governance challenges. For Syrian case, mass migration is a great concern, both in forms of humanitarian tragedy and in the context of economic burden, to especially European countries, most of which are

the members of NATO. As explained above, a combination of all instability situations are experienced in Syria with changing priority. These possible scenarios are like lenses through which to analyse in which kind of environment NATO forces might be operating. Therefore, NATO cannot be indifferent to all these instability situations which directly or indirectly challenge its coherence, resilience and security.

According to NATO Strategic Concept (2010), three core tasks of the organization are noted as collective defence, crisis management and cooperative security. NATO should have to accomplish these core tasks as the events unfold in the future. There are also core abilities which are required to perform core tasks, all of which promote measures against instability situations. See Figure 1 showing the interaction of those core tasks and abilities. In the framework of these core tasks and abilities, NATO executes strong deterrence against any possible adversaries, integrated defence of its members, projecting stability in insecure environments (especially for those threatened by terrorism) and close dialogue with partners as well as potential adversaries. The significance of non-state actors is expected to increase as NATO focuses on projecting stability with the help of federated networks. Projecting stability signifies proactive activities aimed at influencing and shaping the security environment beyond the limits of NATO's geographical boundaries, thus increasing regional and global security and reducing threats (FFAO, 2018). In order to face all these threats, NATO tries to apply a 360-degree horizon scanning over all its territories and beyond (FFAO, 2018). NATO forces require great operational capability to fight against terrorism and project stability while maintaining traditional deterrence and collective defence role. NATO is a successful organization which has capacity and desire to adapt new requirements. It always assesses the future operating environment and security situation, follows political discussions and policy development, plans capability and concept development, executes defence planning and scenario preparation and educates, trains, exercises and evaluates all its forces to this end. NATO can work with all relevant organizations, such as the EU, non-governmental organizations, academia, think tanks, industry and other stakeholders as well.

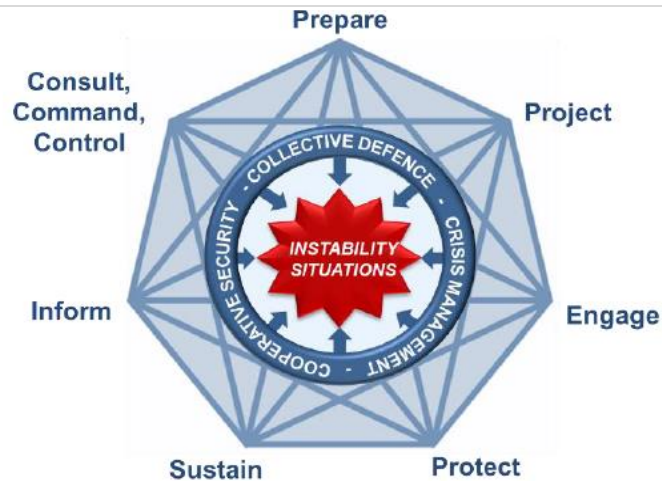


Figure 1. Core Abilities and Tasks

Source: FFAO, 2018.

Future security environments can be defined as dynamic, ambiguous, complex and uncertain for all countries and organizations. The convergence of several political, military, economic, social and technological trends are redefining global security environment with new parameters and considerations. The perception of people is generally negative toward military intervention or engagement. States are generally in favor of curbing military budgets because of mounting public debt and high expenses of any military operations. Similarly, larger states criticize unequal burden sharing, as for the US, which could lessen their support for operational requirements. In this case, not all member states would be eager to involve such a campaign in Syria. Furthermore, long decision-making process of alliance and civil-military disagreements have a potential to negatively affect readiness of alliance and its overall operational effectiveness. This results in longer processes in decision making and thus showing lack of cohesion. In this case, for a possible NATO involvement into the Syrian Civil War, it is highly possible that it would not be easy for internal community of member states to maintain public support during an operation, especially if it continues in longer period. The global power balance is also evolving toward multi-polarity. National reactions and anti-globalization sentiments might surge in case of a NATO involvement. Other major powers, which represent power polars of the world, such as RF, China, Iran will certainly react negatively to this involvement.

Both Libyan Civil War and RF-Georgia Crisis of 2008 have proved the crucial requirement for NATO to predict, response and direct all crisis, in or beyond its border, in a comprehensive manner. Although most of the member states have been reluctant to intervene or involve in any formation into the Syrian Civil War, NATO presumably must have monitored the status in Syria in accordance with crisis response planning. The reasons for this involvement are not narrow. First of all, any instability beyond its borders, which have the possibility to adversely affect alliance is of primary interest for NATO. If it were not, NATO should not have been in Afghanistan. Mass migration is another factor which derived from the Syrian Civil War that is an economic and social threat for especially European NATO members. The instability and power vacuum in Syria also resulted in breeding of DAESH. PYD/YPG, which is also a terrorist organization, also exploited this instability and gained a huge advantage in the region. In addition, Turkey, which is an influential member of NATO, has shared borders with Syria and has to encounter many threats originating from the Syrian Civil War, such as terrorist attacks, mass migration, security threats, economic losses. Considering all these factors, NATO might have monitored, and probably must be also monitoring, the current status of the Syrian Civil War. Despite the redistribution of geostrategic power in favor of Asian countries, especially in economic terms, and challenges over its cohesion, NATO can still influence the future security environment via strategic and reasonable moves. Syria can provide new advantages for alliance to support the establishment peace in the region with the help of other actors. In that perspective, projecting stability beyond the Euro-Atlantic region is a key approach for this end. Syria and the Middle East might be implementation zone for this approach.

However important the stability in Syria is crucial for NATO, such an involvement into Syrian Civil War is far from applicable. There is no UN decision, as in Libya, or an invitation from host nation to NATO in this case. However, NATO conduct its operation also without the UN authorization, as experienced in Kosovo case. Even if NATO could involve in Syria without the UN authorization, it will certainly try to legitimize its campaign with any post-involvement authorization, again as experienced in Kosovo case. NATO shows no concrete cohesion and resolution for any involvement for now. The legal basis of such an involvement would be highly questionable in global public opinion. From realistic

approach, RF, which emerged as one of the major player in the civil war, would show a great reaction once this scenario has been realized. This might lead to increase of local clashes and confrontation, which in turn destabilizes the country to larger extent. In this context, a sole NATO involvement in this phase would not support the ending of civil war and deescalating of crisis.

b. UN - NATO Together

By nature of two international organizations' founding and working principles, UN-NATO synergy come to the fore also as a possible solution. As explained in previous paragraphs, Chapter VIII of the UN Charter makes it possible for the UN and any regional organizations to cooperate on a crisis situation in order to maintain international peace and order. This cooperation and collaboration might take place in a form of simultaneous or consecutive efforts. NATO's normative framework also foresees such cooperation with the UN. According to Strategic Concept (2010:27), "cooperation between NATO and the UN continues to make a substantial contribution to security in operations around the world". In concert with the UN-NATO declaration, which was signed in 2008, NATO attaches importance to "established framework for consultation and cooperation with the UN" (Updated Joint Declaration on UN-NATO Secretariat Cooperation, 2008). In this declaration, political dialogue and practical cooperation include "enhanced liaison between the two headquarters, more regular political consultation, and enhanced practical cooperation in managing crises where both organisations are engaged". The question here stands on how this cooperation might take place.

Not all the countries of the UN are members or partners of NATO. Even, in force projection and preparation processes, some countries of the UN might be assessed as "rival" for NATO. The UN has already a slow decision making and force activation process. From realistic approach, it is highly unlikely that, even if this obstacle is surpassed, a mutual understanding can be reached between these two organizations about how the civil war should be ended, the involvement should take place and the post-civil war Syria should be constructed. However, this scenario is not completely unrealistic. OUP is a perfect example of this cooperation. The UN approved the use of force against the Libyan regime forces on the grounds that humanitarian values were in danger, and subsequently, NATO

took responsibility and executed the operation on behalf of the UN. Whether the same or any kind of similar scenario is applicable in Syria is a matter of question under the decision making system in the UNSC. Two of the permanent members of the UNSC, RF and China would be reluctant and even obstructor for such a cooperation. Both RF and China don't support a possible UN-NATO cooperation (Owen, 2012). RF is eager to widen her area of influence in the Middle East. RF is also concerned with the increased efficiency and force projection of NATO in the Eastern Europe, and would try to prevent similar NATO posture and efficiency in Syria. China shares similar views with RF as regards to the US policies in the region. Actually, China would prefer the US to engage more with the Middle Eastern issues rather than Asian politics, in which the interests of two countries would clash. However, China would probably act with her ally RF against any NATO or the US moves in the Middle East in order to undermine the US foreign policy. As a consequence, a scenario which involves the UN-NATO cooperation in order to end civil war in Syria is really low possibility and difficult realize on the ground.

c. NATO-EU Together

It has been declared in NATO Strategic Concept that “an active and effective EU contributes to the overall security of the Euro-Atlantic area” (2010:28). This theorem seems valid considering the fact that 28 of 30 NATO countries (including Turkey) are also European countries. In addition, 22 of them are also member states of the EU. In spite of some discrepancies, the EU is a unique and essential partner for NATO. In addition to having common members, all members of both organisations share common values, such as the principles of individual liberty, democracy, human rights and the rule of law. In accordance with the Lisbon Treaty, framework for strengthening the EU's capacities to address common security challenges has been enhanced. NATO and the EU can play complementary and mutually supportive roles in international and regional peace and security initiatives. Both organizations try to enhance practical cooperation throughout the crisis spectrum, in wide array of coordinated military planning to mutual support in the field.

Instability along NATO's borders, as in Syria, might cause severe implications for European NATO allies, such as risks of terrorist activities,

spreading violence (NATO Strategic Foresight Analysis Report, 2017). NATO and the EU recognize the possible implications of both global transition and the situation in Syria in order to develop strategies on impending risks (NATO Strategic Foresight Analysis Report, 2017). Instability originated from Syrian Civil War is currently at alarming level and might increase in coming period. Both these organizations try to come to understand root causes and address the problem together. Core values, which both organizations share in common, such as individual liberty, democracy, human rights and the rule of law, may be the driving factor for a collaborative adaptation and enhancing cooperation in the framework of current international order.

Major government programmes of European countries are under significant stress to keep pace with internal national demands. Political commitment to long-term defence and procurement plans inevitably diverts the funds, which have been generally programmed for social welfare. It is known that most European members of NATO are reluctant to increase their military expenditures. In the Wales Summit, member states decided to reverse the trend in budgetary decline and reach the guideline of a 2% GDP defence spending by 2024 (NATO Strategic Foresight Analysis Report, 2017). Fair burden sharing is another concern within alliance. Even in Brussel Summit of 2018, disagreement about this issue among leaders came to the fore and was revealed in mass media (MacAskill, 2018). Disagreement on financial and fair burden issue and stressed government budgets can limit their mutual moves. NATO's Level of Ambition (LoA) and expectation of more active role in Syria have to align with fiscal constraints of European NATO members.

Although theoretically asserted and stated, the desired level of mutual cooperation between both organizations have not been ensured. The consultation takes place in appropriate forms, however, two separate vision of two distinct organization differs in the end, which deteriorates the joint effort. There can be listed many explanations about this assessment. At first glance, distant stance of European countries to American values and disagreement among the EU and non-EU member allies might be mentioned in the first place in the list.

Increasing polarization and perception of uncertainty in European countries, which have been plagued with a lack of cohesion to address regional and global issues, an example of which is Syria case. Brexit decision of the UK and

possible risk of dissolution of the EU cause the loss of control over common understanding of EU power projection. European member states' military dependency on the US is likely to continue (NATO Strategic Foresight Analysis Report, 2017). In this context, European member states' may have to assume more of the security burden, in economic terms with military expenditure and in military terms with a higher posture in the Middle East. If they do not assume a greater role in economic and military perspective, Euro-Atlantic cohesion could be deteriorated. In addition, the EU lacks fundamental military capabilities, which might impede its involvement. In realistic perspective, a NATO-EU scenario for ending Syrian Civil War seems highly unlikely and even impractical in the field, considering the facts explained above.

d. Coalition Forces

As stated previously, global power interaction moves toward multipolarity. Driven by rapid advancements in communication and transportation technology, the globe is becoming more interconnected. Information society and economic globalizations, albeit some nationalist reactions and anti-globalization sentiments, intensifies this interconnectedness. With these interconnected problems and developments of uncertainty, instability and complexity, not only individual states but also separate institutions don't have capacity to handle all challenges alone. The initiative is to be designed to be regularly updated, collaborative and adequately transparent, which encourages meaningful interaction and an open exchange of ideas amongst participant nations.

As access and control over energy resources are of crucial importance for developed, emerging and developing powers, competition in that term might increase the potential for conflict. The race for natural resources could promote new alliances and temporary coalitions, since nations adjust to their actual and national self-interests. Also, it seems possible to establish a temporary (ad hoc) international organization in order to form a peacekeeping force (Pazarci, 2000). The new coalitions will be likely shaped in accordance with the energy policies of related countries. This phenomenon will most likely to be realized also for Syria as well.

The major stakeholders in Syria, as states, which have the power to create and dominate any coalition efficient enough to end civil war, are the US, RF and

Turkey. A possible coalition should encompass the political priorities of those major powers. Secondary states might be listed as Iran, Saudi Arabia, the UK, Jordan, the United Arab Emirates, Israel, France, Germany and Qatar. The views of these countries should also be taken into consideration, but in a secondary and supportive role rather than decisive role. As the number of participants of a coalition increases, the likelihood of a reaching a common understanding and a stable coalition decreases. Thus, it is optimal to establish a coalition with the participation of those three major powers while counting other countries' considerations as much as possible.

For the case of local groups, as a participant for a possible coalition, the list is rather longer. Syrian people, being natural representative of the country, should be on the table. Syrian National Army (SNA), which fought against DAESH and PYD/YPG, took control of Jarabulus-Azaz-Al-Bab-Mare-Afrin and Tel Abyad-Ras al-Ayn corridor and represent more moderate wing of opposition groups that should be a part of coalition in Syria. The three groups, which should definitely be excluded from this coalition, are Shiite militias, PYD/YPG terrorists and radical groups. Shiite militia is believed not to respect humanitarian values, which will be a basic principle for restoring order and rebuilding Syria. They represent horror, radicalism and spoiler in Syrian community. Radical groups are also a threat for regional peace and security. They conceive violence and terror as the reason for their existence and survival. PYD/YPG, which is defined as "a terrorist organization" by Turkey, is surely unwilling to reach a peaceful solution in the civil war. PYD/YPG terrorist organization exploited the situation and power vacuum and extended its illegal control over Syrian land. It has utilized the cover of "fighting against DAESH" and has been supported by many western countries. They are not "freedom fighters" or "local partners", as seen by many from the US and western states. In fact, they are just proxies, which follow the agenda of external powers whose aim are not to bring stability and peace in Syria but pursuit their sole, and mainly selfish interests. What is required by Syrian community are not proxies of external powers but conscious peace supporters for their motherland, which aim to maintain political and territorial integrity of Syrian land. PYD/YPG terrorist organization does not actually promote political and territorial integrity of Syria but aspires to the disintegration of the country and declaring autonomous or fully independent state in Syrian Land. They might also camouflage their separatist

ideology using the regime forces as a cover. This kind of destructive and disruptive aspirations and moves would surely not bring regional and global peace and security but cause more intra-regional conflicts, instabilities and tragedies in the Middle East.

e. Regional Organizations

The current international order, the main actors of which are the UN, NATO, the EU, World Bank, IMF, etc, was established after WWII. These organizations have provided the general framework for international politics for following decades. However, this relevance is being questioned and challenged by emerging powers, developing countries and new international formations. These organizations have been lagging behind the rapid and well-entrenched change. They were not able to transform themselves according to new challenges and demands. They have been challenged in addressing complex security parameters. Many emerging powers and developing countries consider themselves, or some group of countries, excluded from decision making processes. Standard-setting bodies of these organizations lack true representativeness and accountability, as in the case of the UNSC. These institutions, which are related to Syrian Civil War and the Middle East and are likely to have an influential posture in the future, can be listed as the BRICS, Shanghai Cooperation Organization (SCO), the Arab League, Organisation of Islamic Cooperation (OIC), the African Union (AU) and Organization for Security and Co-operation in Europe (OSCE).

The lack of effectiveness might deteriorate the roles of these international organizations. Furthermore, due to physical distances and lack of cohesion, none of those regional organizations are expected to show an efficient presence in Syrian Civil War. In Syria, today, these organizations are perceived as supplementary, but their role might evolve into more competitive role with the shift of global power. The only possible regional organization, which is closer to the issue is, for now, Arab League and Organisation of Islamic Cooperation (OIC). The Arab League suspended Syria's membership on 12 November 2011 and broad economic sanctions were put into practice on 16 November 2011. Throughout the civil war, Arab League has taken similar decisions. Yet, this organization, like OIC, hasn't been resilient enough to take part in this game with their agenda and decisive role. Arab League, instead, has tried to prompt the UN for any possible humanitarian or

military intervention. As Syrian regime took control of lands from DAESH and insurgents lost their fights against territories, the Arab League changed its politics for Assad. Arab states try to emphasize the “Arabian nature” of Syria and they don’t want push the regime to the Iran, which has helped Assad regime so much during the civil war and which is perceived as a threat by Sunni-Arab communities. Also they do not want to miss out on lucrative post-war reconstructive projects. The former Sudanese President, Omar al-Bashir, flew to Damascus in 2018, becoming the first Arab leader to visit Syria since 2011. On Arab World, the discussions have been going on whether Syria’s membership to the Arab League Syria should be activated again. As a result, the most probable and efficient regional organization for ending the civil war is certainly the Arab League. However, their priorities are mainly ideological and economic rather than military involvement. Thus, Arab League is not expected to play a substantial role for ending the Syrian Civil War.

3. Comparative Analysis on Scenarios

The confluence of several political, military, social, technological and economic trends is reshaping the global security environment. The junction of different trends and conflicting interests have created instability, complexity, competitiveness and uncertainty, especially in intersection points like the Middle East, Caucasus, Eastern Europe, the Sahel, the Horn of Africa and South Asia, in which interests of global and regional powers clash each other. Emerging and resurgent powers of Asia, which uses both hard and soft power assets to achieve political ends, will likely to challenge the predominance of West. Competition in that term among powers in destabilized regions, like Syrian land, increases the potential for conflict. Syrian Civil War provides a suitable environment for international and regional organizations to project their powers and capabilities.

In this framework, a thorough comparison should be made among the different combination of scenarios according to assessment criteria in order to analyze and evaluate the possibility of success. The units of analysis in this comparison are total six major scenarios identified in order to end the civil war. As for the assessment criteria; organizational cohesion, political capability, military capability, global acceptance, regional acceptance, probability of success, practicability, legal framework and post-war political impact have been specified in

comparison. These assessment criteria are determined on the basis of the author's conceptualization of the research problem in order to make a comparative analysis on structural and methodological domains. Sufficient number of assessment criteria have been identified to enable a comprehensive and consistent comparative analysis. Therefore, the assessment criteria have been determined in quantity and quality that will enable the analysis of the problem and make it clearer to understand. These are novel criteria never used in other study before, which in return, contributes to the originality of the study for the literature. The organizational cohesion criterion regards the adaptation capacity of the formations analyzed under six scenarios for the mission. The probability of success criterion refers to the ability to reach the initially determined goals within the legal framework of the duty. The criterion of success in this study is to end the Syrian Civil War and to ensure stability in the region. The other assessment criteria were likewise determined in such a way that each scenario could be compared and a comprehensive analysis could be made. The number of these criteria could be extended further. However, more criteria don't ensure the comprehensiveness of the study. What is more important is to specify correct and scientific criteria in optimum number, which reveal satisfactory results in the study. Thus, nine criteria totally cover all specified areas of the study topic. The values of the mentioned assessment criteria corresponding to each scenario have been determined within the framework of the author's individual judgment. These values are expressed in appropriate qualitative terminology. These values are determined as a result of judging at what level the relevant criterion has been addressed in each scenario. In other terms, the values are an expression of what kind of a result is expected in the light of the relevant criterion if the respective scenario is applied. At this point, readers may have a question as such: Why the correspondence of the values for each scenario hasn't been expressed with a numerical scaling in quantitative terms? There are mainly three explanations for this approach. First, as stated in the methodological framework, this article is, in essence, a qualitative study and the assessment criteria have been qualitatively evaluated as a consequence. Second, expressing the values in numerical scales would require advanced statistical analysis and this approach could distract the essence of the study. Third, because each of the nine assessment criteria evaluates the respective scenario from a different angle, the evaluation result must also be specific to each criterion and different from others. Expressing the results of nine different assessment criteria in

the same way on the numerical scaling would interfere with understanding the specificity of the criteria and thus complicate the comparison. As a result, the evaluation was determined in qualitative terms rather than common numerical values, so as to be specific to each criterion and scenario, in order not to get away from the essence of the work and to make a specific comparison. These evaluation results are interpreted in detail in the following paragraphs. In this context, the comparison on combination of scenarios is shown in Table 1.

Table 1. Comparison on Combination of Scenarios

Assessment Criteria	Combination of Scenarios					
	UN Only	Under UN Umbrella				
		NATO Only (with/without the UN authorization)	NATO-UN Together	NATO-EU Together	Coalition Forces (TUR, The US, RF)	Regional Organizations
Organizational Cohesion	Low	High	Medium	Low	Low	Low
Political Capability	Capable	Capable	Capable	Limited	Limited	Very Limited
Military Capability	Very Limited	Highly Capable	Medium	Very Limited	Highly Capable	Almost None
Global Acceptance	Mainly Accepted	Partially Accepted	Mainly Accepted	Mainly Unaccepted	Partially Accepted	Mainly Accepted
Regional Acceptance	Mainly Accepted	Mainly Unaccepted	Mainly Accepted	Mainly Unaccepted	Mainly Accepted	Partially Accepted
Probability of Success	Mostly Probable	Highly Probable	Highly Probable	Low Probability	Highly Probable	Low Probability
Practicability	Highly Possible	Highly possible	Possible	Low Possibility	Possible	Low Possibility
Legal Framework	Legal	Legal	Legal	Legal	Legal	Legal
Post-war Political Impact	Probably Stable	Probably Instable	Probably Stable	Surely Instable	Probably Stable	Probably Instable

Source: By author

As for “organizational cohesion” criterion, evaluation result for “NATO Only” scenario is “High”, while it is “Low” for “UN Only”, “NATO-EU Together”, “Coalition Forces” and “Regional Organizations” and “Medium” for “NATO-UN Together” scenarios. It is evaluated as “High” because NATO is by far the most integrated international organization in the world today. Naturally, political and military disagreements take place on decision making process. Yet, once a decision has been taken, NATO can fully project its resolution in the field, as experienced in Libyan Civil War. From this perspective, NATO can play a decisive role in ending Syrian Civil War, regardless of other political factors. The evaluation is considered as “Low” for “UN Only” scenario. As discussed in related parts of the study, organizational cohesion is not at desired level in this organization. Different aspects and considerations prevail the organizational working structure of the UN. It is highly criticized because of the fact that it favors the national interest of victorious countries of WWII rather than well-being of majority of world population. For that reason, the UN hasn’t so far and can’t project an integrated and determined stance in Syrian Civil War. “NATO-EU” cooperation has a long way ahead to be developed and need to focus their fundamental working principles and mutual understanding in their primary interest areas before they can establish a collaboration model beyond their borders. Regional organizations can’t show an integrated and resilient approach either, since they are not powerful enough to solve the issue discussed. “Coalition of TUR, the US and RF” scenario is also evaluated as “low” since it is not a permanent structure and an organizational cohesion cannot be guaranteed in the long term. “NATO-UN Together” model might be an option in ending civil war as their unity of purpose is at medium level. They can be successful depending on the mutual consensus of related parties.

As regards to “political capability” criterion, evaluation result is “capable” for “NATO Only”, “UN Only” and “NATO-UN Together” scenarios, while it is “limited” for “NATO-EU Together” and “Coalition Forces”. Political capability of “Regional Organizations” has been evaluated as “very limited”. Political capability of an organization or initiative is directly linked to its organizational structure indeed. Without a political consensus or accord, which depends on mainly mutual interests of member states, a political decision which favors a military involvement in Syria cannot be taken. Both NATO and the UN, though their complicated

decision making processes, could in the end reach an agreement and take some kind of political decisions on Syria. In the past, these organizations were able to have a common attitude and take decisions on similar occasions. Therefore, political capabilities of these organizations, in addition to “NATO-UN Together” scenario, have been assessed as “capable”. As the power share and political responsibilities between NATO and the EU has not been clarified yet and there are not good examples of political cooperation between these two organizations, political capability on this scenario has been considered as “limited”. “Coalition of TUR, the US and RF” scenario is also evaluated as “limited” since political cohesion is difficult to reach in coalitions and there are huge political differences among these possible coalition partners on the case. Rather than a political agreement on the issue, a real rivalry prevails the political atmosphere in the Middle East. “Regional Organizations” scenario has been considered as “very limited” according to political capability criterion. Regional organizations can’t show a political cohesion as regards to Syrian Civil War, which makes almost impossible to show an integrated political approach for the case.

With regards to “military capability” criterion, assessment result for “NATO Only” and “Coalition Forces” scenarios are “highly capable”, while it is “very limited” for “UN Only” and “NATO-EU Together” scenarios. “NATO-UN Together” scenario has been considered as “medium”. Regional organizations do not qualify any military capability alone. NATO, being the most agile and robust standing military organization and having a 72-year experience of operating together, has capable military structure and assets. Though the evolution of world politics and different kinds of crisis, NATO was able to transform itself and adapt to new requirements in both military and political perspective. NATO gives importance to maintain, train, equip and operate an agile, strong and deterrent military capability in order to deploy its forces beyond its borders and execute any mission anywhere in the world. This makes military capability of NATO invaluable for a successful Syria involvement. Military capability of “Coalition of TUR, the US and RF” scenario has been also viewed as “highly capable” since the armed forces of these countries are by far the strongest in the region and they rank also in the top line in order in global perspective. They can technically defeat any rival terrorist organization in Syria totally. Military capability of “NATO-UN Together” scenario has been considered as “medium” as the military arrangements

and responsibilities are not clearly defined and the success stories of this scenario in the history are numbered. The military projection of “UN Only” and “NATO-EU Together” scenarios have been judged as “very limited”. The UN does not have permanent military formations. It heavily depends on the voluntary unit and personnel contribution of member states, specific to each different military mission. A combination of different military formations from different nations make it difficult for the UN to project a reliable and robust military capability. A lack of mutual cooperation and collaboration, which are crucial for military success, might impede the efficient execution of military mission on the ground. For example, the UN was ineffective in the Cyprus Island from 1963-1974 in face of Greek Cypriot attacks on Turkish Cypriot community. A similar assessment can be accepted for the EU, which does not have a standing military capability either. It mainly depends on the military capability of NATO. However, these are different organizations with varied structures and priorities. Member states do not match either in two organizations as explained in related part, which makes it very limited military capability for “NATO-EU Together” scenario. Regional organizations can’t project a robust military existence in Syria either, since their military capability is very limited.

In terms of “global acceptance” criterion, it has been assessed that global acceptance would be positive for all scenarios except for “NATO Only”, “NATO-EU Together” and “Coalition Forces” scenarios. As the worldwide political legitimacy of the UN is apparent, any kind of UN involvement in Syrian Civil War would not provoke any negative reaction in the world public opinion. In spite of the unfair representation in the UNSC, every country has a voice in the UN General Assembly, and therefore, a global acceptance could be reached in some degree in case of a UN involvement in Syria. Similar considerations are also true for other option: “NATO-UN Together”, as the existence of the UN could contribute to the legitimacy and global acceptance of these involvements. Global acceptance for “Regional Organizations” would be also positive. The participation of regional organizations to any kind of peacekeeping mission might provide positive results, since these organizations might have a better cultural and political awareness about the crisis in that specific region. The people of target country might be more welcoming for the involvement of regional organizations, for which they might demonstrate sympathy, which in turn might increase the possibility of

success of the mission. On the other hand, NATO's involvement for the Syrian Civil War might face a global reaction from the world. Being perceived as a western organization and the symbol of western values, global acceptance would be lower for NATO in Syria. NATO would have to face harsh criticism across the world in this scenario, as experienced in the Libyan Civil War. Coalition scenario would probably have to deal with similar negative reactions across the world in a possible involvement in Syria. The global acceptance would be even lower than NATO's global acceptance, since positive political response to the coalition of three countries is limited in the world. The worst-case scenario according to global acceptance criterion is "NATO-EU Together" for Syria. Being a combination of American and European cooperation, this would certainly trigger harshest criticism across the world, which totally endangers the probability of its success in Syria.

Similar considerations can be listed also for "regional acceptance" criterion, in addition to some variations. The worldwide political legitimacy of the UN can also contribute the regional acceptance of this organization in the eyes of the Middle Eastern governments and populations. Regional countries are represented wholly in the UN General Assembly and partially in the UNSC. This could provide enough legitimacy for any UN involvement in Syria. Because of the same point of view, "NATO-UN Together" scenario could be mainly accepted on regional perspective. Different from the "global acceptance" criterion, a coalition of Turkey, the US and RF could be mainly accepted on regional dynamics. First of all, host nation, Syria in this case, has had rooted political and military relations with RF. This country would not cause any disturbance for Syrian administration. In reality, this country has been operating in Syrian Land. The citizens of Syria would also welcome RF, which was their old and trustworthy patron in Cold War. Turkey, being a neighbor, and having comprehensive cultural, historical and economic relations with Syria, could be welcomed by local population. Lucrative bilateral economic relations still prevail in the minds of Syrian citizens. Close relations of Turkey with Turkomen-origin Syrian citizens would be also a promotive factor for this scenario. And the US could be a balancing actor in the eyes of other regional countries, most of which have Sunni-Arab populations and are concerned with the increasing efficiency of Iran power in the region. Considering all these factors, a coalition of three countries could be mainly accepted on regional perspective in the framework of a balanced share of

responsibilities and power. Regional acceptance for “Regional Organizations” would be probably negative. Different from the common citizens of Syria, Assad regime would probably perceive the involvement of any other regional countries, under the umbrella of regional organization, as a threat to his personal and Syrian political interests. The political relations and disputes between leaders and regimes in the Middle East are deeply rooted. They cannot be solved easily and with unilateral approach. Any act of a regional country would certainly demonstrate a negative response from the Assad regime. Therefore, regional acceptance for regional organizations in Syria would be very low. NATO’s involvement for the Syrian Civil War might face a regional reaction in the Middle East. Being perceived as a western organization and the symbol of western values, regional acceptance would be also lower for NATO in Syria. The ancient relations of the regional countries after WWII should not be forgotten. In this era, most of the regional countries were against the US and naturally NATO, and they were showing pro-Soviet tendencies. The US support for Israel is also a dominant factor, which impedes regional acceptance of NATO in Syria. Regional acceptance criterion for “NATO-EU Together” scenario would be also mainly unaccepted for Syria. A combination of American and European alliance would certainly trigger harsh criticism in the region, which totally endangers the probability of its success in Syria.

When the “probability of success” criterion is taken into consideration, highly probable results are foreseen for “NATO Only”, “NATO-UN Together” and “Coalition Forces” scenarios in case of an involvement in Syrian Civil War. Considering the overall organizational structure, political and military cohesion and current capabilities of these mentioned organizations, it can be concluded that these organizations would be highly successful when engaged in the Syrian Civil War. However, it should be kept in mind that this “success” is mainly military focused. The military objective, which is clarified at the beginning of military operation right at the planning process, could be probably achieved at the end of military campaign. The military objectives should be clear and achievable. It should also support overall political objectives. If it does not promote for political end state, the indicator for military objectives could be misleading. Military objective in Libyan Civil War was achieved. However, political objective could not be achieved. Rule of law, stability, peace and order could not be established in Libya. From this

perspective, success of a possible military involvement in Syria should be evaluated as to whether it contributes the overall peace and stability in the country. “Probability of success” criterion, however, has been evaluated only from military perspective. An overall political and military assessment about probability for success will be done at the end of research, comprising all the related factors and parameters. The probability of success for “UN Only” scenario is considered as mostly probable. Considering the military inefficiencies of the UN organization, the ranking for this scenario comes after former scenarios. However, since the leading members of the UN might provide required military assets to the organization, the probability for its success has been evaluated as mostly probable. Ranking for “NATO-EU Together” and “Regional Organizations” stand at the bottom as “Low Probability”. The military inefficiencies and lack of organizational cohesion led to this ranking for these scenarios.

With regard to “practicability” criterion, evaluation result for “NATO Only” and “UN Only” scenarios are “Highly possible”. This criterion for two scenarios has been evaluated “highly possible”, because both organizations have participated or carried out similar military operations across the globe. Since the establishment of the UN and NATO after WWII, both organizations took initiatives in order to solve crisis or establish peace and security and executed different kinds of military operations, ranging from peace support operations to fighting against terrorism, anywhere in the world. Whether these operations were successful or efficient is not the question of this criterion. This criterion states that these organizations practically involved in crisis in their histories. From this perspective, it can be evaluated that similar political or military engagements are also practicable for the Syrian Civil War. The practicality of “NATO-UN Together” and “Coalition Forces” scenarios have been ranked as “possible” in this evaluation. In similar approach, NATO and the UN acted together or the UN provided an overall supervision and responsibility for similar political and military involvements in the past. After the First Gulf War, the international affairs experts and political leaders explored an efficient mechanism in order to intervene any crisis or adversary: coalition. Being a flexible response for building a political and military block against the adversary or intruders to global peace, coalition forces address much of the current security requirements. Forming a coalition on narrow scope, for a limited time period and specific to the mission requirements is an easier and

efficient way of military responses into the regional or global threats. A coalition has fought against DAESH in the Middle East. From this perspective, a coalition of three major powers, which aim to end civil war in Syria and establish peace and security in the region, is considered practicable. The result of evaluation for “NATO-EU Together” and “Regional Organizations” scenarios is stated as “low possibility”. Both of these scenarios have been considered as almost impracticable, as these organizations have not conducted any kind of military or political involvement in a crisis environment, which is similar to the Syria.

From “legal framework” criterion, it can be stated that all of these scenarios are legal according to standing universal legal norms. As described in related parts, the UN Charter authorizes the UNSC for the maintenance of international peace and security. The UNSC, and in specific conditions the UN General Assembly, have the primary responsibility to take necessary measures in order to deescalate any tension, end crisis and establish the peace and security. The UN organization can implement this decision directly with its own assets or authorize any regional or global organization for the conduct of the mandate, in accordance with Article VIII of the UN Charter. Related decision making and authorization mechanisms have been experienced in similar crisis situations. As a consequence, all six scenarios meet the legal conditions, which is basically required for any political or military involvement in the Syrian Civil War.

Since the Syrian Civil War is coming to an end, the question of how a post-civil war Syria could be built on political, economic, military and social ground has been tried to be answered. As for “post-war political impact” criterion, evaluation result for “UN Only”, “NATO-UN Together” and “Coalition Forces” scenarios are stated as “probably stable”. Global acceptance and legitimacy of the UN organization make a smooth transition possible in post-civil war environment in Syria. The UN itself, or any kind of variation in which the UN is included, or in better conditions, the UN supervises, could breed positive results in terms of restoring an integrated, unified, democratic and peaceful Syria, which is the best-case result on regional and global perspective. The UN does not have a real capability to prevent hot conflicts. This reality was experienced in the Cyprus Island. However, once the hot conflicts have been over, the UN can orientate all its assets in order to restore peace and order and encourage the normalization of relations in war-torn countries. The same positive result can be achieved also in

Syria. The effect of “coalition” scenario in post-civil war Syria has been also assessed positive, since the three major countries could synchronize all related restoration efforts. Regional and global acceptance of this coalition would be certainly promotive to positive results. In addition, an integrated, unified, democratic and peaceful Syria would be a real profit for each side. “NATO Only” and “Regional Organizations” scenarios have not been assessed as promotive for an efficient result in post-civil war conditions. Post-war political impacts of these two scenarios would be probably instable in Syria. This reality has been experienced in Libyan Civil War for NATO. For regional organizations, their inefficiency in political and military perspectives and lack of their regional acceptance could deteriorate post-civil war arrangements. Post-war political impact of “NATO-EU Together” scenario would be surely the worst in terms of restoring peace and order, because of its inefficiencies mentioned above.

Conclusion

Those criteria for the comparison between six major possible scenarios can be extended further. However, it is considered that total nine criteria cover the overall considerations for the comparison of six units of analysis and that these provide enough parameters for comparison between six major possible international mission model in Syria. There is not a weight ratio between these criteria. As this research is mainly a social study and in general a qualitative research method has been used, it is not reasonable to determine the best option according weight ratio between criteria. In addition, problems in international affairs are too complicated and multifaceted to be solved via quantitative calculations. Different political and social considerations could affect the solution of problem and finding the best answer from the alternatives. As a result, every scenario has both advantages and disadvantages over one another. In general, in the lights of above assessments, overall practicability and probability of success for “NATO-EU Together” and “Regional Organizations” is considered as “low”. “The UN Only” and “NATO-UN Together” scenarios are hopeful in spite of limited capabilities. “NATO Only” seems to be an efficient scenario, but only in short-termed. The last scenario, “Coalition of TUR, the US and RF”, although it is difficult to establish, seems to the best case scenario, which covers the most of the conditions required to end the Syrian Civil War, establish an integrated, unified,

democratic and peaceful Syria and restore peace, order and stability in post-civil war environment in the Middle East.

According to assessments, it can be drawn conclusion that political or military involvement of NATO or UN in the Syrian Civil War would not end the civil war and even possibly worsen the current situation. The practicality of other related scenarios are also questionable in current parameters. Any of these involvements, regardless of their practicality, could not mainly promote to the ending of civil war and tragedy. Considering the lessons-learned from previous involvements, both NATO and the UN could not probably bring an end to the tragedy. Even worse, their involvement might trigger wider conflicts in Syria and the Middle East. NATO or UN involvement will likely deepen differences between Syrian community and concretize the de-facto internal borders between opposing groups. This signifies continuity of fragmented state structure and territories of Syria, each of which would be ruled by non-state actors. The loyalty and desire of these groups for a unified, integrated, peaceful and democratic Syria are doubtful. And this could breed more radicalism in the Middle East.

The Middle East has been regarded as “the crossroad of civilizations” for centuries. However, recent developments in the region have been transforming it into “crossroad of power struggle and birthplace of new conflicts”. Security and stability in the Middle East, which has an impact on international relations, are directly linked with global peace and security. The conflicts in the Middle East might trigger much more devastating conflicts, proxy wars or even bloodier battles. More global players might engage with regional groups or ethnicities in accordance with their sole interests rather than basic moral values and common good. That could exactly lead the “balkanization” of the region. All humanity should be aware of this possibility and not be dragged into the same tragedies experienced in Balkans. A power vacuum will inevitably be filled by some other unreliable ethnic or local tribes or new terrorist organizations, which means the continuation of bloodshed for the common citizens in another format. The best case scenario would be the protection of the integrity of regional countries under more democratic administrations aligned with international values such as respect for every entity, basic human rights and rule of law. Since no culture and no region has intrinsic resistance to democracy (Zakaria, 2003), constitutional and liberal form of it might be a hope for the peace in the Middle East. With all these democratic trends, the

protection of the political and territorial integrity of regional countries must be a crucial and indispensable necessity.

Genişletilmiş Özet

Suriye İç Savaşı'na bağlı olarak Orta Doğu'da yaşanan son gelişmelerin ardından, bu konuyu herhangi bir önyargıdan bağımsız olarak ve tüm açılardan inceleme gereksinimi ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, Suriye İç Savaşı'nı sona erdirmek için mümkün olan her seçeneğin bilimsel yöntemlerle araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bazı uluslararası kuruluşların konuya müdahil olması ve bu organizasyonların farklı oluşumlarla bir araya gelmesi, olası olumlu veya olumsuz etkileri ile birlikte araştırılması gereken ilgi çekici bir konu haline gelmiştir. Bununla birlikte, NATO ya da BM'nin insani trajediyi sona erdirmeye konusundaki olası etkileri üzerine yeteri kadar bilimsel çalışma yapılmamıştır. Suriye İç Savaşı çerçevesinde kapsamlı bir yaklaşım izleyerek, ön yargısız ve makul değerlendirmeler yapılmalıdır. Bu çerçevede çalışmanın amacı, bölgedeki insani trajediyi sona erdirmenin olası yollarını bilimsel olarak araştırmaktır.

NATO, şimdiye kadar inisiyatif olarak birçok kriz durumuna müdahil olmuştur. Benzer şekilde BM birçok barışı koruma görevi gerçekleştirmiştir. Bu makale, BM'nin veya BM gözetimindeki uluslararası oluşumların Suriye İç Savaşı'na müdahil olmasının uygulanabilirliğini, etkinliğini ve olası etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Ortadoğu ve onun küçük bir modeli olan Suriye, öngörülebilir çatışmalar için uygun bir zemin oluşturmaktadır. Bu nedenle Suriye İç Savaşı, Orta Doğu'daki kriz ve çatışma ortamını tetikleyici bir fay hattı olma potansiyeline sahiptir. Bu tür bir sonuç, bölgesel ve küresel barış ve istikrar ortamını olumsuz yönde etkileyecektir. İç savaşın sona erdirilmesi, küresel barış ve istikrarın idamesi bağlamında tüm insanlık için kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda çalışma, alandaki gözle görülür bir boşluğu ele aldığı için literatüre önemli bir katkı sağlayacaktır.

Araştırmanın verileri esas olarak resmi belgelere, makalelere, raporlara ve kitaplara dayanmaktadır. Araştırma konusunu kapsamlı bir yaklaşımla incelemek için doğrusal ve karşılaştırmalı bir çalışma planı takip edilmiştir. Birinci bölümde, araştırmayla ilgili metodolojik çerçeve tanıtılmış ve giriş yapılmıştır. Müteakip iki bölümde toplam altı senaryo (Sadece BM, Sadece NATO, NATO-BM Birlikte, NATO-AB Birlikte, Koalisyon Kuvvetleri (TUR, ABD, RF) ve Bölgesel Örgütler)

üzerinden ilgili oluşumlar incelenmiştir. Üçüncü bölümde, senaryolar arasında karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır. Son bölümde ise sonuçlar ve yorumlar okuyucu ile paylaşılmıştır. Genel olarak çalışma, dinamik ve karmaşık bir araştırma konusunun doğasını anlamak ve görselleştirmek için çıkarımların yinelemeli bir değerlendirmesini sunmaktadır. Ayrıca, senaryoların uygulanmasındaki güçlükleri ortaya koyarak ve aynı zamanda potansiyel fırsatları da tanımlayarak gündemdeki bir konunun dengeli bir analizini sağlamaktadır.

BM senaryosu, küresel anlamda ülkelerin en fazla temsil edilmesi nedeniyle meşruiyeti en fazla olan seçenektir. Bununla birlikte, sahadaki fiili uygulama gücü olan askerî yapısının çok fazla etkin ve caydırıcı olmaması bir dezavantaj olarak ön plana çıkmaktadır. Nitekim BM'nin barışı koruma misyonları bir başarı örneği olmaktan uzaktır. Ayrıca, karar alma sürecinde RF ve Çin'in olası vetoları, BM'nin iç savaşı sonlandırmak için müdahil olma olasılığını düşürmektedir. Sadece NATO seçeneği, karar alma ve fiili uygulama bakımından, etkin bir senaryo olarak ön plana çıkmaktadır. Ancak, Suriye İç Savaşı'nın NATO'nun birçok üyesi nezdinde ilgi çekici bir konu olmaması, bu senaryonun uygulanma olasılığını düşürmektedir. Sahadaki etkin RF varlığı ve NATO'nun böyle bir müdahalesine şiddetle karşı çıkacak olması, olasılığın fiiliyata dönüşmesine ve müdahalenin meşruiyetinin sorgulanmasına neden olmaktadır. BM-NATO seçeneği, sadece NATO seçeneğinin meşruiyet ve sadece BM seçeneğinin de etkisizlik sorununu dengeleyen bir seçenek durumundadır. Bununla birlikte, her iki örgütün konuya müdahil olma noktasında isteksiz olmaları ve bölgedeki etkinliğini artıran RF'nin olası veto girişimi, bu senaryonun gerçekleşme olasılığını düşürmektedir. NATO-AB senaryosu, çalışma da belirlenen değerlendirme kriterlerine göre en kötü ve başarı olasılığı en düşük seçenek durumundadır. Son KOVID-19 salgınında bile bütünleşik bir strateji izleyemeyen ve etkinliği sorgulanan AB'nin, Suriye gibi zor bir konuya, NATO şemsiyesi altında dahi müdahil ve başarılı olması düşük bir olasılıktır. Bölgesel örgütlerin konuya müdahil olmasının, meşruiyet noktasında bazı avantajları olmakla birlikte, bu örgütlerin sahada fiili bir etkinlik göstermedeki zafiyeti ve kendi iç dinamiklerindeki karmaşık ilişkiler nedeniyle, yine düşük bir başarı olasılığına sahip olacağı değerlendirilmektedir. Türkiye, ABD ve RF'nin oluşturacağı bir koalisyon, kurulması zor olsa da, iç savaşı sonlandırmak için diğerlerine göre başarı olasılığı daha yüksek bir senaryo olarak öne çıkmaktadır. Bu seçenek, iç

savaşı sona erdirmek, ardından birleşik, demokratik ve barışçıl bir Suriye oluşturmak ve Orta Doğu'da barış, düzen ve istikrarı sağlamak için gerekli koşulların çoğunu kapsamaktadır.

References

Books

- Arı, T. (2013). *Uluslararası İlişkiler Teorileri*, Bursa: MKM Yayıncılık.
- Bennet, A. L. and Oliver K. J., (2015). *Uluslararası Örgütler*, Translated by: Nasuh Uslu, Ankara: BB101 Yayınları.
- Glanville, L. (2014). *Syria teaches us little about questions of military intervention*. R. W. Murray and A. Mckay (Eds.), *Into the Eleventh Hour: R2P, Syria and Humanitarianism in Crisis*. Bristol: E-International Relations.
- Oellers-Frahm, K. and Wühler, N. (1984). *Dispute settlement in public international law*. New York: Springer-Verlag.
- Pazarcı, H. (2000). *Uluslararası Hukuk Dersleri IV*, Ankara: Turhan Kitabevi.
- Shaw, M. N. (2008). *International law*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sorenson, David S. (2016), *Syria in Ruins: The Dynamics of the Syrian Civil War*, Praeger Security International.
- Steger, M. B. (2003). *Globalization: a very short introduction*. New York: Oxford University Press Inc.
- Zakaria, F. (2003). *The future of freedom: illiberal democracy at home and abroad*. New York: W. W. Norton & Company.

Articles

- Aral, B. (2013). Birleşmiş Milletler ve Uluslararası Eşitsizlik, *SETA Analiz*, S:72.
- Ağır, O. and Aksu, Z . (2017). Birleşmiş Milletler'in Suriye Krizine Yönelik Politikalarının Değerlendirilmesi. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 4 (9) , 43-55.
- Doyle, M. W. (2011). International ethics and the responsibility to protect. *International Studies Review*, 13(1), 72-84.

- Eldem, T. (2015). Koruma sorumluluğu normunun Libya ve Suriye Krizleri Bağlamında İşlevselliği. *Uluslararası Hukuk ve Politika*, 11(43), 01-38.
- Hamza, A. M. and Todorovic, M. (2017). Peaceful Settlement of Disputes. *Global Journal of Commerce & Management Perspective*, 6(1), 11-17.
- Ibrahim, Azeem (2017). Ending the Syrian Civil War: Is There a Federal Solution?, *Geopolitics, History, and International Relations*, 9 (2): 141–166.
- Merrills, J. (2007). The mosaic of international dispute settlement procedures: complementary or contradictory? *Netherlands International Law Review*, 54(2), 361-393.
- Morris, J. (2013). Libya and Syria: R2P and the spectre of the swinging pendulum. *International Affairs*, 89(5), 1265-1283.
- Paris, R. (2014). The ‘responsibility to protect’ and the structural problems of preventive humanitarian intervention. *International Peacekeeping*, 21(5), 569-603.
- Saira, Mohamed, (2012), The United Nations Security Council and The Crisis in Syria, *American Society Of International Law*, 16 (11), 1-3.
- Slaughter, A. (2012). How the world could-and maybe should-intervene in Syria. *The Atlantic*. Retrieved on 20 April 2020 from the website: <https://www.theatlantic.com/international/archive/2012/01/how-the-world-could-and-maybe-should-intervene-in-syria/251776>.
- Topal, A. H., (2014). 'Uluslararası Barış ve Güvenliğin Sürdürülmesi Kapsamında Barış için Birlik Kararı'nın Uygulanabilirliği, *TAAD*, 5 (19), 102-103.
- Yazıcı, A., (2012). Rusya'nın Suriye Politikası, Suriye Krizi'nde Bölgesel ve Küresel Aktörler, Ed: Birol Akgün, SDE Uluslararası İlişkiler Programı Koordinatörlüğü, 40-44.

Web Page Article with no Author

- Adams, S. (2015). Failure to Protect: Syria and the UN Security Council, Global Centre for the Responsibility to Protect Occasional Paper Series, http://www.globalr2p.org /media /files/syriapaper_final.pdf.

- Akgün, B. (2012). 'Suriye Krizi'nde Bölgesel ve Küresel Aktörler', Stratejik Düşünce Enstitüsü. Retrieved on 17 March 2017. <http://www.sde.org.tr/>.
- Bellamy, A. J. (2014). Libyan case a red herring in Syria dilemma. The Global Observatory. Retrieved on 27 March 2019 <https://theglobalobservatory.org/2014/01/libyan-case-a-red-herring-in-syria-dilemma>.
- Charter of the United Nations. (1945). Retrieved on 07 March 2020. <http://www.un.org/en/sections/un-charter/chapter-i/index.html>.
- MacAskill, E. (2018). Angela Merkel hits back at Donald Trump at NATO summit. Retrieved on 23 March 2020. <https://www.theguardian.com/us-news/2018/jul/11/nato-summit-donald-trump-says-germany-is-captive-of-russians>.
- NATO Framework For Future Alliance Operations (FFAO) Report. (2018). Retrieved on 02 April 2020. https://www.act.nato.int/images/stories/media/doclibrary/180514_ffao18-txt.pdf.
- NATO Strategic Concept. (2010). Retrieved on 06 April 2020. https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/pdf_publications/2012_0214_strategic-concept-2010-eng.pdf.
- NATO Strategic Foresight Analysis Report. (2017). Retrieved on 09 March 2020. http://www.act.nato.int/images/stories/media/doclibrary/171004_sfa_2017_report_hr.pdf.
- OHCHR, Statement by UN High Commissioner for Human Rights Navi Pillay at the Human Rights Council 18th Special Session to examine the situation of human rights in the Syrian Arab Republic. Retrieved on 26 March 2020. <https://newsarchive.ohchr.org/en/NewsEvents/Pages/DisplayNews.aspx?NewsID=11675&LangID=E>.
- Owen, D., (2012). West can intervene in Syria — and with Russia's blessing. Retrieved on 12 June 2020. <https://gulfnews.com/opinion/op-eds/west-can-intervene-in-syria--and-with-russias-blessing-1.1034094>,

Rivera, J. D., (2016). The New UN Chief Inherits Poisoned Chalice to Solve Syria Crisis, Retrieved on 15 May 2017. <http://www.middleeasteye.net/columns/new-un-chief-end-war-syria-and-trump-white-house-1708337888>.

Security Council Resolution 2042 (2012) on authorization of the deployment of an advance team of up to 30 unarmed military observers to the Syrian Arab Republic. UN Security Council, S/RES/2042, 14 April 2012

Security Council Resolution 2043 (2012) on the establishment of a un supervision mission in the Syrian Arab Republic (UNSMIS), UN Security Council, S/RES/2043, 21 April 2012.

The North Atlantic Treaty. (1949). Retrieved on 02 April 2020. https://www.nato.int/nato_static/assets/pdf/stock_publications/20120822_nato_treaty_en_light_2009.pdf.

UN Press Release, SC/11135. Security Council requires scheduled destruction of syria's chemical weapons, unanimously adopting resolution 2118 (2013). Retrieved on 03 April 2020. <https://www.un.org/press/en/2013/sc11135.doc.htm>.

Updated Joint Declaration on UN-NATO Secretariat Cooperation, 2008. Retrieved on 06 April 2020. https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_160004.htm.



Hipersonik Füzeler ve Stratejik İstikrar: Rusya-ABD İlişkileri Üzerine Bir İnceleme

Eray ALIM*

Öz

Hız ve yüksek manevra yeteneği gibi özellikleriyle hipersonik füzeler, devletler arasındaki askerî güç dengesini önemli şekilde etkileyebilecek silahlardır. Savunma ve güvenlik eksenli olarak öngörülemeslik riskini arttırmalarından dolayı hipersonik füzelerin stratejik sonuçlar doğurması azımsanmaması gereken bir ihtimaldir. Bu silahların özellikle büyük güçlerin envanterine girmeye başlaması, hipersonik füzelerin askerî güç dengesi üzerindeki olası etkilerine dair bir projeksiyon yapmayı gerekli kılmaktadır. Bu tespitten hareketle bu çalışma, Rusya ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) arasındaki stratejik denge üzerinde hipersonik füzelerin olası etkilerini incelemektedir. Bu iki ülke arasındaki ilişkiye odaklanmanın iki temel nedeni vardır. İlk olarak, yöntemsel bir açıdan bakıldığında, hipersonik füzelerin etkisini ölçmek için, bu silahların konvansiyonel veya nükleer başlık taşımaları durumunda nasıl etkiler yaratabileceğinin cevapları gereklidir. Bunun için, iki farklı vaka incelemesine ihtiyaç vardır. Rusya nükleer, ABD ise konvansiyonel vuruş kapasitesini geliştirmek için hipersonik füzelere yatırım yaptığı için, bu iki ülkenin birbirleriyle olan rekabetinde bu silahların kullanım amaçlarına bakılarak önemli ampirik çıkarımlara ulaşılabilecektir. İkinci olarak, “büyük güç rekabeti” bağlamında tematik bir açıdan bakıldığında, hipersonik füzelerin Rusya-ABD ilişkilerine dönük olası etkileri incelenerek, uluslararası güvenlik üzerinde bu silahların ne gibi yansımalarının olabileceğine dair bir bakış açısı sunulabilecektir.

* Dr. Öğr. Üyesi, Batman Üniversitesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, erayalim@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-7543-8021.

Anahtar Kelimeler: Hipersonik Füzeler, Hipersonik Silahlar, Rusya - Savunma, ABD - Savunma, Stratejik İstikrar, Nükleer Strateji, Konvansiyonel Strateji.

Hypersonic Missiles and Strategic Stability: An Analysis of Russia-US Relations

Abstract

Thanks to their speed and high maneuvering ability, hypersonic missiles qualify as weapons systems that can have a significant impact upon the balance of military power among states. As these missiles enhance unpredictability in the realm of security and defense, they are highly likely to generate strategic consequences. Given the fact that especially great powers have begun to incorporate hypersonic missiles into their arsenal, it is necessary to examine the potential impacts of this development on the balance of military power. This article concerns itself with this issue and seeks to assess the likely effects of hypersonic missiles by focusing on the strategic balance between the US and Russia. The reason for selecting these two countries is twofold. First, in a methodological context, two different case studies are required to assess the likely impacts of hypersonic missiles, which may be armed with nuclear or conventional warheads. As Russia and the US intend to arm hypersonic missiles with nuclear and conventional warheads respectively, one would be able to draw the necessary empirical inferences by examining the military rivalry between these two states in the light of hypersonic missiles. Second, in a thematic context based on great power rivalry, by examining the likely effects of hypersonic missiles on Russia-US relations, one would be able to offer a perspective on the impact of these weapons on international security.

Keywords: *Hypersonic Missiles, Hypersonic Weapons, Russia - Defense, the US - Defense, Strategic Stability, Nuclear Strategy, Conventional Strategy.*

Giriş

Devletlerin hipersonik füzelere artan bir ilgi göstermeye başlaması, bu silahların askerî güç dengesini nasıl etkileyebileceği sorusunu gündeme taşımıştır. Zira söz konusu füzeler, ses hızının en az beş katı bir hıza ulaşma kapasiteleriyle ve etkili manevra yetenekleriyle, hava unsurları arasında ayrıcalıklı bir konuma sahip olabilecektir. Bu bağlamda, yetkin ülke sayısı hâlihazırda sınırlı olsa da ABD, Rusya, Çin, Hindistan ve Fransa başta olmak üzere, askerî kapasite bakımından

başı çeken ülkeler hipersonik araçlar geliştirme çabalarını yoğunlaştırmaktadır (Speier vd., 2017). Başat askerî güçlerin hipersonik silahlara yatırım yapmaları, kaçınılmaz olarak bunun uluslararası istikrarı nasıl etkileyebileceğini önemli bir soru olarak ortaya çıkarmaktadır. Zira insanın algı yeteneğinin ötesinde bir hız kapasitesine sahip olan hipersonik unsurların öngörüsüz bir şekilde kullanılmalari durumunda, bunun riskli gelişmelere kapı aralaması kuvvetle muhtemeldir. Bu durum siyasetçilerin de gözünden kaçmamaktadır. Almanya Dışişleri Bakanı Heiko Maas'ın belirttiği gibi, sahip oldukları hız ve manevra kabiliyeti ile hipersonik füzeler, karşı tarafa neredeyse hiç zaman tanımayan unsurlardır. Yaşanan sürecin bir bilim-kurgu ürünü olmadığını ve gerçeklik hâlini aldığını vurgulayan Maas, 2019'da hizmete giren Rusya'nın Avangard füzesinin bunu doğruladığını ifade etmiştir (Federal Foreign Office, 2019).

Özellikle 2010'ların başından itibaren hipersonik füze denemelerini yoğunlaştıran devletler, 2010'ların sonuna doğru bu silahları envanterlerine dâhil etmeye başlamışlardır. Rusya'nın stratejik bir hipersonik füze olan Avangard'ı, Çin'in ise hem stratejik hem taktik amaçlı kullanılabilir DF-17 füzesini envanterine katması, bu alanda önemli başarılar olarak kayda geçmiştir (Barrie, 2019). Bu gelişmeler karşısında ABD, rakiplerinin gerisinde kalmamak için hipersonik füze sistemleri geliştirme çabalarını güçlendirmeye başlamıştır. Hâlihazırda hipersonik teknoloji geliştirme konusunda ABD, Rusya ve Çin başı çeken ülkeler olsalar da Hindistan, Avustralya, Fransa, Japonya ve Almanya gibi ülkeler de bu alandaki çalışmalarını yoğunlaştırmaktadır. Bu çalışmalar devam ederken, hipersonik teknoloji konusunda yetkin ülkeler, yakın ilişki içinde oldukları ülkelere teknoloji desteği sunarak, üçüncü aktörlerin hipersonik sistemlere ulaşımını hızlandırmaktadır. Bu minvalde Avustralya'nın HIFIRE (Hypersonic International Flight Research Experimentation) projesine ABD'nin, Hindistan'ın BrahMos-II hipersonik seyir füzesi projesine ise Rusya'nın verdiği katkılar öne çıkmaktadır (Sayler, 2020: 16).

Bu gelişmeler neticesinde hipersonik füzeler devletler arasındaki askerî güç dengesini etkileyebilecek unsurlar olarak gün geçtikçe daha fazla belirginlik kazanmaktadır. Örneğin Hindistan'ın, hipersonik seyir füzesi BrahMos-II ile Pakistan ve Çin karşısında, Çin'in ise DF-17 füzesi ile ABD, Japonya ve Hindistan karşısında stratejik avantaj elde etmesi söz konusu olabilecektir (Barrie, 2019). Teknik bir açıdan hipersonik füzelerin etkisini irdelerken, bu unsurların

etkinliklerinin yalnızca hız kapasitelerinden kaynaklanmadığı ve güçlü manevra kabiliyetlerinin, alçak irtifadan uçabilmelerinin ve hedef isabeti konusundaki yetkinliklerinin de bu silahlara önemli avantajlar sağladığı kaydedilmelidir. Bazı görüşlere göre bu özellikleriyle hipersonik sistemler, askerî rekabette niteliksel bir dönüşüme neden olacak unsurlardır (Simon, 2020; The Economist, 2020). Bazı uzmanlar daha ihtiyatlı bir yaklaşıma sahip olsalar da (Oelrich, 2020; Kofman, 2019) söz konusu silahların bölgesel ve/veya küresel güvenlik alanında yansımalarının olacağı ve devletlerarası askerî rekabete bir etken olarak ekleneceği muhakkaktır.

Hipersonik füzelerin devletlerarası ilişkiler üzerindeki potansiyel etkilerini ölçmek için, öncelikli olarak yöntemsel bir izahata ihtiyaç vardır. Söz konusu füzelerin askerî güç dengesine nasıl tesir edeceği ve bunun uluslararası güvenlik üzerinde nasıl etkiler yaratacağına anlamlı cevaplar üretebilmek için, bu füzeleri devletlerin hangi amaçlarla geliştirmek istedikleri mercek altına alınmalıdır. Hipersonik füzeler, birçok seyir füzesi ve balistik füze gibi, konvansiyonel ya da nükleer başlık taşıyabilme yeteneğine sahiptir. Taktik ya da stratejik amaçlı kullanıma bağlı olarak bu füzeler muhtelif rekabet alanlarında farklı amaçlarla kullanılabilir. Örneğin, nükleer vuruş kabiliyetini güçlendirmek isteyen ülkeler ile nükleer olmayan vuruş kapasitesini geliştirmek isteyen ülkeler için hipersonik füzeler farklı işlevselliklere sahiptir. Bu bağlamda söz konusu füzelerin, konvansiyonel ve nükleer başlıklarla donatıldıklarında nasıl etkiler yaratabileceğinin ayrı vaka incelemeleri üzerinden ele alınması gerekmektedir.

Bu incelemeleri gerçekleştirmeye çalışan bu çalışma hipersonik füzelerin etkisini sorgularken, Rusya-ABD ilişkisine odaklanılacaktır. Rusya, hipersonik silahları nükleer vuruş kabiliyetini güçlendirmek için geliştirirken, ABD, konvansiyonel vuruş kapasitesini arttırmak için bu silahlara yatırım yapmaktadır. Hâlihazırda bu iki ülke arasında askerî bir rekabet yaşanmakta olduğu için, bu rekabeti hipersonik füzelerin ışığında değerlendirerek, bu silahların yaratabileceği olası etkilere dair faydalı bir perspektif sunulabilecektir. Diğer taraftan söz konusu füzelerin, iki önemli askerî güç olan ABD ve Rusya arasındaki stratejik dengeye nasıl tesir edeceğine bakarak, bu silahların uluslararası istikrar üzerindeki etkisine dair aydınlatıcı bir bakış açısı da sunulabilecektir. Kavramsal çerçeveyi netleştirmek amacıyla, bu çalışmada hipersonik füzelerden bahsedilirken, devletlerin son yıllarda yayılma/süzülme ve seyir füzesi kategorisinde envanterlerine katmaya çalıştıkları silahlar kastedilmektedir. Başta balistik füzeler

olmak üzere son yıllarda farklı silahlar da hipersonik seviyeye ulaşabilse de hipersonik füze kategorisinde mütalaa edilen silahlar süratten ziyade manevra kabiliyetleri ile öne çıkmaktadırlar (Egeli, 2020: 1). Bu nedenle bu çalışmada, hipersonik füzeler kapsamında son dönemde öne çıkan söz konusu füze sistemleri esas odak noktasıdır.

Bu çalışmada, Rusya ve ABD arasındaki askerî-stratejik denge merceği altına alınarak, hipersonik füzelerin bu dengeyi nasıl etkileyebileceği sorusuna yanıt aranacaktır. Rusya-ABD ilişkileri özelinde çalışmanın temel bir hipotezi şu şekildedir:

Hipotez-1: Nükleer silahlar üzerine kurulu stratejik denge üzerinde hipersonik füzeler sınırlı bir etkiye sahiptir.

Rusya özelinde bu husus irdelenirken, hâlihazırda kıtalar arası balistik füzeler (ICBM) ve denizaltından gönderilen balistik füzeler (SLBM) ile oluşmuş olan nükleer dengenin stabil olduğu ve hipersonik füzelerin bu dengede kayda değer bir fark yaratmayacağı iddia edilmektedir. Bir diğer hipotez ise şu şekildedir:

Hipotez-2: Hipersonik füzelerin konvansiyonel amaçlı kullanılması, nükleer bir çatışmaya dahi varabilecek istikrarsızlıklar yaratma potansiyeline sahiptir.

Bu çalışmada vurgulandığı üzere, nasıl olsa nükleer başlık kullanılmadığından hareketle hipersonik füzelerle sergilenebilecek ihtiyatsız eylemlerin, stratejik istikrar üzerinde tahrip edici sonuçlar doğurması muhtemeldir. Sahip oldukları yetkin özelliklerle hipersonik füzeler, konvansiyonelden nükleer aşamaya geçiş riskini artıracak unsurlardır. Bu hususları detaylandırarak olan bu çalışma toplam dört bölümden oluşmaktadır. İlk olarak hipersonik silahların, araçların ve füzelerin temel özelliklerine ilişkin bir izahat paylaşılmaktadır. Bu kısmın ardından, devletlerin hipersonik silah sistemleri geliştirme çabalarına dönük bir arka plan sunulmaktadır. Üçüncü bölümde ise Rusya-ABD ilişkilerinde hipersonik füzelerin etkisi, Rusya merkeze alınarak irdelenmektedir. Bu bölümde, iki büyük güç arasındaki “Dehşet Dengesi’nin” hipersonik füzelerden nasıl etkilenebileceği sorusu masaya yatırılmaktadır. Son olarak ise ABD’nin konvansiyonel vuruş yeteneğini güçlendirmek amacıyla hipersonik silahlara yaptığı yatırıma referansla, Rusya-ABD ilişkilerine temas edilmektedir.

Hipersonik Füzelere Yakın Plan Bir Bakış

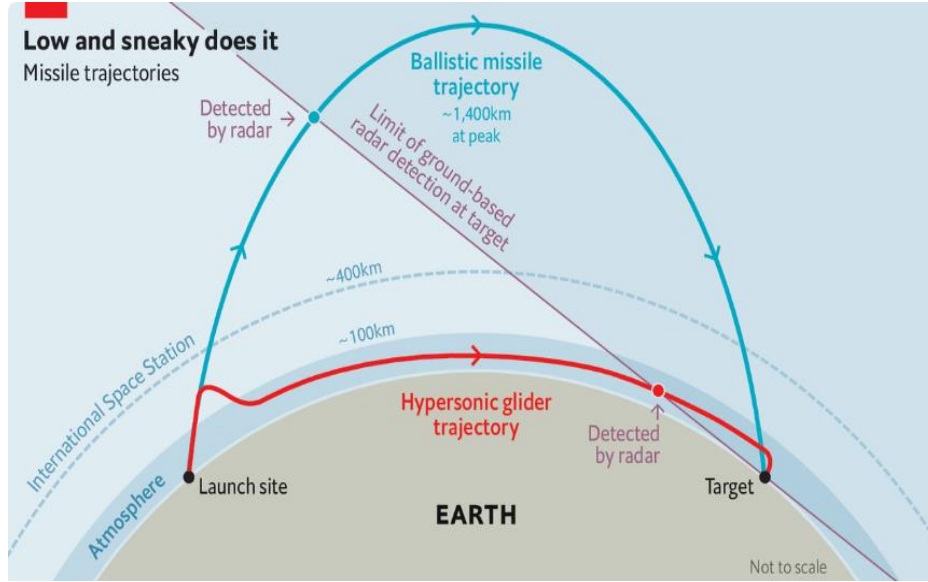
Hipersonik silahların uluslararası istikrarı ne şekilde etkileyebileceğinin izahı için, öncelikle bu silahlardan ne anlaşılması gerektiğinin net bir şekilde ortaya konulması gerekmektedir. Hipersonik terimi ilk olarak Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde görev yapan Hsue-shen Tsien adında bir aerodinamik mühendisi tarafından 1946 senesinde kullanılmış ve bu tarihten itibaren literatüre girmiştir (Lele, 2019: 48). Kelime anlamı itibariyle “hipersonik”, herhangi bir objenin sestem beş kat daha hızlı hareket edebildiğini gösteren Mach 5 limitinin aşılması durumunu tanımlamaktadır. Fizikçi Ernst Mach'ın soyadından türetilmiş olan Mach sayısı, bir objenin hızının ses hızına oranlanmasıyla hesaplanır. Söz konusu bir obje ses hızından daha düşük bir hıza sahip olduğunda subsonik, daha yüksek bir hıza sahip olduğunda ise süpersonik kategorisinde değerlendirilir. Fakat söz konusu objenin hızı ses hızının beş katını aşan bir potansiyele sahipse, bu obje hipersonik kategorisinde mütalaa edilir (NASA-Glenn Research Center). Ses hızının 330 metre/saniye olduğu göz önüne alındığında, hipersonik hıza sahip objeler, saniyede 1,65 km'nin ötesinde yol alabilen unsurlardan oluşur (ya da 6.000 km/saat).

Bu düzeyde bir hıza ulaşabilen unsurların askerî alanda kullanılmalarının önemli etkiler doğurması kuvvetle muhtemeldir. Öncelikle hipersonik silah sistemleri, saldırıya uğrayan devletler için zaman aralığının çok dar olması ve cevap verme kabiliyetinin ciddi ölçüde azalması nedeniyle önemlidir. Bu bağlamda hız, tek değişken olmasa da, hipersonik silahların temel özelliğidir. Aşağıda da değinileceği üzere, uzun bir süredir devletlerin envanterinde yer alan balistik füzeler de hipersonik hız limitine ulaşabilen unsurlardır. Fakat manevra ve alçak irtifadan uçabilme gibi yeni yetenekleri bünyesine katan hipersonik füzeler, işlevsellik anlamında füze sistemlerine ayrı bir boyut kazandırmışlardır. Hipersonik füzeler hem konvansiyonel hem de nükleer başlık taşıyabilmekte olup, literatürde bu unsurlardan bahsedilirken, iki adet silah sistemine atıf yapılmaktadır. Bunlar, Hipersonik Seyir Füzesi (HCM) ve Hipersonik Yayılma (ya da Süzülme) Aracı'dır (HGV).

HCM'ler hâlihazırdaki seyir füzelerinin daha süratli bir şekilde yol alabilen versiyonu olup, bu unsurlar üst düzey hız limitine scramjet motor sistemi sayesinde ulaşmaktadır. Daha geleneksel bir model olan ramjet, bünyesinde sıvı oksijen barındırmakta ve bu maddenin hidrojenle birleşmesi sonucu istenen enerjiyi elde

etmektedir. Fakat bu işleme dâhil edilen oksijen, aracın ağırlığını arttırmakta ve böylece hızını ve menzilini azaltmaktadır. Scramjet sayesinde ise hipersonik araçlar, uçuş hâlinde seyrederken oksijeni dışarıdaki atmosferden içine almakta ve daha sonra bünyesindeki hidrojen yakıtıyla oksijenin birleşmesi sonucu oluşan yanma gücüyle birlikte hipersonik bir hız seviyesine erişmektedir (Missile Defense Advocacy). HCM'ler deniz saldırıları, hava ya da deniz platformlarından kara saldırıları ve komşu ülkeler arasında sınır ötesi ani saldırılar gerçekleştirilmesi düşünülen anlarda işlev görebilecek silahlardır (Gubrud, 2015: 3). HCM'ler seyir füzelerine önemli bir niteliksel katkı sağlamışsa da hipersonik füze sistemlerine yönelik ilginin yoğunlaştığı asıl unsur HGV'lerdir (The Economist, 2019: 67). Zira kıtalar arası balistik füzelerin yerini almaya aday gösterilen bu unsurlar, özellikle büyük güçler arasındaki stratejik denkleme etkileme kapasiteleriyle ayırt edici bir özellik taşımaktadır.

HCM'lerden farklı olarak HGV'ler ilave enerji talep etmeden, yayılma/süzülme hareketleriyle belirli bir hedefe ulaşabilme yeteneğine sahiptir. HGV olarak bilinen füzelerin gönderilmesi balistik füzelere benzer şekilde gerçekleşse de, bu silahları yekdiğerinden ayırıştıran önemli bir teknik özellik mevcuttur; balistik füzeler atmosferin üzerine çıkarak bir yay şeklinde seyahat ettikten sonra hedefe ulaşırken, HGV'ler fırlatma işlemi sırasında kullanılan roketten ayrıldıktan sonra kısa bir süre parabolik bir seyir izlemekte, daha sonra ise atmosfere çok hızlı bir şekilde giriş yaparak yayılma/süzülme hareketleriyle hedefe kilitlenmektedir (Acton, 2018; Gubrud, 2015: 2). Aşağıda Şekil-1'de, mavi renkteki balistik füzenin ve kırmızı renkteki HGV'nin nasıl farklı seyirler izledikleri görülmektedir.



Şekil 1. Balistik Füzeler ve HGV Araçlarının Uçuş Seyirleri (The Economist, 2019: 68)

Balistik füzelere kıyasla daha düşük irtifadan uçabilen HGV'ler, balistik füzelerin takibini yapan radarların kapsamına daha geç girmektedir (Gubrud, 2015: 2). Balistik füzelerin, HGV kategorisindeki silahlarla kıyaslanabilecekleri temel husus ise hızlarıdır. Zira balistik füzeler de hipersonik düzeye ulaşabilme yeteneğine sahiptir. Fakat balistik füzelere karşı devletlerin hava savunma sistemleri füzeleri tespit ve imha edecek şekilde takviye edildiklerinde belli bir koruma kalkması işlevi görebilirken, HGV'lere karşı bu işlev çok daha zordur. Zira HGV'ler etkili manevra yetenekleriyle mevcut füze savunma sistemlerini etkisiz bırakabilecek unsurlardır. Her ne kadar balistik füzelerin taşıdığı savaş başlıkları "sıçrama manevrası ve terminal fazda hareket kabiliyeti ile az çok manevra yapabilir hale gelse de bu kabiliyet sınırlıdır" (Kılıç, 2018). Manevra yetenekleri ile hipersonik füzeler, seyir hâlindeyken bir hedeften farklı bir hedefe yönelebilmek imkânına sahiptir. Bu çerçevede, balistik olmayan hipersonik silah sistemlerinin varacağı hedefin, karmaşık uçuş seyri nedeniyle, son ana kadar bilinmesi mümkün olmayabilir (Wilkening, 2019: 131). Öngörülebilirlik faktörünün zedelenmesi sonucunda devletlerin, ani bir hipersonik saldırıda askerî güçlerini topyekûn kaybetme tehdidini hissetmeleri dahi muhtemeldir (Speier vd., 2017: xiii, 8-9). Manevra yeteneği bakımından HGV'ler ile kıyaslanabilecek asıl unsurlar subsonik

seyir füzeleridir. Fakat bu füzeler, etkili manevra kabiliyetlerine rağmen, düşük bir hız kapasitesine sahiptir. Balistik füzeler ise hız olarak hipersonik seviyeye ulaşırsalar da manevra kabiliyetleri zayıftır (Speier vd., 2017: 7). Böylece manevra yeteneği; hız ve kesinlik gibi etkenlerle birleşince, hipersonik füzelerin ayırt edici niteliği ortaya çıkmaktadır (Egeli, 2020: 1; Mackinnon, 2019; Kılıç, 2018).

Hipersonik füzeler, ICBM ya da SLBM unsurları ile sevk edilebilmektedir. Bununla birlikte, seyir füzesine benzer şekilde, bombardıman uçağı tarafından da sevk edilmeleri mümkündür. Hipersonik füzelerin etkin silah sistemleri olarak mütalaa edilmesinde, hız kapasitelerine rağmen içerdiği unsurların zarar görmemesi belirleyicidir. Zira hipersonik hızda oluşan sürtünme ve sarsıntı o kadar güçlüdür ki, araç bu çevresel yüklerden olumsuz etkilenebilmektedir. Uzmanların aktardığı bilgilere göre, hipersonik bir aracın yapısı kalkışta ve inişte farklı bir nitelik kazanmakta olup, aracın dış yüzeyinde ve yapısal unsurlarında ciddi değişimler meydana gelebilmektedir. Bu bağlamda, hipersonik hıza geçildiğinde oluşan basınç ve ısı nedeniyle hipersonik araçlar henüz hedeflerine ulaşmadan zarar görmekte, hatta parçalanabilmektedir (Leyva, 2017). Hâlihazırda yapılan çalışmalarda özellikle yüksek ısının neden olabileceği sorunların aşılmasına özel bir önem verilmektedir. Hipersonik aracın hızı arttıkça, ısı seviyesi geometrik bir artış göstermektedir. Örneğin Mach 4'te 650 °C'lik bir ısıya ulaşan yüzey tabakası, aracın hızı Mach 6'ya ulaştığında iki misli (1300 °C), Mach 8'e ulaştığında ise dört misli (2600 °C) bir ısı seviyesine ulaşmaktadır (The Military Balance, 2013: 27). Hipersonik hızda sürtünme ve hava direnci nedeniyle oluşabilecek sorunlara cevaben “yüksek ısıya dayanıklı gelişmiş/akıllı malzemeler, minyatürleştirilmiş takat, kontrol ve seyrüsefer sistemleri, gelişmiş uçuş dinamiği modelleme ve simülasyon imkânları” gibi olanaklar kullanılmaktadır (Egeli, 2020: 2). Bir bütünlük içinde ele alındığında, hız limiti üst seviyelere tırmanmasına rağmen gerek güdümlü sistemlerin gerekse mühimmatın oluşan ısınmadan kaynaklı olarak zarar görmemesi, hipersonik araçların başarısının anahtarıdır. Hâlihazırda test edilen hipersonik füzelerin, devletlerin tam teşekküllü olarak kullanımına girmeleri durumunda “malzeme biliminde” önemli bir aşamanın kat edilmiş olduğu gerçeği kanıtlanmış olacaktır (Kofman, 2019).

Hipersonik Silahlara İlerlenen Süreç

Her ne kadar hipersonik füzeler son yıllarda artan bir ilgi görmüşse de bu silahları devletlerin envanterine katmaları yaklaşık bir asırlık bir geçmişe dayanmaktadır. Hipersonik füzelerin gelişim sürecine bakıldığında, 1928 yılında Almanya'da roketle güçlendirilmiş planör füzesinin denemesinin yapılması bu süreçte önemli bir milat teşkil etmiştir (The Economist, 2019: 68). 1930'lu yıllara gelinmesiyle birlikte roket teknolojisine dönük araştırmalarını yoğunlaştıran Almanya, 1941 senesine gelindiğinde ise Aggregat füze serisinin ilki olan Vergeltungswaffe-1 (V-1) adlı modeli kullanıma sokmuştur. Almanya'nın İkinci Dünya Savaşı zamanına denk gelen füze sistemlerine yatırım yapma süreci, Nazilere savaşın son yıllarında artık uçaklarla elde edemedikleri stratejik saldırıları, sınırlı düzeyde de olsa, gerçekleştirme imkânını tanımıştır. Savaş sırasında, Alman mühendis Wernher Von Braun'un çabaları sonucu Vergeltungswaffe-2 (V-2) roketinin seri üretimine geçilmiş ve bu sayede Almanya, bir ada ülkesi olan hasmı Britanya'yı Kıta Avrupa'sından kısa sürede hedef alabilmiştir. Bir ton patlayıcı ihtiva eden 14 metre uzunluğunda bir roketi Britanya'ya yalnızca altı dakikadan az bir sürede ulaştırabilen Almanya, Londra ve Kent gibi şehirlere büyük hasarlar vererek, binlerce insanın hayatına mâl olacak saldırılar gerçekleştirmiştir. V-2'nin tahribat kapasitesinde içerdiği patlayıcı mühimmat önemli bir etken olmuşsa da bu silahı asıl öne çıkaran unsur hız kapasitesi olmuştur. Nitekim saniyede 800 metre mesafe kat eden ve birçok ateşli silahta kullanılan kurşundan dahi hızlı seyreden V-2'nin takip ve tespiti imkân dışında kalmıştır (Bergaust, 2017: 81-82). Saatte 5.400 km yol alabilme kapasitesiyle V-2, hipersonik seviyeyi neredeyse yakalama noktasına gelmiştir (Oelrich, 2020: 38).

Almanya'nın roket teknolojisinde kaydettiği ilerleme, İkinci Dünya Savaşı'nın galip devletlerinin gözünden kaçmamış ve özellikle ABD, Alman mühendislere kucak açan bir politika izlemiştir (Konuyla ilgili bkz; Bergaust, 2017: 87-97; Spangenburg ve Moser, 2008). İkinci Dünya Savaşı sonrası süreçte ABD, savaşın kazanan tarafında yer almasına rağmen özellikle hava unsurlarını daha da güçlendirme ihtiyacı hissetmiştir. Bu hususla ilgili iki faktör belirleyici olmuştur. İlki, o yıllarda sadece ABD'nin sahip olduğu atom bombasının gerekli hedeflere ulaştırılması için yetkin bir hava gücüne ihtiyaç duyulması; ikincisi ise, önceden Nazi Almanya'sı, Soğuk Savaş'ın başlamasıyla ise SSCB'nin ABD ana karasını hedef alabilecek hava unsurları geliştirme çabalarının görülmesi olmuştur.

Bunun karşısında ABD, insanlı ya da insansız, gerekli hava araçlarına sahip olmaya ve böylece askerî rekabette potansiyel rakiplerinin önünde yer almaya çalışmıştır. Hangi silah sistemlerinin geliştirilmesi konusunda müzakereler devam ederken, bir grup bilim adamı, insan beyninin hiçbir mekanik araçla ikame edilemeyeceğini belirterek, pilotlu araçların üretimini müdafaa etmiş; bir diğer grup ise SSCB'nin balistik füze programına yaptığı yatırımın gerisinde kalmamak için insansız hava unsurlarına ağırlık verilmesini önermiştir (Houchin II, 2006: Chapter-1). İkinci Dünya Savaşı'nda elde edilen başarının etkisiyle Amerikan Hava Kuvvetleri'nde ağırlıklı görüş, insanlı hava aracına odaklanması olmuştur (Builder, 2017: 31-32). Fakat ilerleyen yıllarda bu görüş revize edilmiştir. Hava Kuvvetleri Kurmay Başkanı Thomas D. White'ın "süvarilerin atlarına bağlı olduğu gibi, havacılar da uçaklarına bağlı" olduğu görüşünde ifade bulduğu üzere, statüko politikasının bir yana bırakılması ve yeni koşullara adapte olunması gerektiği görülmüştür (Werrell, 1985: 103).

Soğuk Savaş koşullarının belirginleşmesiyle birlikte ABD her iki alanda da çalışmalar yürütürken, hız limitinin üst noktalarına ilk olarak insanlı hava aracı ile ulaşmıştır. 1950'lerden itibaren üzerinde çalışılan X-15 model insanlı hava aracı ile hipersonik limitin ötesine geçilmesinde ilk başarı sağlanmıştır. Uçuş için atmosferin ötesindeki koşulları ve bunun hava araçları üzerindeki etkisini test etmek için geliştirilen X-15 uçağı, 1967 senesinde Mach 6,7'lik bir sürata ulaşarak, bir hız rekoruna imza atmıştır. Öte yandan, ses hızını aşan kıtalar arası seyir füzelerinin geliştirilmesi yönünde çalışmalar da yapılarak, askerî rekabette ABD'ye avantaj kazandıracak yeni yeteneklere ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda takat, güdüm ve fırlatma sistemleri alanlarında çalışmalar yürütülerek ABD'nin roket teknolojisinde ilerlemesine çaba gösterilmiştir (Banham, 2015: 98).

Aşağıda ele alındığı gibi, SSCB'nin ICBM özelinde kat ettiği ilerleme ABD'yi bu alandaki açığı kapatmaya sevk etmiştir. Devlet Başkanı Dwight Eisenhower'ın devreye girmesiyle bombardıman uçaklarına ağırlık verilmesini savunan Hava Kuvvetleri'nin direnci kırılmıştır. Bunun sonucunda 1959 senesinde ICBM programına odaklanması ve uzay yarışında rekabet gücünün artırılması için Vanguard uydusunun fırlatılması, savunma alanındaki öncelikler olarak belirlenmiştir (Builder, 2017: 138). 1959 sonrası dönemde ABD; Atlas, Titan, Minuteman ve MX olarak bilenen dört temel ICBM'ye sahip olmuştur (Norris ve Kristensen, 2009: 64). ICBM alanında Minuteman III özelinde görüldüğü gibi,

software, MIRV teknolojisi ve güdüm sistemi alanlarında kaydettiği ilerlemeyle ABD (The Military Balance, 1978: 3) SSCB ile arasındaki nitelik makasını açmaya çalışmıştır. 23 Mach'lık bir hıza sahip olan Minuteman III gibi ICBM'ler ile hipersonik süratin alt limiti olan 5 Mach'ın yaklaşık 5 kat üzerine çıkmıştır (Air Force Global Strike Command, 2017). Bu füzeler ilk anda tek savaş başlığına sahip olmuşlarsa da 1970'ten itibaren Bağımsız Hedeflenebilir Yeniden Giriş Aracı (MIRV) ile donatılmaya başlamışlardır. Bu sayede ICBM'lere monte edilen savaş başlığı sayısı beş yıldan az bir sürede iki katına çıkmıştır (Norris ve Kristensen, 2009: 64). MIRV özelinde yaşanan gelişme, Manevra Yapabilen Yeniden Giriş Aracı (MARV) özelinde de yaşanmıştır. ABD, 1960'lardan itibaren bu araçların geliştirilmesi konusunda uyguladığı testlerle SSCB'nin önünde yer almıştır (Leggett, 1975: 99; Caston vd., 2014: 69). MARV teknolojisine yapılan yatırımla yüksek isabetlilik, füze savunma sistemlerinin aşılabilmesi ve hareketli hedeflerin vurulabilmesi gibi alanlarda mesafe kat edilmiştir (Caston vd., 2014: 67-69). Savaş başlıklarının etkinliği ve özellikle manevra yeteneği, hipersonik füzelerin performansında da direkt belirleyici olduğu için, ABD'nin kat ettiği ilerlemeler, SSCB'nin bir adım ötesinde olmasına imkân tanımıştır.

Soğuk Savaş'ın diğer cephesinde bulunan SSCB de gerekli hava gücüne sahip olmak için kararlı adımlar atmıştır. Savaş sonrası SSCB safına katılan Alman mühendislerin katkılarıyla V-2 füzesinin benzerinin üretimine başlanmış, 1948 yılında ise V-2 roketinin gelişmiş modeli olan R-1'in (SS-1 Scud) üretimi tamamlanmıştır. Bu sürecin devamında daha da fazla menzile sahip füzelerin üretimine odaklanılmış ve 1949'da R-2 model balistik füzenin testleri başarı ile tamamlanmıştır (Harrison, 2000; Afanasyev, 1998). Bu süreç, ICBM ve SLBM üretimi ile takip edilmiştir. ABD'den beş ay önce SSCB, Ağustos 1957'de, ilk ICBM denemesi gerçekleştirmiş, 4 Ekim 1958'de ise, ABD'nin kaygılarını arttıran bir gelişme olarak, ilk yapay uydu Sputnik'i uzaya göndermiştir (Judt, 2005: 248). Kaydedilen bu başarı ile SSCB topraklarından gönderilen bir füzeyle ABD ana karasının vurulabileceğini gösterilmiştir (Shoumikhin, 2011: 102). Denizden gönderilecek balistik füzelerle ilgili olarak, R-11'in (Scud-A) modifiye edilmiş versiyonu olan R-11M, 1959 yılında Sovyet deniz gücüne katılmıştır. 150 ila 167 km arasında menzile sahip olan R-11M, üretilen ilk SLBM olarak kayda geçmiştir (Federation of American Scientists, 2000).

ABD gibi SSCB de, ürettiği balistik füzelerle hipersonik seviyenin üzerine çıkan araçlara sahip olmuştur. Örneğin ICBM kategorisinde SS-18 Satan, yaklaşık

olarak 28,5 Mach'lık bir hıza erişmiştir (Army Technology, 2013). Füze sistemlerine verdiği önem çerçevesinde SSCB, Soğuk Savaş'ın müteakip yıllarında geride olduğu alanlarda ABD'yi yakalayarak rakibi ile parite noktasında olmaya çalışmıştır. ABD, MIRV ile donatılan ICBM ve SLBM'leri 1970'den itibaren kullanmaya başlamışken, SSCB için bu süreç 1975 yılında başlamıştır (Leitenberg, 1984: 1). İlerleyen yıllarda SSCB daha fazla sayıda MIRV taşıyabilen ve isabetlilik konusunda daha yetkin füzeler üreterek, rakibi ile arasındaki makası kapatmaya çalışmıştır (Norris ve Kristensen, 2009: 68; Walsh, 2008: 32-34; The Military Balance, 1978: 3-4). MARV alanında da benzer bir durum yaşanmıştır. Ronald Reagan döneminde ABD'nin Stratejik Savunma Girişimi konsepti çerçevesinde silah yarışını bir aşama yukarı taşımaya cevap olarak SSCB, MARV teknolojisini geliştirme ve böylece nükleer silahlarla ABD'nin savunma kalkanını delme amaçlı çalışmalarını yoğunlaştırılmıştır (Acton, 2013: 106).

SSCB'nin 1970'lerden başlamak üzere MIRV ve MARV teknolojilerine yaptığı yatırım, hipersonik araçların geliştirilmesi sürecine katkı sunacak bir mahiyet taşımıştır. SSCB'nin hipersonik silahların geliştirilmesine ağırlık verme süreci esas olarak 1980'lerin ortasında Albatross adlı bir projenin hayata geçirilmesiyle başlamıştır (Lele, 2019: 60). Albatross, bir sonraki kısımda ele alınacak olan Avangard projesinin bir ön aşamasını teşkil etmiş ve Rusya'nın HGV kategorisinde hipersonik araçlar geliştirmesinde önemli bir milat olmuştur. Ayrıca bu süreçte SSCB, hipersonik hıza ulaşan uçak, modifiye edilmiş S-200V hava savunma sistemleri ve Kh-80 ve Kh-90 GELA gibi hipersonik seyir füzesi programları ile ses hızının ötesine geçen unsurlar geliştirmeye çalışmıştır (Kofman, 2019). SSCB'nin bu yöndeki çabaları özellikle Soğuk Savaş'ın sonlanma sürecine denk gelmiş ve Sovyet dönemi bitmek üzereyken, Raduga tasarım bürosunda Kh-90 seyir füzelerinin geliştirilmesine başlanmıştır. Bununla birlikte, TU-95 uçaklarında yeni uçuş donanımları test edilerek, hız kapasitesinin üst limitlerine ulaşılmaya çalışılmıştır (The Military Balance, 2013: 27).

SSCB'nin hipersonik araçlara yapmaya başladığı yatırımlar ABD tarafından da yakından takip edilmiştir. ABD'li uzamanlar, SSCB'nin askerî doktrininde "sürpriz" faktörüne vurgu yaparak, olası bir savaş senaryosuna karşı SSCB'nin askerî havacılık ve gözetleme gibi alanlarda kullanılacak ve ayrıca uydu sistemlerine saldırı gerçekleştirebilecek hipersonik silah sistemleri geliştirmeye çalıştığını aktarmışlardır. SSCB'nin Hava Kuvvetleri Komutanı Aleksandr

Yefimov'a atıfta bulunularak, hipersonik özelliğe sahip uçakların önleme uçağı ve gözetleme uçağı olarak kritik görevler ifa edecekleri öngörülmüştür. Her ne kadar 1980'lerin sonlarında yaşanan bu gelişmeler SSCB'nin son lideri Mikhail Gorbaçov'un ABD ile ilişkileri normalleştirmeye çalıştığı zaman diliminde yaşanmışsa da SSCB'nin hipersonik araçlara yapmaya başladığı yatırım, önceki dönemde yaşanan rekabetin ışığında, ABD tarafından yakinen takip edilmiştir (Paragraftaki detaylar için bkz; Johnson, 1988).

Hipersonik Füzeler ve “Dehşet Dengesi”

Soğuk Savaş'ın iki cephesinden birine liderlik eden SSCB'nin 1991 senesinde dağılması, on dört diğer Sovyet cumhuriyeti ile birlikte Rusya Federasyonu'nun yeni ve bağımsız bir devlet olarak uluslararası siyaset sahnesine çıkmasına neden olmuştur. 8 Aralık 1991 tarihli Belavezha Anlaşması ile SSCB resmi olarak ortadan kalktıktan sonra, bu ülkenin hukuki anlamda “devamı” niteliğindeki ülke Rusya Federasyonu olmuştur. Rusya, SSCB'nin imzaladığı uluslararası antlaşmaları devralarak, uluslararası hukuk bağlamında yasal bir mükellefiyete sahip olmuştur (Sakwa, 2008: 368). Bunun uluslararası istikrar açısından önemli bir sonucu söz konusudur: ABD-SSCB arasında stratejik istikrarı sağlamayı amaçlayan köşe taşı niteliğindeki askerî antlaşmaların Soğuk Savaş sonrasındaki taraflarından biri SSCB yerine Rusya olmuştur. Soğuk Savaş sırasında SSCB ve ABD arasında SALT-1, SALT-2, START-1, INF ve Anti-Balistik Füze (ABM) Antlaşması gibi bir dizi kritik antlaşma imzalanarak, ilişkilerde stratejik istikrarın mümkün kılınması konusunda ortak bir irade benimsenmiştir. Bu yöndeki irade, stratejik silah sistemlerinden kaynaklanan tehlikeleri azaltarak, dünyayı nükleer bir savaştan uzak tutma düşüncesine dayanmıştır.

Benzer bir düşünce Soğuk Savaş sonrası dönemde de iki ülkenin liderleri tarafından benimsenmiştir. George H. W. Bush ve Boris Yeltsin arasında 1993'te imzalanan START-2 ve Dimitri Medvedev ve Barack Obama arasında 2010'da imzalanan “Yeni START” (New START) antlaşmalarıyla, nükleer silahlardan kaynaklanan tehlikenin azaltılması iradesi Soğuk Savaş sonrasında da sürdürülmüştür. Fakat bu olumlu süreç, 2001 yılından itibaren önemli engellerle de karşılaşmıştır. ABD'nin 1972 tarihli ABM Antlaşması'ndan 2001 yılında tek taraflı olarak geri çekilmesi, olumsuz gelişmeler bakımından ilk işaret fişegi olmuştur. 2019 yılında ise Donald Trump yönetimi, Orta Menzilli Nükleer Kuvvetler

Antlaşması (INF) olarak bilinen ve 500 ila 5.500 km arasında menzile sahip yerden ateşlenen balistik ve seyir füzelerinin kullanımını yasaklayan antlaşmadan ABD'nin çekildiğini deklare etmiştir. ABD'nin 2021'de sonlanacak olan Yeni START Antlaşması'yla ilgili olarak nasıl bir tavır benimseyeceği ise önemli bir soru olarak ortada durmaktadır. Bu antlaşmanın da öncülleri gibi sonlanması durumunda, iki büyük güç arasında stratejik silah sistemlerinin kontrolünü amaçlayan bütün antlaşmalar geçerliliğini yitirmiş olacaktır.¹

ABD'nin Soğuk Savaş sürecinin bir ürünü olan kritik antlaşmalardan çekilmesi Rusya tarafından tepkiyle karşılanmıştır. Rusya'nın rahatsızlıklarının yoğunlaştığı esas husus ise ABM Antlaşması'nın sonlanması olmuştur. ABM Antlaşması, Soğuk Savaş sırasında iki süper güç arasındaki ilişkiyi Dehşet Dengesi (Mutually Assured Destruction) prensibi üzerinden sabitlemeyi amaçlayan bir inisiyatif olarak 1972'de yürürlüğe girmiştir. Dehşet Dengesi çerçevesinde, nükleer silah kullanmanın kendi yok oluşuna neden olacağını bilen iki ülke, stratejik dengeyi tahrip etmekten kaçınmıştır. ABM'nin temel işlevi ise uluslararası bir antlaşma marifetiyle bu dengeyi yasal bir düzleme oturtmak olmuştur. Muhtevası itibarıyla ABM Antlaşması, SSCB ve ABD'ye sadece iki lokasyona füze savunma sistemleri konuşlandırma hakkı tanımıştır. Bu lokasyonlardan biri başkenti diğeri ise herhangi bir ICBM fırlatma alanını koruma amaçlıdır. Füze savunma sistemlerinin konuşlandırıldığı alanlarda her iki ülke de azami olarak 100'er fırlatma sistemi ve 100'er önleme füzesi bulundurabilmektedir. 1974 tarihli bir protokol ile lokasyon sayısı ikiden bire indirilmiştir. Ayrıca antlaşma, tüm erken uyarı radarlarının imzacı ülkenin sınır boyundaki bölgelere yerleştirilmesini şart koşmuştur. İmzalanan bu antlaşma gereğince, her iki ülke de rakibinin olası bir saldırısında ülkesinin yalnızca sınırlı bir bölgesini koruyabileceğini kabul ederek, balistik füzelerin sağladığı caydırıcılık üzerine kurulacak stratejik dengenin tesis edilmesine onay vermiştir. Böylece ICBM ve SLBM'leri etkisiz hale getirebilecek füze savunma sistemleri konuşlandırılmayarak, Dehşet Dengesi'nin devamı sağlanmaya çalışılmıştır. Nihai kertede, her iki taraf da herhangi bir misilleme ile karşılaşmadan rakibinin nükleer silah envanterini yok edemeyeceğini bildiğinden, nükleer çatışmasızlığın sağlanabileceği öngörülmüştür (Freedman, 2013).

¹ Makalenin yayınlanmasına kısa bir süre kala, ABD'de yeni seçilen Joe Biden hükümeti ile Rusya hükümeti anlaşmış ve Yeni START Antlaşması beş seneliğine uzatılmıştır.

Rusya'nın ABM Antlaşması'nın işlevsiz hale gelmesine dönük itirazları, Soğuk Savaş zamanında tesis edilen stratejik istikrarın bozulması iddiası üzerinden seslendirilmiştir. 2000 yılında Rusya devlet başkanlığına seçilen Vladimir Putin, görevinin ilk yıllarından itibaren ABM Antlaşması'nın önemine dikkat çekerek, bu inisiyatifin geçerliliğini yitirmesinin olumuz tarafına vurgu yapmıştır. Putin, ABM Antlaşması'nın uluslararası güvenlik açısından “köşe taşı” mahiyetinde bir inisiyatif olduğunu vurgulayıp, ABD'nin Polonya ve Romanya'da oluşturmakta olduğu füze savunma sistemleri nedeniyle Rusya'nın stratejik nükleer silahlarının artık tehdit altında olduğunu aktarmıştır. Rusya liderine göre ABD'nin ABM Antlaşması'ndan çekilme kararının sonucu, stratejik dengenin bozulmasıdır ve bu durum uluslararası güvenliği dönük ciddi bir tehdittir (Kremlin, 2017).

Obama döneminde ABD Savunma Bakan Yardımcısı olarak görev alan Nükleer Strateji Uzmanı Brad Roberts'ın belirttiği gibi, Rusya ve Çin gibi güçlü rakipler, ABD'nin “mutlak güvenlik” elde etmek istediğini düşünmektedir. Bu düşüncenin ana eksenini, ABD'nin istediği aktöre istediği zaman saldırma yeteneğine sahip olmayı istemesi, ama misillemeden de muaf kalmaya çalışmasıdır. Roberts, ABD'nin böyle bir düşünceye sahip olduğunu reddetmekle beraber, mutlak güvenlik arayışında bulunulmasının tehlikeli bir gelişme olacağını kabul etmektedir (Sato, 2020). Bunun nedeni, rakip güçlerin önüne kurulan hava ve füze savunma sistemlerinin, bir saldırı durumunda bu aktörlerin ikinci vuruş kapasitelerini etkisiz hale getirebilecek olmasıdır. Nitekim ABD karar alıcıları farklı bir kanaate sahip olsalar da, Rusya tarafındaki hissiyat, ABD'nin rakip aktörlerinin güvenlik ihtiyacını göz ardı ederek, kendi güvenliğini arttırmaya çalıştığı şeklinde olmuştur (Corriere Della Sera, 2015).

ABM Antlaşması özelinde Rusya, Batı'nın dışlama politikasına bir cevap olarak çeşitli adımlar atmış ve bu adımların başında hipersonik füze sistemleri geliştirmek gelmiştir. Böylece, ABD menşeli hava ve füze savunma sistemlerinin Rusya tarafından aşılabileceği kanıtlanmaya çalışılmıştır. Putin'in vurguladığı gibi, füze savunma şemsiyesi oluşturarak stratejik dengeyi bozanlar yanlış bir hesapla Rusya'nın bunu aşamayacağını düşünmüşlerdir. Fakat Rusya, balistik füzelere karşı geliştirilen füzesavarları ekarte edebilecek ve kıtalar arası özelliğe sahip taarruzi hipersonik silahlar geliştirmiştir. Putin aynı görüşünde, güç dengesi sayesinde İkinci Dünya Savaşı'ndan beri büyük savaşların engellenebildiğine dikkat çekerek, geliştirdiği hipersonik silahlarla Rusya'nın stratejik dengenin korunmasına yardımcı olduğunu aktarmıştır (TASS, 2020). Bu hususlar

vurgulanarak, Rusya'nın nükleer caydırıcılığını zayıflatmayı amaçlayan girişimlerin sonuçsuz kaldığı belirtilmiştir.

Yakın döneme ait bir okuma yapıldığında, ABM Antlaşması'nın sonlanması ve Putin'in başkanlığa gelmesinin ilk yıllarından itibaren Rusya'nın hipersonik silah sistemleri geliştirme çabalarına ağırlık verdiği görülecektir. Rusya, 1990'da iki farklı test uçuşu gerçekleştirdiği YU-70 model HGV'nin, 2001 ve 2004 senelerinde yeni testlerini gerçekleştirmiştir (United Nations Office for Disarmament Affairs, 2019: 10). İlerleyen zamanla birlikte Rusya, hipersonik silah sistemleri geliştirme çabalarını yoğunlaştırmıştır. Bu bağlamda, ABD'nin Soğuk Savaş döneminden itibaren hipersonik silahlara yapmış olduğu yatırıma denk bir mesafe kat edilmeye çalışılmıştır. 2012 senesinde Rusya Başbakan Yardımcısı Dimitri Rogozin, ABD'nin hipersonik araçlar üretme konusundaki üstünlüğüne referansla, bu ülkenin muadili bir rakibin ortaya çıkması gerektiğini belirtmiştir. Rekabette geri kalmamak için Rusya hükümeti tarafından gerekli adımlar atılırken, roket sistemleri üretiminde önemli bir bilgi birikimine sahip olan NPO Mashinostroyenia, Taktik Füze Şirketi adlı bir diğer kuruluşun bünyesine katılmıştır. Taktik Füze Şirketi, Raduga gibi güdümlü silah sistemleri üreten firmaları bünyesinde barındıran bir inisiyatif olarak NPO Mashinostroyenia'yı da içine katarak, bir güç birliği oluşturmaya çalışmıştır (The Military Balance, 2013: 26-27).

Bu adımların atılmasını takip eden dönemde Rusya, hem HCM hem de HGV araçları geliştirme konusunda olumlu sonuçlar almıştır. Örneğin, 1.000 km'ye kadar menzile ve yüzlerce kilometre derinlikteki hedefleri imha edebilme kapasitesine sahip olan Zircon 3M-22 hipersonik seyir füzelerinin deneme uçuşlarında sağlanan başarılar, HCM kategorisinde Rusya'nın gerçekleştirdiği ilerlemeyi gözler önüne sermiştir. 8 Mach düzeyinde bir hıza ulaşabilen Zircon'un, ilk aşamalarda konvansiyonel başlık taşıyan gemisavar füze olarak kullanılması düşünülmüşse de, Rus karar alıcılar, Zircon'un Tomahawk füzelerine benzer şekilde hem nükleer hem de konvansiyonel başlık taşımasını tasarlamaktadır. Rus Amiral Vsevolod Khmyrov'un verdiği bilgiye göre, Rus deniz gücü her bir denizaltıdan 40 adet Zircon'u aynı anda ateşleyerek ABD askerî unsurlarını hedef alabilme kapasitesine sahiptir (Global Security).²

² Bu tartışma kapsamında Rusya'nın nükleer güçle çalışan hipersonik seyir füzesi geliştirme yönünde adımlar atmakta olduğu da vurgulanmalıdır. Bu yönde önemli

Rusya'nın hâlihazırda envanterinde bulunan bir diğer hipersonik füze sistemi ise Kinzhal'dır. Hem konvansiyonel hem de nükleer başlık taşıma yeteneğine sahip olan Kinzhal, havadan fırlatılan ve 10 Mach'lık hıza ulaşabilen bir balistik füzedir. Bu sistemin üretilmesinin arkasındaki kuvvetle muhtemel neden, Avrupa'daki NATO unsurlarının kullanımında olan havaalanları, silah depoları ve komuta merkezleri gibi stratejik hedefleri imha edebilmektir. Kinzhal, 1.500-2.000 km menzille görece düşük bir yol alabilme kapasitesine sahip olsa da manevra yeteneği ile ABD'nin Terminal Yüksek İrtifa Bölgesel Savunma Sistemi (THAAD) ve Patriot PAC-3 füze savunma sistemlerini zorlayabilecek bir hipersonik füzedir (Missile Defense Project, 2018a). Öte yandan bazı analizlerde, uygulanan testlerde Kinzhal'ın menzilinın sadece 805 km olarak tespit edildiği hatırlatılarak, Rusya tarafından yapılan açıklamaların doğru bir resim sunmadığı aktarılmaktadır (Majumdar, 2018). Bu durumda, ABD'nin füze savunma unsurları Kinzhal karşısında daha etkili bir işlev görebilecektir. Diğer taraftan, THAAD'ın uçaklar karşısında etkisiz kaldığını belirten farklı analistler, süpersonik hızda uçabilen MiG-31'den gönderilen Kinzhal'ın etkinlik sağlayabileceğini iddia etmektedir. Bu durum tabiatıyla, MiG-31'in Kinzhal'ı ateşlemeden önce ABD kıyılarına yaklaşmasını gerekli kılmaktadır. Kinzhal'ı hedef almak için PAC-2 ve PAC-3 gibi unsurların ise zaman aralığının çok dar olacağı belirtilmektedir (Woolf, 2020: 25; Missile Defense Project, 2018a; Mizokami, 2018).

Uluslararası camia tarafından en fazla ilgi gören Rus hipersonik füze sistemi ise Avangard'dır. Bu füzenin geliştirilmesiyle ABM Antlaşması'nın sonlanması arasında yakın bir ilişki olduğu için, Avangard'a özel bir parantez açılması gerekmektedir. Putin'in 2002 yılında Rusya'nın HGV tarzı hipersonik

ipuçlarından biri Ağustos 2019'da Nenoksa'daki Füze Test Alanında meydana gelen ve yedi kişinin ölümüne neden olan bir patlamadır. ABD istihbarat yetkililerine göre patlama NATO'nun SSC-X-9 Skyfall (Burevestnik) olarak adlandırdığı bir seyir füzsesinin denemesi sırasında gerçekleşmiştir. SSC-X-9 Skyfall'un testleri, Rusya'nın, dünyanın her noktasına ulaşabilecek nükleer güçle çalışan hipersonik seyir füzsesi üretme hedefine matuftur. Testlerin başarıya ulaşması hâlinde ABD'nin füze savunma sitemlerine ciddi zorluklar yaşatılabilecektir. ABD, nükleer güçle çalışan füze üretme konusunu zamanında gündemine almışsa da yaşanan zorluklar ve karşılaşılan başarısızlar nedeniyle bu süreci sonlandırmıştır. Rakibinin aksine Rusya ise bu yönde çalışmalar sürdürmeye devam etmektedir. Fakat Nenoksa'daki kazanın gösterdiği gibi, her ne kadar bir Çernobil meydana gelmemişse de, yapılan çalışmalarda ciddi risk ve zorluklarla karşılaşmaktadır ve nükleer güçle çalışan füze üretiminde başarı sağlanıp sağlanamayacağı konusu hala belirsizliğini korumaktadır (Detaylar için bkz; Sanger ve Kramer, 2019).

silahlar geliştirmesi gerektiği sözü, ABD'nin ABM Antlaşması'ndan çekilme kararına müteakip ilk önemli beyan olmuştur. Kısa süre içinde Rusya, uyguladığı tatbikatlarda HGV araçlarının test uçuşlarını gerçekleştirmeye başlamıştır. Rusya liderliği gerekli adımları atmaya başlamışsa da aynı zamanda ABD ile ABM Antlaşması'nın bir benzerini müzakere edebilmeyi ummuştur. Fakat ABD'nin füze savunma sistemleri geliştirme ve konuşlandırma yönünde verdiği karardan vazgeçmemesi, bu umutları boşa çıkarmıştır. Böylece Avangard'ın gelişim sürecine tekabül eden 2007-2009 arası zaman diliminden itibaren Rusya kararlı adımlarla hipersonik füze geliştirme çabalarını yoğunlaştırmıştır (Starchak, 2019). ABM Antlaşması'nın sonlanmasına ilişkin Putin şu hususun altını çizmiştir: “Bu alanda beraber çalışıp güven ikliminin devamını sağlamaya çalıştık. Bir noktada uzlaşının mümkün olduğunu düşündüsek de bu gerçekleşmedi. Bütün önerilerimiz reddedildi. Ve bundan sonra güvenliğimizi korumak için modern vuruş sistemleri geliştireceğimizi söyledik” (Kremlin, 2018). Aynı konuşmasında Putin, Avangard'ı tanıtırken, hipersonik hızda yol alabilen bu silahın yatay ve dikey olarak güçlü manevra yeteneğine sahip olduğunu vurgulamış ve bu silah karşısında bütün hava ve füze savunma sistemlerinin etkisiz kalacağını belirtmiştir. Böylece nükleer başlık taşıma yeteneğine sahip olan Avangard'ın ICBM'lerin önüne kurulması beklenen füze savunma sistemlerine bir cevap olduğu ve balistik füzeler engellenebilse bile, etkili bir HGV füzesi olan Avangard'ın engellenmesinin mümkün olmadığı mesajı iletilmiştir.

1980'lerde başlayan Yu-70 Albatros programının devamı niteliğinde bir proje olan Avangard (Yu-71), Rusya liderliğinin verdiği bilgiye göre 20 Mach'lık bir hıza ulaşabilmektedir (Claus, 2018: 2). SS-19 ve daha ileriki aşamada RS-28 Sarmat ile taşınması beklenen Avangard'ın 10.000 km menzile sahip olduğu düşünülmektedir (United Nations Office for Disarmament Affairs, 2019: 11). 26 Aralık 2018'de gerçekleştirilen test uçuşunda Avangard, SS-19 ICBM ile Güney Urallar'daki Dombarovski Füz Üssü'nden 5.630 km uzakta Kamchatka Yarımadası'ndaki bir hedefe gönderilmiştir. İstenen sonuçların alınmasına paralel olarak, Aralık 2019 itibarıyla Avangard'ın operasyonel hale geldiği ilan edilmiştir. Resmi bilgi verilmemekle birlikte, Orenburg bölgesindeki Dombarovski Füz Tümeni'ndeki 13. Alayın Avangard savaş başlığı ile donatılmış iki adet SS-19 ICBM teslim aldığı öngörülmektedir. İlerleyen süreçte 13. Alay'a Avangard savaş

başlıklarıyla donatılmış dört adet SS-19 ICBM'nin daha teslim edilmesi beklenmektedir (Woolf, 2020: 20-22).

Rusya liderliği, ABD'nin balistik füze savunma sistemlerine karşı Avangard sayesinde ikinci vuruş yeteneğinin engellenemez hale geldiği düşüncesinden hareketle bu silaha stratejik bir önem atfetmektedir (Woolf, 2020, 20). Diğer taraftan Putin, Avangard gibi hipersonik füzeleri dünyaya tanıtırken, yaşanan süreci bir ilk olarak takdim etmiştir. Atom bombası, stratejik bombardıman uçağı ve füze sistemlerinde önden giden ülkenin hep ABD olduğunu, Rusya'nın ise arkadan geldiğini hatırlatan Putin, hâlihazırda hipersonik füzelerle ilgili yaşanan sürecin bir ilk olduğunu vurgulamıştır. Bu bağlamda, Avangard gibi kıtalar arası mesafe kat edebilen saldırı amaçlı hipersonik silahlar üreten Rusya'nın rakiplerinin önüne geçtiği aktarılmıştır (TASS, 2020). Rusya'nın bu alanda kat ettiği ilerleme ABD'li yetkililerin gözünden kaçmamıştır. ABD'nin nükleer silahlarından sorumlu Hava Kuvvetleri Generali John Hyten, Rusya'nın geliştirmekte olduğu hipersonik silahlara karşı ABD'nin gerekli savunma sistemlerine sahip olmadığını belirtmiştir. Daha önce Rusya'yı ABD için en ciddi tehdit olarak tanımlayan Hyten, ABD'nin Rus hipersonik füzelerine karşı bir savunma kapasitesi olmadığı için, ancak caydırıcılıkla rakibini durdurabileceğini ifade etmiştir (Macias, 2018). Bir bütünlük içinde ele alındığında, gerek Rus gerekse ABD'li yetkililer, Rusya'nın geliştirdiği Avangard tarzı kıtalar arası hipersonik füzelerin "oyun değiştiren" bir boyut taşıdığını belirtmişlerdir.

Hipersonik silahların, Rusya-ABD arasındaki stratejik dengeyi nasıl etkileyeceğini değerlendirirken, Rusya'nın HGV kategorisindeki hipersonik füzelere ağırlık vermeden önce nasıl bir kapasiteye sahip olduğu anlaşılmalıdır. Kıyaslamalı bir analiz üzerinden, Rusya'nın sahip olduğu envantere hipersonik füzelerin nasıl bir katkı sunabileceği netleştirilebilecektir. Bu husus detaylandırılırken, balistik füzelere özel bir parantez açılmalıdır. Öncelikli olarak şu vurgulanmalıdır ki, Rusya ve ABD ölçeğindeki büyük güçler için ICBM ya da SLBM kategorisindeki balistik füzelerin temel işlevi nükleer caydırıcılık tesis etmektir. 3.000 km'ye kadar menzile sahip kısa ve orta menzilli balistik füzeler devletler açısından esas olarak taktiksel düzeyde işlev görürken, ICBM kategorisindeki balistik füzeler stratejik unsurlar olarak görev ifa etmektedir (Arms Control Association, 2017). Bu itibarla, nükleer savaş başlıklarıyla donatılmış stratejik balistik füzeler, devletlere rakiplerini topyekûn imha etme olanağı dahi

tanımaktadır. ABD-Rusya arasındaki askerî güç dengesi, temel olarak bu denklem üzerine kuruludur.

Nuclear Threat Initiative adlı bir kuruluşun hazırladığı bir çalışma bu tartışma bağlamında faydalı bir bakış açısı sunabilecektir. Nuclear Threat Initiative'in ani bir Rus saldırısında ABD'nin karşılaşacağı tabloyu özetlediği bir çalışma, Speier vd. tarafından şu şekilde bir zaman çizelgesi ile özetlenmektedir (Speier vd., 2017: 16; The Nuclear Threat Initiative, 2017).

0. dakika – Rusya yüzlerce kıtalar arası balistik füzeyi ateşler.
1. dakika – ABD uyduları füzeleri tespit eder.
2. dakika – ABD erken uyarı radarı füzeleri tespit eder.
3. dakika – Kuzey Amerika Hava Savunma Komutanlığı (NORAD) bilgiyi değerlendirir.
4. dakika – NORAD Beyaz Saray'a haber verir.
5. dakika – Rus denizaltılardan yeni balistik füzeler ateşlenir.
7. dakika – ABD Başkanı ile danışmanlarının toplanması sağlanır.
13. dakika – Karara varılır.
15. dakika – Emirler iletilir.
20. dakika – Görevliler emirleri alır, kodları çözümler ve doğrular.
23. dakika – Karşı saldırı dizimi tamamlanır, ABD füzeleri ateşlenir.
25. dakika – Rus kıtalar arası balistik füzeleri hedeflerine ulaşır.

Bu Zaman Çizelgesi, ani bir balistik füze saldırısında Rusya'nın ABD'ye neler yaşatabileceğine dair net bir tablo ortaya koymaktadır. Balistik füzeler de hipersonik hız limitine ulaşabildiği için, Rusya'nın yüksek sayıda kıtalar arası balistik füzeyi sevk ederek kısa süre içinde ABD'ye büyük bir tahribat yaşatma kapasitesi zaten elinde bulunmaktadır. 2011 senesinde Putin'in, "Amerika'yı yarım saat ya da daha az bir zamanda yok edebilecek yegâne ülkenin Rusya olduğu" ifadesi, yukarıdaki projeksiyonu doğrulamaktadır (Macias, 2016). Keza ABD Genel Kurmay Başkanı Mark A. Milley'nin, henüz Kara Kuvvetleri Komutanı iken, "ABD'yi imha edebilecek tek ülkenin Rusya olduğu" ifadesi, Rusya'nın elindeki kapasitenin ne gibi sonuçlar yaratabileceğinin muhatabı tarafından da bilindiğini göstermektedir (Leipold, 2015). Bu açıklamaların, Rusya'nın geliştirdiği hipersonik füzelerin uluslararası gündemde yer bulmasından önce yapıldığı göz önüne alınırsa, Rusya'nın zaten balistik füzelerle ABD'ye büyük bir zarar verebileceği, gerek Rus gerekse ABD'li yetkililer tarafından bilinmektedir.

Bu tartışma, hipersonik füzelerin etkisiz olduğu şeklinde bir perspektif sunmamaktadır. Zira hipersonik füzeler, hava ve füze savunma sistemlerine ciddi zorluklar yaşatabilecek unsurlar olarak devletlere önemli avantajlar sağlayabilecektir. Örneğin, ABD'nin GBI ve Aegis füze savunma sistemlerine ait önleme füzeleri uzay boşluğunda işlev görebilirken, atmosfer içerisinde, yani daha alçak irtifadan uçuş yapabilen hipersonik füzelere karşı kullanılmamaktadır. Aynı durum Rusya'nın füze savunma önlemleri için de geçerlidir ve bunlar düşük irtifada uçan HGV'ler gibi unsurlar karşısında etkisiz kalmaktadır. Diğer taraftan, atmosferin üst sınırına yakın bölgede etkili olabilen bir sistem olarak THAAD'ın, HGV'leri önleme noktasında işlev görmesi mümkündür (Oelrich, 2020: 40). Aynı şekilde, Patriot hava savunma sistemleri de hipersonik silahlara karşı terminal safha savunmasında işlev görebilecek unsurlardır. Bu bağlamda, THAAD ve Patriot gibi "nokta savunması" yapabilecek unsurların hipersonik füzelere karşı kullanılması mümkündür. ABD açısından bakıldığında, stratejik öneme haiz hedeflerin, bu ülkenin hâlihazırdaki hava ve füze savunma unsurları ile sınırlı oranda korunmasının yapılması olanak dâhilindedir. Fakat ABD ana karasının tamamını koruyabilmek için ulaşılmaz sayıda THAAD ve Patriot sistemine ihtiyacı vardır (Acton, 2018). Aslında aynı durum balistik füzeler için de geçerlidir. Sınırlı sayıda balistik füzeyle karşı ABD'nin füze savunma altyapısı bir işlev görebilecek olsa da Rusya gibi geniş ICBM ve SLBM envanterine sahip bir ülkeye karşı tam teşekküllü bir füze savunması gerçekleştirmek imkân dışıdır.

Rusya'nın envanterinde bulundurduğu modern ICBM'ler, çoklu ve manevra yapabilen yeniden giriş araçları (yani harp başlıkları) taşıyan ve rakip ülkenin savunma sistemlerini hedef şaşırtarak ekarte etmek için kullanılan çeşitli aldatma önlemlerini (penetration aids) bünyesinde barındıran karmaşık sistemlerdir (Kofman, 2019). Rusya, elindeki ICBM'leri ve sahte hedef taktiklerini uygulayarak, "tehdit bulutu" yaratmak suretiyle ABD'nin hava savunma önlemlerini atlatma ve delme yeteneğine sahiptir (Kofman, 2019). Hâlihazırda muhtelif sayıda SS-18 Satan, SS-27 Topol-M, SS-25 Topol, SS-19 Stiletto ve RS-24 Yars füzelerini elinde bulunduran ve operasyonel hale gelmeyi bekleyen RS-26 Rubezh ve RS-28 Sarmat füzelerini de envanterine katacak olan Rusya, ICBM bakımından tartışmasız şekilde güçlü bir envantere sahiptir (Missile Defense Project, 2018b). Bu envanterle Rusya, ABD'yi nükleer savaş başlığı taşıyan yeterince yüksek sayıda balistik füzeyle vurma imkânına zaten sahiptir.

Bu tartışmanın ortaya koymaya çalıştığı gibi, hipersonik füzeler, Soğuk Savaş'ın bir mirası olan Dehşet Dengesi'ni bozacak unsurlar değildir. Her ne kadar ABM Antlaşması sonlanmışsa da Rusya-ABD arasında stratejik nükleer silahlar üzerine kurulu askerî güç dengesi geçerliliğini korumaktadır. Rusya'nın Avangard gibi hipersonik füzeler geliştirmeyi başarması geniş yankı uyandırsa da bu silahlar, Rusya'nın stratejik nükleer silah envanterine "oyun değiştirecek" unsurlar olarak değil, nükleer caydırıcılığına "ilave bir katman" ekleyecek unsurlar olarak dâhil olmaktadır. Öte yandan ilerleyen dönemde ABD'nin füze savunma alanında yeni yetenekler geliştirmesi senaryosuna karşı Rusya, hipersonik silahlara yaptığı yatırımla ilave bir güvence elde edebilecektir.

Hipersonik Füzeler ve Konvansiyonelden Nükleer Aşamaya Geçiş Riski

Yukarıda tartışıldığı üzere, ABD ile olan rekabetinde Rusya açısından hipersonik füzelerin temel işlevi nükleer vuruş kapasitesi ile ilintilidir. ABD açısından bakıldığında ise farklı bir resim ortaya çıkmaktadır. Zira bu ülke hipersonik füzeleri, konvansiyonel vuruş yeteneğini güçlendirmek amacıyla geliştirmeye çalışmaktadır (Acton, 2018). Yakın zamana ait bir okuma yapıldığında, ABD'nin uzun yıllardır konvansiyonel unsurlarla hedef imhası gerçekleştirme yönünde adımlar atmakta olduğu görülecektir. Bu kapsamda kilometre taşı mahiyetindeki inisiyatif "Ani Küresel Vuruş" (PGS) isimli savunma konseptidir.

2003 yılında Savunma Bakanlığı'nın geliştirdiği PGS, ABD'nin ileri mevcudiyet işlevi gören üslerinin yetersiz kalabileceği durumlarda, kendi ana karasından konvansiyonel vuruşla hasım unsurları hedef alma düşüncesini yansıtmıştır. Bu strateji, yüksek tehdit içeren ve mobil olabilen unsurların ABD'ye zarar verme imkânlarının önüne set çekmeyi amaçlamaktadır. Normalde günler alabilecek operasyon hazırlıkları bir kenara bırakılarak, dakika ya da saatle ölçülebilecek bir zaman diliminde hedef imhasının gerçekleştirilmesi planlanmıştır. PGS konsepti çerçevesinde, bir saatten az bir sürede hasım unsurları etkisiz hale getirebilme yeteneğine ulaşmak, hipersonik silahları önemli bir konuma taşımıştır. Örneğin uçakların kullanılması durumunda, gerek hedefe ulaşmanın daha fazla zaman alacak olması, gerekse operasyonun gerçekleşeceği ülkenin hava savunma sistemlerine yakalanılması gibi risk ve engeller nedeniyle istenen verimin alınmayacağı düşünülmüştür. Daha yavaş uçan seyir füzelerinin kullanılması

durumunda ise kritik hedeflerin zamanında vurulamaması riski hesap edilmiştir. Bu itibarla, hipersonik füzelerle, silah depoları, kitle imha silahları, komuta-kontrol merkezleri ya da siyasi karar mercileri gibi kritik unsurların hızlı ve etkili bir şekilde hedef alınabileceği değerlendirilmiştir (Woolf, 2019: 2-8).

2003'te tanzim edilen bu doktrin üzerinde 11 Eylül 2001 saldırılarının etkisi açıktır. Zira devletten ziyade devlet harici bir aktörün saldırısına maruz kalan ABD, esnek, hızlı hareket edebilen ve karmaşık bir operasyonel yapıya sahip olan terör unsurlarını (Bousquet, 2011) aynı hız, esneklik ve etkinlikle imha edebilme yeteneğine ihtiyaç duymuştur. Tehdit algısını devletlerden ziyade devlet harici aktörlerin şekillendirmesi, savunma konseptinde paradigmatik bir değişikliği beraberinde getirmiştir. Bu paradigma, yaklaşık olarak 2010 yılına kadar devam etmiştir.

11 Eylül atmosferinin gerilemesi ve özellikle büyük güç rekabetinin güçlenmesine paralel olarak ise güvenlik algısında tekrardan bir değişiklik meydana gelmiştir. 2011 yılında Obama döneminde hayata geçen Stratejik Pivot konsepti gereğince ABD, askerî unsurlarını Pasifik'e yönlendirilmeye başlamış ve böylece Güney Çin Denizi'nde etki alanını genişletmekte olan Çin'i daha etkili bir şekilde dengelenmeyi amaçlamıştır. Güçlenmekte olan büyük güçler arası artmakta olan rekabetin diğer bacağına ise Rusya teşkil etmiştir. 2018 senesinde Pentagon'un Nükleer Duruş Değerlendirmesi isimli belgesinde, 2010 yılından geçerli olmak üzere büyük güçler arasındaki rekabetin kızışmakta olduğu belirtilirken, Rusya'ya özel bir vurgu yapılmıştır. 2013'te başlayan Ukrayna krizine referansla Rusya'nın, nükleer silah tehdidinden güç olarak Avrupa'nın haritasını zorla değiştiren ve bölge ülkelerini baskılayan adımlar attığı vurgulanmıştır (Department of Defense, 2018: 6). Bu gelişmelerin NATO coğrafyasına yakın alanlarda yaşanıyor olması nedeniyle, bir NATO ülkesi olan ABD'nin de sorumluluk taşıdığı altı çizilmiştir (Department of Defense, 2018: 30-31).

Rusya merkezli olarak ABD'nin güvenlik tasavvuru bir bütünlük içinde ele alındığında, Rusya'nın stratejik nükleer silahlarla ABD'yi hedef alabilmesi önemli bir güvenlik riskidir. Fakat aynı zamanda, NATO coğrafyasına yakınlığı nedeniyle Rusya'nın ABD müttefiklerini tehdit edebilme olasılığı da ABD tarafından dikkate alınmaktadır. Ortadaki riskler çerçevesinde ABD, muhtelif senaryolara karşı hipersonik füzelerin işlev görebileceği sonucuna ulaşmıştır. Zikredildiği gibi, hipersonik füzeler ABD açısından esas itibarıyla nükleer olmayan vuruş yeteneğine sahip olmak için önemlidir. Soğuk Savaş yıllarından itibaren ABD hipersonik

araçlar geliştirme konusunda avantajlı bir konumda olmuşsa da Rusya'nın bu açığı hızla kapatması, ABD'yi yeni adımlar atmaya sevk etmiştir. Bu itibarla 2010'ların başından itibaren ABD hipersonik sistemler geliştirme konusunda yeni denemeler gerçekleştirmeye başlamıştır. Fakat bu süreç sorunsuz ilerlememiştir. Örneğin, yaklaşık 20 Mach'lık bir hıza ulaşması amaçlanan Hipersonik Teknoloji Aracı (HTV) adlı sistemin 2010 ve 2011'deki denemeleri başarısızlıkla sonuçlanmıştır (Gubrud, 2015: 2). HTV serisinde bir diğer model olan HTV-2'nin performansında da çeşitli sorunlar yaşanmıştır. Taşıyıcı Minotaur IV füzesinin HTV-2'yi istenen seyir düzlemine taşımasında ve HTV-2'nin roket motorundan ayrılmasında başarı sağlanmışsa da aracın 30 dakikada 6.600 km mesafe kat etmesi hedefine ulaşamamıştır. Diğer taraftan, 12 Mach'lık hız limiti ile HTV serisinden daha yavaş bir model olan "Gelişmiş Hipersonik Silaha" (AHW) matuf olarak 2011 yılında bir başka test gerçekleştirilmiştir. Donanma'nın Polaris balistik füzesinden türetilen ve Strategic Target System (STARS) olarak bilinen füze sistemiyle gönderilen AHW, Hawaii'deki Pasifik Füze Test Sahası Tesisi'nden Kwajalein Adası'na kadar 3.860 km'lik bir yol kat edebilmiştir. AHW'nun koni şeklinde bir dizayna sahip olması, yüzeyindeki ısıyı daha kolay dağıtmasına imkân tanımıştır. Böylece, kanat profiline sahip HTV-2'nin karşılaştığı aşırı ısınma sorunundan muaf kalabilmiştir. AHW, 2014 senesinde yeni test sırasında ise fırlatma rampasından ayrıldıktan sonra roket motorunda yaşanan bir sorun nedeniyle infilak etmiştir. 2017 yılında ise ABD Donanması, SLBM vasıtasıyla gönderilen AHW'nun yeni bir denemesini gerçekleştirmiş ve başarılı sonuç alındığı bildirilmiştir (United Nations Office for Disarmament Affairs, 2019: 8; Woolf, 2019: 10-16).

Bu girişimlerden sonra, Amerikan Kara ve Deniz Kuvvetleri'nin ortak kullanımı için tasarlanan Common Hypersonic Glide Body (C-HGB) adlı farklı bir hipersonik füze modelinin çalışmaları başlamıştır. Ekim 2017'de C-HGB'nin ilk testi başarılı bir şekilde sonuçlanmış ve bu başarı Mart 2020'de gerçekleştirilen yeni bir test ile taçlandırılmıştır. C-HGB'nin Kara Kuvvetleri'nin ihtiyaçlarına göre dizayn edilmiş modelinin 2023, denizaltılardan fırlatılacak Deniz Kuvvetleri türevinin ise 2025'ten sonra kullanıma girmesi hedeflenmektedir. ABD Hava Kuvvetleri kullanımına yönelik olarak Havadan Ateşlenen Hızlı Karşılık Silahı (ARRW) ve Hava Soluyan Hipersonik Darbe Silahı (Hypersonic Strike Weapon – Air Breathing) adlı iki yeni sistemin çalışmaları devam etmektedir (Freedberg, 2020).

Bütün bu çabaların konvansiyonel vuruş kapasitesini geliştirmek isteyen ABD için yadsınamaz bir önemi bulunmaktadır. Uzun menzilli sistemler ile hedef imhası gerçekleştirmek ve bunu yüksek kesinlik ile icra etmek için yetkin unsurlara ihtiyaç duyulmaktadır. Kıyaslamalı bir açıdan bakıldığında, isabetlilik bakımından balistik füzelerin yaklaşık 100 metrelik bir hata payına sahip olduğu ifade edilmektedir. Devletlerin konvansiyonel savaş başlıkları ile bir saldırı gerçekleştirmeyi düşünmeleri durumunda ise isabet hassasiyeti bakımından çok daha yetkin sistemlere ihtiyaçları vardır. Zira 100 metrelik bir hata payı, nokta atışı ile imha edilmesi istenen bir hedef için önemli bir sapma oranıdır. Bu bağlamda yüksek isabetlilik ve manevra yetenekleriyle hipersonik füzeler, konvansiyonel başlıklarla hedef imhası için adeta biçilmiş kaftan olarak tanımlanabilecek silahlardır. Taşıma roketinden ayrıldıktan sonra HGV'ler, aerodinamik kaldırma kuvvetinin yardımıyla havada süzülerek binlerce kilometre yol kat edebilmekte ve mükemmelle yakın bir kesinlikle hedefe ulaşabilmektedir (Acton, 2013: 5-6). Bu hususlar, ABD için hipersonik füzelerin nasıl bir işlev göreceği sorusuna bir cevap teşkil etmektedir. Güdümlü silah sistemleri geliştirme konusundaki yetkinliğiyle ABD, hipersonik füzelerle konvansiyonel vuruş kapasitesini yükseltmeyi ve erimini genişletmeyi amaçlamaktadır.

Öte yandan hipersonik silahlarla ilgili ABD'nin izlediği bu politikanın, potansiyel tehlikelere kapı aralaması da kuvvetle muhtemeldir. Zira muhatap devletlerin, ABD menşeli bir hipersonik füzenin konvansiyonel ya da nükleer başlıktan hangisini taşıdığını kestirebilme kapasiteleri sınırlıdır. Yaşanabilecek karışıklıklar, PGS programı için düğmeye basıldığı andan itibaren zihinleri kurcalamıştır. Hipersonik silahların gündeme gelmesinden önce, normalde nükleer başlık taşıyan modifiye edilmiş balistik füzelerle küresel vuruş gerçekleştirilmesi fikri ortaya sürüldüğünde, ABD Kongresi potansiyel riskler nedeniyle bu öneriyi reddetmiştir (Oelrich, 2020: 38). Bu süreçte, 2006 senesinde George W. Bush yönetimi, ABD denizaltılarınca taşınan Trident tipi SLBM'lerin konvansiyonel başlıklarla donatılarak PGS misyonuna uyarlanmasını planlamış, ancak bu plan ABD Kongresi'nin muhalefetiyle karşılaşmıştır. Bunun nedeni, muhatap ülkelerin normalde nükleer başlık taşıyan Trident füzelerinin artık konvansiyonel mi yoksa nükleer başlık mı taşıdığını kestiremeyecek olmaları ve bunun sonucunda nükleer silahla ABD'ye karşılık vermeleri riski olmuştur. Diğer taraftan ABD yönetimi gibi ABD Kongresi de, rakip devletlerin erişimi engelleme / bölgeye sokmama (A2/AD) kabiliyetlerini güçlendirme çabalarının, Çin gibi ülkelerin uydu-savar füze

sistemlerine yaptıkları yatırımın, İran ve Kuzey Kore'den kaynaklanan tehditlerin altını çizerek, ABD'nin PGS kapasitesini güçlendirmesi gerektiğine inanmıştır (Acton, 2013: 1-2). PGS programının kendisine karşı çıkmaktan ziyade Kongre, balistik füzelerin taşıdığı savaş başlıklarından kaynaklanan yanlış anlamalar nedeniyle Çin ve Rusya gibi ülkelerle nükleer bir savaşa girilmesi riskine dikkat çekmiştir (Oelrich, 2020: 38).

Hipersonik füze sistemleri bu tehlikeyi ortadan kaldırmadığı gibi, mevcut belirsizliği daha da arttırabilecek potansiyel bir risk kaynağıdır. Bu riski irdelerken, hipersonik füzelerin yüksek manevra yetenekleri ve düşük irtifadan uçabilme kabiliyetlerinin özellikle altı çizilmelidir. Hipersonik füzelerin en önemli dezavantajı, hedef öngörülebilirliğini azaltmaları sebebiyle potansiyel bir istikrarsızlık kaynağı olmalarıdır. Parabolik bir seyir izleyen balistik füzeler, hangi alanın hedef alındığı konusunda saldırıya maruz kalan ülkelere belirli bir öngörülebilirlik sağlamaktadır. Fakat etkili manevra yeteneğine sahip, yayılma/süzülme hareketleri yapabilen HGV kategorisindeki hipersonik araçların hedeflerinin öngörülebilirliği çok daha azdır. Bir saldırı durumunda, yarı yolda hedef değiştirme amaçlı manevra yapma kabiliyetine sahip bu araçların, ateşlendiklerinde birden fazla ülke tarafından tehdit olarak algılanmaları mümkündür. Örneğin, ABD tarafından Kuzey Kore'ye gönderilen bir hipersonik füze, Çin'e asıl olarak kendisinin hedef alındığını düşündürtebilir ve bu düşünceden hareketle Çin'in ABD'ye misillemede bulunması sonucu doğabilir. Aynı durum Rusya için de geçerlidir. Rusya, ABD'nin İran'ı hedef alarak yolladığı bir hipersonik füzenin, asıl olarak kendisini hedef aldığı endişesine kapılabilir (Lele, 2019: 56).

ABD'nin konvansiyonel hassas güdümlü silahlarla Rusya'nın (ve ayrıca Çin'in) nükleer silahlarını hedef alma ihtimali belirli bir süredir bu ülkelerin hissettikleri bir endişedir (Acton, 2013: 15). Hâlihazırda gerçekleşen denemelerin tamamlanması ve ABD'nin gelişmiş hipersonik füzelerini tam teşekküllü olarak envanterine dâhil etmesi durumunda, potansiyel tehlikelerin güçlenmesi ciddi bir ihtimaldir. Nasıl olsa nükleer başlık kullanılmadığından hareketle ABD'nin sergileyebileceği ihtiyatsız eylemler, saldırıya maruz kalan ülkenin kendi stratejik unsurlarına bir müdahale gerçekleşmekte olduğu kaygısından hareketle nükleer misillemesine sebep olabilir. Nitekim bu yöndeki potansiyel tehlikeler ABD askerî yetkilileri tarafından da fark edilmiş ve belirsizliği gidermek amacıyla çeşitli

öneriler sunulmuştur. Örneğin ABD Hava Kuvvetleri yetkilileri, konvansiyonel savaş başlıkları ile donatılmış füzelerin, nükleer muadillerinden uzak alanlarda, ayrı üslerde muhafaza edilmesini önermişlerdir. Bu bağlamda ABD'nin doğu ve batı kıyılarındaki belirli askerî alanların nükleer olmayan alanlar olarak belirlenmesi önerilmiş ve bu alanlardaki mobil fırlatıcılara veya toprağa yarı gömülü füze fırlatma rampalarına sadece konvansiyonel başlık taşıyan füzelerin yerleştirilmesi teklif edilmiştir. Lokasyon olarak ise ABD'nin batısında Vandenberg hava üssü, doğusunda ise Cape Canaveral üssü önerilmiştir (Woolf, 2019: 11).

Rusya özelinde değerlendirildiğinde, bu şekilde bir adımın teskin edici olmaktan uzak olduğu vurgulanmalıdır. Hâlihazırda Rusya ve ABD arasında ABM Antlaşması'nın sonlanmasından itibaren süregelen güvensizlik ortamı, ABD'nin INF Antlaşması'ndan çekilmesiyle birlikte iyice derinleşmiştir. Rusya açısından irdelendiğinde, ABD'nin tek taraflı güvencelerle nükleer-konvansiyonel ayrımı konusunda bilgilendirici adımlar atmasının ikna edici bulunmaktan uzak olduğu açıktır. Bazı yazarlar, ABD'nin hipersonik füze programının nükleer olmayan savaş başlıkları baz alınarak ilerlediği ve taktik amaçlı kullanılmasının düşünüldüğü görüşü üzerinden iyimser bir yaklaşım sergilese de, bunun rakip aktörlerin kaygılarını azaltması zayıf bir ihtimaldir (Wilkening, 2019: 139). Örneğin, barış dönemlerinde nükleer-konvansiyonel ayrımını netleştirme amaçlı güven artırıcı adımlar atılabilse de kriz ya da çatışma anlarında nükleer başlıkların mahiyeti belli olmayan sevk sistemlerine yüklenmesiyle, bu ayrımın ortadan kalkması söz konusu olabilir (Acton, 2020: 30-31). Bir diğer önemli nokta olarak, nükleer başlıklarla olduğu gibi, konvansiyonel vuruş amacıyla kullanılan başlıklarla da stratejik hedeflerin imha edilebileceği gözden kaçırılmamalıdır. Bir füze, bir ülkenin nükleer silahları veya komuta-kontrol-haberleşme altyapısı gibi stratejik unsurlarını hedef aldığı anda, füze başlığı ister konvansiyonel ister nükleer olsun, saldırıya muhatap kalan Rusya gibi nükleer güçler, mütecevaz eyleme stratejik (nükleer) misilleme ile karşılık verebilir (United Nations Office for Disarmament Affairs, 2019: 21).

Bu riskler karşısında, hipersonik füzelerle ilgili nükleer-konvansiyonel ayrımını esas alan bir düzenlemenin hayata geçirilmesi, nükleer çatışma tehdidini azaltabilecek faydalı bir adım olacaktır. ABD'nin envanterinde bulundurduğu hipersonik füze sistemleri üzerinde Rusya'nın kontrol sağlaması mümkün olmadığına göre, teskin edici yegâne adım, hipersonik füzelerin stratejik dengeyi

tahrip edecek şekilde konvansiyonel başlıklarla donatılmayacağı yönünde bir anlaşmanın ve doğrulama/denetim mekanizmalarının hayata geçirilmesidir. Bu sayede, Soğuk Savaş zamanından beri ICBM ve SLBM unsurları ile tesis edilen “çatışmasızlık üzerine kurulu stratejik istikrarın” devamını sağlamak mümkündür. Öte yandan, burada ifade edilen önerinin uygulanması noktasında bazı zorluklar olduğu da açıktır. ABD’nin PGS programı göz önüne alındığında, konvansiyonel hipersonik füzelerden vazgeçilmesi anlamına gelecek bir mutabakat, bu programın akamete uğramasına neden olacaktır. ABD’nin hipersonik füzeleri konvansiyonel başlıklarla donatma fikrinden vazgeçmemesi ise Rusya’yı her daim tehdit edecektir. Böylece uzlaşmanın önüne engel çıkaran farklılıklar nihai bir çözümü zorlaştırmaktadır.

Ortak zorluklara rağmen, stratejik dengeyi muhafaza edebilmek için rekabeti nükleer seviyede tutma yolu bulabilmek kilit önemdedir. Bunu sağlayabilmenin yolu ise belli başlı adımlarla yapıcı bir ortamın tesis edilmesidir. Örneğin hipersonik silahların üretilmesi için gerekli teknolojisinin kontrolsüz bir şekilde yayılmasının önlenmesi, bu alanda başı çeken iki ülke olarak ABD ve Rusya’nın her ikisi için de önem arz etmektedir. Rusya özelinde hipersonik unsurların yayılmasının önlenmesi, doğudan ya da batıdan gelebilecek olası saldırıların engellenmesi için önemlidir. Örneğin her ikisi de birer ABD müttefiki olan Japonya ve Polonya’nın hipersonik füzelere erişmesi durumunda, Rusya’nın doğu ve batı cephesinden hissettiği tehdidin dozunda kaçınılmaz olarak bir artış meydana gelecektir (Speier, 2017: 40). Müşterek kaygılar çerçevesinde ortak çalışma alanları bulmak ve bunu ikili ya da Çin’in de dâhil olduğu çok taraflı anlaşmalarla taçlandırmak, potansiyel riskleri azaltmaya yardımcı olacaktır. Karşılıklı atılabilecek yapıcı adımlarla, hipersonik füzelerin Dehşet Dengesi üzerine kurulu stratejik istikrarı tehdit etmesi önlenabilir. Konvansiyonel hipersonik füzelerle nükleer tırmanmaya neden olabilecek bir istikrarsızlığın engellenmesi, hem ABD hem de Rusya ve onlarla birlikte dünyanın geri kalanının çıkarıdır.

Sonuç

Bu çalışmada hipersonik füzelerin Rusya-ABD arasındaki stratejik istikrarı nasıl etkileyebileceği sorusuna yanıt aranmıştır. Askerî-stratejik konu başlıkları arasında hipersonik füzeler önem kazanmaya başladığı için, uluslararası sistemde

iki büyük nükleer güç olan Rusya ve ABD arasındaki ilişki merceğe altına alınarak, hipersonik füzelerin potansiyel etkileri sorgulanmıştır. Bu yönde bir sorgulama, hipersonik füzelerin sahip oldukları özellikler nedeniyle, uluslararası güvenlik üzerinde yaratabileceği etkilerin anlaşılması bakımından önemli bir gerekliliktir. Zira sest en az beş kat hızla hareket edebilen ve ayrıca güçlü manevra yeteneği ve görece alçak irtifalardan uçabilme özelliğine sahip olan hipersonik füzeler, hâlihazırdaki hava ve füze savunma sistemlerine ciddi zorluklar yaşatabilecek sistemlerdir. Bu sistemlerin olası etkilerini incelerken, hipersonik füzeleri devletlerin hangi güvenlik ihtiyacına binaen envanterlerine dâhil etmek istediklerinin netleştirilmesi gerekmektedir. Zira hipersonik füzeler kullanım amaçlarına bağlı olarak farklı sonuçlar yaratabilecek olup, bu füzelere sahip olmak isteyen devletlerin konvansiyonel ya da (bu devletler nükleer silaha sahipeler) nükleer vuruş kapasitesini güçlendirme opsiyonlarından hangisini öncelikledikleri önemli bir sorudur. Bu soruya yanıt bulmak amacıyla, Rusya'nın hipersonik füzeleri nükleer, ABD'nin ise konvansiyonel başlıklarla donatmak istemesi dikkate alınarak, bu iki ülke arasındaki askerî rekabet üzerinde hipersonik füzelerin olası etkileri incelenmiştir.

Rusya özelinde irdelendiğinde ulaşılan sonuç, Rusya-ABD ilişkilerinde Soğuk Savaş zamanında tesis edilen “Dehşet Dengesi” üzerinde hipersonik füzelerin kayda değer bir etki yaratmadığıdır. Rusya, hâlihazırda elinde bulundurduğu geniş stratejik füze envanteri ile ABD'nin hava savunma altyapısını ekarte edebilecek bir kapasiteye sahip bulunmaktadır. Bunun anlamı, ICBM ve SLBM unsurları ile Rusya'nın ABD'yi topyekûn imha etme kabiliyetine zaten sahip olduğudur. Hipersonik füzelerin ise bu dengeyi etkilemeleri muhtemel görünmemektedir. Hipersonik füzelerden bağımsız olarak, Rusya'nın elindeki geniş stratejik füze envanterinin nükleer vuruş yeteneği bakımından bu ülkeyi güçlü bir konuma taşıdığı vurgulanmıştır. Bu tartışmadan, nükleer başlık taşıyabilen hipersonik füzelerin işlevsiz olduğu gibi bir sonuca ulaşılmamıştır. Zira Rusya'nın büyük önem atfettiği nükleer caydırıcılık faktörüne hipersonik füzeler ilave bir katman olarak eklenmektedir. Fakat bu husus, Rusya-ABD arasındaki stratejik dengede hipersonik silahları (Rusya açısından) “oyun değiştirecek” silahlar hâline getirmemektedir. Öte yandan, ABD'nin füze savunma alanında gelecekte yapması muhtemel teknolojik ve yetenek sıçramaları karşısında Rusya,

stratejik nükleer füzeleri sayesinde caydırıcılığını sürdürme güvencesi elde etmektedir.

Rusya'dan farklı olarak hipersonik füzelerin ABD için temel işlevi konvansiyonel vuruş yeteneğini güçlendirme çabası ile ilintilidir. 11 Eylül saldırılarından itibaren ABD, hasım unsurları kendi ana karasından hedef almasına imkân tanıyacak ve böylece küresel vuruş kapasitesini güçlendirecek hipersonik silah geliştirme çalışmalarına ağırlık vermiştir. ABD açısından, 2010'dan itibaren Çin ve Rusya ile büyük güç rekabetinin önem kazanmasıyla, konvansiyonel vuruş programı, bu rekabeti esas alan bir çerçevede revize edilmiş ve hipersonik füzeler de bu stratejinin bir parçası olmuştur. Fakat ABD'nin amaçladığı gibi, hipersonik füzelerin konvansiyonel başlıkla donatılması, Rusya ile olan rekabette tehlikeli gelişmelere neden olabilecek riskleri beraberinde getirmektedir. Bu risklerden ilki, balistik füzeler özelinde olduğu gibi, hipersonik füzeler özelinde de nükleer-konvansiyonel başlık ayrımının saldırıya uğrayan ülke tarafından yapılmasının zorluğudur. Böylece konvansiyonel bir saldırıya nükleer silahla karşılık verilmesi riski söz konusudur. İkinci bir risk, hâlihazırda Rusya, ABD'nin hassas güdümlü silahlarla Rus stratejik unsurlarını hedef alabileceği kaygısını hissederken, hipersonik füzelerin bu kaygıyı daha da arttıracak olmasıdır. Hız, manevra, alçak irtifadan uçuş yeteneğine ve yüksek isabet oranına sahip olan hipersonik füzeler, binlerce kilometre yol kat edebilmektedir. ABD, hipersonik füzelerle farklı devletleri hedef almak istese bile, Rusya'nın söz konusu saldırının esas olarak kendisini hedef aldığı düşünmesi, bu düşünceden hareketle misillemede bulunması ve bu gelişmelerin öngörülemeyen risklere neden olması muhtemeldir. Bir diğer risk ise ABD konvansiyonel başlıkla bir hipersonik saldırı gerçekleştirse dahi, bunun stratejik sonuçlar doğurması ihtimalidir. Bu nedenle, özellikle nükleer altyapısına hizmet eden stratejik unsurların saldırıya uğraması durumunda Rusya'nın nükleer misilleme seçeneğine başvurması gibi bir ihtimal söz konusu olabilecektir.

Bu tartışmalardan çıkan sonuç, hipersonik füzelerin Rusya-ABD ilişkileri üzerinde istikrarsızlık yaratma ihtimalinin olduğu; fakat bu ihtimalin nükleer unsurlardan değil konvansiyonel unsurlardan kaynaklandığıdır. Rusya-ABD ilişkisi baz alınarak çalışmanın iki hipotezini destekleyen bulgular şu şekilde özetlenebilir: hipersonik füzelerin nükleer amaçla kullanımı düşünülürse, bunun stratejik denge üzerinde kayda değer bir etkisi bulunmamaktadır. Hâlihazırda gerek Rusya gerekse

ABD, muhatabının füze savunma önlemlerini delebilecek stratejik füzelere sahiptir. Bu bağlamda, hipersonik füzelerin “Dehşet Dengesi” üzerinde “oyun değiştiren” bir etkisi bulunmamaktadır. Fakat hipersonik füzelerin konvansiyonel vuruş yeteneğini güçlendirmek amacıyla kullanımı düşünüldüğünde, bunun stratejik istikrar üzerinde tahrip edici etkileri olabilir. Hipersonik silahlar nükleer değil konvansiyonel başlık taşıdığı gerekçesinden hareketle sergilenebilecek ihtiyatsız eylemler, konvansiyonelden nükleer seviyeye tırmanma riskini doğurmaktadır. Bu nedenle, Rusya ve ABD gibi iki başat askerî gücün ilişkilerindeki stratejik dengenin muhafazası için, hipersonik silahların konvansiyonel başlıkla kullanılmayacağı yönünde bir anlaşmaya varılması büyük önem taşımaktadır. İki büyük güç arasındaki rekabeti nükleer silahlar seviyesinde tutabilmek, stratejik istikrar için kritik bir ön koşuldur.

Extended Summary

Among various weapons systems that create “game changing effects”, hypersonic missiles have garnered increasing attention internationally. Academics, experts and policy-makers have all grappled with the potential impacts of such highly-capable weapon systems as hypersonic missiles given their ability to overwhelm the existing defense systems. These weapons derive their effectiveness from their ability to travel at least five times greater than the speed of sound, while flying at low altitude and ably maneuvering to overcome missile defenses.

The weapon systems that are classified as hypersonic missiles are divided into two main categories, which are hypersonic cruise missiles (HCM) and hypersonic glide vehicles (HGV). Although HCMs constitute a qualitative leap in terms of the effectiveness of cruise missiles, attention has mainly focused on those missiles known as the HGVs. This is because HGVs are argued to possess the required qualitative characteristics to replace intercontinental ballistic missiles (ICBM), thus potentially generating impacts on international stability. Indeed, although ballistic missiles can also travel at hypersonic speeds, HGVs follow a non-ballistic trajectory and perform fast maneuvers to avoid interception while travelling intercontinental distances at hypersonic speeds.

Given the effectiveness of hypersonic missiles, it is imperative to assess their potential impacts on strategic balance. Similar to ballistic or cruise missiles, hypersonic missiles can be armed with conventional or nuclear warheads. This

makes it necessary to offer two case studies to measure the impact of these weapons. In this manuscript, this was achieved by focusing on the strategic relationship between Russia and the US in the light of their respective hypersonic programs. As military rivals, these two states have diverging goals regarding their wish to develop hypersonic missiles. While Russia invests in these missiles to bolster its strategic nuclear arsenal, the US intends to utilize them for conventional purposes.

Given its rivalry with the US, Russia has long been dismayed by its counterpart's withdrawal from the ABM Treaty, which purportedly threatens Russia's strategic arsenal. This concern has been highlighted by the Russian leadership as the main reason for Russia to begin to develop hypersonic systems. In its endeavor to build missiles that can overcome defense systems, Russia has introduced a number of hypersonic weapons such as Kinzhal, Zircon and Avangard, the last of which has been the center of attention. Despite much praise bestowed upon Russia for developing such a weapon as Avangard (an HGV type weapon), it is unlikely to alter the strategic balance between Russia and the US. This is because Russia already possesses a formidable strategic missile arsenal with which to inflict intolerable harm on the US. Russia's large ICBM inventory provides it with the capability to fire hundreds of nuclear-armed ICBMs and SLBMs against the US and in the face of such a salvo, the U.S air defense infrastructure would easily be overwhelmed. Hence, although hypersonic missiles may help Russia bolster its nuclear deterrence, their ability to upset the strategic stability between the two states is rather limited.

As opposed to nuclear armed-hypersonic weapons, conventionally-armed ones are a potential source of trouble as far as the preservation of strategic stability between Russia and the US is concerned. As the US pursuit of hypersonic weapons is geared towards the goal of bolstering its conventional strike capability, this could pose a number of significant security risks for Russia. For one, it may be unlikely for Russia to distinguish between conventional and nuclear-armed hypersonic missiles, when it detects the flight of such weapons close to its borders. Even if the US aims its weapons towards different targets, the fact that HGV type weapons are capable of flying thousands of miles before they dive onto their target may create unintended consequences such as Russia's conventional or nuclear retaliation. The

risks would be compounded if there is a volatile security environment, thus complicating threat assessments.

It is concluded in this article in the context of Russia-US relations that strategic stability faces less risk if hypersonic missiles are intended for nuclear purposes. As a product of the Cold War, “Mutually Assured Destruction” between Russia and the US is still in place thanks to the presence of ICBM inventories, and hypersonic weapons are unlikely to upset this relationship. On the other hand, great risks may arise if the US, the side that seeks to utilize hypersonic systems for conventional purposes, goes ahead with its intention to develop non-nuclear hypersonic strike systems. Imprudent behavior with conventionally-armed hypersonic missiles may lead to serious escalations, given these missiles’ irregular and unpredictable flight patterns.

Kaynakça

Kitaplar

- Acton, J. M. (2013). *Silver Bullet? Asking the right questions about Conventional Prompt Global Strike*. Washington, DC: Carnegie Endowment for International Peace.
- Acton, J. M. (2020). *Is it a nuke: Pre-launch ambiguity and inadvertent escalation*. Washington DC: Carnegie Endowment for International Peace.
- Banham, R. (2015). *Higher: 100 years of Boeing*. San Francisco: Chronicle Books.
- Bergaust, E. (2017). *Wernher von Braun*. Lanhan: Stackpole Books.
- Builder, C. H. (2017). *The Icarus syndrome: The role of air power theory in the evolution and fate of the U.S. Air Force*. Oxon: Routledge.
- Caston, L., Leonard, R.S., Mouton, C.A., Ohlandt, C. J. R., Moore, S.C., Conley, R.E. and Buchan, G. (2014). *The Future of the U.S. Intercontinental Ballistic Missile Force*. Santa Monica: RAND Corporation.
- Harrison, M. (2000), New postwar branches (1): Rocketry. J. Barber ve M. Harrison (Ed.), *The Soviet Defence-Industry Complex from Stalin to Khrushchev*. Basingstoke: Macmillan.
- Houchin II, R.F. (2006). *US hypersonic research and development: The rise and fall of Dyna-Soar, 1944–1963*. Oxon: Routledge.

- Judt, T. (2005). *Postwar: A history of Europe since 1945*. New York: The Penguin Press.
- Leggett, R. L. (1975). Additional separate views of Hon. Robert L. Legett. *House Reports Vol. 1-3, Miscellaneous Reports on Public Bills III*, Washington: United States Government Printing Office.
- Lele, A. (2019). *Disruptive technologies for the militaries and security*. Singapore: Springer Nature.
- Sakwa, R. (2008). *Russian Politics and Society*. Oxon: Routledge.
- Spangenburg R. and Moser D. K. (2008). *Wernher von Braun: Rocket Visionary (Revised Edition)*. New York: Chelsea House Publishers.
- Shoumikhin, A. (2011). Nuclear weapons in Russian strategy and doctrine, S. J. Blank (Ed.), *Russian Nuclear Weapons: Past, Present and Future*. Carlisle: U.S. Army War College Press.
- Speier, R. H., Nacouzi, G., Lee C. A ve Moore, R. M. (2017). *Hypersonic Missile Nonproliferation: Hindering the Spread of a New Class of Weapons*. Santa Monica: RAND Corporation.
- United Nations Office for Disarmament Affairs. (2019). *Hypersonic weapons: A Challenge and Opportunity for Strategic Arms Control*. New York: United Nations Publication.
- Walsh, D. M. (2008). *The Military Balance in the Cold War: US Perceptions and Policy, 1976–85*. London: Routledge.
- Werrell, K. P. (1985). *The Evolution of the Cruise Missile*. Alabama: Air University Press.

Makaleler

- Afanasyev, I. (1998). The legacy of the V-2: The First Soviet ballistic missiles. *The Journal of Slavic Military Studies*, 11(4), 164-174.
- Bousquet, A. (2011). Complexity theory and the War on Terror: Understanding the self-organising Dynamics of leaderless jihad. *Journal of International Relations and Development* 15(3), 345-369.

- Claus, M. (2018). 'Russia Unveils New Strategic Delivery Systems. *Jane's Intelligence Review*, April 11, 2018.
- Gubrud M. (2015). Going too fast: Time to ban hypersonic missile tests?. *Bulletin of the Atomic Scientists*. 71(5), 1-4,
- Leyva, I. A. (2017). The relentless pursuit of hypersonic flight. *Physics Today* 70, 11(30), 31-36.
- Norris, R. S. ve Kristensen H. M (2009). Nuclear U.S. and Soviet/Russian intercontinental ballistic missiles, 1959-2008, *Bulletin of the Atomic Scientists*, 65(1), 62-69.
- Oelrich, I. (2020). Cool your jets: Some perspective on the hyping of hypersonic weapons. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 76(1), 37-45.
- Starchak, M. (2019). Complexities and challenges of Russia's Avangard hypersonic glide reentry vehicle. *James Town (Eurasia Daily Monitor)*, 16(30).
- The Economist (2019). Missile technology: Hypersonic boom. April 6th–12th, 67-69.
- The Military Balance. (1978). The United States and the Soviet Union, 78(1), 3-11.
- The Military Balance. (2013). Chapter one: Conflict analysis and conflict trends, 113(1), 7-40.
- Wilkening, D. (2019). Hypersonic weapons and strategic stability. *Survival*, 61(5), 129-148.

Raporlar & Analizler

- Acton, J. M. (2018). Hypersonic weapons explainer, April 02, 2018, 15.02.2020 tarihinde <https://carnegieendowment.org/2018/04/02/hypersonic-weapons-explainer-pub-75957> adresinden alınmıştır.
- Air Force Global Strike Command. (2017). LGM-30G Minuteman III, April 16, 2017, 09.08.2020 tarihinde <https://www.afgsc.af.mil/Library/Fact-Sheets/Display/Article/630719/lgm-30g-minuteman-iii/> adresinden alınmıştır.

- Arms Control Association. (2017). Worldwide ballistic missile inventories, 2017, December, 05.04.2020 tarihinde <https://www.armscontrol.org/factsheets/missiles> adresinden alınmıştır.
- Army Technology. (2013). The 10 longest range Intercontinental Ballistic Missiles (ICBMs), November 3, 2013, 10.08.2020 tarihinde <https://www.army-technology.com/features/feature-the-10-longest-range-intercontinental-ballistic-missiles-icbm/> adresinden alınmıştır.
- Barrie, D. (2019). Unstable at speed: Hypersonics and arms control, October 18, 2019, 18.04.2020 tarihinde <https://www.iiss.org/blogs/military-balance/2019/10/hypersonics-arms-control> adresinden alınmıştır.
- Department of Defense. (2018). Pentagon Nuclear Posture Review, February 2018, 24.03.2020 tarihinde <https://media.defense.gov/2018/Feb/02/2001872886/-1/-1/1/2018-Nuclear-Posture-Review-Final-Report.Pdf> adresinden alınmıştır.
- Federation of American Scientists. (2000). R-11FM / SS-1b Scud, July 12, 2000, 07.08.2020, <https://fas.org/nuke/guide/russia/slbm/r-11fm.htm> adresinden alınmıştır.
- Freedman, L. (2013). Anti-Ballistic Missile Treaty. October 10, 2013, 12.04.2020 tarihinde <https://www.britannica.com/event/Anti-Ballistic-Missile-Treaty> adresinden alınmıştır.
- Global Security. SS-N-33 - T3K22 Zircon/Tsirkon/3M22 rocket, 12.04.2020 tarihinde <https://www.globalsecurity.org/military/world/russia/zircon.htm> adresinden alınmıştır.
- Johnson. R. F. (1988). Soviet applications for hypersonic vehicles. Aircraft Design, Systems and Operations Conference, 10.04.2020 tarihinde <https://arc.aiaa.org/doi/abs/10.2514/6.1988-4507> adresinden alınmıştır.
- Kılıç, K. (2018). Geleceğin füzeleri saatte 6 bin kilometre hızla uçacak -1, Ağustos 18, 2018, 02.04.2020 tarihinde <http://www.kokpit.aero/hakan-kilic-hipersonik-fuzeler-1> adresinden alınmıştır.
- Kofman, M. (2019). Russia's Avangard hypersonic boost-glide system, January 11, 2019, 22.12.2019 tarihinde <https://russianmilitaryanalysis.wordpress.com/>

-
- 2019/01/11/ russia-s-avangard-hypersonic-boost-glide-system/ adresinden alınmıştır.
- Leitenberg, M. (1984). Case study 3: The origin of MIRV, 09.08.2020 tarihinde <https://fas.org/man/eprint/leitenberg/mirv.pdf> adresinden alınmıştır.
- Majumdar, D. (2018). Russia: New Kinzhal aero-ballistic missile has 3,000 km range if fired from supersonic bomber, July 18, 2018, 04.08.2020 tarihinde <https://nationalinterest.org/blog/buzz/russia-new-kinzhal-aero-ballistic-missile-has-3000-km-range-if-fired-supersonic-bomber> adresinden alınmıştır.
- Missile Defense Advocacy. Hypersonic Weapon Basics, 03.04.2020 tarihinde <https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/missile-basics/hypersonic-missiles/> adresinden alınmıştır.
- Missile Defense Project. (2018a). Kinzhal, March 27, 2018, 12.04.2020 tarihinde <https://missilethreat.csis.org/missile/kinzhal/> adresinden alınmıştır.
- Missile Defense Project. (2018b). Missiles of Russia, June 14, 2018, 13.04.2020 tarihinde <https://missilethreat.csis.org/country/russia/.COPY> adresinden alınmıştır.
- Missile Defense Advocacy. (1973). Soviet MIRV's, August 18, 1973, 07.08.2020 tarihinde <https://www.nytimes.com/1973/08/18/archives/soviet-mirvs.html> adresinden alınmıştır.
- Mizokami, K. (2018). Russia shows off its latest hypersonic missile, March 12, 2018, 04.08.2020 tarihinde <https://www.popularmechanics.com/military/weapons/a19410091/russia-shows-off-its-latest-hypersonic-missile/> adresinden alınmıştır.
- NASA-Glenn Research Center. Mach Number, 01.04.2020 tarihinde <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/mach.html> adresinden alınmıştır.
- Sayler, K. M. (2020). Hypersonic weapons: Background and issues for Congress, March 17, 2020, 18.04.2020 tarihinde <https://fas.org/sgp/crs/weapons/R45811.pdf> adresinden alınmıştır.

Simon, S. (2020). Hypersonic missiles are a game changer, January 2, 2020, 18.04.2020 tarihinde <https://www.nytimes.com/2020/01/02/opinion/hypersonic-missiles.html> adresinden alınmıştır.

The Nuclear Threat Initiative. (2017). Is launch under attack Feasible?, August 24, 2017, 04.04.2020 tarihinde <https://www.nti.org/analysis/articles/launch-under-attack-feasible/> adresinden alınmıştır.

Woolf, A. M. (2019). Conventional Prompt Global Strike and Long-Range ballistic missiles: Background and issues, August 14, 2019, 06.04.2020 tarihinde <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R41464> adresinden alınmıştır.

Woolf, A. M. (2020). Russia's nuclear weapons: Doctrine, forces, and modernization, January 2, 2020, 14.04.2020 tarihinde <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45861> adresinden alınmıştır.

Haber Kaynakları

Corriere Della Sera. (2015). Vladimir Putin, Interview, June 6, 2015, 08.04.2020 tarihinde http://www.corriere.it/english/15_giugno_07/vladimir-putin-interview-to-the-italian-newspaper-corriere-sera-44c5a66c-0d12-11e5-8612-1eda5b996824.shtml?refresh_ce-cp adresinden alınmıştır.

Egeli, S. (2020). Hayaldi Gerçek Oldu! Hipersonik Silahlar. *Güvenlik Yazıları Serisi*, No: 51. 07.08.2020 tarihinde https://trguvenlikportali.com/wp-content/uploads/2020/03/HipersonikSilahlar_SitkiEgeli_v.2.pdf adresinden alınmıştır.

Federal Foreign Office. (2019). Speech by Federal Foreign Minister Heiko Maas at the Conference 2019 Capturing Technology. Rethinking Arms Control, March 15, 2019, 19.04.2020 tarihinde <https://www.auswaertiges-amt.de/en/newsroom/news/maas-conference-2019-capturing-technology-rethinking-arms-control/2199902> adresinden alınmıştır.

Freedberg JR., S. J. (2020). Hypersonics: Army, Navy Test Common Glide Body, March 20, 2020, 11.04.2020 tarihinde, <https://breakingdefense.com/2020/>

- 03/hypersonics-army-navy-test-common-glide-body/ adresinden alınmıştır.
- Kremlin. (2017). Vladimir Putin's interview with Le Figaro", May 31, 2017, 10.03.2020 tarihinde <http://en.kremlin.ru/events/president/news/54638> adresinden alınmıştır.
- Kremlin. (2018). Presidential Address to the Federal Assembly, March 1, 2018, 14.04.2020 tarihinde <http://en.kremlin.ru/events/president/news/56957> adresinden alınmıştır.
- Leipold, J.D. (2015). Russia No.1 threat to US, November 10, 2015, 07.04.2020 tarihinde <https://www.army.mil/article/158386> adresinden alınmıştır.
- Macias. A. (2016). Putin once casually said over dinner that he could destroy America in a half-hour or less, September 13, 2016, 05.04.2020 tarihinde <https://www.businessinsider.com/putin-said-he-could-destroy-the-us> adresinden alınmıştır.
- Macias, A. (2018). Here's what the US should do if Russia launches a nuclear attack, according to the top American nuclear commander, March 21, 2018, 01.04.2020 tarihinde <https://www.cnn.com/2018/03/21/heres-what-us-should-do-if-russia-launched-nuclear-attack-gen-hyten.html> adresinden alınmıştır.
- Mackinnon, A. (2019). Russia's new missiles are aimed at the U.S., March 5, 2019, 02.03.2020 tarihinde <https://foreignpolicy.com/2019/03/05/russias-new-missiles-are-aimed-at-you-weapons-hypersonic-putin-united-states-inf/> adresinden alınmıştır.
- Sanger, D. E. ve Kramer, A. E. (2019). U.S. Officials Suspect New Nuclear Missile in Explosion That Killed 7 Russians, August 12, 2019, 17.09.2020 tarihinde <https://www.nytimes.com/2019/08/12/world/europe/russia-nuclear-accident-putin.html> adresinden alınmıştır.
- Sato, T. (2020). Interview/ Brad Roberts: Conventional strike capability by Japan good for deterrence", April 5, 2020, 07.04.2020 tarihinde <http://www.asahi.com/ajw/articles/13240064> adresinden alınmıştır.

TASS. (2020). 20 questions with Vladimir Putin. Putin on the army and the arms race”, 29.03.2020 tarihinde <https://putin.tass.ru/en/ob-armii/> adresinden alınmıştır.



Yüksek Sünekliğe Sahip Al 1050-H14 Alaşımının Delinme Performansının İncelenmesi

Hüseyin GÖKÇE*

Öz

Alüminyum ve alaşımları, birçok ürünün üretiminde özellikle uzay, havacılık ve otomotiv sektörleri başta olmak üzere farklı endüstri alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Alüminyum alaşımları düşük yoğunluğu, yüksek korozyon direnci ve sünekliği, elektrik ve ısı iletkenliğinin yüksek olması ve ayrıca kolay işlenebilirliği ile karakterize edilebilir. Alüminyum ve alaşımlarının yüksek süneklik değerlerine sahip olması, talaşlı imalatta yüksek yüzey pürüzlülük değerleri, talaşın uzaklaştırılması ve kesici takıma yapışma gibi bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Delme, talaşlı imalat alanında en yaygın kullanıma sahip imalat yöntemlerinden biridir. Teknolojinin hızla gelişmesine ve bununla beraber gelişen imalat yöntemlerine karşın delme, ekonomikliği ve basitliğinden dolayı hala tercih edilen imalat yöntemlerinden biri olmaya devam etmektedir. Bu çalışmada, 1050-H14 alüminyum alaşımı dört kontrol faktörü (kesme hızı, ilerleme miktarı, matkap uç açısı ve kaplama durumu) dikkate alınarak iki kalite karakteristiği (kesme kuvveti ve kesici takım sıcaklığı) açısından delme deneylerine tabi tutulmuştur. Kontrol faktörlerinin kalite karakteristikleri üzerindeki etkileri regresyon analizi ile modellenmiş ve Taguchi metodu ile optimum delme şartları belirlenmeye çalışılmıştır. %95 güven aralığında varyans analizi yapılarak kontrol faktörlerinin etki oranları hesaplanmıştır. Doğrulama deneyleri ile de optimizasyon test edilmiştir. Deneyler sonucunda kesme kuvveti üzerinde etkili olan kontrol faktörlerinin önem sıralamasının sırasıyla ilerleme miktarı, uç açısı, kesme hızı ve kaplama durumu olduğu, kesici takım sıcaklığı üzerinde etkili olan kontrol

* Dr.Öğr.Üyesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, huseyingokce@karatekin.edu.tr, ORCID:0000-0002-2113-1611.

faktörlerinin önem sıralaması sırasıyla kesme hızı, uç açısı, ilerleme miktarı ve kaplama durumu olduğu görülmüştür. Kesme kuvveti ve kesici takım sıcaklığı açısından 0,05 anlamlılık düzeyinde yapılan optimizasyonun uygun olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Alüminyum, Delme, Kesme Parametreleri, Regresyon Analizi, Taguchi Metodu.

Investigation of Drilling Performance of Al 1050-H14 Alloy with High Ductility

Abstract

Aluminum and its alloys are widely used in the production of many products in different industries, especially in the aerospace, space and automotive sectors. Aluminum alloys can be characterized by low density, high corrosion resistance and ductility, high electrical and thermal conductivity, as well as easy workability. The high ductility values of aluminum and its alloys bring with it some difficulties in machining such as high surface roughness values, removal of chips and adhesion to the cutting tool. Drilling is one of the most widely used manufacturing methods in the field of machining. Despite the rapid development of technology and the developing manufacturing methods, drilling continues to be one of the preferred manufacturing methods due to its economy and simplicity. In this study, the 1050-H14 aluminum alloy was subjected to drilling tests in terms of two quality characteristics (cutting force and cutting tool temperature), taking four control factors into account (cutting speed, feed rate, drill bit angle and coating state). The effects of control factors on quality characteristics were modelled by regression analysis, and optimum drilling conditions were tried to be determined by Taguchi method. The variance analysis was made with 95% confidence interval and the effect rates of control factors were calculated. Optimization was also tested by verification experiments. As a result of the experiments, the order of importance of the control factors affecting the cutting force is the feed rate, the drill bit angle, the cutting speed and the coating state. The order of importance of the control factors affecting the cutting tool temperature was found to be cutting speed, drill bit angle, feed rate and coating state, respectively. The optimization performed at the level of

0.05 significance in terms of cutting force and cutting tool temperature was found to be appropriate.

Keywords: *Aluminum, Drilling, Cutting Parameters, Regression Analysis, Taguchi Method.*

Giriş

Saf alüminyumun, düşük yoğunluğu, düşük erime sıcaklığı ve yetersiz mukavemet değerleri olmasına karşın teknolojinin hızla gelişmesi alüminyum alaşımlarını çeşitlendirmiş ve bu alaşımların zayıf taraflarını geliştirerek bu malzemelere üstün yetenekler katmıştır. Alüminyum alaşımları yüksek özgül mukavemet ve korozyon direnci, yüksek elektrik ve ısı iletkenliklerinin yanında rahat şekillendirilebilmeleri gibi özelliklerinden dolayı uzay, havacılık, savunma ve otomotiv sektörleri başta olmak üzere neredeyse tüm endüstri kollarında uygulama alanı bulmuştur (Samtaş ve Korucu, 2019; Durmuş, 2012). Ultrasonik (yüksek frekanslı bir elektrik sinyalinin akustik olarak iletilen mekanik harekete çevrilmesi), elektrolitik (kimyasal işleme yöntemi), su jeti ve lazer kesme gibi modern imalat yöntemleri gelişmesine karşın klasik tornalama, frezeleme ve matkapla delme işlemleri halen güncelliğini korumaktadır. Yaygın olarak kullanılan matkap ile delik delme, ekonomikliğı ve basitliğinden dolayı üretim endüstrilerinin her alanında tercih edilen imalat yöntemlerinden biridir (Kurt vd., 2009). Talaş kaldırarak şekillendirme sürecinde iş parçası, kesici takıma kesilmeye karşı bir direnç gösterecektir. Kesme olayının gerçekleşebilmesi için bu direncin karşı bir kuvvet ile aşılması gerekmektedir. Kesmenin gerçekleşebilmesi için gerekli olan bu kuvvet “kesme kuvveti” olarak tanımlanır. Kesme kuvveti ile bir malzemenin işlenebilirliği ifade edilebilir (Colligan, 1994; Kim ve Ramulu, 2005; Lambert, 1979; Bayraktar, Siyambaş ve Turgut, 2017). Kesme kuvveti, kesici takım ömrü üzerinde ve dolayısıyla yüzey kalitesi üzerinde etkili olan parametrelerin başında gelmektedir. Bu nedenlerden dolayı kesme kuvvetlerinin minimize edilmesi istenir (Bayraktar vd., 2017; Meral, Dilipak ve Sarıkaya, 2011).

Talaşlı imalat işlemlerinin verimliliğı büyük ölçüde kesme ve ilerleme hızlarının artırılmasına bağlıdır. Yükselen hızlarla beraber kesme bölgesinde oluşan ısı artacak dolayısıyla takım ömrü ve üretilen parça kalitesi olumsuz yönde etkilenecektir (Dhar, Ahmed ve Islam, 2007; Çakır, Bahtiyar ve Şeker, 2014). Kesme performansının artırılması için ısı kontrolünün sağlanması oldukça

önemlidir. Kesme işleminde oluşan ısının büyük bir kısmının talaşla beraber uzaklaştırılması beklenir. Bu nedenle kesme bölgesinden talaşın hızlı ve kolay bir şekilde tahliye edilmesi gerekmektedir (Dhar vd., 2007; Çakır vd., 2014; Bahçe vd., 2010).

Alüminyum alaşımlarının delinmesi üzerinde yapılmış eski ve güncel birçok çalışma vardır. Bhowmick ve Alpas (2008), yaptıkları çalışmada Al 319 alüminyum alaşımını (Al-Si) iki farklı geometriye sahip DLC (elmas benzeri karbon) kaplamalı ve kaplamasız HSS matkaplarla minimum miktar yağlama (MQL) ve kuru şartlarda delme deneylerine tabi tutmuşlardır. Deneyler sonucunda MQL sistemi kullanılarak yapılan işlemlerin daha kararlı olduğunu ayrıca kaplamalı takımlarda sıvanma eğiliminin oldukça azaldığını ifade etmişlerdir. Bununla beraber delme işleminin daha düşük kuvvet ve tork değerlerinde yapılabildiğini ortaya koymuşlardır. Chatha, Pal ve Singh (2016), 6063 alüminyum alaşımının delinme performansını kesme kuvveti, takım aşınması ve yüzey pürüzlülüğü açısından incelemiştir. HSS kesici takımlarla yaptıkları çalışmada, farklı yağlama koşullarını (kuru, ıslak, MQL ve nano partiküllü MQL) mukayese etmişlerdir. Deneyler sonucunda NFMQL ile delinen delik sayısında önemli artış olduğunu, tork ve kesme kuvvetlerinin ise azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca NFMQL'nin talaş tahliyesini kolaylaştırıp çapak oluşumunu azalttığını, deliklerin yüzey kalitesini artırdığını ve kesici takım aşınmasını azaltarak takım ömrünü uzattığını ifade etmişlerdir. Ilyuschenko vd. (2015), alüminyum alaşımı üzerinde kaplamasız ve PVD kaplamalı matkaplarla (Nano elmas ve nano molibden disulfid) deneyler yapmışlardır. Deney sonuçlarında kaplamasız matkaplarda büyük çapakların oluştuğunu, kaplamalı matkaplarda ise çapak oluşumunun olmadığını ve/veya oldukça küçük boyutta olduklarını gözlemlemişlerdir. Kaplamalı matkabın takım ömrünün, kaplamasız matkaba kıyasla yaklaşık 2,5 kat daha uzun bulunduğunu belirtmişlerdir. Zhu vd., Al 2024-T351 alüminyum alaşımı ve Ti6Al4V titanyum alaşımı üzerinde üç farklı matkap geometrisi kullanarak kuru şartlarda bir dizi delme deneyleri yapmışlardır. Çalışma sonucunda, iki farklı uç açısına sahip matkap geometrisinin kesme kuvveti ve çapak oluşumunu azaltarak delik kalitesini ve dolayısıyla verimliliği artırdığını ayrıca talaş tahliyesini kolaylaştıracağını ifade etmişlerdir. Song vd. (2019), karbon fiber takviyeli plastik (CFRP) / alüminyum kompozitlerin delinmesinde teorik bir çapak yüksekliği modeli önermişlerdir. Modelde itme kuvvetini, belirli faktörleri

(malzemenin mekanik özellikleri, kesilmemiş talaş kalınlığı ve takım geometrik boyutları) ve belirsiz faktörleri (sistemin kararlılığı ve kesme sıcaklığı) dikkate almışlardır. İtme kuvveti ve iş parçasında oluşan sapmaları inceleyerek çapak yüksekliği için matematiksel bir model geliştirmişlerdir. Son olarak, teorik modeli doğrulamak için bir dizi deney yapmışlardır. Çapak yüksekliği eğilimlerinin analitik modellerle uyum içinde olduğunu belirtmişlerdir. Kimmelman, Duntschew, Schluchter ve Möhring (2019), özellikle havacılık endüstrisinde kullanılan CFRP/alüminyum kompozitlerin delinmesi sürecinde oluşabilecek çapağın öngörülebilmesi ve delme esnasında azaltılabilmesi için deneysel bir çalışma yapmışlardır. Delme sürecinde oluşan ses spektrumunu analiz ederek oluşan sinyallerle çapak oluşumunun delme işlemi devam ederken kontrol altına alınabileceğini belirtmişlerdir. Dheeraj, Sanjay, Bhargav ve Jagadesh (2020), alüminyum ve alaşımlarının delinmesi için yeni nesil bir matkap geliştirmişlerdir. Matkabın zırh ve oluk yüzey geometrisini değiştirerek kesme sıvısını daha verimli kullanmaya ve ayrıca talaşın daha rahat uzaklaştırılmasını sağlamaya çalışmışlardır. Yeni geliştirilen ve klasik geometriye sahip matkaplarla delinen delikleri silindiriklik hatası, çapak yüksekliği ve yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirmişler, geliştirilen yeni nesil matkaplarla tatminkâr sonuçlar elde etmişlerdir. Korkmaz vd. (2019), Al2014 alüminyum alaşımının kaplamasız sementit karbür (tungsten karbür – WC) matkaplar ile delinmesi sonucunda itme kuvvetini deneysel ve sonlu elemanlar yöntemi ile incelemişlerdir. İtme kuvvetinin kesme hızının artmasıyla azaldığını, ilerleme miktarının artması ile de arttığını belirlemişlerdir. Sonlu elemanlar yöntemiyle gerçekleştirdikleri delme simülasyon sonuçlarının da deneysel sonuçlar ile benzerlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Şahin (2013), alüminyum matrisli kompozit malzemelerin matkap ile delinmesi konusunda yapılan çalışmaları inceleyen bir literatür taraması yapmıştır. Tarama sonucunda yapılan çalışmaları, işlem parametreleri ve etkileri ile birlikte tablolastırarak sunmuştur. Çaydaş ve Çelik (2017), AA 7075-T6 alaşımını kuru delme koşullarında K20 karbür takımlarla delme deneylerine tabi tutmuşlardır. Kesme hızının sabit tutulduğu deneylerde, ilerleme miktarlarını ve matkap uç açılarını değiştirmişlerdir. Değişkenlerin yüzey pürüzlülüğü, ilerleme kuvveti ve matkap uç sıcaklığı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Bayraktar (2016), Al-5083 alaşımının kaplamasız ve TiN kaplamalı HSS matkaplar ile delinmesinde, kesme parametrelerinin aksenal kuvvet ve çapak yüksekliği üzerindeki etkilerini

incelemiştir. Deneyler sonucunda, devir sayısının artması ile çapak yüksekliğinin arttığını, eksenel kuvvetin ise azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca ilerleme miktarının artması ile eksenel kuvvetin ve çapak yüksekliğinin de arttığını tespit etmiştir. Kaplamasız HSS matkaplarda, TiN kaplamalı matkaplara göre eksenel kuvvetlerin ve çapak yüksekliğinin daha az olduğu gözlemlenmiştir. Varyans analizi ile bağımsız değişkenler arasında ilerleme parametresinin, eksenel kuvvet ve çapak yüksekliği üzerinde en etkili faktör olduğunu, bunu sırasıyla devir sayısı ve matkap uç açısının takip ettiğini belirtmiştir.

Regresyon analizi çok bilinen ve bilim insanları tarafından da yaygın olarak kullanılan istatistiksel bir araçtır. Karaca (2016), cam elyaf takviyeli plastik kompozitlerde delme sürecinde oluşan deformasyon faktörünü kesme hızı, ilerleme miktarı ve matkap uç açısı gibi delme parametrelerinin etkisi incelemiştir. En uygun delme parametrelerini çoklu regresyon analizi kullanarak tespit etmeye çalışmıştır. Bayraktar ve Turgut (2012), elyaf takviyeli polimer matrisli kompozit malzemelerin delme işlemini, delik giriş ve çıkışında oluşan yüzey hasarları, kesici takım, kesme parametreleri ve kesici takım geometrisi gibi faktörleri dikkate alarak araştırmışlardır. Elde edilen verileri, Taguchi metodu, varyans analizi, yapay sinir ağları ve regresyon analizi gibi yöntemler kullanarak yorumlamaya çalışmışlardır. Çalışmalar neticesinde yüksek kesme hızı ve düşük ilerleme değerlerinin kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır. Meral, Dilipak ve Sarıkaya (2011), AISI 1050 malzemenin delinmesinde elde edilen ilerleme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüklerini deney parametrelerine bağlı olarak (matkap geometrisi, matkap çapı, ilerleme miktarı ve kesme hızı gibi) lineer regresyon, ikinci dereceden regresyon ve üstel regresyon metotları ile modellemişlerdir. Yılmaz, Yılmaz, Sarıkaya ve Özdemir (2015), X10CrAlSi24 sac malzemesini elektro erozyon işleme yöntemiyle 0,5mm çapında ve 20mm boyunda delikler delmişlerdir. Deneylerde üç farklı boşaltım akımı, üç farklı elektrot devir sayısı ve iki farklı elektrot çeşidi için iş parçası işleme hızı ve elektrot aşınma hızı değerlerini incelemiştir. Daha sonra deney sonuçlarını kullanarak çoklu regresyon analizi yardımıyla matematiksel bir model elde etmişlerdir. Başak ve Baday (2016), küreselleştirilmiş orta karbonlu bir çeliğin işlenmesinde, kesme parametrelerinin kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğüne etkilerini regresyon analizi ile modellemişlerdir.

Taguchi metodu, tam faktöriyel deney tasarımının aksine deney sayısını azaltarak araştırma sonuçlarının ekonomik ve daha kısa sürede elde edilmesine izin veren bir metottur. Bu nedenlerden dolayı metodu, farklı çalışma alanlarındaki araştırmacılar tarafından sıklıkla tercih edilmektedir. Ghani, Choudhury ve Hassan (2004), AISI H13 takım çeliğinin parmak freze ile işlenmesinde frezeleme parametrelerinin optimizasyonu için Taguchi metodunu uygulamışlardır. Kesme hızı, ilerleme miktarı ve kesme derinliğini kontrol faktörleri olarak, kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğünü de kalite karakteristiği olarak belirlemişlerdir. Deney tasarımı için L27 ortogonal dizisini seçmişlerdir. Deneylerde TiN kaplamalı karbür takımlarla AISI H13 takım çeliğini kullanmışlardır. Düşük kesme kuvvetleri ve düşük yüzey pürüzlülük değerlerinin yüksek kesme hızı, düşük ilerleme miktarı ve düşük kesme derinliğinde elde edildiğini vurgulamışlardır. Günay (2013), AISI 316L paslanmaz çeliğin işlenmesinde oluşan kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülük değerleri için kesici takım uç yarıçapı ve kesme parametrelerinin optimizasyonunu yapmıştır. Bu amaçla Taguchi L9 dikey dizisini kullanmış ve önem seviyelerini belirlemek için varyans analizinden faydalanmıştır. Kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğünü etkileyen en önemli kontrol faktörünün ilerleme miktarı olduğunu belirtmiştir. Çiftçi ve Gökçe (2019), molibden alaşımlarının frezelenmesinde kesici takım ve kesme parametrelerini Taguchi L16 deney tasarımı ile optimize etmeye çalışmışlardır. Canel, Zeren ve Sınmazçelik (2019), Taguchi metodu ile Al 6082-T6 alaşımının lazerle kesilmesinde kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisini incelemişlerdir. Terzioğlu (2020), termoelektrik jeneratör üzerindeki etki faktörlerini yine Taguchi metodunu kullanarak analiz etmiştir. Pınar, Uluer ve Kırmacı (2009), Ranque-Hilsch vorteks tüpünün performansını incelerken Taguchi metodunu kullanmışlardır. Maiyar, Ramanujam, Venkatesan ve Jerald (2013), Inconel 718 süper alaşımının frezelemesi işleminde kesme parametrelerini Taguchi tabanlı gri ilişkisel analiz ile optimize etmişlerdir. Gökçe, Çiftçi ve Demir (2018), ticari saflıktaki molibdenin frezelenmesi sürecini Taguchi L16 deney tasarımını kullanarak kesme parametreleri açısından ele almışlardır.

1050-H14 alüminyum alaşımı talaşlı imalata uygun ve en yaygın kullanılan alüminyum alaşımlarından biridir. Yapılan yazın taramasına göre ilgili malzeme için bir çok çalışma olsa da kesme bölgesinde oluşan sıcaklığın matkap uç açısı ile etkileşimi nadir olarak incelenmiştir. Bu çalışmada, 1050-H14 alüminyum alaşımı, HSS kesici takımlarla 4 farklı kesme hızı, 4 farklı ilerleme miktarı, 4 farklı matkap

uç açısı ve 2 farklı kaplama durumu (4 kontrol faktörü) dikkate alınarak kesme kuvveti ve kesici takım sıcaklığı (2 kalite karakteristiği) açısından delme deneylerine tabi tutulmuştur. Delme performansları çoklu doğrusal regresyon metodu ile modellenmiş ve Taguchi metodu ile optimum işleme koşulları belirlenmeye çalışılmıştır. Seçilen kontrol faktörlerinin, kalite karakteristikleri üzerindeki etki oranlarını belirleyebilmek için test verilerine %95 güven düzeyinde varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve son olarak doğrulama deneyi ile optimizasyonun geçerliliği test edilmiştir.

Materyal ve Metot

1. Malzeme ve İşleme Deneyleri

Alüminyum 1050-H14 iş parçası, 17 mm kalınlığında Ø60 mm çapında silindirik dolu malzemedan kesilmiş sonra 15 mm kalınlığa düşürülerek tesviye yapılmıştır (delik delme deneyi standart plaka kalınlığı \geq matkap çapı x 3). Alüminyum 1050-H14 alaşımının kimyasal bileşimi ve bazı mekanik özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Deney malzemesi HSS matkaplarla belirlenen kesme parametreleri ile boydan boya (15 mm) delik delme işlemine tabi tutulmuştur. Kesme kuvvetleri (F_c) ve kesici takım sıcaklıkları (T) performans kriterleri (kalite karakteristikleri) olarak belirlenmiştir. Kesme sıvısı kullanılmadan gerçekleştirilen deneylerde, belirlenen kalite karakteristikleri açısından kontrol faktörlerinin en iyi değerlerinin belirlenebilmesi için, 4 farklı kesme hızı (V_c), 4 farklı ilerleme miktarı (f), 4 farklı matkap uç açısı (β) ve 2 farklı kaplama durumu (KD) (kaplamasız ve kaplamalı) seçilmiştir. Kontrol faktörleri, kontrol faktörlerinin seviyeleri ve kullanılan kısaltmalar Tablo 2’de verilmiştir.

Taguchi metodu ile kalite karakteristikleri için kontrol faktörlerinin optimum değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Deney tasarımı, Taguchi L16 ($4^{**}3^{*}2^{**}1$) dikey dizisi kullanılarak yapılmıştır. Kontrol faktörlerinin belirlenmesinde kataloglarda ve yazında yer alan çalışmalar dikkate alınmıştır. Kataloglarda ve yazında önerilen kesme parametreleri değerlerinin en yüksek ve en düşük seviyelerinde ön deneyler yapılarak seviyeler belirlenmiştir.

Tablo 1. Al 1050-H14 Malzemenin Bazı Özellikleri

Özellik	Birim	Al 1050-H14
Kimyasal Bileşim	%	> 99,50 Al, <= 0,05 Cu, <= 0,40 Fe Kalanı diğer elementler
Yoğunluk (20°C'de)	g/cm ³	2,705
Ergime noktası	°C	646-657
Brinell sertliği	HB	30
Akma gerilmesi	MPa	103
Çekme gerilmesi	MPa	110
Elastikiyet modülü	GPa	73
Poison oranı	-	0,33
Isı iletim katsayısı (20°C'de)	[W/(mK)]	227

Tablo 2. Kontrol Faktörleri ve Seviyeleri

Kontrol faktörleri	Birim	Kod	Seviyeler			
			1	2	3	4
Kesme hızı (Vc)	m/dk	A	10	20	30	40
İlerleme miktarı (f)	mm/dev	B	0,025	0,050	0,075	0,100
Uç açısı (β)	°	C	90	105	118	140
Kaplama durumu (KD)	-	D	Kaplamasız ve kaplamalı			

2. Takım Tezgâhı, Kesici Takımlar ve Ölçüm Cihazları

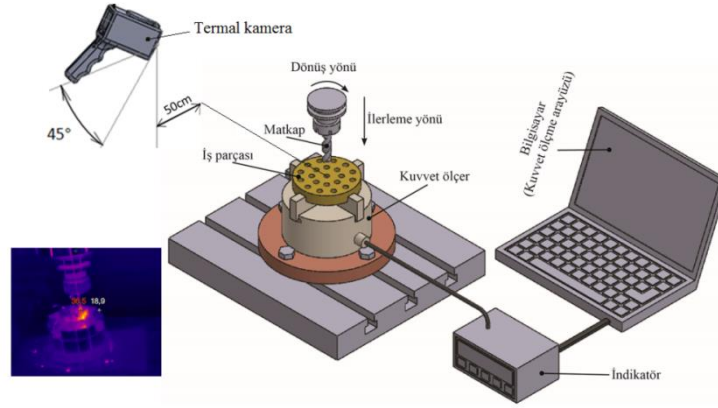
Deneylerde Ø5 mm çapında, 30° helis açısına sahip, 90° - 105° - 118° - 140° uç açılarında, kaplamasız ve kaplamalı (CVD - AlTiN - kaplama kalınlığı: 5 µm) HSS matkaplar kullanılmıştır. Matkap seçiminde üretici firma tavsiyeleri ve daha önce yapılan çalışmalar dikkate alınmıştır. Kesici takım Şekil 1'de gösterilmiştir. Deneylerde kullanılan kesici takımlar, Ø5 mm çapında kesici takımları sıkabilecek pens ile takım tutucuya bağlanmıştır.



Şekil 1. HSS Kesici Takım

Delme deneyleri Arion IMM-600 CNC dik işleme merkezi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kesme kuvvetleri yük hücresi temeline dayanan bir kuvvetölçer ile ölçülmüştür (Gökçe, Yavuz ve Karayel, 2017). Şekil 2'de, kurulan deney düzeneğinin tasarımı gösterilmeye çalışılmıştır. Silindirik olarak hazırlanan

İş parçası tezgâha 4 ayaklı bir ayna ile bağlanarak boydan boya delikler delinmiştir. İşleme esnasında takım ve iş parçasında oluşan sıcaklıklar Fluke Ti200 marka/model termal kamera ile ölçülmüştür.



Şekil 2. Deney Düzenegi

3. Regresyon Analizi

Regresyon analizi, bağımlı (kalite karakteristiği) ve bağımsız (kontrol faktörleri) değişkenleri içeren bir modeldir ve bağımlı değişkeni bağımsız değişkenlerle ifade edilebilmesine olanak verir (Başar ve Kahraman, 2017). Denklem sonucunda elde edilen belirtme katsayısı (determinasyon katsayısı, R^2) bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenlerle ifade edilebilme oranını verir. R^2 değeri 1'e ne kadar yakın olursa regresyon modelinden o denli doğru sonuçlar elde edilebilecektir. Bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek için ANOVA ile anlamlılık testi yapılmıştır.

4. Taguchi Metodu

Geleneksel deney tasarımının aksine Taguchi metodu ile kontrol faktörlerinin kalite karakteristiği üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için deneylerden elde edilen veriler istenilen sonuca uygun amaç fonksiyonu ile Sinyal/Gürültü (S/N) oranına dönüştürülür. S/N oranı, istenilmeyen rastgele gürültü değeri için istenilen sinyal oranı olarak tanımlanmakta olup, deneysel verilerin kalite karakteristiklerini gösterir (Aydemir, 2014). S/N oranının hesaplanması için

üç temel fonksiyon vardır. Bunlar “en küçük en iyi, en büyük en iyi ve hedef değer en iyi” amaç fonksiyonlarıdır. Her üç fonksiyon içinde amaç, S/N oranını maksimize etmektir (Saat, 2000; Çiftçi ve Gökçe, 2019).

Deneylerde kontrol faktörlerinin uygun seviyelerini belirlemek için kalite karakteristiği değerlerinin en küçük olduğu durum belirlenmelidir (kesme kuvvetlerinin ve kesici takım sıcaklıklarının minimize edilmesi istenir). Bu amaçlar için S/N oranının hesaplanmasında Eşitlik 1’de verilen “en küçük en iyi” amaç fonksiyonu kullanılmıştır. Burada; Y_i : kalite karakteristiğinin ölçülen değeri (kalite değişkeni) ve n : toplam deney (gözlem) sayısını göstermektedir. Kalite karakteristiği değerleri üzerinde kontrol faktörlerinin etkisini belirlemek için deney sonuçlarına %95 güven aralığında ANOVA analizi uygulanmıştır. Taguchi metodu ve ANOVA analizi Minitab17 programı ile yapılmıştır.

$$S/N = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i^2 \right) \quad (1)$$

Bulgular ve Tartışma

1050-H14 alüminyum alaşımının delik delme deneylerinde ölçülen kesme kuvvetleri ve kesici takım sıcaklıkları ayrıca Eşitlik 1’de verilen “en küçük en iyi” amaç fonksiyonu ile elde edilen S/N oranları Tablo 3’te verilmiştir.

Deney malzemesinin belirlenen kontrol faktörleri ile delinmesi sonucunda elde edilen ortalama kesme kuvveti 450,07N ve ortalama kesici takım sıcaklık değeri 53,2°C olarak hesaplanmıştır. Tablo 3 incelendiğinde kesme kuvvetinin yaklaşık 315 N ile 536 N aralığında kesici takım sıcaklığının ise yaklaşık 25°C ile 69°C aralığında değiştiği görülmektedir. Bu değişimler kontrol faktörlerinin delme sürecini önemli derecede etkilediğinin bir göstergesidir.

Tablo 3. Ölçülen Kesme Kuvvetleri, Takım Sıcaklıkları ve Hesaplanan S/N Oranları

Test no	Vc (m/dak)	f (mm/dev)	β (°)	KD	Fc (N)	T (°C)	Fc S/N (dB)	T S/N (dB)
1	10	0,025	90	Kaplamasız	315,16*	25,2*	-49,971	-28,028
2	10	0,050	105	Kaplamasız	390,54	40,5	-51,833	-32,149
3	10	0,075	118	Kaplamalı	453,25	45,3	-53,127	-33,122
4	10	0,100	140	Kaplamalı	528,65	52,8	-54,463	-34,453
5	20	0,025	105	Kaplamalı	348,52	42,1	-50,845	-32,486
6	20	0,050	90	Kaplamalı	373,15	34,8	-51,438	-30,832
7	20	0,075	140	Kaplamasız	510,05	61,4	-54,152	-35,763
8	20	0,100	118	Kaplamasız	535,84**	58,6	-54,581	-35,358
9	30	0,025	118	Kaplamasız	410,47	61,3	-52,266	-35,749
10	30	0,050	140	Kaplamasız	485,35	68,8**	-53,721	-36,752
11	30	0,075	90	Kaplamalı	448,65	43,7	-53,038	-32,810
12	30	0,100	105	Kaplamalı	523,34	55,5	-54,376	-34,886
13	40	0,025	140	Kaplamalı	388,96	67,1	-51,798	-36,535
14	40	0,050	118	Kaplamalı	463,04	65,8	-53,312	-36,365
15	40	0,075	105	Kaplamasız	500,28	68,6	-53,984	-36,727
16	40	0,100	90	Kaplamasız	525,92	60,4	-54,418	-35,621
Ortalama					450,07	53,2		
* En küçük değer, ** En büyük değer								

Deney malzemesinin belirlenen kontrol faktörleri ile delinmesi sonucunda elde edilen ortalama kesme kuvveti 450,07N ve ortalama kesici takım sıcaklık değeri 53,2°C olarak hesaplanmıştır. Tablo 3 incelendiğinde kesme kuvvetinin yaklaşık 315 N ile 536 N aralığında kesici takım sıcaklığının ise yaklaşık 25°C ile 69°C aralığında değiştiği görülmektedir. Bu değişimler kontrol faktörlerinin delme sürecini önemli derecede etkilediğinin bir göstergesidir.

1. Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi Sonuçları

Kesme kuvvetleri ve kesici takım sıcaklıklarının hesaplanabilmesi için elde edilen çoklu doğrusal regresyon denklemleri sırasıyla Eşitlik 2 ve Eşitlik 3'te verilmiştir. Delme deneylerinde kesme kuvvetlerinin ve oluşan sıcaklığın mümkün olan en düşük seviyelerde olması arzulanır. Bu nedenle elde edilen regresyon denklemlerinde negatif çarpan durumunda bulunan kontrol faktörlerinin yükselen değerleri kalite karakteristiği sonuçları üzerinde olumlu etkiye neden olurken, pozitif çarpan durumunda bulunan kontrol faktörlerinin yükselen değerleri ise olumsuz yönde etkili olacaktır. Regresyon denkleminin elde edilebilmesi için kaplama durumu: 1 (kaplamasız) ve 2 (kaplamalı) olarak kodlanmıştır. Buna göre

kaplamalı kesici takımlarla yapılacak deneylerden elde edilecek sonuçların daha düşük olacağı söylenebilir.

$$F_c = 158 + 1,68 V_c + 2152 f + 1,27 \beta - 18,3 KD \quad (2)$$

$$T = -14,3 + 0,817 V_c + 104 f + 0,421 \beta - 4,71 KD \quad (3)$$

Tablo 4'te regresyon denklemi elde edildikten sonra bulunan katsayılar tablosu verilmiştir. Bu tabloda verilen; Coef: Değerlerin katsayılarını, SE Coef: Katsayılarıdaki standart hatayı, T: Test istatistiklerinin sonucunu, P: Regresyon analizinin anlamlı olup olmadığını göstermektedir. P değerlerinin 0,05'ten küçük olması kontrol faktörünün istatistiksel olarak anlamlı olduğunun bir kanıtıdır.

Tablo 4. Regresyon Denklemlerinin Katsayılar Tablosu

Tahmin unsuru	Kesme kuvveti				Kesici takım sıcaklığı			
	Coef	SE Coef	T	P	Coef	SE Coef	T	P
Katsayı	157,65	25,54	6,17	0,000	-14,255	5,736	-2,49	0,030
Kesme hızı	1,680	0,300	5,61	0,000	0,817	0,067	12,13	0,000
İlerleme miktarı	2152,1	119,9	17,95	0,000	103,90	26,92	3,86	0,003
Uç açısı	1,265	0,183	6,93	0,000	0,421	0,041	10,26	0,000
Kaplama durumu	-18,26	6,703	-2,72	0,020	-4,712	1,505	-3,13	0,010
R-Sq (R ²)	%97,4				%96,2			
R-Sq(adj) (R ² adj)	%96,4				%94,8			

Kesme kuvveti açısından en yüksek katsayı ilerleme miktarına aittir ve ilerleme miktarının yükselen değerlerinde kesme kuvvetlerinin artması beklenen bir durumdur (Korkmaz vd., 2019; Çaydaş vd., 2017). Kaplama durumunun etkisi ise negatif olarak görülse de kaplamalı kesici takım kodu 2 olduğundan (negatif katsayı) kesme kuvvetini azaltacak etkiye sahip olacaktır. Kaplamalı kesici takımların kaplamasız takımlara nazaran sürtünmeyi azaltması ve olası yapışmaları engellemesi nedeniyle kesme kuvvetlerini düşüreceği de beklenen bir durumdur (Bayraktar, 2016). Kesici takım sıcaklığının da en çok etkilendiği kontrol

faktörünün ilerleme miktarı olduğu Eşitlik 3 ve Tablo 4'te görülmektedir. İlerleme miktarındaki artış talaş kesit alanını artıracaktır. Yüksek sünekliğe sahip malzemeden talaşın koparak uzaklaşması zorlaşarak sürtünmeyi artıracığı ve kesme bölgesinde oluşan ısı değerini yükselteceği düşünülmektedir.

Tablo 4'teki değerler incelendiğinde 1050-H14 alüminyum alaşımının delinmesinde bütün kontrol faktörlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu kanaatine varılabilir ($P < 0,05$). Kesme kuvveti ve kesici takım sıcaklığı R^2 ve düzeltilmiş R^2 değerleri incelendiğinde regresyon denklemlerinin deneylerin kesme kuvveti için %97,4 ve kesici takım sıcaklığı için %96,2 oranlarında açıklayabildiğini görürüz. Başka bir ifade ile değişkenler arasında kuvvetli bir ilişkiden söz edilebilir. Düzeltilmiş R^2 değerimiz kesme kuvveti için %96,4 ve kesici takım sıcaklığı için ise %94,8'dir ve bu değer R^2 değerine oldukça yakındır. Bu nedenle regresyon denkleminin uygun olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca Tablo 5'te elde ettiğimiz çoklu doğrusal regresyon denkleminin ait varyans analizi verilmiştir. Burada da P değeri 0,05'ten küçüktür ve dolayısıyla istatistiksel olarak anlamlı bir regresyon denkleminiz vardır.

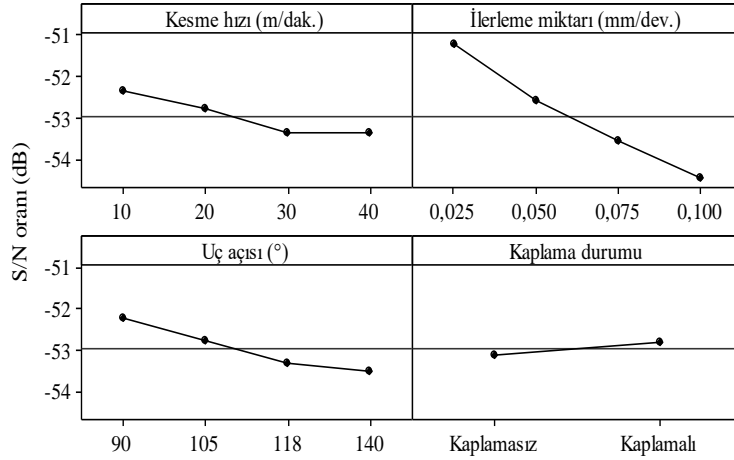
Tablo 5. Regresyon Denklemlerine Ait Varyans Analizi

Kesme Kuvveti					
Kaynak	DF	SS	MS	F	P
Regresyon	4	73496	18374	102,25	0,000
Ölçüm hatası	11	1977	180		
Toplam	15	75473			
Kesici takım sıcaklığı					
Kaynak	DF	SS	MS	F	P
Regresyon	4	2511,80	627,95	69,30	0,000
Ölçüm hatası	11	99,68	9,06		
Toplam	15	2611,48			

2. Taguchi Metodu ile Optimizasyon Sonuçları

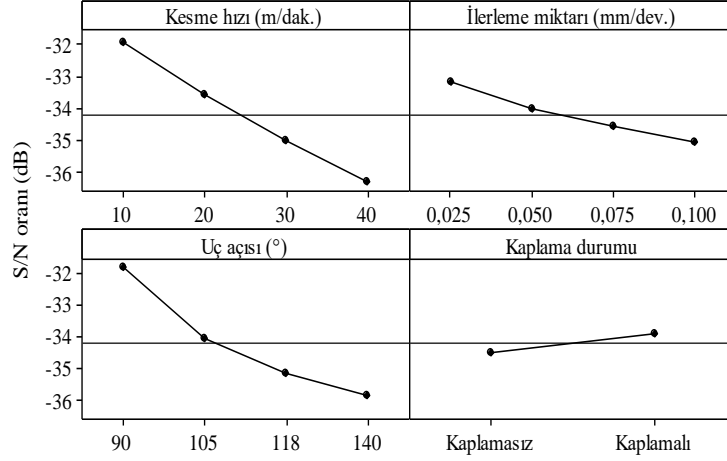
Kesme kuvveti ve kesici takım sıcaklık değerleri için hesaplanan S/N oranlarına göre ana etki grafikleri Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir. Ayrıca Tablo 6'da S/N oranlarının kontrol faktörlerine göre dağılımları ve önem sıralaması verilmiştir.

Şekil 3'teki ana etki grafikleri ve Tablo 6'daki S/N oranlarının en yüksek ve en düşük noktaları incelendiğinde kesme kuvveti üzerinde etkili olan en önemli kontrol faktörünün ilerleme miktarı olduğu görülmektedir. Ayrıca, kesme kuvveti üzerinde etkili olan kontrol faktörlerinin önem sırasının sırayla ilerleme miktarı, uç açısı, kesme hızı ve kaplama durumu olduğu Tablo 6'da görülmektedir. Benzer şekilde Şekil 4 ve Tablo 6 incelendiğinde kesici takım sıcaklığı üzerinde etkili olan en önemli kontrol faktörünün kesme hızı olduğu görülmektedir. Ayrıca, kesici takım sıcaklığı üzerinde etkili olan kontrol faktörlerinin önem sırası kesme hızı, uç açısı, ilerleme miktarı ve kaplama durumudur (Tablo 6).



S/N: en küçük en iyi

Şekil 3. Kesme Kuvveti Değerlerinin S/N Oranları için Ana Etki Grafikleri



S/N: en küçük en iyi

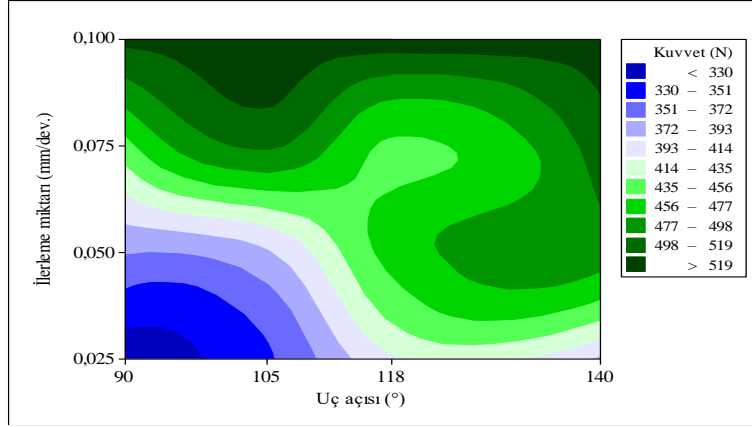
Şekil 4. Kesici Takım Sıcaklık Değerlerinin S/N Oranları için Ana Etki Grafikleri

Tablo 6. Kesme Kuvveti ve Kesici Takım Sıcaklık Değerlerinin S/N Oranları İçin Önem Sırası

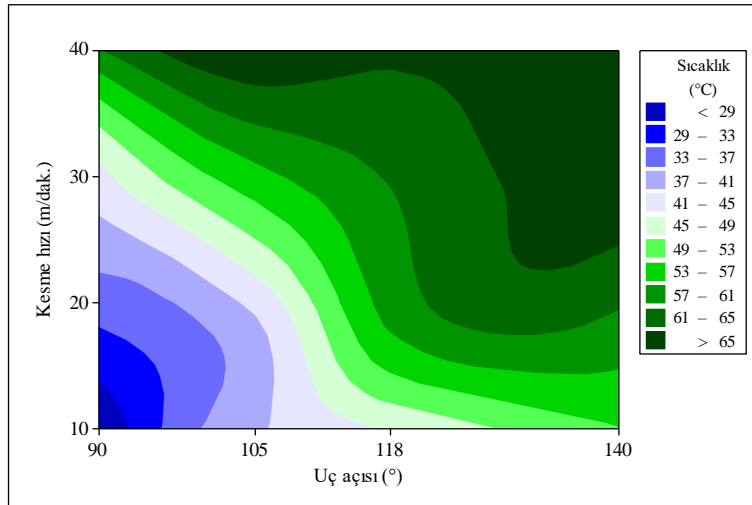
Seviye	Kesme hızı (dB)	İlerleme miktarı (dB)	Uç açısı (dB)	Kaplama durumu (dB)	
Kesme kuvveti	1	-52,35	-51,22	-52,22	-53,12
	2	-52,75	-52,58	-52,76	-52,8
	3	-53,35	-53,58	-53,32	
	4	-53,38	-54,46	-53,53	
	Fark	1,03	3,24	1,32	0,32
	Sıra	3	1	2	4
Kesici takım sıcaklığı	1	-31,94	-33,2	-31,82	-34,52
	2	-33,61	-34,02	-34,06	-33,94
	3	-35,05	-34,61	-35,15	
	4	-36,31	-35,08	-35,88	
	Fark	4,37	1,88	4,05	0,58
	Sıra	1	3	2	4

İlerleme miktarı ve uç açısındaki değişimin kesme kuvvetleri üzerindeki etkileşimi Şekil 5'teki grafikte gösterilmektedir. Grafikteki dalgalanmalar kesme kuvvetlerinin diğer kontrol faktörlerinden de (kesme hızı ve kaplama durumu) etkilendiğini göstermektedir ve bu sonuçlar istatistiksel sonuçların da doğruluğunu kanıtlar niteliktedir. Şekil 6'da kesme hızı ve uç açısındaki değişimlerin kesici takım sıcaklığı üzerindeki etkisi görülmektedir. Grafik üzerindeki eğrisel renk

değişimleri diğer kontrol faktörlerinin de (ilerleme miktarı ve kaplama durumu) kesici takım sıcaklık değerlerini etkilediğinin bir göstergesidir.



Şekil 5. İlerleme Miktarı ve Uç Açısındaki Değişimin Kesme Kuvveti Üzerindeki Etkileşimi



Şekil 6. Kesme Hızı ve Uç Açısındaki Değişimin Kesici Takım Sıcaklığı Üzerindeki Etkileşimi

Şekil 5 incelendiğinde ilerleme miktarının artmasıyla her matkap uç açısı için de kesme kuvvetlerinin yükseliş eğilimine girdiği görülmektedir. En düşük

kesme kuvveti ölçümlerinin 0,025 mm/dev ilerleme miktarında ve 90° uç açısına sahip matkaplarla elde edildiği görülmektedir.

Şekil 6, kesme hızının artması ile kesme bölgesinde daha yoğun bir ısı oluşumunun olduğunu göstermektedir. Kesme hızının artan değerlerinde artan ısı kesici takıma nüfuz ederek kesici takım sıcaklığını artırmaktadır. Ayrıca matkap uç açısındaki değişimde takım sıcaklığı üzerinde oldukça etkilidir. Özellikle 140° uç açısına sahip matkaplarla yapılan deneylerde ısı oluşumunda önemli derecede yükseliş olduğu görülmektedir.

Varyans analizi (ANOVA) ile kesme kuvvetlerinin ve kesici takım sıcaklık değerlerinin, kontrol faktörlerinden etkilenme oranları belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir. Tabloda SD: Serbestlik derecesini, KT: Kareler toplamını, KO: Kareler ortalamasını, F: Test istatistiğini, P: Anlamlılık düzeyini, % katkı: Etki oranını ve R²: Determinasyon katsayısını ifade etmektedir.

Tablo 7. Kesme Kuvvet ve Kesici Takım Sıcaklık Değerleri S/N Oranları için ANOVA

Kontrol faktörleri		SD	KT	KO	F oranı	P değeri	% Katkı
Kesme kuvveti	Kesme hızı	3	6099,8	2033,3	13,48	0,008	8,08
	İlerleme miktarı	3	58064,8	19354,9	128,3	0,000	76,93*
	Uç açısı	3	9221,1	3073,7	20,38	0,003	12,22
	Kaplama durumu	1	1333,2	1333,2	8,84	0,031	1,77
	Artık hata	5	754,1	150,8			1,00
	Toplam	15	75472,9				100,00
R ²		%99,00					
Kesici takım sıcaklığı	Kesme hızı	3	1334,19	1334,19	121,59	0,000	51,09*
	İlerleme miktarı	3	137,35	45,78	12,52	0,009	5,26
	Uç açısı	3	1032,83	344,28	94,13	0,000	39,55
	Kaplama durumu	1	88,83	88,83	24,29	0,004	3,40
	Artık hata	5	18,29	3,66			0,70
	Toplam	15	2611,48				100,00
R ²		%99,30					
* En yüksek etki oranı							

Regresyon analizinde olduğu gibi ANOVA sonuçlarına göre de P değerinin 0,05’ten küçük olması kontrol faktörlerinin kalite karakteristikleri üzerindeki

etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Tablo 7 incelendiğinde her kontrol faktörü için anlamlılık düzeyi 0,05 değerinden küçüktür (P değeri $<0,05$). Buna göre bütün kontrol faktörleri kalite karakteristikleri üzerinde istatistiki olarak etkilidir. Ayrıca Tablo 7'deki F oranlarının, ilgili F testi tablosundaki ($\alpha=0,05$ F dağılım tablosu) değeri mukayese edildiğinde F oranlarının, $\alpha=0,05$ F dağılımı tablo değerinden oldukça büyük oldukları görülmektedir (F oranları $>6,61$). Bu sonuçlar da varyans analizinin doğruluğunu desteklemektedir. Ayrıca determinasyon katsayılarının da (R^2) \geq %99,00 oranında çıkması kalite karakteristikleri ile kontrol faktörleri arasında güçlü bir ilişki olduğunun bir göstergesidir.

Kesme kuvveti değerlerinin kontrol faktörlerinden etkilenme oranlarının sırasıyla; ilerleme miktarı için %76,93, uç açısı için %12,22, kesme hızı için %8,08 ve kaplama durumu için ise %1,77 seviyelerinde olduğu ilgili tablodan (Tablo 7) görülmektedir. Ayrıca kesici takım sıcaklık değerlerinin kontrol faktörlerinden etkilenme oranlarının ise sırasıyla; kesme hızı için %51,09, uç açısı için %39,55, ilerleme miktarı için %5,26 ve kaplama durumu için ise %3,40 seviyelerinde olduğu Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 8. Yapılan Doğrulama Deneyi Sonuçları ve Tahminsel Hesaplamaların Karşılaştırılması

Kalite karakteristiği	Doğrulama deneyleri		Tahminsel hesaplamalar		Farklar	
	F_{Cden} (N)	$F_{C S/Nden}$ (dB)	F_{Ctah} (N)	$F_{C S/Ntah}$ (dB)	$ F_{Cden}-F_{Ctah} $ (N)	$ F_{C S/Nden}-F_{C S/Ntah} $ (dB)
Kesme kuvveti	300,22	-49,548	294,12	-49,711	6,1	0,162
Kesici Takım sıcaklığı	T_{den} (°C)	$T S/Nden$ (dB)	T_{tah} (°C)	$T S/Ntah$ (dB)	$ T_{den}-T_{tah} $ (°C)	$ T S/Nden-T S/Ntah $ (dB)
	23,6	-27,458	22,1	-28,214	1,5	0,756

Taguchi metodu ile optimizasyon yapılarak, belirlenen kalite karakteristikleri üzerinde kontrol faktörlerinin en uygun seviyeleri belirlenmiştir. Yapılan optimizasyona göre kesme kuvvetleri açısından kontrol faktörlerinin optimum seviyeleri A1-B1-C1-D2 (10 m/dak kesme hızı-0,025 mm/dev ilerleme miktarı-90° uç açısı-kaplamalı kesici takım), kesici takım sıcaklık değerleri açısından ise A1-B1-C1-D2 (10 m/dak kesme hızı-0,025 mm/dev ilerleme miktarı-90° uç açısı-kaplamalı kesici takım) olarak bulunmuştur (Şekil 3 ve Şekil 4).

Bundan sonraki aşama optimizasyonun geçerliliğinin kontrolüdür. Bu amaçla kontrol faktörlerinin en uygun seviyeleri için doğrulama deneylerinin ve tahminsel hesaplamaların yapılması gerekmektedir. Yapılan doğrulama deneyi sonuçları, tahminsel hesaplamalar ve karşılaştırmaları Tablo 8’de verilmiştir.

Kesme kuvvetinin tahminsel değerinin ($[[Fc]]_{tah}$) hesaplanmasında Eşitlik 4 ve kesici takım sıcaklığının tahminsel değerinin ($[[T]]_{tah}$) hesaplanmasında Eşitlik 5 kullanılmıştır. Optimum kesme kuvvetinin ve kesici takım sıcaklığının elde edilebileceği kontrol faktörlerinin seviyeleri aynıdır (A1-B1-C1-D2). Eşitlik 4; $[[Fc]]_{tah}$, A1-B1-C1-D2 kontrol faktörlerinin optimum koşulları için Fc değerinin aritmetik ortalaması ve $(Fc)_{tah}$, deneyler sonucunda elde edilen Fc değerlerinin aritmetik ortalamasını göstermektedir. Eşitlik 5 ise; $[[T]]_{tah}$, A1-B1-C1-D2 kontrol faktörlerinin optimum koşulları için T değerinin aritmetik ortalamasını ve $(T)_{tah}$, deneyler sonucunda elde edilen T değerlerinin aritmetik ortalamasını göstermektedir. Optimum kontrol faktörlerinin seviyeleri ile yapılan doğrulama deneyi sonuçları Eşitlik 6 yardımıyla hesaplanan güven aralığı (CI) değeri dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

$$Fc_{tah} = \overline{Fc}_{tah} + (\overline{A}_1 - \overline{Fc}_{tah}) + (\overline{B}_1 - \overline{Fc}_{tah}) + (\overline{C}_1 - \overline{Fc}_{tah}) + (\overline{D}_2 - \overline{Fc}_{tah}) \quad (4)$$

$$T_{tah} = \overline{T}_{tah} + (\overline{A}_1 - \overline{T}_{tah}) + (\overline{B}_1 - \overline{T}_{tah}) + (\overline{C}_1 - \overline{T}_{tah}) + (\overline{D}_2 - \overline{T}_{tah}) \quad (5)$$

$$CI = \sqrt{F_{0,05,(1,f_e)} Ve (1/\eta_{eff} + 1/r)} \quad (6)$$

$$\eta_{eff} = N / (1 + U_T) \quad (7)$$

Eşitlik 6 ve Eşitlik 7’de yer alan; $F_{0,05,(1,f_e)}$: F_{0.05} test tablosundan hata serbestlik derecesini, Ve : Hata varyansını, η_{eff} : gerçek tekrar sayısını, r : doğrulama deneyi tekrar sayısını, N : toplam deney sayısını ve U_T : kontrol faktörlerinin serbestlik dereceleri toplamını ifade etmektedir. Buna göre; Kesme kuvveti için: $F_{0,05,(1,f_e)} = 6,61$ (F test tablosundan) ve $Ve = 150,8$ (Tablo 7’den), kesici takım sıcaklığı için: $F_{0,05,(1,f_e)} = 6,61$ (F test tablosundan) ve $Ve = 3,66$ (Tablo 7’den) değerleri ilgili tablolardan elde edilmiştir. Deney tekrar sayısının hesaplanması, toplam deney sayısı ve kesme kuvveti üzerinde anlamlı etkisi olan

kontrol faktörlerinin serbestlik dereceleri toplamı Eşitlik 7’de yerine konulduğunda gerçek tekrar sayısı (Π_{eff}) 1,45 olarak hesaplanmış ve doğrulama deneyi tekrar sayısı (r) 1 olarak uygulanmıştır. İlgili değerler Eşitlik 6’da yerine konulduğunda kesme kuvveti için güven aralığı (CI)= $\pm 37,0214$ olarak bulunmuştur. Aynı işlemler kesici takım sıcaklığı için tekrarlanacak olursa; $F_{0,05,(1,f_e)} = 6,61$, $Ve = 3,66$, $\Pi_{eff} = 1,45$, $r=1$ ve $CI = \pm 5,767$ değerleri elde edilmiş olur.

Doğrulama deneyi sonucunda elde edilen Fc değeri ($F_{c_{den}} = 300,22$ N) ölçülmüş ve bu değere ait S/N oranı ($F_{c\ S/N_{den}} = -49,548$ dB) Eşitlik 1 ile hesaplanmıştır. Ayrıca Eşitlik 4 ile hesaplanan tahminsel $F_{c\ tah}$ değeri ($F_{c\ tah} = 294,12$ N) ve bu değere ait S/N oranı ($F_{c\ S/N_{tah}} = -49,711$ dB) Eşitlik 1 yardımıyla bulunmuştur. Aynı işlemler kesici takım sıcaklığı için tekrarlanacak olursa; $T_{den} = 23,6$ °C, $T\ S/N_{den} = -27,458$ dB, $T_{tah} = 22,1$ °C ve $T\ S/N_{tah} = -28,214$ dB olarak bulunur (Tablo 8).

Bu sonuçlara göre: Kesme kuvveti için $F_{c\ S/N_{den}}$ oranı (-49,548 dB) ile $F_{c\ S/N_{tah}}$ oranı (-49,711 dB) arasındaki mutlak fark 0,162 dB, kesici takım sıcaklığı için ise $T\ S/N_{den}$ oranı (-27,458 dB) ile $T\ S/N_{tah}$ oranı (-28,214 dB) arasındaki mutlak fark 0,756 dB çıkmıştır. Her iki kalite karakteristiği için de bu farkların Eşitlik 6 ile hesaplanan güven aralığı (CI) değerlerinden küçük olduğu görülmektedir ($0,162 < 37,021$) ve ($0,756 < 5,767$).

Başka bir ifadeyle;

Kesme kuvveti için:

$$F_{c\ S/N_{tah}} - CI < F_{c\ S/N_{den}} < F_{c\ S/N_{tah}} + CI$$

$$-49,711 - 37,021 < -49,548 < -49,711 + 37,021 \rightarrow -86,732 < -49,548 < -12,689$$

Kesici takım sıcaklığı için ise:

$$T\ S/N_{tah} - CI < T\ S/N_{den} < T\ S/N_{tah} + CI$$

$$-28,214 - 5,767 < -27,458 < -28,214 + 5,767 \rightarrow -33,982 < -27,458 < -22,446$$

Elde edilen bu sonuçlara göre, Taguchi metoduyla HSS matkaplarla alüminyum 1050-H14 malzemenin delinmesinde kesme kuvveti ve kesici takım sıcaklığı açısından 0,05 anlamlılık düzeyinde yapılan optimizasyonun uygun olduğu görülmüştür.

Sonuç

Bu çalışmada, kesme hızı, ilerleme miktarı, matkap uç açısı ve kaplama durumu olarak 4 kontrol faktörü kullanılarak 1050-H14 alüminyum alaşımının HSS kesici takımlarla delinmesi kesme kuvveti ve kesici takım sıcaklığı kalite karakteristikleri açısından değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçları regresyon analizi ve Taguchi metodu istatistiksel araçlarıyla değerlendirilmiş ve doğrulama deneyleri ile yapılan optimizasyonun geçerliliği test edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda aşağıdaki çıkarımlar elde edilmiştir.

- Kesme kuvveti üzerinde etkili olan kontrol faktörlerinin önem sırası ilerleme miktarı, uç açısı, kesme hızı ve kaplama durumu olmuştur.
- Kesici takım sıcaklığı üzerinde etkili olan kontrol faktörlerinin önem sıralaması ise kesme hızı, uç açısı, ilerleme miktarı ve kaplama durumu şeklinde olmuştur.
- Kesme kuvveti için ilerleme miktarının %76,93, kesici takım sıcaklığı için ise kesme hızının %51,09 oranlarında sonuçlar üzerinde etkili olduğu hesaplanmıştır.
- Kesme kuvveti ve takım sıcaklığı üzerinde belirlenen diğer kontrol faktörleri de istatistiksel olarak anlamlıdır.
- İlerleme miktarının artmasıyla her matkap uç açısı için kesme kuvvetleri yükseliş eğilimine girmektedir. En düşük kesme kuvvetleri düşük uç açısına sahip matkaplarla ölçülmüştür.
- Kesme hızının artması ile kesme bölgesinde daha yoğun bir ısı oluşumu görülmüştür. Matkap uç açısının artması da kesici takıma geçen ıyı olumsuz yönde etkilemiştir.
- Kesme kuvveti ve kesici takım sıcaklığı açısından 0,05 anlamlılık düzeyinde yapılan optimizasyonun uygun olduğu görülmüştür.

Extended Summary

Introduction

Aluminum and its alloys are widely used in the production of many products, especially space, aerospace and automotive sectors. The high ductility

values of aluminum and its alloys bring with it some difficulties in machining such as high surface roughness values, removal of chips and adhesion to the cutting tool. In this study, 1050-H14 material, one of the most widely used aluminum alloys suitable for machining, cutting by taking into account 4 different cutting speeds, 4 different feed rates, 4 different drill bit angles and 2 different coating conditions (Table 1) with HSS cutting tools, drilling experiments were carried out in terms of cutting force and cutting tool temperature (2 quality characteristics).

Table 1. Control Factors and Levels

Control factors	Unit	Code	Levels			
			1	2	3	4
Cutting speed (Vc)	m/min	A	10	20	30	40
Feed rate (f)	mm/rev	B	0.025	0.050	0.075	0.100
Drill bit angle (β)	°	C	90	105	118	140
Coating condition (KD)	-	D	Uncoated and coated			

Material and Method

The test material with a thickness of 15 mm was subjected to through-drilling with the cutting parameters determined with HSS drills without using coolant. In the experiments, \varnothing 5 mm diameter, 30° helix angle, 90° - 105° - 118° - 140° end angles, uncoated and coated (CVD - AlTiN - coating thickness: 5 μ m) HSS drills were used. The manufacturer's recommendations and previous studies were taken into consideration in the selection of drills. The cutting tools used in the experiments are connected to the tool holder with a collet that can tighten \varnothing 5 mm diameter cutting tools. The workpiece is connected to the CNC vertical machining center table using a 4-foot chuck, and the cutting forces are measured with a force gauge based on the load cell. The temperatures formed in the tool and workpiece during processing were measured with the Fluke Ti200 brand / model thermal camera. The temperatures in the tool and workpiece during processing were measured with the Fluke Ti200 thermal camera. The experimental setup is shown in Figure 1.

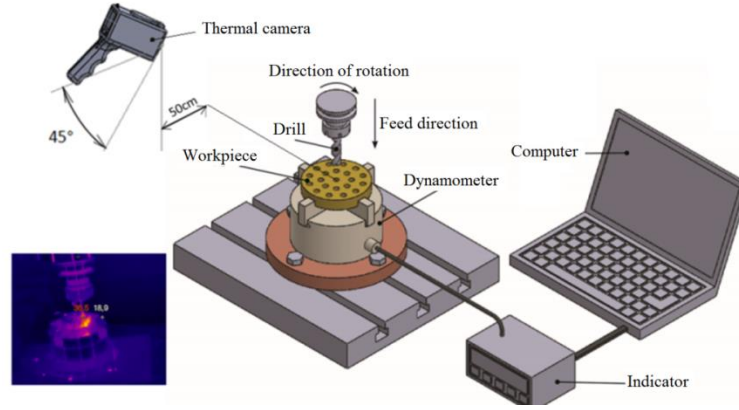


Figure 1. Experimental Setup

The experimental design was made using the Taguchi L16 (4×3 2×1) orthogonal array. The effects of control factors on quality characteristics were modelled by regression analysis and optimum drilling conditions were determined by Taguchi method. The variance analysis was made in 95% confidence interval and the effect rates of control factors were calculated. Optimization was also tested by verification experiments.

Results and Discussion

In drilling operations, cutting forces and cutting tool temperatures were measured, and the S/N ratios obtained with the "smaller is better" objective function were calculated. It can be seen that the cutting force from about 315 N to 536 N and the cutting tool temperature varies from about 25 °C to 69 °C. These changes are indications that control factors significantly affect the drilling process.

In the light of the data obtained as a result of the experiments, optimization was performed with Regression analysis and Taguchi method. Variance analysis was performed separately for the results obtained for cutting forces and cutting tool temperatures. With the analysis of variance, it was concluded that all control factors were statistically significant ($P < 0.05$). In other words, a strong relationship can be mentioned between the variables (Table 2 and Table 3).

Table 2. Analysis of Variance of Regression Equations

Cutting force					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regresyon	4	73496	18374	102.25	0.000
Residual error	11	1977	180		
Total	15	75473			
Cutting tool temperature					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regresyon	4	2511.80	627.95	69.30	0.000
Residual error	11	99.68	9.06		
Total	15	2611.48			

Table 3. ANOVA for Cutting Force and Cutting Tool Temperature Values S/N Ratios

Control factors		SD	KT	KO	F ratio	P value	% Contribution
Cutting forces	Cutting speed	3	6099.8	2033.3	13.48	0.008	8.08
	Feed rate	3	58064.8	19354.9	128.3	0.000	76.93*
	Drill bit angle	3	9221.1	3073.7	20.38	0.003	12.22
	Coating condition	1	1333.2	1333.2	8.84	0.031	1.77
	Error	5	754.1	150.8			1.00
	Total	15	75472.9				100.00
	R ²	99.00 %					
Cutting tool temperature	Cutting speed	3	1334.19	1334.19	121.59	0.000	51.09*
	Feed rate	3	137.35	45.78	12.52	0.009	5.26
	Drill bit angle	3	1032.83	344.28	94.13	0.000	39.55
	Coating condition	1	88.83	88.83	24.29	0.004	3.40
	Error	5	18.29	3.66			0.70
	Total	15	2611.48				100.00
	R ²	99.30 %					
* Highest impact rate							

As a result of the experiments, it was observed that the order of importance of the control factors affecting the cutting force was the feed rate, the angle of bit,

the cutting speed and the coating state, respectively and the control factors affecting the cutting tool temperature were the order of the cutting speed, the angle of bit, the feed rate and the coating state, respectively (Table 4). The optimization performed at the level of 0.05 significance in terms of cutting force and cutting tool temperature was found to be appropriate.

Table 4. Response Table of S/N Ratios for Cutting Force and Cutting Tool Temperature Values

Levels	Cutting speed (dB)	Feed rate (dB)	Drill bit angle (dB)	Coating condition (dB)	
Cutting forces	1	-52.35	-51.22	-52.22	-53.12
	2	-52.75	-52.58	-52.76	-52.8
	3	-53.35	-53.58	-53.32	
	4	-53.38	-54.46	-53.53	
	Delta	1.03	3.24	1.32	0.32
Rank	3	1	2	4	
Cutting tool temperature	1	-31.94	-33.2	-31.82	-34.52
	2	-33.61	-34.02	-34.06	-33.94
	3	-35.05	-34.61	-35.15	
	4	-36.31	-35.08	-35.88	
	Delta	4.37	1.88	4.05	0.58
Rank	1	3	2	4	

Conclusions

- The order of importance of the control factors affecting the cutting force was the feed rate, the angle of bit, cutting speed and coating condition.
- The order of importance of the control factors affecting the cutting tool temperature was found to be cutting speed, angle of bit, feed rate and coating status.
- It has been calculated that the feed rate in terms of cutting force is 76.93% and the cutting speed is 51.09% effective in terms of cutting tool temperature.
- Other control factors determined on cutting force and tool temperature are also statistically significant.
- With the increasing feed rate, cutting forces for each drill bit angle tend to increase. The lowest cutting forces were measured with drills with a low bit angle.

- With the increase in cutting speed, more intense heat formation was observed in the cutting zone. Increasing the drill bit angle also adversely affected the heat passing to the cutting tool.
- Optimization performed at 0.05 confidence interval in terms of cutting force and cutting tool temperature was found appropriate.

Kaynakça

Makaleler

- Aydemir, M.E. (2014). Bazı optimizasyon yöntemlerinin yama anten problemlerindeki performansı. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 29(3). 579-588.
- Başak, H. ve Baday, Ş. (2016). In processing of a spheroidized medium carbon steel, modelling with regression analysis of cutting forces and surface roughness affected by cutting parameters. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 22(4). 253-258.
- Bayraktar, Ş., Siyambaş, Y. ve Turgut, Y. (2017). Delik delme prosesi: bir araştırma. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2). 120-130.
- Bhowmick, S. ve Alpas, A.T. (2008). Minimum quantity lubrication drilling of aluminium-silicon alloys in water using diamond-like carbon coated drills. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 48(12-13). 1429-1443.
- Canel, T., Zeren, M. ve Sınmazçelik, T. (2019). Laser parameters optimization of surface treating of Al 6082-T6 with Taguchi method. *Optic & Laser Technology*, 120. 105714.
- Chatha, S.S., Pal, A. ve Singh, T. (2016). Performance evaluation of aluminium 6063 drilling under the influence of nanofluid minimum quantity lubrication. *Journal of Cleaner Production*, 137. 537-545.
- Colligan, K. (1994). New tool drills both titanium and carbon composites. *American Machinist*, 138(10). 56-58.

- Çaydaş, U. ve Çelik, M. (2017). AA 7075-T6 alaşımının delinmesinde kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü, takım sıcaklığı ve ilerleme kuvvetine etkilerinin araştırılması. *Journal of Polytechnic*, 20(2). 419-425.
- Çiftçi, İ. ve Gökçe, H., (2019). Optimisation of cutting tool and cutting parameters in machining of molybdenum alloys through the Taguchi Method. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 34(1). 201-213.
- Dhar, N.R., Ahmed, N.T. ve Islam, S. (2007). An experimental investigation on effect of minimum quantity lubrication in machining AISI 1040 steel. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 47. 748-753.
- Durmuş, H., (2012). Optimization of multi-process parameters according to the surface quality criteria in the end milling of the AA6013 aluminum alloy. *Materials and Technology*, 46(4). 383-388.
- Ghani J.A., Choudhury I.A. ve Hassan H.H. (2004). Application of Taguchi method in the optimization of end milling parameters. *Journal of Materials Processing Technology*, 145. 84-92.
- Gökçe, H., Yavuz, M. ve Karayel, M. (2017). İmalat süreçlerinde kesme kuvvetlerinin belirlenmesi amaçlı dinamometre tasarımı ve imalatı. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(2). 27-32.
- Gökçe, H., Çiftçi, İ. ve Demir, H. (2018). Cutting parameter optimization in shoulder milling of commercially pure molybdenum. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 40. 360.
- Günay, M. (2013). Optimization with Taguchi method of cutting parameters and tool nose radius in machining of AISI 316l steel. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 28(3). 437-444.
- Ilyuschenko, A.P., Feldshtein, E.E., Lisovskaya, Y.O., Markova, L.V., Andreyev, M.A. ve Lewandowski, A. (2015). On the properties of PVD coating based on nanodiamond and molybdenum disulfide nanolayers and its efficiency when drilling of aluminum alloy. *Surface and Coatings Technology*, 270. 190-196.

- Karaca, F. (2016). Cam elyaf takviyeli plastik kompozitlerde delme parametrelerinin deformasyon faktörüne etkisinin araştırılması. *Firat University Journal of Engineering*, 28(2). 23-27.
- Kimmelman, M., Duntschew, J., Schluchter, I. ve Möhring, H.C. (2019). Analysis of burr formation mechanisms when drilling CFRP-aluminium stacks using acoustic emission. *Procedia Manufacturing*, 40. 64-69.
- Korkmaz, M.E., Çakıroğlu, R., Yařar, N., Özmen, R. ve Günay, M. (2019). Al2014 alüminyum alaşımının delinmesinde itme kuvvetinin sonlu elemanlar yöntemi ile analizi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 6(1). 193-199.
- Lambert, B.K. (1979). Prediction of force, torque and burr length in drilling titanium-composite materials. *SME Technical Paper MR*, 79.363.
- Maiyar, L.M., Ramanujam, R., Venkatesan, K. ve Jerald, J. (2013). Optimization of machining parameters for end milling of Inconel 718 super alloy using Taguchi based grey relational analysis. *Procedia Engineering*, 64. 1276-1282.
- Meral, G., Dilipak, H. ve Sarıkaya, M. (2011). AISI 1050 malzemenin delinmesinde ilerleme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüđünün regresyon analiziyle modellenmesi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 4(1). 31-41.
- Meral, G., Dilipak, H. ve Sarıkaya, M. (2011). AISI 1050 malzemenin delinmesinde delme parametrelerinin delik kalitesi üzerindeki etkisinin çoklu regresyon metoduyla modellenmesi. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(1). 37-46.
- Pınar, A.M., Uluer, O. ve Kirmaci, V. (2009). Optimization of counter flow Ranque–Hilsch vortex tube performance using Taguchi method. *International Journal of Refrigeration*, 32(6). 1487-1494.
- Saat, M., (2000). Kalite denetiminde Taguchi yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3. 97-108.
- Samtaş, G. ve Korucu, S. (2019). Optimization of cutting parameters for surface roughness in milling of cryogenic treated EN AW 5754 (AlMg3) aluminum alloy. *Journal of Polytechnic*, 22(3). 665-673.

- Song, D., Wenhe, L., Kan, Z., Jinshan, L. ve Jindan, F. (2019). Investigation on exit burr in robotic rotary ultrasonic drilling of CFRP/aluminum stacks. *International Journal of Mechanical Sciences*, 151. 868-876.
- Şahin, İ. (2013). Alüminyum matrisli kompozit malzemelerin matkap ile delinmesi konusunda yapılan çalışmaların incelenmesi. *Mühendis ve Makine*, 55(649). 9-16.
- Terzioğlu, H. (2020). Analysis of effect factors on thermoelectric generator using Taguchi method. *Measurement*, 149. 106992.
- Zhu, Z., Guo, K., Sun, J., Li, J., Liu, Y., Zheng, Y. ve Chen, L. (2018). Evaluation of novel tool geometries in dry drilling aluminium 2024-T351/titanium Ti6Al4V stack. *Journal of Materials Processing Technology*. 259. 270-281.

Kongre ve Sempozyum

- Bahçe, E., Kılıçkap, E. ve Özel, C. (2010). Al-5005'in delinmesinde delme parametrelerinin çapak oluşumuna etkisinin araştırılması. 2.Ulusal Tasarım İmalat ve Analizi Kongresi. 242-250. Balıkesir.
- Başar, G. ve Kahraman, F. (2017). Delik işleme prosesinde kesme parametrelerinin Taguchi metodu ve regresyon analizi kullanılarak modellenmesi ve optimizasyonu. 2nd International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2017). 688-695.
- Bayraktar, Ş. ve Turgut, Y. (2012). Elyaf takviyeli polimer kompozit malzemelerin delinmesi üzerine bir araştırma. 3. Ulusal Talaşlı İmalat Sempozyumu. Ankara.
- Bayraktar, Ş. (2016). Investigating of effects on thrust force and burr height of cutting parameters in dry drilling of Al-5083 alloy. 16th International Materials Symposium (IMSP'2016). 64.
- Çakır, A., Bahtiyar, O. ve Şeker, U. (2014). Farklı soğutma şartları ile farklı kesme parametrelerinin AA7075 ve AA2024 alüminyum alaşımlarında delik delme işlemlerine etkisinin deneysel olarak incelenmesi. 16. Uluslararası Makina Tasarım ve İmalat Kongresi. İzmir.
- Dheeraj, N., Sanjay, S., Bhargav, K.K. ve Jagadesh, T. (2020). Investigation into solid lubricant filled textured tools on hole geometry and surface integrity

during drilling of aluminium alloy. *Materials Today: Proceedings*. 10th International Conference of Materials Processing and Characterization.

Kim, D. ve Ramulu, M. (2005). Cutting and drilling characteristics of hybrid titanium composite laminate (HTCL). In *Proceedings of Materials and Processing Technologies for Revolutionary Applications Fall Technical Conference*, Seattle, Washington, 1-8.

Kurt, M., Kaynak, Y., Bakır, B., Köklü, U., Atakök, G. ve Kutlu, L. (2009). Experimental investigation and Taguchi optimization for the effect of cutting parameters on the drilling of Al 2024-t4 alloy with diamond like carbon (DLC) coated drills. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09). Karabük.

Yılmaz, V., Yılmaz, C.Y., Sarıkaya, M. ve Özdemir, M. (2015). Modelling of performance output in the hole drilling process with different electrodes to X10CrAlSi24 sheet material”, ISITES 2015 Valencia –Spain.

Elektronik Kaynaklar

Matweb. 01.05.2020'de <http://www.matweb.com/search/datasheet.aspx?matguid=b1aa69c0528a40729478403542a8c94a&n=1> adresinden alınmıştır.



Savunma Tedarik Proje Yönetiminde Entegre Proje Ekiplerinin Kullanımına Yönelik Bir Model Önerisi*

Mustafa Kemal TOPCU**

Öz

Tedarik projelerinin belirlenen performans kriterlerine zamanında ve hedeflenen maliyet sınırları içerisinde ulaşabilmesi için etkin ve başarılı bir proje yönetimi anlayışına ihtiyaç duyulmaktadır. Başta savunma, havacılık ve uzay sanayi gibi uzun vadeli karmaşık sistem tedarikinde entegre proje ekiplerinin kullanılması söz konusu riskleri azaltmanın bir yöntemi olabilir. Ancak kullanıcı ihtiyaçları, yüklenici pozisyonu, ekonomi ve teknoloji gibi belirsizliklerin yoğun olduğu, mali, teknik ve takvim açısından risk yönetiminin ön planda tutulduğu savunma sektöründe entegre proje ekiplerinin kullanılmasına yönelik çalışmalar yetersiz, hatta yok denecek kadar azdır. Alanyazındaki bu yetersizliğe vurgu yapmak ve gelişen savunma sektöründe entegre proje ekiplerinin kullanılmasına katkıda bulunmak amacıyla hazırlanan bu çalışmanın amacı, Türkiye’de entegre proje ekiplerinin kullanımına yönelik bir model önerisi sunmak olarak belirlenmiştir. Özgün teknolojik savunma sistemine sahip olmak isteyen Türkiye açısından ekosistemdeki tüm aktörlerin teknoloji ve iş yapış tarzının sinerji yaratacak şekilde bir araya getirilmesi çalışmanın önemini artırmaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmada, Türkiye’de savunma tedarik projelerinde kullanılacak örnek bir entegre proje ekip yapısı, ekibin oluşum aşamaları, çalışma talimatı ve kontrol listesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Entegre Proje Ekibi, EPE, Proje Yönetimi, Savunma Tedariki.

* Bu çalışma Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 31. Ulusal Kongresinde “Tedarik Programı Yönetiminde Entegre Proje Ekiplerinin Kullanımı” başlığı ile sunulan bildirinin geliştirilmiş halidir.

** Dr., ST Strateji ve Teknoloji Geliştirme Ltd.Şti., mktopcu@ststrateji.com, ORCID: 0000-0002-3298-1283

A Model Proposal for Employing Integrated Project Teams in Project Management in Defense Acquisition

Abstract

It is of great necessity of project management concept to complete acquisition projects within identified performance criteria in compliance with time and cost targets. Employing integrated project teams may be a tool to mitigate mentioned risks in acquisition of long-term complex systems in particularly defense, aviation, and space sector. However, there is a scant literature on employment of integrated project teams in defense sector whereby uncertainties due to user requirements, supplier position, economy and technology are confronted and risk management regarding finance, technic, and schedule are attached great significance. This study, which is prepared to highlight the need and contribute to the use of integrated project teams in developing defense sector, aims to propose a model regarding employing integrated project teams in Turkey. Gathering know-how and technology of the actors in ecosystem to create synergy on behalf of Turkey, aiming to have indigenous defense technology, promotes the significance of the study. To this end, this study proposes an integrated project team organizational chart, team formation phases, operational procedures, and a checklist to be employed in defense acquisition projects in Turkey.

Keywords: *Integrated Project Team, IPT, Project Management, Defense Acquisition.*

Giriş

Kendine has özellikleri ile diğer sektörlerden ayrılan savunma sanayi projelerinde risklerin ortaya çıkmasındaki etken konular arasında yetersiz finansal kaynak ile projenin yürütülmesi, geliştirilmiş ve kullanılmakta olan iş akışına uymayarak tekerleğin yeniden keşfetmeye çalışılması, en güncelin ve en fazlanın istenmesi, iletişimin güçlendirilmemesi ve insan kaynakları uygulamalarından yeterince yararlanılmaması yer almaktadır (Turk, 2006b: 25-27). Özellikle insan kaynakları uygulamaları proje yönetiminin en kritik yönünü oluşturmaktadır (Gadeken, 2005: 11; Pinheiro, 2010: 5). Nitekim proje riskleri değerlendirildiğinde nitelikli iş gücü ilk sırada gelmektedir (Korkmazzyürek, 2004: 215).

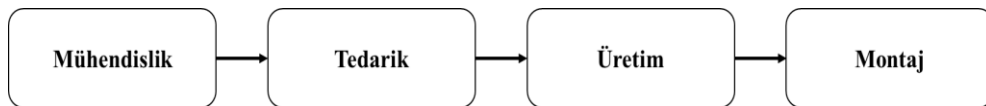
Riskleri kontrol altına almak için uygulanacak yöntemlerden birisi de, erken aşamadan itibaren tedarik zinciri içerisinde ileriye ve geriye doğru yer alan aktörlerle iş birliği stratejisidir. Tedarik makamının sanayi ile iş birliği yapması; yetenek geliştirmek, yatırım tekrarlarından kaçınmak ve kaynak israfını önlemek için kullanılan bir araçtır. Özellikle özgün tasarımların gerçekleştirilmesi ve kaynakların etkin kullanılması için kullanıcı makam, tedarik makamı ve sanayi kesiminin iş birliği yapması önemlidir (Korkmaz, 2004). Bu doğrultuda 1990'ların ortasından itibaren ABD'de simülasyon tabanlı tedarik ve İngiltere'de akıllı tedarik sistemlerinde entegre proje ekipleri (EPE) kullanılmıştır. Benzer şekilde evrimsel tedarikin aşamalı ve spiral geliştirme modelleri, müşterek yetenekler entegrasyonu ve geliştirme konsepti ile sistem yaklaşımı kapsamında EPE kullanımına yer vermeye başlanılmıştır. Böylelikle tedariki yapılacak savunma yeteneğinde tüm tarafların yetkinliğinden faydalanılmaktadır. Özellikle karmaşık, belirsiz, uzun süreli ve çok taraflı projelerde EPE'nin kullanımı giderek daha önemli bir hale gelmektedir.

Bununla birlikte teknoloji yönetimi kapsamında EPE'ler tamamen anlaşılammıştır (Bochenek ve Ragusa, 2004: 10). Ayrıca, savunma sektörü gibi teknolojideki hızlı değişim, tehdit algısı, kullanıcı ihtiyaçları, yüklenici pozisyonu, ekonomik vb. nedenlerden dolayı belirsizliğin yoğun olduğu ve mali, teknik ve takvim açısından risk yönetiminin ön planda tutulduğu bir sektörde EPE'lerin program yönetiminde kullanılmasına yönelik çalışmalar yetersizdir, hatta yok denecek kadar azdır. Alanyazındaki bu yetersizliğe vurgu yapmak ve gelişen savunma sektöründe EPE'lerin kullanılmasına katkıda bulunmak amacıyla hazırlanan bu çalışmanın amacı, Türkiye'de EPE'lerin kullanımına yönelik bir model önerisi sunmak olarak belirlenmiştir. Özellikle ulusal alanyazında neredeyse hiç değinilmemiş bir konu olması çalışmanın önemini artırmaktadır. Özgün teknolojik savunma sistemine sahip olmak isteyen Türkiye açısından, ekosistemdeki tüm aktörlerin teknoloji ve bilgisinin sinerji yaratacak şekilde bir araya getirilmesi ise çalışmanın önemini bir kat daha artırmaktadır. Bu doğrultuda öncelikle proje yönetimi, savunma tedarik stratejileri ve EPE kavramsal olarak ele alınmaktadır. Akabinde savunma tedarik programlarında EPE'lerin kullanılma durumları incelendikten sonra tedarik makamlarının uygulamalarına yönelik bazı önerilere yer verilerek çalışma sonlandırılmaktadır.

Proje Yönetimi

Modern işletme hayatının her alanında gelişen teknoloji, yeni stratejilerin kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir (Pinheiro, 2010). Teknoloji ile birlikte karmaşıklığın ve belirsizliğin de arttığı görülmektedir. Buchanan (1991) yeni teknolojinin donanım, yazılım, ağlar, haberleşme bağlantıları, sistemler, süreçler ve yönetim uygulamalarından oluştuğunu ifade etmektedir. Bunlarla birlikte, yeni pazar yaratma çabaları ile birlikte karşılaşılan küreselleşme sonucunda sürdürülebilirlik konuları, yeni iş dünyasının vazgeçilmez bir unsuru haline gelmiştir. Bu yoğun rekabet ortamı tüm sektörleri değişime ve proje odaklı çalışmaya zorlamıştır. Küreselleşme, kaynak kıtlığı ve yoğun rekabet ortamı gibi parametreler de işletmeleri proje yönetimine yöneltmektedir (Pinheiro, 2010). Nitekim araştırma geliştirme faaliyetleri ile birlikte yüksek teknoloji yatırımlarının artarak devam etmesi proje yönetiminin giderek daha ön plana çıkacağına işaret etmektedir (Söderlund ve Bredin, 2006: 249).

Proje yönetimi, genel olarak belirli bir ihtiyacı karşılamak üzere, belirli bütçe ile belirli bir zaman diliminde benzer faaliyetlerin bir araya getirilmesidir (PMI, 2013). Esasen proje yönetimi; bilgilerin, süreçlerin, becerilerin, araçların ve tekniklerin, projenin gereksinimlerini yerine getirmek amacıyla proje aktivitelerine uygulanmasıdır. Özetle, proje yönetimini; faaliyetleri sistematik ve disiplinli bir yol izleyerek organizasyon, liderlik ve raporlama ile yapma sanatı olarak ifade etmek mümkündür. Faaliyetler, Şekil 1’de gösterildiği gibi fonksiyonel uzmanlıklar şeklinde belirli bir sıra dâhilinde yapılmaktadır.



Şekil 1. Geleneksel Proje Yönetimi Metodolojisi (Fleming ve Koppelman, 1996)

1. Proje Yönetim Ekipleri

Proje ekibi, başından sonuna kadar projenin yürütülmesi için ilgili konularda uzman kişilerin belirli bir amaç doğrultusunda bir araya gelmesiyle oluşan bir gruptur (İstanbul Sanayi Odası, 2009: 39). Proje ekibinde aranan unsurlar; nitelikler, beceriler, deneyim, kişilik özellikleri, örgütsel değerler ve kültürle uyumlu iş etiğidir (Pinheiro, 2010: 5). Hatta kişilik ve tutumlar, bazen tecrübe ve beceriden daha da ön

plana çıkabilmektedir (Turk, 2006a: 23). Bilgi, beceri ve yetenek ile birbirlerini tamamlayan kişilerden oluşan proje ekipleri, birbirlerine karşı sorumluluğa da sahiptir.

Projenin başarılı çıktılar ortaya koyabilmesi ancak uyumlu bireylerin bir araya gelmesiyle mümkündür (İstanbul Sanayi Odası, 2009). Nitekim Rahman ve Kumaraswamy (2008: 48) de en iyi çıktıya ulaşmak için entegre ekip çalışmasını ve kapsamlı bir iş birliği oluşturulmasını tavsiye etmektedir. Böylece tüm paydaşların çıkarları, ihtiyaçları, beklentileri, kısıtları ve riskleri hesaba katılabilmektedir. Kısacası proje, mali ve beşerî kaynakların etkin kullanımı ile başarıya ulaşabilir (Pinheiro, 2010).

Geleneksel birbirini takip eden fonksiyonel yapılar yerine proje ekiplerinin kullanılması, temel olarak bekleme zamanlarını ortadan kaldırarak işlem süresinin kısaltılması faydasını sağlamaktadır. Örneğin; eş zamanlı mühendislik; ürün tasarımından etkilenen herkesin tasarım bilgisine olabildiğince erken ulaşması ve gelecekte yaşanabilecek problemlerin önüne geçmesi için son tasarıma dâhil olmasını sağlayan bir metodolojidir (Bochenek ve Ragusa, 2004: 5). Bilgi akışını hızlandırarak ilk aşamalardan itibaren tüm paydaşların erişimine olanak sağlayan eş zamanlı mühendislik belirsizliğin azalmasını sağlamaktadır (Koufteros vd., 2001). Şekil 2’de yer alan eş zamanlı mühendislik, tüm birimlerin katkısını proje ömür devrinin her aşamasında beklemektedir.

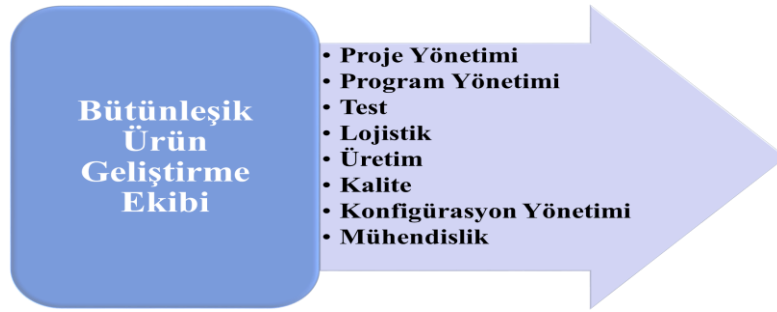


Şekil 2. Eş Zamanlı Mühendislik (Fleming ve Koppelman, 1996)

Multi-fonksiyonel ekipler, faaliyetleri fonksiyonlar arasında bütünleştirerek, tasarım ve üretim süreçlerini uyumlaştırarak ve proje planlama safhasına vurgu yaparak projelerde daha yüksek tasarım kalitesine, envantere daha kısa sürede alınmasına, ürün ailesinin daha hızlı planlanmasına ve daha verimli fikirlerin ortaya

çıkmasına neden olmaktadır (Hayes, Wheelwright ve Clark, 1988; Hitt, Hoskisson ve Nixon, 1993). Multi-fonksiyonel ekipler, ürünü ve üretim süreçlerini geliştirme, tasarım çıktılarını iyileştirme faydalarını sağlamaktadır. Ayrıca multi-fonksiyonel ekipler, pazar ve müşteri gereksinimlerini karşılayan ürün yaratılması ile ilgili bilgi akışını hızlandırmakta ve kolaylaştırmaktadır (Zakarian ve Kusiak, 1999: 85). Bunlarla birlikte, multi-fonksiyonel ekiplerin nihai kullanıcıların katılımına erken aşamalarda izin vermesi, birimler arası iletişimi artırması, teknik bilgiye erişimi kolaylaştırması, kaynakların etkin kullanımı ile amaç uyumunu sağlaması gibi organizasyonel faydalarından da bahsetmek mümkündür (Ford ve McLoughlin, 1992).

Amerikan Ordusu dâhil çoğu organizasyonun, sistem ve ürün ömür devrini kısaltmak ve maliyeti azaltmak için; tasarım, üretim, konfigürasyon yönetimi, test ve lojistik gibi tüm disiplinlerin bir araya gelmesine olanak veren bütünlük ürün geliştirme ekipleri tasarım, üretim ve destek planlarının gereksinimlerini netleştirerek zaman kaybını önleyebilmektedir (Menker, 1990: 27). Bu doğrultuda bütünlük ürün geliştirme ekipleri güçlendirilmiş, işbirlikçi, multi-disipliner, yönetilebilir bir yapı sunmaktadır. Bütünlük ürün geliştirme ekiplerinde nitelikli kişilerin yer alması kadar etkili organizasyonel yapının oluşturulması ile proseslerin düzenlenmesi de önemlidir (Menker, 1990: 27). Bütünlük ürün geliştirme ekibi geleneksel olarak Şekil 3'te yer alan birimlerin temsilcilerinden oluşturulabilir.



Şekil 3. Bütünlük Ürün Geliştirme Ekibi (Menkel, 1990: 29)

Ürün spesifikasyonuna göre yer alacak üyenin uzmanlık alanı farklılık gösterebilir. Örneğin; bir radar projesinde bakım uzmanı, kalite uzmanı, yazılım

mühendisi ve elektronik harp uzmanı gibi yetkin kişiler görev yaparken, daha karmaşık bir proje olarak değerlendirilebilecek hava aracı projesinde finans uzmanı, test mühendisi, veri uzmanı ve sistem mühendisi gibi ilave kadrolara rastlanabilir. Özellikle başlangıçta oluşturulan ekibin, proses boyunca korunması, ekip içi rol ve sorumlulukların netleştirilmesi ile ekibin ekip içi ve dışı iletişim kurallarının belirlenmesi önemlidir (Menker, 1990: 30).

2. Entegre Proje Ekipleri

Yukarıda izah edilen multi-fonksiyonel ekiplerde, eş zamanlı mühendislik ve bütünlük ürün geliştirme ekipleri gibi yapılarla birlikte EPE'lerin kullanıldığına da rastlanmaktadır (Fleming ve Koppelman, 1996). Bu kavramların ortak yanı bir amaç doğrultusunda farklı birimlerden bireylerin katılımıyla proje ekibinin oluşturulmasıdır. Çalışmanın bu kısmında EPE'ler detaylı bir şekilde ele alınmaktadır.

a. Kavramsal olarak Entegre Proje Ekipleri

EPE'ler benzer yapılardaki çabaları bir aşama daha ileri taşımaktadır. Pek çok organizasyon özellikle ürün geliştirme ömür devri maliyetini ve süresini azaltmak için çok fonksiyonlu EPE'lerin aracılığıyla eş zamanlı iş birliği modelini kullanmaktadır (Bochenek ve Ragusa, 2004). Entegrasyon; profesyonel, örgütsel, operasyonel ve millî kültürlerden oluşan iş birliği gayretlerinin etkin bir şekilde birleştirilmesi, optimal proje sonuçları ve yüksek seviye performans seviyeleri açısından uyumluluğun geliştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Rahman ve Kumaraswamy, 2008: 62). Ayrıca, ekipte yer alanlar kendi uzmanlık alanı içerisinde sistem ile ilgili konuları, fikirleri, parametreleri ve performansları değerlendirmektedir (Bochenek ve Ragusa, 2004: 7). Bu açıdan, EPE, tasarım ve icra faaliyetlerini, hatta idari faaliyetlerini de tüm paydaşların katılımıyla yürütmektedir (OGC, 2007: 4). EPE'lerin oluşturulmasında projenin kapsamı ve iş kırılım yapısı etkindir. EPE oluşturulurken proje ömrünün hangi fazında hangi paydaşların ne derecede katılması gerektiği belirlenmelidir. Tablo 1'de bir bilgi teknolojileri projesi için yapılan paydaş katılımı belirleme çalışması örnek olarak verilmiştir.

Tablo 1. Bilgi Teknolojileri Projesi İçin Örnek Paydaş Katılımı (MITRE, 2008: 6)

	Proje Fazları						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Sponsor	Karar Verme	Karar Verme	Karar Verme	Destek	Karar Verme	Karar Verme	Karar Verme
Son Kullanıcı	Karar Verme	Karar Verme	Karar Verme	Destek	Karar Verme	Karar Verme	Karar Verme
İcra Komitesi	İzleme	İzleme	İzleme	İzleme	İzleme	İzleme	İzleme
Tedarikçiler		Destek					
Yükleniciler		Destek	Destek	Destek	Destek	Destek	
Yazılım Geliştiriciler		Destek	Karar Verme	Karar Verme	Karar Verme	Destek	Destek
Konfigürasyon Birimi		Destek	Destek	Destek	Destek	Destek	Destek
Altyapı Birimi	Destek	Destek	Karar Verme	Destek	Karar Verme	Karar Verme	Destek
Güvenlik Birimi	Destek	Destek	Karar Verme	Destek		Karar Verme	
Test Birimi		Destek			Destek	Karar Verme	
Operasyon Birimi	Destek	Destek	Karar Verme	Destek	Karar Verme	Karar Verme	Karar Verme

Not: Proje Fazları (1) Konsept Tasarım (2) Gereksinimleri Geliştirme (3) Tasarım (4) Geliştirme Uygulama Test Kullanıma Alma

Tablo 1’de savunma tedarik projelerinde de uygulanan proje fazları baz alınarak paydaşların rol ve sorumlulukları netleştirilmiştir. EPE’leri diğer proje ekiplerinden ayıran temel özellik, projenin tasarım aşamasından itibaren farklı disiplinlerden (örneğin; teknoloji, endüstriyel, finansal, yasal, lojistik gibi) uzmanlara yer vermesidir (Darnis vd., 2007: 7). Örneğin son kullanıcı geliştirme aşamasında destek sorumluluğu üstlenirken, diğer aşamalarda karar verme sürecinde yer almaktadır. Genellikle geliştirme aşamasında son kullanıcıdan beklenen, gereksinim dokümanına uygun bir şekilde ürün/hizmet ile ilgili geri bildirimde bulunmasıdır. Görüldüğü üzere, proje yönetim planının oluşturulması aşamasında, paydaş analizi yapılması ve paydaşların iş kırılım yapısına uygun olarak aktivitelerle eşleştirilmesi planlamayı kolaylaştırmaktadır.

b. Entegre Proje Ekiplerinin Yararları

EPE'ler projelere ilişkin girdileri, analizleri ve karar verme süreçlerini etkin bir şekilde kullanabilmek için gerekli olan bilgi, beceri, yetenek, araç ve bakış açılarını bir araya getiren yapılardır. EPE'ler proje ömür devri boyunca birlikte çalıştığı için değişikliklere uyum sürecini hızlandırmakta ve daha proaktif bir yaklaşım sergileyebilmektedir (Fleming ve Koppelman, 1996). EPE'lerin normal çalışma gruplarına kıyasla öne çıkan özellikleri Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Grup Çalışması ve EPE Karşılaştırma Tablosu (MITRE, 2008)

Kriter	Çalışma Grubu	EPE
Karar Verme	Merkeziyetçi	Ekip Kararı
Liderlik	Otoriter	Katılımcı
Hesap Verilebilirlik	Birey	Birey ve Ekip
Amacın Esnekliği	Esnek Değil	Ekibin Etkisine Açık
Çıktılar	Bireysel	Ekip Çalışması
Etkileşim	Tartışmasız Kabullenme	Eleştirel Yaklaşım ve Katılımcı Problem Çözme
Katılımcılık	Birey Katılımı Önemsiz	Sürekli Katılım
Performans	Görevin Tamlığı ve Bireysel Çaba	Ekip Performansı
Görevlendirme	Lider	Ekip

EPE'lerin sahada kullanımında iyi uygulama örneği olarak yeni ürün geliştirme ekipleri gösterilebilir. Yeni ürün geliştirme sürecinde EPE'lerin kullanılması sonucunda ürün geliştirme süresinin kısaldığı, geliştirme maliyetinin azaldığı ve ilk defada sıfır hata ile istenilen kalitede ürün elde edildiği gözlenmiştir (Fleming ve Koppelman, 1996: 164).

EPE'lerdeki iş birliğinin yarattığı faydayı dört başlık altında özetlemek mümkündür (Sanderson, 2009).

- Üretim, tedarik ve teslimat süreçlerinin uyumlaştırılmasına bağlı olarak maliyetlerde azalma,
- Tasarım aşamasından itibaren yapılan bilgi paylaşımının doğurduğu etkili öğrenme ile daha hızlı ve uygun inovasyonu sağlama,

- Daha hızlı tespit edilen ve çözüme kavuşturulan kalite sorunları sonucunda israfın azalması, bekleme sürelerinde kısalma ve
- Müşteri gereksinimlerindeki değişikliklere daha hızlı cevap verebilme.

c. Entegre Proje Ekiplerine Yöneltilen Eleştiriler ve Gelişime Açık Yönler

EPE'lerin kullanılmaya başlanması bir kurumsal kültür değişimidir (Cook, 1998). Zira EPE, farklı çalışma ortamı ve kurumsal kültürden bireylerin bir araya gelmesi demektir (Moore ve Antill, 2001). Nitekim Sanderson (2009) tarafından vurgulandığı gibi asıl konu müşteri olarak devletin tedarikçilerle iş birliği için bir dil geliştirmesidir. Örneğin; kamu sektörü harcamalarını mevzuata uygun yapmak durumunda iken özel sektör daha etkin harcama yapmayı düşünmektedir. Kamunun ve özel sektörün performans yönetim sistemleri birbirinden farklıdır. Öte yandan kamu sektörü bağlamında özel sektörle iş birliği yapılması şeffaflık, sorumluluk, mali saydamlık ve hesap verilebilirlik açısından uygun görülmemeyebilir (Erridge ve Nondi, 1994). Kamu, daha uygun maliyetle yaratacağı sosyal faydayı sağlamaya çalışırken, özel sektör ekonomik faydayı önceliklendirmektedir (Moore ve Antill, 2001). Bu nedenlerle, EPE'lerde amaç uyumu ön plana çıkmaktadır. Ekip çalışmasının iş birliğine dönüşebilmesi için tarafların açık olabilmesi, beklentilerini net bir şekilde ifade edebilmesi, hedeflerini uyumlaştırabilmesi ve çıkar çatışmalarını tüm paydaşlarının menfaatine olacak şekilde çözümleyebilmesi önemlidir. Taraflar beklentilerini, hedeflerini açıkça ortaya koymadıkça, nihai üründe karşılıklı fayda sağlamadıkça ekip çalışmasından bahsetmek mümkün değildir (OGC, 2007: 6). Ancak tüzel kişiler, ticari gizlilik kaygısıyla veri paylaşmaktan kaçınabilmektedir. Ayrıca Erridge ve Greer (2000), kamu ve özel sektör arasında yapılacak iş birliğinin haksız rekabet doğuracağını belirtmektedir.

Pane Haden, Humphreys, Cooke ve Penland (2012) tarafından üst düzey yöneticilerle yapılan mülakatlar sonucunda, EPE'lerde üyelerin bağlanma sorunu yaşadığı ortaya çıkmıştır. Bu problemin çözümü açısından EPE liderinin seçim ve eğitiminin önemli olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca liderin finansal harcama yetkisi ve üyelerin performansını değerlendirmesinin bu anlamda vazgeçilmez iki unsur olduğu karşımıza çıkmaktadır.

EPE'lere getirilen eleştirilerin içerisinde örgütsel faktörlerden kaynaklanan işgücü devir hızının yüksek olmasına bağlı olarak, iş sürekliliğinin ve kurumsal hafızanın sağlanamaması yer almaktadır (McKinsey & Co, 1998: 11). EPE'lerin temel felsefesi; multi-fonksiyonel bir ekip tarafından yönetim olduğu halde projenin yürütücü otoritesi değiştiğinde EPE'lerin de görevine son verilmektedir (Moore ve Antill, 2001).

Uygulamaların gözden geçirilmesi sonucunda EPE'lerin başarısızlık sebepleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Pinheiro, 2010: 2).

- Çok başlılık,
- Örgütsel boş vermişlik,
- Yukarıdan aşağıya planlama,
- Aşağıdan yukarıya uygulamaların yapılmaması,
- Proje ekibince yeterince benimsenmeme,
- Program yöneticisinin yetkinliğinin olmaması,
- Proje planlarının belirsizliği,
- Muğlak rol ve sorumluluklar,
- Ekip tükenmişliği,
- Etkisiz değişim yönetimi,
- Zayıf örgütsel kültür.

Sonuç olarak, EPE'lerde ekip çalışması kültürü, ortak sorumluluk bilinci, kalite odaklılık, gelişime açıklık, yetkilendirme, planlı çalışma, sonuç odaklılık, iletişim, maliyet bilinci ve sürdürülebilirlik önemlidir. Bu nedenle EPE'lerin yetkinlik çerçevesi oluşturulurken risk oluşturacak bu alanlara özel önem verilmelidir.

Savunma Tedarik Projelerinde Entegre Proje Ekipleri

EPE'ler savunma tedarik projeleri bağlamında İngiltere'deki akıllı tedarik sistemleri ile ABD'de simülasyon tabanlı ve evrimsel tedarik sistemlerinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Müslüm, Topcu ve Mala, 2010: 112). Nitekim kullanıcı ihtiyaçlarının proje ömür devri boyunca hesaba katılması ve her aşamada tüm

paydaşların devrede olması gerektiğinden yeni savunma yeteneklerinin kazanılması ve mevcut yeteneklerin geliştirilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Öyle ki, kritik silah sistemlerinin üretilmesinde ömür devrinin yaklaşık %70'ini oluşturan operasyonların yönetilmesi için multi-disipliner bir yapıya ihtiyaç duyulmuştur (İngiltere Savunma Bakanlığı, 2005: 105). Ullah, Tang ve Yin (2015) tarafından yapılan çalışmada, proje maliyetlerinin %70-80'lik kısmının ilk aşamalarda kararlaştırıldığını, ancak projelerde %56 oranında değişiklik meydana geldiğini göstermektedir. Bu nedenle, son kullanıcıların ihtiyaçlarının tanımlanması için ilk aşamada paydaşların tamamını bir araya getirmek en uygun yöntemdir. Bu çerçevede, çalışmanın bu kısmında öncelikle savunma tedarik stratejileri gözden geçirilecek, daha sonra savunma sistemleri açısından EPE'lerin kullanımı incelenecektir.

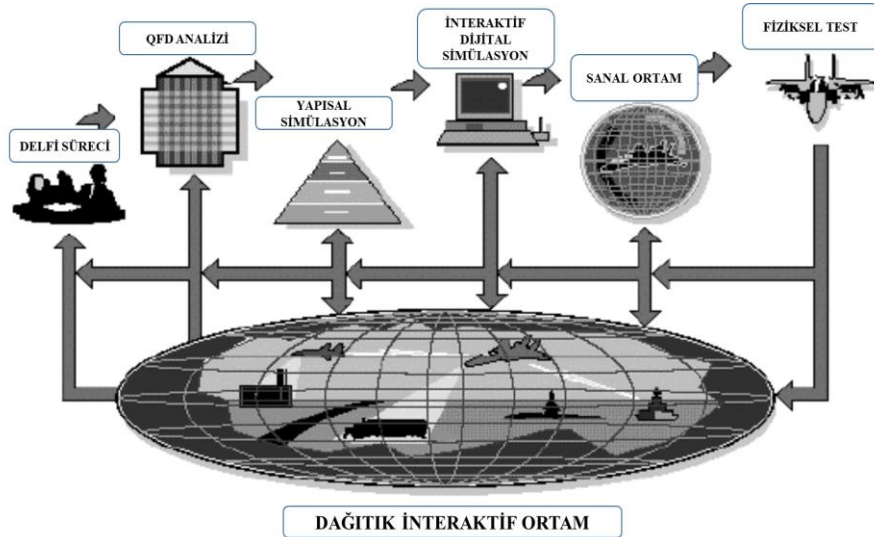
1. Savunma Tedarik Stratejileri

Savunmada tedarik, kıt kaynaklarla uygun süre içerisinde en son teknolojiyle donatılmış silah sistemlerinin envantere alınmasının sağlanmasıdır (Topcu, Mala ve Müslüm, 2015: 96). Bir tarafta teknoloji kazanımı söz konusu iken, diğer taraftan mümkün olan kısa sürede silahlı kuvvetlerin teçhiz edilmesi söz konusudur. Bu nedenle gereksinimlere odaklı geleneksel tedarik stratejileri yerini yetenek tabanlı tedarik stratejilerine bırakmaktadır. Bu doğrultuda simülasyon tabanlı tedarik stratejisi, akıllı tedarik stratejisi, evrimsel tedarik stratejisi, müşterek yetenekler entegrasyon ve geliştirme sistemi ile sistem mühendisliği yaklaşımı tercih edilen güncel tedarik stratejileri ve yaklaşımlarıdır. Bu stratejilerin ortak noktası, tedarikçileri erken aşamalarda sürece dâhil etmesidir. Böylelikle tedarikçiler sistem ve ürün tasarımı ile tasarım iyileştirmelerine katkı sağlayabilmektedir (Cohee, Barrows ve Handfield, 2019). Bahsi geçen strateji ve yaklaşımlar bu bölümde ele alınmıştır.

Simülasyon tabanlı tedarik 1990'ların sonuna doğru yaygınlaşan bir tedarik stratejisi olmuştur. ABD Savunma Bakanlığı Tedarik Komitesi (1997) simülasyon tabanlı tedariki bakanlık ile sanayinin proje ömrü devrinde simülasyon teknolojisinin müşterek kullanılması olarak tanımlamaktadır. İngiltere Savunma Bakanlığı (2005) da simülasyon tabanlı tedariki, akıllı tedarik hedeflerinin daha hızlı, daha az maliyetli ve daha uygun şekilde tedarik edilmesi için modelleme, simülasyon ve sanal ortamın proje ömür devrinde kullanılması olarak tarif etmektedir. Simülasyon tabanlı

tedarikin iyi uygulamaları arasında Crusader kundağı motorlu obüs, Comanche ve Apache taarruz helikopterleri, JSF taarruz uçağı, Virginia-sınıf denizaltı, LPD-17 amfibi gemi ve DD-21 gelecek nesil savaş gemisi projeleri gösterilebilir (Zittel, 2001).

Gross, Tucker ve Cameron (2007), simülasyon tabanlı tedarik stratejisinin amaçlarını, proje süresini, maliyetini ve risklerini azaltmak, toplam sahiplik maliyetini azaltırken projenin kalitesini artırmak ve proje ömür devrinde entegre ürün ve süreç geliştirmeyi mümkün kılmak olarak sıralamaktadır. Simülasyon tabanlı tedarik stratejisinde özen gösterilmesi gereken alanlar; modelleme ve simülasyon araçlarının birlikte çalışabilirliği, veri güvenliği, fiziksel testler, donanımsal ve yazılımsal kısıtlamalar, kullanımına yönelik teşvikler, yetkin işgücü, veri sahipliği ve fonlama şeklinde sıralanabilir.

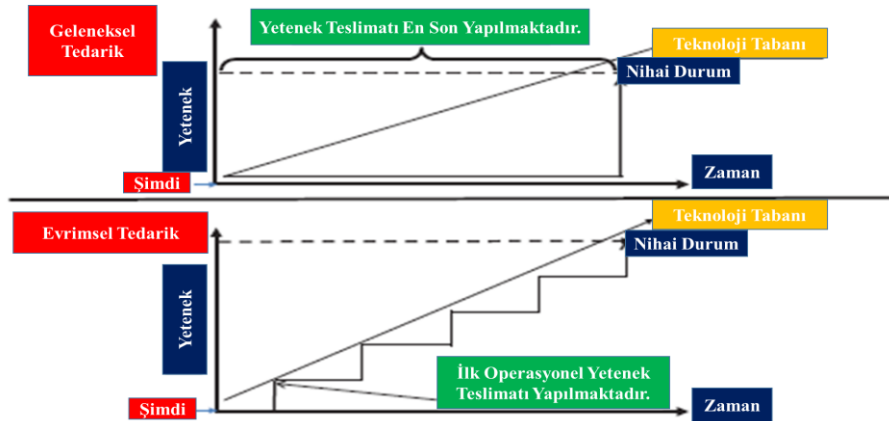


Şekil 4. Simülasyon Tabanlı Tedarik Süreci (Hollier ve Becket, 2002)

Şekil 4'te resmedilen simülasyon tabanlı tedarik sistemini teknolojiden ibaret düşünmek yanıltıcı olabilir. İşgücü, politikalar ve süreçler birbirini bütünleyerek tedarik sisteminin işleyişini desteklemektedir (Zittel, 2001).

ABD özellikle teknoloji geliştirmeyi içeren ana savunma sistemlerinin çoğunda aşamalı modelleri ile spiral modelleri bulunan evrimsel tedarik stratejisini kullanmaktadır (Mortlock, 2020: 266). ABD Savunma Bakanlığı operasyonel

gereksinimlerin karşılanması için evrimsel tedarik stratejisi ile aşamalı modeli tercih etmektedir (Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology & Logistics, 2007). Fox (2011), evrimsel tedarikin tercih nedeni olarak gelişmiş teknolojinin son kullanıcının kullanımına erken aşamada sunulması gerektiğini göstermektedir. Diğer yandan evrimsel tedarik stratejisini ABD'nin ileri araştırma ajansı olan Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) karmaşık tedarik bürokrasisini aşmanın bir yolu olarak kullanmıştır (Ellman, 2009). Evrimsel tedarik stratejisinde temel hedef gereksinimlerle mevcut yetenekleri kısıtlı kaynaklarla karşılayabilmek ve teslimatını hızlı bir şekilde yapabilmektir (Fox, 2011). Evrimsel tedarik stratejisi ileri teknoloji yeteneklerin bir an evvel envantere alınmasını sağlarken, kullandığı aşamalı ya da spiral geliştirme modelleri ile zaman içerisinde daha gelişmiş teknolojinin kazanımına olanak sağlamaktadır (Aldridge, 2002). Kullanılan modellerden ABD'nin de öncelikle tercih ettiği aşamalı model Şekil 5'te gösterildiği gibidir.

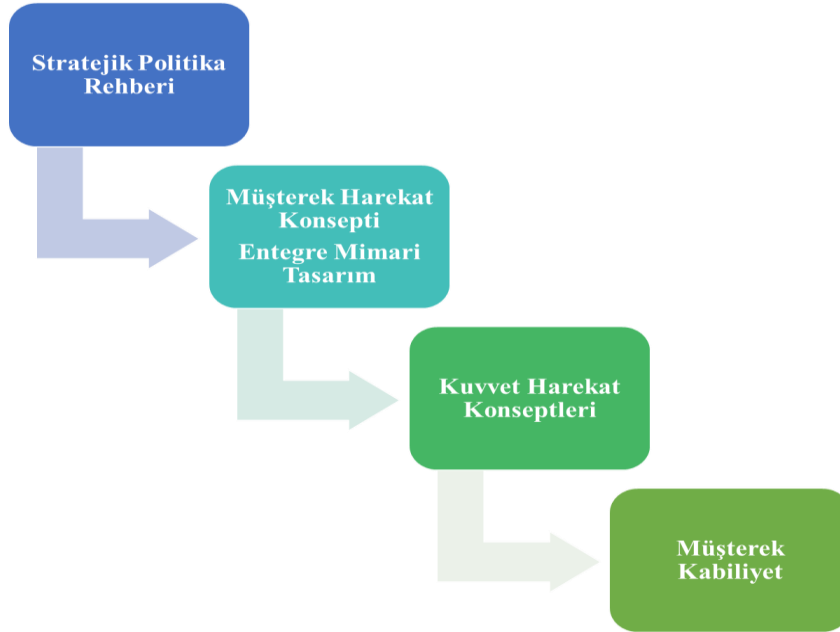


Şekil 5. Evrimsel Tedarik Stratejisi Aşamalı Model (Mortlock, 2020: 266)

Şekil 5'te görüldüğü gibi geleneksel tedarik stratejisinde yetenek teslimatı hedeflenen nihai yetenek kazanımında yapılmaktadır. Diğer bir ifade ile ihtiyaç sahibi tarafından belirlenen gereksinimler karşılanıncaya kadar yetenek teslimatı yapılmamaktadır. Aşamalı modelde ise operasyonel yeteneği ilk aşamada teslim etmek esastır. Teknoloji kazanımı ilerledikçe gereksinimlerin karşılanma derecesi artmakta ve konfigürasyon geliştirilmektedir.

Çok paydaşın eşzamanlı mühendislik uygulamalarını gerektiren yazılım-yoğun savunma sistemlerinde kullanılan spiral model risk tabanlı bir süreç yaklaşımıdır (Boehm ve Hansen, 2001). Spiral modelde gereksinimler deneysel uygulamalarla ve risk yönetimiyle sürekli geri bildirimlerle iyileştirilirken, bu yöntem ile her aşamada kullanıcıya en uygun yeteneğin kazandırılması söz konusudur (Aldridge, 2002). Spiral modelde elde edilmek istenen yetenek tarif edilebilirken, nihai duruma ilişkin gereksinimler net bir şekilde ortaya konamamaktadır (ABD Savunma Bakanlığı, 2007). Aşamalı modelden ayrılan yönleri ise çevrimsel bir yapıda risk odaklılığı ve kontrol noktası olarak kullanılan mihenk taşlarında paydaşların katılımını sağlamasıdır (Boehm ve Hansen, 2001).

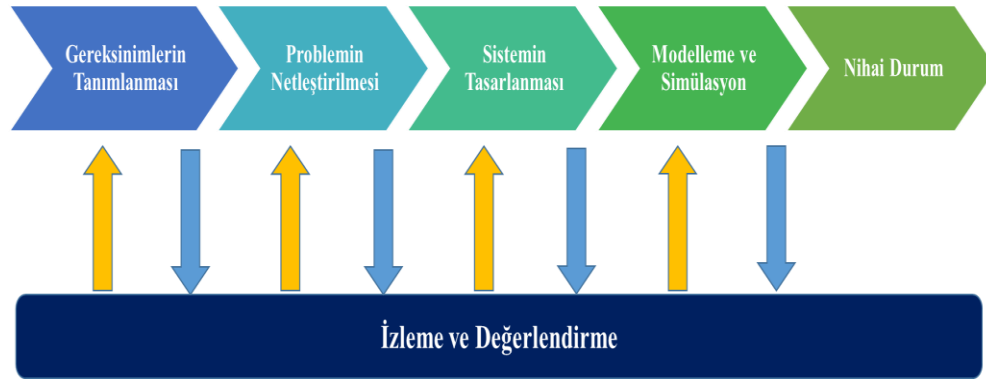
Müşterek yetenekler entegrasyon ve geliştirme sistemi, müşterek karargah tarafından müşterek hareket kabiliyeti ve ihtiyaçları belirlemek ve gidermek üzere kullanılan sistematik bir metodolojidir. ABD tarafından 2003 yılından itibaren karar destek sistemi olarak kullanılmaya başlanan bu süreç Şekil 6'da gösterildiği gibi hedeflenen müşterek kabiliyetin konseptte dayalı belirlenmesine bağlıdır.



Şekil 6. Yetenek Tabanlı Tedarik (Liu, Liu, Xu ve Zhang, 2012)

Stratejik politika rehberinin hazırlanmasının ardından belirlenen müşterek hareket konsepti, kuvvet hareket konseptlerine ışık tutmaktadır. Müşterek yetenekler entegrasyon ve geliştirme sistemi ile tehdit odaklı tedarik stratejileri yerini yetenek tabanlı stratejilere bırakmıştır. Sistemin odak noktası gereksinimlerden ziyade yeteneklerdir (Liu vd., 2012). Böylelikle sistem zafiyetleri ile birlikte mükerrerlikler ve ihtiyaç fazlası sistemler de tespit edilebilmektedir. Özellikle yetenek tabanlı değerlendirmeyi yapabilmek için öncelikle arzu edilen nihai yeteneklerin tespit edilmesi önemlidir. Bu aşamada multi-disipliner bir ekip tarafından yapılacak çalışma bu sistemin bel kemiğini oluşturmaktadır (Guo, Li ve Yang, 2008).

Sistem mühendisliği yaklaşımı, güncel tedarik stratejilerinin tamamında uygulanan, farklı sistem geliştirme, entegrasyon ve sürdürülebilirlik yeteneklerini birleştiren, süreç ve modelleri temsil eden bütüncü bir yaklaşımdır (Gove ve Uzdinski, 2013:688). Sistem mühendisliği yaklaşımı Şekil 7’de gösterilmektedir.



Şekil 7. Sistem Yaklaşımı (Coble vd., 2014: 13)

NASA (2017)’ya göre sistem mühendisliğinin amacı, sistemlerin mümkün olduğu kadar maliyet etkin bir şekilde tasarlanması, yapılması ve işletilmesidir. Sistem mühendisliği yaklaşımı tedarik ömür devrinde erken aşamalarda paydaşların müdahalesini mümkün kıldığı için avantaj sağlamaktadır (Cook, Nowakowski ve Unewisse., 2013). Bu süreçte performans, maliyet, süre ve riskler her aşamada dikkate alınabilmektedir (NASA, 2017). Savunma silahları uzun vadede ortaya çıkan sistemler olduğu için ideal bir uygulama alanı olmuştur. Bahill ve Gissing (1998) tarafından “State, Investigate, Model, Integrate, Launch, Assess, Re-evaluate” süreci

olarak tarif edilen ve SIMILAR olarak kısaltılan sistem yaklaşımında problemin tanımlanması, alternatiflerin araştırılması, sistemin modellenmesi, sistem entegrasyonun yapılması, sistemin hizmete alınması, performansının değerlendirilmesi ve iyileştirmelerin yapılması söz konusudur. Buradan hareketle savunma projelerinin tedarik sistemine uyarlanan sistem yaklaşımı; gereksinimlerin tanımlanması ve problemin yeniden ifadesi ile başlayarak kapsamın ortaya konulmasıdır (Coble vd., 2014: 14). Sistem tasarımı aşamasında varsayımlar belirlenmekte ve saha gereksinimleri netleştirilmekte, böylelikle sistem modellenmektedir. Sistemin simülasyonu ile tasarım mimarisinde düzenlemeler yapılabilmektedir. Böylelikle nihai durum için alternatifler ortaya konarak, teknoloji kazanımı kolaylaştırılmaktadır.

Bir diğer tedarik yaklaşımı da İngiltere’de 1997 yılında uygulamaya alınan ve liberal yapısıyla dikkat çeken akıllı tedarik sürecidir (Calcara, 2017: 7). Daha uygun silah sistemlerini daha az maliyetle daha hızlı bir şekilde envantere almayı hedefleyen akıllı tedarik konsepti daha uzun süreli uluslararası savunma projelerinde iş birliğini ön plana çıkarmıştır (Mawdsley, 2015). Aynı dönemde ABD’de tedarikte, gereksinimlerde ve eğitimde simülasyon ve modelleme şeklinde (SMART-Simulation and Modelling in Acquisition, Requirements and Training) benzer yaklaşım uygulanmıştır (Bochenek ve Ragusa, 2003). İngiltere’de 1980’lerde başlayan libelleme sonucunda savunma sanayi firmaları tamamen özelleştirilmiş ve daha sonra konsolidasyon gerçekleşmiştir. Örneğin havacılık ve uzay alanında BAE Systems firması ortaya çıkmıştır. Bu süreçte proje yönetiminde proje ömür devrinde ihtiyaç duyulan farklı bilgi ve becerilerin kullanılması EPE’ler marifetiyle sağlanmıştır (Kirkpatrick, 2003). Aşamalı geliştirmeyi içeren akıllı tedarik sürecinde yetenek daha uygun maliyetle ve daha düşük risk seviyesinde geliştirilen silahın envantere alınmasını ve teknolojilerdeki gelişmeleri de hesaba katarak silahın geliştirilmesini öngörmektedir. Akıllı tedarik süreci; konsept, değerlendirme, gösterim, üretim, envantere alma ve elden çıkarma olmak üzere altı aşamadan oluşmaktadır (Calcara, 2017).

2. İyi Uygulama Örnekleri

Avrupa Birliği (AB) tarafından hazırlanan savunma projelerine yönelik alınan dersler raporunda en başarılı projelerin EPE’ler tarafından yönetildiği belirtilmiştir (Darnis vd., 2007: 7). Örneğin; İngiltere’de yüksek düzeyde sistem

mühendisliği becerisine sahip bir sistem entegratörü önderliğindeki EPE tarafından yürütülen ve ulusal/uluslararası firmalar için üretilen Geleceğin Hızlı Etki Sistemleri (Future Rapid Effecting Systems-FRES) platformları projesi tasarım, üretim ve yenileme ile ilgili karmaşıklıkların, zorlukların ve maliyetlerin çok küçük ekipler tarafından da yönetilebileceğini göstermiştir (İngiltere Savunma Bakanlığı, 2005: 17).

Benzer şekilde, ABD Savunma Bakanlığı tarafından tedarik maliyetini azaltmak ve tedarik süresini kısaltmak ve geleneksel ihale sürecinde yaşanan sorunları aşmak için kullanılan simülasyon tabanlı tedarik stratejisi; EPE vasıtasıyla daha kaliteli sistemleri daha ekonomik ve daha kısa sürede tedarik etmek amacıyla tasarlanmıştır (Bochenek ve Ragusa, 2004). Simülasyon tabanlı tedarik sistemlerinin hedefi; ömür devrinde EPE'lerin kullanılmasını sağlamaktır. Bu şekilde çok fonksiyonlu ekiplerin oluşturulması ve projelerin aşamalarında iş birliği yaratması ile kullanıcıların ilk safhalardan itibaren projelere dâhil edilmesi teşvik edilmektedir (Bochenek ve Ragusa, 2004: 3). Bu şekilde tedarik program sürelerinin %50 azaltılması hedeflenmiştir.

EPE'lerce savunma tedarik projelerine değer katmak için tasarım geliştirme, tasarım değişikliklerini azaltma, alınan dersleri uygulama, çatışmaları çözümlenme, kalite, zaman ve ömür devri maliyeti optimize edilmektedir (OGC, 2007: 7). ABD Hava Kuvvetlerinde uygulanan "High-Performance Team" örneği süreyi optimize etmekle kalmamış, gereksinim dokümanının hazırlanması ile hedef maliyetinin, piyasa koşullarının ve spesifikasyonların da kolaylıkla belirlenebileceğini göstermiştir (Moore ve Antill, 2001).

Diğer taraftan, AB'nin Çok Maksatlı Fırkateyn (Multi Mission Frigates – FREMM) projesi, EPE'lerin uluslararası konsorsiyum bağlamında kullanımına bir örnek teşkil edebilir. Bu tarz uluslararası projelerde konsorsiyum oluşturulmaz EPE'lerin görev yapması istenebilir. Bu nedenle ülkeler arasındaki müzakere sözleşme metnine dönüşmeye başladığı andan itibaren EPE'lerin oluşturulması proje yönetimi açısından daha uygundur (Darnis vd., 2007: 33).

3. Entegre Projelerinin Kullanımına Yönelik Tespit ve Değerlendirmeler

Savunma tedarik projelerinin genelinde bir ekip çalışması yapıldığı görülmektedir. Ne var ki bu ekipler ya EPE'lerin özelliklerini taşımamakta ya da

sadece bir ekip olarak isimlendirilmektedir (ABD Denetim Ofisi, 2001). Sadece ekip oluşturmakla yetinilmemesi gerektiğini belirten İngiltere Savunma Bakanlığı (2005), ekiplerin proje ömrü boyunca çalışabilmesi için ihtiyaç duyacağı bilgi, beceri ve yeteneklerin ortaya çıkmasını sağlayacak ortamın yaratılmasının önemine vurgu yapmıştır. Ancak mevcut ihale sistemleri statik olduğu için EPE oluşturulması ile ilgili regülasyonlara uyum bağlamında somut bir yaklaşımın söz konusu olduğu da ifade edilememektedir (Rahman ve Kumaraswamy, 2008: 48).

İhale kurallarına uymakla bağlantılı olarak EPE'lerin kompozisyonunda bazı sorunların yaşanması gayet doğal karşılanabilir. Zira yüklenici olup olmayacağı yönünde çekinceleri bulunan istekliler, tasarım aşamasında yeterli katkıyı vermekle birlikte ücretlendirme kısmında ticari gizlilik kaygısıyla hareket edebilir ve detay bilgi vermeyebilir (İngiltere Sayıştay, 2005). Bu durumda EPE, iş birliğini geliştirmekten ziyade kısıtlayan bir mekanizmaya dönüşmektedir (Sanderson, 2009). Burada altı çizilecek konu, kamu ile sanayi arasındaki iş birliğinin güvenli, açık ve şeffaf bir iletişime dayanması gerekliliğidir (İngiltere Savunma Bakanlığı, 2005).

EPE'lere benzer yapıların teşkili ile kullanıcı/ihtiyaç makamının faaliyetlere daha etkin katılabilmesi için hukuki altyapı oluşturulmalıdır (Müslüm vd., 2010: 112). Özellikle mali mevzuat EPE'lere harcama yetkisi tanıyacak şekilde düzenlenebilir (Müslüm vd., 2010: 111). EPE lideri ihtiyaçların bütçelenebilir, başarılı olabilir ve ölçülebilir olmasını sağlamak için ekibini oluşturmaktadır (Turk, 2006a: 25). EPE'lerde yer alacak üyelerin seçimi kritik olduğu kadar üyelerin güncel bilgi ve becerilerinin eğitimlerle desteklenmesi de önemlidir (Dwivedi & Kumbakonam, 2002; Winn, 2006). Üst yönetim; iş birliği yaklaşımına ve ekip çalışması etiğine sahip olmalı ve iyi yönetim kuralları çerçevesinde örnek davranış sergilemelidir (OGC, 2007:6). Liderin beşerî ilişkileri yönetme yetkinliğinin daha fazla olması arzu edilmektedir (Carman, 2009). Ancak Pane Haden ve arkadaşları (2012) tarafından EPE liderleri ile yapılan görüşmeler sonucunda, proje bütçesi ile iş gücünün etkili kullanımı konusunda yeterli yetkilendirme yapılmadığı belirtilmiştir. Halbuki EPE'lere karar almada serbestlik tanınması önemlidir. Ancak üst yönetimin desteği alınmadıkça, EPE'lere yeterli bütçe sağlanması konusu problem olmaya devam edecektir. Üst yönetimin kaynak sağlanması, kararların alınması ve diğer paydaşların desteklenmesi açısından önemlidir (Turk, 2006a: 23).

Bunlarla birlikte organizasyonlarda EPE'lerin kullanımına uygun bir yapı bulunmaması temel sorunlardan biridir (MITRE, 2008). Sadece teknik konularda değil finansal, hukuki, sözleşme, lojistik ve ihtiyaç duyulan alanlarda da uzmanların katılımı sağlanmalı, son kullanıcılar başlangıçtan itibaren projeye dâhil edilmelidir (Turk, 2006a: 23). Özellikle ihtiyaçların belirlenmesi ve test aşamasına katılım kesinlikle sağlanmalıdır. Hatta plansız ve bağımsız test merkezleri de sürece dâhil edilmelidir.

Organizasyon yapısı ile birlikte EPE'lerin çalışma usul ve esasları ile ilgili belirsizlikler de mevcuttur. Özellikle konsept geliştirme ve ihtiyaç belirleme aşamalarında bilgilere kolay erişim sağlayacak iş akışına ihtiyaç duyulmaktadır. EPE çalışma talimatında; ihtiyaç, kapsam, amaç, beklenen sonuçlar, çıktılar, performans, yetki ve sorumluluk, dış prosedürler ve etkileşimi, üyelerin nitelikleri ve karar verme süreci olmalıdır (MITRE, 2008).

Rol belirsizliği ile ekip üyeleri arasındaki çatışmayı önlemek için; EPE liderinin ve ekibinin sorumlulukları ile görevleri açıkça tanımlanmalıdır (Pinheiro, 2010: 5). Yönetici, takvim ve arzu edilen sonuçları açıkladıktan sonra işin yapılış tarzını EPE üyelerine bırakmalıdır. EPE'lerde iş yapılış tarzını alanında uzman olan ve farklı yetenek ve tecrübeleri bulunan proje ekibine bırakmak ve sadece gerekli kontrolleri yapmak sonuçların tutarlılığını sağlamak için yeterli olacaktır (Turk, 2006a: 23). Bu açıdan EPE'lere mevcut durum, yürütülen faaliyetler ve gelecek planları hakkında geri besleme yapmak, olan biten hakkında onları bilgilendirmek süreci kolaylaştırabilir (Turk, 2006b: 27). Kısacası, EPE'lerde karşılıklı güven ve açıklık esastır.

Yukarıda yapılan tespit ve değerlendirmeler ışığında EPE'lerin daha etkili çalışabilmesi için düzeltilmesi gereken konuların aşağıdaki gibi sıralanması mümkündür (Hughes Aircraft Company, 1994).

- Örgütlerin fonksiyonel yapılanmasından gerektiği kadar destek alınmaması,
- Ekip çalışması için planlama becerisinin yetersizliği,
- Çatışma yönetiminde beceri yetersizliği,
- Ekibin yeterince bir araya gelmemesi,

- Eğitimlerin yetersizliği,
- Alınan derslerin ya da bilginin paylaşılmaması,
- Mevcut verilerin ekip çalışmasına uygun olmaması,
- İletişim yetersizliği, özellikle zorluklar yaşandığında ekibin dışarı ile iletişimini kesmesi,
- Özellik arz eden uzmanlıklardan yoksun olunması,
- Performans göstergelerinin uygun şekilde belirlenmemesi,
- Ödüllendirme sisteminin bireysel olması,
- Finansal raporlama sisteminin fonksiyonel yapıya uygun olmaması,
- Yetersiz dokümantasyon.

Türkiye için Model Önerisi

Türkiye açısından savunma tedarik projelerinde EPE'lere yer verilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Ancak akla gelen bazı soruların da cevaplanması önemlidir. Gelişen sanayiyle birlikte paydaşların artması sonucunda EPE'lerin oluşumunda denge ne kadar gözetilebilir? Özellikle kamu alımlarını düzenleyen regülasyonlar göz önünde bulundurulduğunda, haksız rekabet koşullarının yaratılmasının önüne nasıl geçilebilir? EPE'lerde görevlendirilecek asker ve sivil çalışanların rotasyon durumları ne şekilde yönetilebilir? Teknoloji kazanımı hedefinde kritik olan know-how oluşumu nasıl sağlanabilir ve nasıl muhafaza edilebilir? O hâlde savunma tedarik projelerinin yönetsel süreçlerinin iyi tasarlanmış ve uygulanıyor olması önemlidir (Turk, 2006b: 25). Süreçlerin oluşturulmasında tamamlanan projelerden elde edilen tecrübeler esas alınmakla birlikte risk odaklı bir yaklaşımla karşılaşılabilecek muhtemel durumlar da düşünülerek esnek tasarımlar yapılmalıdır. Buradan hareketle muhtemel riskler içerisinde nitelikli işgücü, kamu-üniversite-sanayi iş birliği, regülasyona uyum konuları ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye açısından EPE'lerin kullanımına yönelik değerlendirilmede, öncelikle risklere yönelik öneriler sıralanmış, akabinde süreç içerisinde kullanılacak bir EPE yapısı, çalışma usul ve esasları ile kontrol listesi önerilmiştir.

Tedarik proje yönetiminin amacı, maliyetleri minimize etmek yerine değerin artırılması şeklinde değişmiştir. Bu nedenle tedarik zincirlerinde uzun dönemli ilişkiler kurulması doğal karşılanmaktadır (OGC, 2007: 7). Tedarik zinciri içerisinde yer alan alt yükleniciler ürünün %60-70'ini karşıladığı hâlde EPE yapısında yer alamamaktadır (Dowdall, 2004). Bu nedenle ana yüklenicilik sisteminde EPE'lerin kullanımının irdelenmesi bir zorunluluk hâline gelmiştir. Türkiye'de millî ana yüklenicilik sistemi benimsendiği için önceliği ana yüklenicilerin alması kaçınılmaz olmakla birlikte alt yüklenicilere de uygun şekilde yer verilmesi önem arz etmektedir. Nitekim karmaşık savunma sistemlerinin tedarikinde, tedarik makamlarının proje yönetimi ve sisteme ilişkin teknik konulardaki bilgi ve tecrübe eksikliği, ana yüklenici sisteminde problem yaşanmasına neden olmaktadır (Grasso, 2010). EPE'ler sanayinin katılımı tedarik zinciri içerisinde yer alabileceği gibi proje ile doğrudan ilgili olmayarak da gerçekleşebilir. Örneğin; projede yüklenici veya alt yüklenici olarak yer almayan birisi proje lideri olarak görevlendirilebilir. Bu durumda kazanımların tüm paydaşlar tarafından benimsenmesi gerekmektedir.

Sanayinin teknoloji hazırlık seviyesinin artırılması için EPE'lerde yer alması faydalı olacaktır. Kullanıcıdan yükleniciye tüm paydaşların yer alacağı EPE'ler vasıtasıyla operasyonel değerlendirmeler mümkün olduğu kadar erken yapılabilecek ve kullanıcı geri beslemeleri sisteme kazandırılacaktır. Bu doğrultuda EPE'lerin teşkil edilmesi ve kullanıcı/ihtiyaç makamının faaliyetlere daha etkin katılabilmesi için hukuki altyapının oluşturulması önemlidir. Özellikle mali mevzuat EPE'lere harcama yetkisi tanıyacak şekilde düzenlenmelidir (Müslüm vd., 2010: 111-112). Ancak sanayinin katılımının güçlendirilmesi için kamu tarafından desteklenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin; EPE'lerde yer alan kamu, özel sektör veya sivil toplum temsilcilerinin görev yerlerinin proje ömrü boyunca değişmemesi, kamu görevlilerinin yer değiştirme gibi uygulamalarında EPE'lerdeki durumunun göz önüne alınması, EPE'lerin bağlı olduğu kuruluşun proje ömrü boyunca değişmemesi, EPE'lerin kendini yöneten ekipler tarzında yapılandırılması şeklinde düzenlemeler yapılabilir.

EPE'ler proje ömür devir maliyetlerinin ve tasarımın kaliteye yansımalarının sorumluluğunu kolektif bir şekilde üstlenebilmelidir. Bu nedenle, EPE'lerde çalışan personel güçlendirilmelidir. Tedarik sisteminin çatısını oluşturan makamların bünyesinde teşkil edilecek EPE'lerin etkili bir proje yönetimi yapabilmesi için

personel eğitimine önem verilmelidir (Müslüm vd., 2010: 112). Önceden proje çalışanları deneme yanılma yoluyla tecrübe edinirken, hizmet tedarikçilerinin sunduğu imkânlar sayesinde meslek içi eğitimler ve sertifika programları daha profesyonel bir yapıya bürünmüştür (Turk, 2007). Bu nedenle, EPE’lerde yer alacak kişiler örgün eğitimle edinecekleri akademik bilginin yanı sıra iş tabanlı öğrenme yaklaşımıyla alacağı hizmet içi eğitimlerle donatılmalıdır. EPE oluşturulduğunda kişiler oryantasyon eğitime tabi tutulabilir, kültürel farklılıkların yönetilmesi ve farklı kültürlerde çalışma bu programa dâhil edilebilir. Bu açıdan yetkili tedarik makamının EPE’lere proje yönetiminin alt bileşenlerinde uzmanlık desteği vermesi faydayı artıracaktır. Çünkü kamunun bu şekilde destek sağlaması, kararların alınması ve diğer paydaşların desteği için önemlidir (Turk, 2006a: 23).

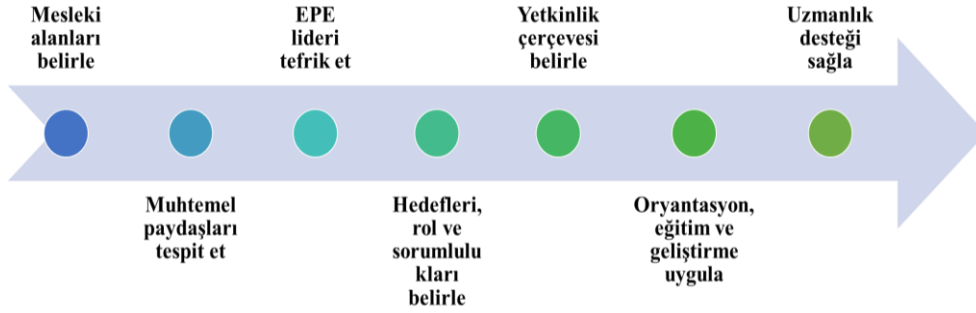
Yukarıda yer alan tartışmalar ve bilgiler doğrultusunda ana savunma sistemlerinin tedarik projesi için örnek bir EPE yapılanması Şekil 8’deki gibi olabilir. Burada önerilen EPE güçlendirilmiş bir lider önderliğinde özerklik tanınmış iş yapış tarzı ile zorlayıcı işlerin dahi üstesinden gelebilecek özelliktedir. Özellikle hızlı karar vermek için ilgili tüm birim ve uzmanlık alanlarından tecrübe barındıran bu yapıda ekip üyelerinden çok yönlü beceri de beklenmektedir.



Şekil 8. Türkiye’de Savunma Tedarik Projeleri İçin Örnek EPE Şeması

Şekil 8’de yer alan EPE yapısı, tüm platformlarda uygulanabilecek özellikte ve esneklikte tasarlanmıştır. Tedarik edilecek ana savunma sisteminin özelliğine göre bazı birimler kullanılmayabilir. Her durumda burada önerilen yapıda kamu, üniversite, sivil toplum kuruluşları ve özel sektör gibi farklı alanlardan katılımcılara yer verileceği gibi yabancı uzmanlıklardan veya bağımsız araştırmacılardan da faydalanılabilir.

Bu tip bir yapılanmayı desteklemek için bu çalışmada geliştirilen EPE oluşum aşamaları, EPE Çalışma Talimatı içeriği ve EPE Kontrol Listesi ise aşağıda sıralanmıştır. Burada önerilen EPE oluşum aşamaları mevcut tedarik sistemine uygun bir şekilde yapılandırılmıştır. EPE oluşum aşamaları Şekil 9’da gösterilmektedir.



Şekil 9. EPE Oluşum Aşamaları

Savunma tedarik projelerinin ilk fazının başlangıcında oluşturulacak EPE’lerin oluşum aşamaları aşağıda da listelenmiştir.

- Proje aktivitelerinin gerçekleştirilebilmesi için ihtiyaç duyulacak mesleki alanların belirlenmesi
- Belirlenen bu alanlardan projede yer alması muhtemel paydaşların tespit edilmesi
- EPE liderinin tefrik edilmesi
- EPE’nin hedefleri, rol ve sorumluluklarının belirlenmesi
- EPE için yetkinlik çerçevesinin belirlenmesi

- EPE üyelerinin oryantasyonu ve eğitilmesi
- EPE'ye tedarik makamı tarafından uzmanlık desteği sağlanması

EPE'lerin oluşturulması kadar çalışma koşullarının da projelerin özelinde düzenlenmesi gerekmektedir. EPE'ler farklı çalışma kültürlerinden gelen üyeler tarafından oluşturulacağı için kişilere mümkün olduğu kadar açık, net ve anlaşılır bir şekilde görev verilmesi, projeler için kritik başarı göstergesidir. Bu çerçevede hazırlanacak EPE Çalışma Talimatı içeriğinde asgari aşağıdaki konularda bilgi yer alabilir.

- Projenin Özeti
- EPE Görevleri
- EPE Üyeleri, Rol ve Sorumlulukları
- EPE İletişim Yönetim Prosedürü
 - İletişim Teknolojisi
 - İletişim Yöntem ve Araçları
 - İletişim Modeli
- Raporlama Usul ve Esasları

Savunma tedarik projeleri, teknoloji edinimi vizyonunda gerçekleştirilen projeler olduğu için hem örnek uygulamaları barındırmakta hem de iyi uygulama örnekleri yaratmaktadır. Bu alanda sağlanacak başarılar diğer sektör ve alanlarda da kullanım alanı bulacaktır. Savunma tedarik projelerinin yönetiminde Proje Yönetim Enstitüsü (Project Management Institute – PMI) tarafından önerilen metodolojinin kullanımı benimsenmiş ve yaygınlaşmıştır. Bu çalışmada yapılan inceleme ve öneriler çerçevesinde, PMI proje yönetimi metodolojisine uygun şekilde aşağıdaki kontrol maddelerini içerecek şekilde bir Kontrol Listesi hazırlanabilir. Böylelikle EPE'lerin kullanımı proje yönetimine daha rahat ve kolay bir şekilde entegre edilebilir.

- EPE'nin misyonu, amacı ve hedef(ler)i açık ve net bir şekilde ifade edilmiş mi?

-
- EPE'den beklenen işler tanımlanmış mı?
 - Paydaşlar belirlenmiş mi? Paydaş beklentileri ve gereksinimleri netleştirilmiş mi?
 - İş kırılım yapısı, faaliyetlerin tamamlanma zamanları ve teslimatlar belirlenmiş mi?
 - EPE üyeleri fazlara uygun şekilde tanımlanmış mı?
 - EPE için oryantasyon eğitimi ve hizmet içi eğitim planlanmış mı?
 - EPE üyeleri için bireysel performans hedefleri belirlenmiş mi?
 - EPE için sorumluluk tablosu oluşturulmuş mu?
 - Proje performans göstergeleri tespit edilmiş mi?
 - EPE iletişim ve koordinasyon usulleri belirlenmiş mi?
 - Performans geri bildirimleri planlanmış mı?
 - Ödüllendirme programı belirlenmiş mi?
 - EPE çalışma talimatı hazırlanmış mı?
 - EPE çalışma talimatı gözden geçirme ve güncelleme usulü belirlenmiş mi?
 - EPE raporlama usul ve esasları belirlenmiş mi?
 - Anahtar dış paydaşlarla etkileşim mekanizmaları tasarlanmış mı?
 - EPE karar verme usul ve esasları belirlenmiş mi?

Tartışma ve Sonuç

Kendine has özellikleri ile diğer sektörlerden ayrılan savunma sanayi projelerindeki temel riskler arasında insan kaynakları uygulamalarından yeterince yararlanılmaması yer almaktadır. Bu nedenle, riskleri kontrol altına almak için uygulanacak yöntemlerden birisi, erken aşamadan itibaren tedarik zinciri içerisinde ileriye ve geriye doğru yer alan aktörlerle iş birliği stratejisidir. Tedarik makamının sanayi ile iş birliği yapması; yetenek geliştirmek, yatırım tekrarlarından kaçınmak

ve kaynak israfını önlemek için de kullanılan bir araçtır. Bu doğrultuda 1990'ların ortasından itibaren simülasyon tabanlı tedarik, akıllı tedarik ve evrimsel tedarik stratejileri ile müşterek yetenekler entegrasyon ve geliştirme konsepti ve sistem yaklaşımı kapsamında EPE'lerin kullanıldığı görülmektedir. Böylelikle tedariki yapılacak savunma yeteneğinde tüm tarafların yetkinliğinden faydalanılmaktadır. Özellikle karmaşık, belirsiz, uzun süreli ve çok taraflı projelerde EPE'nin kullanımı giderek daha önemli hale gelmektedir.

Bununla birlikte savunma sektörü gibi teknolojiye hızlı değişim, tehdit algısı, kullanıcı ihtiyaçları, yüklenici pozisyonu, ekonomik vb. nedenlerden dolayı belirsizliğin yoğun olduğu ve mali, teknik ve takvim açısından risk yönetiminin ön planda tutulduğu bir sektörde EPE'lerin proje yönetiminde kullanılmasına yönelik çalışmalar yetersiz, hatta yok denecek kadar azdır. Alanyazındaki bu yetersizliğe vurgu yapmak ve gelişen savunma sektöründe EPE'lerin kullanılmasına katkıda bulunmak amacıyla hazırlanan bu çalışmanın amacı, Türkiye'de EPE'lerin kullanımına yönelik bir model önerisi sunmak olarak belirlenmiştir. Özellikle özgün teknolojik savunma sistemine sahip olmak isteyen Türkiye açısından ekosistemdeki tüm aktörlerin teknoloji ve bilgisinin sinerji yaratacak şekilde bir araya getirilmesi çalışmanın önemini artırmaktadır. Bu doğrultuda öncelikle proje yönetimi, savunma tedarik stratejileri ve EPE'lerin kullanımı incelenmiştir.

Savunma tedarik strateji ve yaklaşımları bağlamında EPE'lerin kullanılmasına ilişkin yapılan tespit ve değerlendirmeler sonucunda tedarik makamı açısından ana savunma sistemlerinin tedarik projelerinde EPE'lerin kullanımını sağlayabilmek için bir model önerisi yapılmıştır.

Türkiye açısından savunma tedarik projelerinde EPE'lere yer verilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Ancak akla gelen bazı soruların da cevaplanması önemlidir. Gelişen sanayiyle birlikte paydaşların artması sonucunda EPE'lerin oluşumunda denge ne kadar gözetilebilir? Özellikle kamu alımlarını düzenleyen regülasyonlar göz önünde bulundurulduğunda haksız rekabet koşullarının yaratılmasının önüne nasıl geçilebilir? EPE'lerde görevlendirilecek asker ve sivil çalışanların rotasyon durumları ne şekilde yönetilebilir? Teknoloji kazanımı hedefinde kritik olan know-how oluşumu nasıl sağlanabilir ve nasıl muhafaza edilebilir?

Süreçlerin oluşturulmasında tamamlanan projelerden elde edilen tecrübeler esas alınmakla birlikte risk odaklı bir yaklaşımla karşılaşılabilecek muhtemel durumlar da düşünülerek esnek tasarımlar yapılmalıdır. Buradan hareketle muhtemel riskler içerisinde nitelikli işgücü, kamu-üniversite-sanayi iş birliği, regülasyona uyum konuları ön plana çıkmaktadır. Bu çerçevede Türkiye açısından EPE'ler kullanımına yönelik değerlendirilmesi bağlamında savunma tedarikinde kullanılacak bir EPE yapısı önerilmiştir. Burada önerilen EPE yapısı tüm platformlarda uygulanabilecek özellikte ve esneklikte tasarlanmıştır. Tedarik edilecek ana savunma sisteminin özelliğine göre bazı birimler kullanılmayabilir. Her durumda burada önerilen yapıda kamu, üniversite, özel ve sivil toplum gibi farklı sektörden katılımcılara yer verileceği gibi yabancı uzmanlıklardan veya bağımsız araştırmacılardan da faydalanılabilir.

Önerilen yapının kullanılabilir hale getirilebilmesi için kritik başarı faktörleri; risk odaklılık, değer yaratacak sürdürülebilir uygulamalar, net tanımlanmış süreçler ve görev tanımları, sürekli iyileştirme sağlayan performans yönetimi, şeffaf ve hesap verilir bir muhasebe bilgi sistemi, iyi uygulamaların paylaşımı ve yenilikçiliğin teşvik edilmesi olarak sıralanabilir. Bu nedenle çalışmada savunma tedarik projelerinin ilk fazının başlangıcında oluşturulacak EPE'lerin oluşum aşamalarına yer verilmiştir. Ayrıca, EPE'lerin oluşturulması kadar çalışma koşullarının projelerin özelinde düzenlenmesi bir esasa bağlanmalıdır. EPE'ler farklı çalışma kültürlerinden gelen üyeler tarafından oluşturulacağı için mümkün olduğu kadar açık, net ve anlaşılır bir şekilde görev verilmesi projeler için kritik başarı göstergesidir. Bu doğrultuda EPE'lerin çalışma usul ve esasları ile uygulamada standardizasyonun sağlanması için bir kontrol listesi de hazırlanmıştır.

Proje tedarik yönetiminin amacı maliyetleri minimize etmekten değer artırılmasına doğru değişmiştir. Türkiye'de millî ana yüklenicilik sistemi benimsendiği için önceliği ana yüklenicilerin alması kaçınılmaz olmakla birlikte özgün teknolojilere sahip olabilmek için alt yüklenicilere de uygun şekilde yer verilmesi önem arz etmektedir. Nitekim tedarik zinciri içerisinde yer alan alt yükleniciler ürünün %60-70'ini karşıladığı halde EPE yapısında yer alamamaktadır. Bu nedenle ana yüklenicilik sisteminde EPE'lerin kullanımının irdelenmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Ancak genel olarak savunma yönetimi alanında özel olarak savunma tedarik yönetimi kapsamında çalışmaların yok denecek kadar az

olması Türkiye için bir model geliştirilmesi için akademik altyapının oluşturulmasını yeterince destekleyememektedir. Savunma tedarik projelerinin yönetimi açısından ulusal kültürümüz bağlamında yenilikçi modeller ortaya konması kamunun gelişimi kadar savunma sanayinin gelişimi için de önemlidir. Benzer şekilde savunma tedarik projelerinin yönetimi; her iki sektöre beşerî sermaye yetiştiren üniversiteler için de bir gelişim eksenini olarak durmaktadır. Bu çerçevede nitelikli işgücü yetiştirilmesi için müfredat önerileri, politika yapıcılar için politika önerileri, tedarik makamları için yöntem önerileri, savunma sanayi için strateji önerileri yapılması kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, öncelikle EPE'lere ilişkin bir yetkinlik çerçevesi çizilmesinde fayda olabilir. EPE üyelerinin özellikleri arasında; temsil, bilgi, beceri, açık fikirlilik, ekip çalışması becerisi, bağlılık ve zamana riayet yer almalıdır (MITRE, 2008). Ayrıca, başarılı bir EPE'de görev tanımlarının net bir şekilde yapılmış olması, mesleki bağlılık ile birlikte projeye inanç olması, proje hedeflerinin anlaşılır olması, gelecek odaklı sistem bütünlüğü içerisinde yaklaşılması, kendini yöneten öğrenen ekipler olması, paydaşlarla iletişime ve iş birliğine açık olması, hesap verebilir ve sorumluluk sahibi olması önemlidir.

Bu alanda çalışacak akademisyen, araştırmacı ve uzmanlara EPE'lerin kullanımını kolaylaştıracak yapıların üzerinde çalışma yapmaları ve iyi uygulama örnekleri üzerinden vaka analizleri çalışmalarını önerilebilir. Diğer taraftan kamunun tamamlanmış, devam eden ve tasarlanan projelere ilişkin veri paylaşımını artırması alanda çalışma yapacak akademisyenler, araştırmacılar ve uzmanlar için çarpan etkisi yaratabilir ve çalışmaların yabancı menşeli projeler üzerinden yapılması yerine ulusal kültürümüzün bağlamında daha özgün çalışmalar yürütülebilmesini sağlayabilir.

Extended Summary

Introduction

One of the primary risks in the acquisition projects is to complete it within performance criteria in compliance with time and cost target. Employing integrated project teams (IPT) may be a tool to mitigate mentioned risks in acquisition of long-term complex systems in particularly defense, aviation, and space sector. However, there is a scant literature on employment of IPTs in defense sector whereby uncertainties due to user requirements, supplier position, economy and technology are confronted and risk management regarding finance, technic, and schedule are

attached great significance. This study, which is prepared to highlight the need and contribute to the use of IPTs in developing defense sector, aims to propose a model regarding employing them in Turkey. Gathering know-how and technology of the actors in ecosystem to create synergy on behalf of Turkey, aiming to have indigenous defense technology, promotes the significance of the study. To this end, this study proposes an organizational chart, team formation phases, operational procedures, and a check list to be employed in defense acquisition projects in Turkey.

Conceptual Framework

Project management is the gathering of similar activities in a specific time period with a specific budget to meet a specific need in general. Essentially project management is the application of knowledge, processes, skills, tools and techniques to project activities in order to fulfill the requirements of the project. The project's successful output is only possible with the gathering of compatible individuals. The project team is a group that consists of experts in related subjects coming together for a specific purpose in order to carry out the project from the beginning to the end. Integrated teamwork and comprehensive cooperation is highly recommended to achieve the optimal output. Thus, the interests, needs, expectations, constraints and risks of all stakeholders can be taken into account. Concurrent engineering, integrated project teams (IPT) and multi-functional teams as well as integrated product development teams are such teamwork employed in the projects. IPTs further the efforts in similar structures. They carry out its design and execution activities, and even administrative activities with the participation of all stakeholders.

Model Proposal for Turkey

As a result of the review of the use of IPTs, a model proposal was made for the acquisition authority to ensure the employment of IPTs in the main defense systems acquisitions. The IPT structure proposed here is designed to be flexible and applicable to all platforms. Some units may not be used depending on the characteristics of the main defense system. In any case, the structure proposed here will include participants from different sectors such as public, university, private and civil society, as well as foreign experts or independent researchers.

Critical success factors of IPT structure are risk orientation, sustainable practices that will create value, clearly defined processes and job descriptions, performance management leading to continuous improvement, a transparent accounting system, sharing good practices and promoting innovation. Competency framework for IPTs may include, but not limited to, representation, knowledge, skills, open-mindedness, teamwork skills, commitment and time management. In addition, professional commitment, understanding of the project objectives, approaching future-oriented system integrity, self-directed learning teams, openness to communication and cooperation with stakeholders, accountability and responsibility are important for a successful IPT formation.

Results and Recommendations

Main priority of Turkish national acquisition system is employment of the prime contractor. However, the subcontractors cannot be included in the IPT structure although they cover 60-70% of the supply chain. For this reason, it may be beneficial to review the structure of IPTs and to propose a comprehensive approach. Therefore, in the study, the formation stages of IPTs are included at the beginning of the first phase of defense projects. In addition, the arrangement of the working conditions specific to the projects should be based on the establishment of IPTs. In this direction, a checklist has been prepared to ensure standardization in practice with the working procedures and principles of IPTs. Nonetheless, there is a scant literature on IPTs and few practices regarding good teamwork.

It is, therefore, highly recommended that academicians, researchers and experts work on structures that will facilitate the use of IPTs and discuss case studies based on good practices. On the other hand, increasing knowledge sharing on completed, ongoing and designed projects by the public can create a multiplier effect for academics, researchers and experts who will work in the field, and it can enable more original studies to be carried out in the context of our national culture, rather than through foreign projects.

Kaynakça

Kitaplar

Hayes, R.H., Wheelwright, S.C. and Clark, K.B. (1988). *Dynamic Manufacturing*. The Free Press Division, Macmillan Inc, Collier Macmillan Pub.

İngiltere Savunma Bakanlığı (2005). *Defence Industrial Strategy: Defence White Paper*. London: HMSO .

İstanbul Sanayi Odası (2009). *Proje Yönetimi Kılavuzu*. İSO Yayın No: 2009/24, İstanbul.

Mawdsley, J. (2015). France, the UK and the EDA. In: N. Karampekios and I. Oiknomou, eds. *The European Defence Agency. Arming Europe*. London: Routledge, 139–154.

PMI (2013). *Proje Yönetimi Bilgi Birikimi Kılavuzu (PMBOK® Kılavuzu)* Altıncı Baskı. İstanbul: PMI TR.

Makaleler

Bahill, A.T. and Gissing, B. (1998). Re-Evaluating Systems Engineering Concepts Using Systems Thinking. *IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews*. 28(4), 516–527.

Bochenek, G.M. and Ragusa, J.M. (2004). Improving Integrated Project Team Interaction through Virtual Collaboration. *Engineering Management Journal*, 16(2), 3-12.

Boehm, B. and Hansen, W.J. (2001). The Spiral Model as a Tool for Evolutionary Acquisition. *Journal of Defense Software Engineering*, 14(5), 4-11.

Buchanan, D. A. (1991). Vulnerability and Agenda: Context and Process in Program Management. *British Journal of Management*, 2, 121-132.

Calcara, A. (2017). State–defence industry relations in the European context: French and UK interactions with the European Defence Agency. *European Security*, 26(4), 527-551.

Carman, K.R. (2009). Building Championship Teams. *Contract Management*, 49(10), 42-51.

Cohee, G. L., Barrows, J. and Handfield, R. (2019). Early supplier integration in the US defense industry. *Journal of Defense Analytics and Logistics*, 3 (1), 2-28.

Cook, N. (1998). Smart Moves. *Jane's Defence Weekly*, 9 September, 36-38.

- Dwivedi, S. N. and Kumbakonam, A. (2002). Effective Team Building Process and Team Leadership for Integrated Product and Process Development. *International Journal of Human Resource Development and Management*, 2(3/4), 415-435.
- Erridge, A. and Nondi, R. (1994). Public Procurement, Competition and Partnership, *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 1(3), 169-79.
- Erridge, A. and Greer, J. (2000). Policy Network Analysis of UK Central Government Civil Procurement. *Public Policy and Administration*, 15(4), 25-49.
- Fleming, Q. W. and Koppelman, J. M. (1996). Integrated project development teams: another fad... or a permanent change. *International Journal of Project Management*, 14(3), 163-168.
- Ford, R. and McLoughlin, F. (1992). Successful Project Teams: A study of MIS Managers. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 39(4), 312-317.
- Gadeken, O.C. (2005). PM Leadership: Seven Keys to Success. *Defense AT&L*, January-February, 10-12.
- Galloway, I. (1998). Private finance comes of age. *Defence Procurement Analysis*, Autumn, 17-19.
- Gove, R. and Uzdinski, J. (2013). A performance-based system maturity assessment framework. *Procedia Computer Science*, 16, 688-697.
- Guo, Q., Li, T. and Yang, X. (2008). Research on requirements generation process of army weapon equipment, *Journal of Academy of Armored Force Engineering*, 2, 10-13.
- Hitt, M.A., Hoskisson, R.E. and Nixon, R.D. (1993). A Mid-Range Theory of Interfunctional Integration, Its Antecedents and Outcomes. *Journal of Engineering and Technology Management*, 10, 161-185
- Koufteros, X., Vonderembse, M. and Doll, W. (2001). Concurrent engineering and its consequences. *Journal of operations management*, 19(1), 97-115.

- Liu, W.W., Liu, F.S., Xu, D. and Zhang, Q. (2012). Analysis of joint capabilities integration and development system of US ARMY. *IEEE: International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering*, 1349-1353.
- Moore, D.M. and Antill, P.D. (2001). Integrated Project Teams: the way forward for UK defence procurement. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7(3), 179-185.
- Mortlock, R.F. (2020). Studying Acquisition Strategy Formulation of Incremental Development Approaches. *Defense Acquisition Research Journal*, 27(3), 264-311.
- Müslüm, S., Topcu, M.K. ve Mala, M. (2010). Savunma Tedarikinde Güncel Yaklaşımlar: Evrimsel Tedarik Stratejisi ve Türkiye Açısından Bir Değerlendirme. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(2), 91-115.
- Pane Haden, S.S., Humphreys, J.H., Cooke, J. and Penland, P. (2012). Applying Taylor's Principles to Teams: Renewing a Century-Old Theory. *Journal of Leadership, Accountability and Ethics*, 9(4), 11-20.
- Pinheiro, B. A. (2010). How Do Managers Control Technology-Intensive Work? *Journal of Technology Management&Innovation*, 5(2), 1-12.
- Rahman, M.M. and Kumaraswamy, M.M. (2008). Relational Contracting and Teambuildings: Assessing Potential Contractual and Non-Contractual Incentives. *Journal of Management in Engineering*, January, 48-63.
- Sanderson, J. (2009). Buyer-supplier partnering in UK defence procurement: looking beyond the policy rhetoric. *Public Administration*, 87(2), 327-350.
- Söderlund, J. and Bredin, K. (2006). HRM in Project-Intensive Firms: Changes and Challenges. *Human Resource Management*, 45(2), 249-265.
- Topcu, M.K., Mala, M. and Müslüm, S. (2015). A Study on Defense Acquisition Models with an Emerging Market Perspective. The Case of Turkey. *Journal of Defense Resources Management*, 6(2), 95-102.
- Turk, W. (2006a). The Five P's in Project Management. *Defense AT&L*, July-August, 22-25.

- Turk, W. (2006b). Seven Deadly Sins of Project Management. *Defense AT&L*: January-February, 24-27.
- Turk, W. (2007), 21st Century Project Management Competencies. *Defense AT&L*, January-Februray, 22-25.
- Valdez, R. ve Kleiner, B.H. (1996). How to Build Teamwork in the Defence Industry. *Team Performance Management*, 2(2), 41-48.
- Winn, M. T. (2006). Reduce Program Confusion Through an Integrated Product/Program Team. *Contract Management*, 46(10), 36-41.
- Zakarian, A. and Kusiak, A. (1999). Forming teams: an analytical approach. *IIE Transactions*, 31(1), 85-97.
- Zittel, R. (2001). The Reality of Simulation-based Acquisition and an Example of U.S. Military Implementation. *Acquisition Review Quarterly*, Summer, 121-132.

Tezler

- Ellman, J. E. (2009). *The Role of Evolutionary Acquisition and Spiral Development in the Failure of the Army's Future Combat System*. Yüksek Lisans Tezi, Georgetown University, Washington, D.C.

Kongre ve Sempozyum

- Bochenek, G. M. and Ragusa, J. M. (2003). Virtual (3D) collaborative environments: An improved environment for integrated product team interaction? *Proceedings of the 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, IEEE, Hawaii, ABD.
- Cook, S.C., Nowakowski, S. and Unewisse, M. (2013). Towards an SoS Engineering Approach for Integrating Australian Defence Force Capabilities. *Proceedings of Systems Engineering Test and Evaluation Conference*, Systems Engineering Society of Australia.
- Gross, D.C., Tucker, W.V. and Cameron, S.E. (2007). Whatever happened to Simulation Based Acquisition? *Simulation Tecchnology Conference*.

Korkmazzyürek, H. (2004). Savunma Tedarikinde Reform Stratejisi: Proje Yönetimi Açısından Bir Bakış. *12'nci Ulusal Yönetim-Organizasyon Kongresi*, 27-29 Mayıs 2004, Bursa, 212-218.

Ullah, I., Tang, D. and Yin, L. (2015). Engineering Change Implications on Product Design: A Review of the Literature. *International Conference on Education, Management and Computing Technology (ICEMCT-15)*, Atlantis Press, Tianjin, 1679-1691.

Web Siteleri

Hollier, W. and Beckett, P. (2002). Simulation-Based Acquisition: Architecture and Implementation – Part 1. SimTecT 2002. 02.01.2020 tarihinde <http://www.siaa.asn.au/get/2395361789.pdf> adresinden alınmıştır.

Fox, J.R. (2011). Defense acquisition reform, 1960–2009: An elusive goal. Center of Military History. 12.11.2019 tarihinde <https://history.army.mil/html/books/051/51-3-1/index.html> adresinden alınmıştır.

Kılavuzlar

ABD Enerji Bakanlığı (2012). Integrated Project Team: Guide for Formation and Implementation, DOE G 413.3-18A. ABD: Washington DC.

ABD Hava Kuvvetleri Malzeme Komutanlığı (1993). Guide on Integrated Product Development, Air Force Material Command. ABD.

ABD Savunma Bakanlığı (1996). Guide to Integrated Product and Process Development, Version 1.0, ABD: Washington, DC.

ABD Savunma Bakanlığı (2007). Instruction 5000.2: Operation of the Defense Acquisition System. ABD: Washington, DC.

Hughes Aircraft Company (1994). Integrated Product Development, Hughes Guide to Using Integrated Product Teams, Hughes Surface Systems.

MITRE (2008). Integrated Project Team (IPT) Start-up Guide. Tracking Number: 08-1645. ABD: Massachusetts.

NASA (2017), NASA Systems Engineering Handbook, SP-2016-6105 Rev2., 12th Media Services, https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_systems_engineering_handbook_0.pdf.

Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology & Logistics. (2007). The Defense Acquisition System (DoDD 5000.01). <http://www.acqnotes.com/Attachments/DoD%20Directive%205000.01.pdf>

Raporlar

Aldridge, E.C., Jr. (2002). Evolutionary Acquisition and Spiral Development, Memorandum, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics (USD[AT&L]), Washington, D.C.

Coble, M., Royster, J., Glandon, G., Stewart, J., Pham, P., Taylor, B., Bailey, D. and Herndon, K. (2014). Improving the Prototyping Process in Department of Defense Acquisition. Systems Engineering Capstone Project Report, Monterey, California.

Darnis, J. P., Gasparini, G., Grams, C., Keohane, D., Liberti, F., Maulny, J. P. and Stumbaum, M. B. (2007). *Lessons learned from European defence equipment programmes*. Occasional Paper: 69. Paris: EU Institute for Security Studies.

Grasso, V. B. (2010). Defense Acquisition: Use of Lead System Integrators (LSIs)-Background, Oversight Issues, and Options for Congress. Congressional Research Service, 7-5700. Washington, D.C.

İngiltere Sayıştay (2005). *Ministry of Defence: Major Projects Report*. London: HMSO.

Kirkpartick, D. (2003). *A UK Perspective on Defence Equipment Acquisition*. Institution of Defence and Strategic Studies, Working Paper, No: 41, Singapore.

McKinsey and Company (1998). *Transforming the UK's Defence Procurement System*. Final Report, 20 February.

Menker, L. J. (1990). *Results of the aeronautical systems division critical process team on integrated product development* (No.ASD-TR-90-5014).

Aeronautical Systems Division Air Force Systems Command, Wright-Patterson AFB, Ohio, ABD.

Office of Government Commerce (OGC) (2007). *The Integrated Project Team: Teamworking and Partnering-Achieving Excellence in Construction Procurement Guide*, OGC Yayınları.



Girişimci Liderlik Ölçeği'nin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması ve Girişimci Liderliğin Bireysel Performansa Etkisi*

Mustafa BEKMEZCİ**, Muhammet SAYGIN*** ve Kenan ORÇANLI****

Öz

Bu çalışmada, ilk olarak Renko vd. (2015) tarafından geliştirilen “Girişimci Liderlik Ölçeği”nin Türkçeye uyarlanması amacıyla tercümesi, geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmış; müteakiben girişimci liderlik davranışının, çalışanların bireysel performansını nasıl etkilediği araştırılmıştır. Araştırma evrenini Mersin’de faaliyette bulunan lojistik firma çalışanları oluşturmakta olup, çalışmanın anakütlesi 3000 kişi ve örnekleme ise 453 kişidir. Çalışmada kullanılan veriler, iki adet ölçek ile kolayda örnekleme yöntemi ile toplanmıştır. Çalışmada ölçeklerin geçerliklerin ve güvenilirliklerin sağlanmasında açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi, değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde korelasyon analizi ve kurulan modelin yapısal olarak incelenmesinde yapısal eşitlik modeli yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada yapılan analizler, SPSS ve AMOS paket programları ile yapılmıştır. Çalışmanın sonunda; Girişimci Liderlik Ölçeği'nin tek boyutlu bir ölçek olduğu, belirlenen bir alt boyutun modelin toplam varyansını %65,807 oranında açıkladığı, faktör yüklerinin 0,7'nin üstünde olduğu ve uyum iyiliği değerlerinin; χ^2/df : 2,758, GFI: 0,973, CFI: 0,987, RMSEA: 0,062 olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca değişkenler arasındaki ilişkinin anlamlı ve orta düzeyde aynı yönlü ($r=0,451, p<0,01$)

* Bu araştırma, 03-05 Ekim 2019 tarihinde gerçekleştirilen 2. Liderlik Akademisinde sözlü olarak sunulan bildirinin gelen öneri ve eleştiriler doğrultusunda geliştirilmiş halidir.

** Prof.Dr., Toros Üniversitesi, İİSBF, İşletme Bölümü, mustafa.bekmezci@toros.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1206-690X

*** Doç.Dr., Mersin Üniversitesi Silifke MYO, msaygin@mersin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7871-0235

**** Dr.Öğr.Üyesi, Toros Üniversitesi, İİSBF, İşletme Bölümü, kenan.orcanli@toros.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5716-4004

olduğu ve girişimci liderliğin bireysel performansı anlamlı bir şekilde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Girişimci Liderlik, Performans, Geçerlik, Güvenirlik.*

Validity and Reliability of Entrepreneurial Leadership Scale and the Effect of Entrepreneurial Leadership on Individual Performance

Abstract

In this study, the validity and reliability study of the “Entrepreneurial Leadership scale” developed by Renko et al. (2015) to adapt to Turkish, was conducted and then it was investigated how entrepreneurial leadership behavior affects the individual performance of employees. The research participants consist of employees of logistics companies operating in Mersin and the total number of participants is 3000 people and the sample is 453 people. The data used in the study was collected with two scales and through easy sampling method. In this study, explanatory and confirmatory factor analysis were used to determine the validity and reliability of the scales, correlation analysis was used to determine the relationships between the variables and structural equation model analysis methods were used in the structural analysis of the established model. The analyses performed in the study were done with the SPSS and AMOS package programs. At the end of the study, it was concluded that the Entrepreneurial Leadership scale is a one-dimensional scale, a factor explained the total variance of the model by 65.807%, that the factor loads are above 0.7, and that the goodness of fit values are χ^2/df : 2.758, GFI: 0.973, CFI: 0.987, RMSEA: 0.062. In addition, it was concluded that the relationship between the variables was significant and moderate in the same direction ($r=0.445$, $p<0.01$) and entrepreneurial leadership significantly affected individual performance.

Keywords: *Entrepreneurial Leadership, Performance, Reliability, Validity.*

Giriş

Günümüzde işletmeler arasında yoğun bir rekabet yaşanmaktadır. Böyle bir ortamda işletmeler varlığını sürdürmek için kendisini rakiplerinden farklılaştırmalıdır. Farklılık ise yenilik yapmakla ve risk almakla yakından ilgilidir. Girişimciliğin temelinde de yaratıcılık ve yenilik yapmak vardır. Bu kapsamda yeni fikirleri ürüne veya hizmete çevirmek, bu ürünü veya hizmeti pazara sunmak için

“ticari bir teşebbüs kurmak ya da değer zincirine katkı sağlamak” girişimcilik olarak tanımlanır. Girişimci ise “pazarda bir fırsatı gören ve bu fırsatı değerlendirmek üzere örgüt kuran kişidir”. Örgüt kurulduktan sonra örgütün kuruluş amacını gerçekleştirmek için liderlik yapmak ise girişimci liderliktir. Kısaca girişimci lider, “yeni bir örgüt kuruncaya kadar girişimci, örgüt kurulduktan sonra liderdir”. Birçok girişimcinin başarısız olmasının en önemli nedeni kurduğu örgütte liderlik rolünü oynayamamasından kaynaklanmaktadır.

Girişimci liderliğin örgütsel performansı olumlu yönde etkilediğine dair araştırmalar bulunmakla birlikte (Tarabishy vd., 2005; Jagdale ve Bhole, 2014; Rahim vd., 2015), bireysel performansı nasıl etkilediğine dair bir araştırmaya rastlanmamıştır. Girişimci liderlik, “çalıştığı kişileri girişimci olarak düşünme ve bu düşünceye uygun hareket etme sürecidir”. Girişimci liderliğin davranışsal boyutları arasında “yenilikçilik, proaktiflik, risk almak, özerlik ve sosyal ağları genişletmek” yer almaktadır. Bu kapsamda, girişimci liderliğin bireysel performansı da artıracağı değerlendirilmiştir.

Kavramsal Çerçeve

Girişimcilik ve Girişimci Kavramı

Günümüzde girişimcilik ekonomik büyümenin ve kalkınmanın önemli bir unsuru olarak değerlendirilmektedir. Hemen hemen tüm ülkeler girişimciliğin geliştirilmesi için büyük bir çaba harcamaktadır (Saygın ve Bekmezci, 2019: 112). Girişimcilik, fırsatların tespiti ile başlar (Uygun, 2018: 13). Fırsatların tespitini müteakip, bu fırsatlardan faydalanmak gündeme gelir ki; bu kapsamda fırsatlardan faydalanabilmenin yollarından biri de “işletme kurmak”tır. İşletme, başkalarının ihtiyacını karşılamak üzere mal veya hizmet üreten ekonomik birimdir (Mucuk, 2000: 4). Tanımda iki hususa vurgu yapılmıştır. Bunlardan birincisi, işletme, kendisi için değil, başkalarının ihtiyacını karşılamak için üretim yapar. Kendisi için üretim yapan birimler işletme olarak kabul edilemez. Üretim yapabilmek için emek, sermaye, doğal kaynaklar ve girişimcinin bir araya getirilmesi gerekir. Dolayısıyla, girişimcinin kendisi de üretim fonksiyonlarından birisidir ve emek, sermaye ve doğal kaynakları bir araya getirerek bu oluşum organize edilmektedir. İşletme tanımında yer alan ikinci husus ise işletmenin ekonomik bir birim olmasıdır. Bu da kıt kaynakların etkin ve verimli bir şekilde kullanılması ile ilgilidir.

Girişimciliğin bugün bile üzerinde fikir birliğine varılmış bir tanımı bulunmamakla birlikte literatürde yer alan tanımlarda yaratıcılık, inovasyon, kişisel özellikler gibi kriterlere daha çok vurgu yapıldığı görülmektedir (Fernald vd., 2005: 2). Girişimcilik, gelecekteki mal ve hizmetleri yaratma fırsatlarının nasıl, kim tarafından ve hangi yöntemlerle keşfedildiğinin bilimsel olarak incelenmesi, keşfedilmesi ve kullanılmasıdır (Shane ve Venkataraman, 2000: 218). Diğer bir anlatımla girişimcilik, “fikirleri yakalayıp, bunları ürüne ya da hizmete çevirme, sonrasında ise bu ürünü ya da hizmeti pazara sunacak bir ticari teşebbüs kurma” ya da “bir çalışanın örgütün değer zincirini geliştirici bir katkı sağlaması”dır (Şeşen ve Burmaoğlu, 2012: 366). Girişimciliğin, yeni istihdam yaratma, işsizliği azaltma, yeni mal ve hizmet üretme, ülkenin gelişmesine, pazar ekonomisine katkıda bulunma ve gelir dağılımını düzenleme gibi fonksiyonları bulunmaktadır (Akdoğan, 2019: 19-20). Girişimci ise pazardaki fırsatları gören, bu fırsatları pazarlanabilen fikirlere dönüştürebilen, zaman içinde çaba, para ve yetenek ile değer katan, fikrin uygulanacağı rekabetçi pazarda riskleri üstlenen ve bu çaba karşısında ödülü fark eden yenilikçi veya geliştirici kişidir (Aydınlık, 2017: 1). Nitekim fırsatları aramak, belirlenen hedeflere ulaşmak, bağımsız düşünmek, risk almak ve inovasyon yapmak girişimcilerin ortak özellikleri olarak belirtilmiştir (Fernald vd., 2005).

Fırsatları tespit etmek kadar fırsatları yaratmak da önemlidir. Fırsatları görmek ve fırsatları yaratmak ise gözlem, araştırma ve analiz yapmayı gerektirir. Gözlem, araştırma ve bu ikisinin analizi neticesinde ortaya bir fikir çıkar, bu fikrin hayata geçirilmesi durumunda bu fikir önem kazanır. Girişimciliğin tanımında yer alan işletme kurmak veya değer yaratmak da bu kapsamda değerlendirilmelidir. Dolayısıyla girişimci düşünmenin; yenilikçi ve yaratıcı olma, öncü olma, risk alma ve rekabetçi düşünme olmak üzere dört ana bileşeni olduğu söylenebilir (Erbaşlar, 2017: 5). Bu durumda girişimcilik bir eylem iken girişimci eylemi hayata geçiren kişidir (Ürper, 2015: 5).

Girişimci, fikirlerini hayata geçirdikten sonra, bu fikrin yaşatılması gerekir ki; burada fark yaratmak, yenilik yapmak, proaktif davranmak gibi konular gündeme gelir. Tüm bu konular da çalışanlar vasıtasıyla gerçekleştirilir. Girişimci kişilerde yazma, sözlü iletişim, organize etme gibi teknik becerilerin; planlama ve amaç oluşturma, karar verme, muhasebe-finance gibi yönetim becerilerinin; risk alma, yenilikçi olma, vizyon sahibi bir lider olma gibi bireysel becerilerin de bulunması gerekir (Hisrich ve Peters, 2002: 21). Teknik ve yönetsel beceriler işletmenin kuruluş

aşamasında, liderlik becerileri ise işletme kurulduktan sonra daha fazla önem arz etmektedir. Çünkü girişimcilik, işletme sahibi olmaktan, girişimci de yönetici olmaktan çok daha fazlasını ifade etmektedir. İşletme kurulduktan sonra, işletmenin varlığını sürdürebilmesi için girişimcinin liderlik yapması gerekir. Dolayısıyla girişimci, işletme kurarken müteşebbis, yönetim fonksiyonlarını uygularken yönetici, değişim yaratmak için takipçilerini etkilerken lider konumundadır.

Girişimci Liderlik

Girişimciliğin ve liderliğin öneminden dolayı bu iki kavram hem girişimcilik hem de liderlik davranışını birlikte araştırmak için birleştirilmiştir (Rahim vd., 2015: 195; Renko vd., 2015: 56). Nitekim girişimcilik ve liderliğin örtüştüğü alanlar; vizyon, fırsat odaklılık, etki, planlama, motive etme, başarı yönelimi, yaratıcılık, esneklik, sabır, sebat, risk-alma, belirsizliğe karşı yüksek tolerans, azim, öz güven, güç yönelimi, proaktiflik, iç kontrol odağı olarak belirlenmiştir (Becherer vd., 2008; Cogliser ve Brigham 2004; Fernald vd., 2005). Ancak girişimci liderliği karakterize eden bu özellikler, fırsatları tanıma ve fırsatları kullanma olarak ifade edilebilecek girişimcilik hedeflerine odaklanmasıyla onu diğer liderlik türlerinden ayırmaktadır (Renko vd., 2015: 57). Girişimci liderlik, zorlu ve karmaşık ortamlarda inovasyon yapmayı ve fırsatları belirlemeyi teşvik eden ve geliştiren etkili bir liderlik tarzı olarak tanımlanmıştır (Karol, 2015: 33; Fontana ve Musa, 2017: 2).

Her ne kadar liderlik, insanları belirlenen amaçlar doğrultusunda harekete geçirme süreci (Güney, 2015: 26) olarak tanımlansa da günümüzde liderlik, “insanları etkileme ve yapıyı harekete geçirme” sürecinden daha fazlasını gerektirmektedir. İnsanların bilgisi, becerisi, yeteneği, yönetim konusundaki algısı ve başarı ihtiyacı gibi pek çok husus değişmiştir. Dolayısıyla lider “düşünce oluşturan, takipçi de “iş yapan” kişi olmaktan çıkmıştır (Yılmaz, 2011: 5). Liderlik, takipçilerin gönüllü gayret göstermesini sağlama ve sosyal bir etkileşim sürecine dönüşmüştür. Girişimcinin liderliği de bu kapsamda değerlendirilmelidir. Çünkü girişimcinin kurduğu işletmenin başarılı olması için, işletmenin kuruluş motivasyonunu devam ettirmesi, girişimcinin de liderlik niteliklerini geliştirmesi gerekir. Nitekim girişimci liderlik, liderin birlikte çalıştığı kişileri girişimci olarak düşünmesi, birlikte çalıştığı kişilerin girişimci olarak hareket etmesi ve davranması cesaretini onlara aşılama sürecidir (Şeşen ve Burmaoğlu, 2012: 373). Diğer bir anlatımla girişimci liderlik, grup üyelerinin performansının, girişimcilik fırsatlarının

tanınmasını ve kullanılmasını içeren örgüt hedeflerine ulaşılması konusunda yönlendirilmesi ve yönetilmesidir (Renko vd., 2015: 55). Gupta ve arkadaşları (2004: 242) da girişimci liderliği, katılımcıların desteğini almak ve katılımcıları harekete geçirmek için vizyoner senaryolar oluşturan liderlik tarzı olarak tanımlamıştır. Kısaca girişimci lider, fırsat odaklı davranışlarda bulunur, bunu yaparken takipçilerini etkiler ve onların da girişimci davranışlar göstermesi konusunda onları motive eder ve cesaretlendirir. Bu haliyle girişimci liderlik, belirsiz bir iş ortamında tutarlı stratejiler ve benzersiz sonuçlar elde etmek için heterojen yeteneklerin kolektif bir şekilde daha yaratıcı ve yenilikçi çalışmasına odaklanan tek liderlik tarzı olarak ifade edilmiştir (Fontana ve Musa, 2017: 2).

Girişimci liderlik, başkalarıyla ilişkilerde liderin kişisel özelliklerinden veya tarzından daha fazlasını içerir. Girişimci liderlik, değişim ve değerleri aşlamak için net hedefler belirleme, fırsatlar yaratma, personel güçlendirme, örgütsel samimiyeti koruma ve insan kaynakları sistemini geliştirme becerileri gibi hususları içerir (Cunningham ve Lischeron, 1991: 53). Literatürde girişimci liderliği tanımlamak için; “özellikler, kişilik, yetkinlik, ekonomik uyum, stratejik, yönetsel ve davranışsal” olmak üzere altı farklı yaklaşım olduğu görülmüştür (Şeşen ve Burmaoğlu, 2012: 377-380). Özellikler yaklaşımı, girişimci liderlerin babalarının veya akrabalarının kendisine ait bir işyerinin bulunması, çoğunun erkek olması gibi diğerlerinden farklı demografik özelliklere sahip olduğunun; kişilik yaklaşımı, girişimci liderlerin değişim odaklı, yaratıcı, yüksek başarıya ihtiyacı gibi özelliklerinin bulunduğu; yetkinlikler yaklaşımı, girişimci liderlerin farklı yetkinliklere sahip olduğunun ve bu yetkinliklerin onları farklılaştırdığının; ekonomik uyum yaklaşımı, girişimci liderlerin risk alarak yenilik yaptığının ve bunun da üretici ve tüketici arasındaki dengeleri bozduğunun; stratejik yönetsel yaklaşım, girişimci liderliğin işletmelerin rekabet üstünlüğü sağlamasında olası bir temel yetkinlik olabileceğinin; davranışsal yaklaşım da girişimci liderlerin neler yaptığının üzerinde durmuştur. Davranışsal boyutta da genellikle; risk alma, proaktiflik, vizyon sahibi olma, inovasyon, deneyim, karizma ve yaratıcılık konularının incelendiği söylenebilir (Esmer ve Dayı, 2017: 119). Şeşen ve Burmaoğlu (2012: 380), bunların dışında yenilikçilik, özerklik ve sosyal ağları geliştirme boyutları da girişimci liderin davranış boyutları arasında saymıştır.

Yapılan araştırmalarda, girişimci liderlik ile örgütsel performans arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu (Jagdale ve Bhole, 2014; Rahim vd., 2015; Mgeni,

2015), girişimci liderliğin çalışanların yenilikçi davranması ve fırsatları tespit etmesi konusunda açık bir etkisinin olduğu (Bagheri, 2017), çalışanların yaratıcılık düzeyini kısmen artırdığı (Zorlu ve Tetik, 2018) ortaya konmuştur. Renko (2017: 25), bu liderlik tarzının genellikle büyümekte olan örgütlerde ortaya çıkan yanlış anlamaların ve çatışmaların üstesinden gelmede yardımcı olabileceğini, çalışanların iş tatminini ve performansını artırabileceğini, girişimci bir liderin altında çalışan her bir çalışanın işletmenin sorunlarına girişimci çözümler bulmaya çalışacağını, yine her bir çalışanın örgüt tarafından ele alınan yeni fikirlerin sayısını, dolayısıyla karar kalitesini ve fikirlere ilişkin içgörüyü potansiyel olarak geliştirmeye çalışacağını belirtmiştir.

Girişimci liderlikle ilgili; Fantona ve Musa (2017) tarafından geliştirilmiş ölçek; stratejik, iletişimsel, motivasyonel ve kişisel/organizasyonel olmak üzere 4 boyuttan; Renko ve arkadaşları (2015) tarafından geliştirilmiş tek boyuttan; McGraw Hill Danışmanlık tarafından geliştirilmiş tek boyuttan (www.mhprofessional.com) oluşturulmuş ölçeklerden bazılarıdır.

Bireysel Performans

Bir işletmenin başarısı gösterdiği performansa bağlıdır. İşletmenin performansı da çalışanların performansına bağlıdır. İşletmedeki her bir çalışanın performans düzeyinin artırılması veya her bir çalışanın performansının etkin olarak kullanılması işletmenin de performansını artıracaktır (Barutçugil, 2002: 46). İşletmenin faaliyetleri, performans ölçümü ve performans hedeflerine ulaşım ulaşmadığı performans ölçümü ile sürekli takip edilmelidir. Performans, çalışan tarafından amaçların ya da görevin yerine getirilme derecesidir (Bekmezci, 2020: 17). Diğer bir anlatımla performans, bir çalışanın veya bir grubun, ilgili olduğu birimin ve organizasyonun amaçlarına niteliksel ve niceliksel katkısının toplam ölçüsüdür (Çalık, 2003: 8).

Geleneksel anlamda iş performansı, kişisel seviyede işin gereklerinin yerine getirilmesi şeklinde değerlendirilirken, son zamanlardaki eğilim, görev performansı dışında çalışanın işletmenin etkin bir şekilde işleyişine katkıda bulunan davranışlarına da odaklanmıştır (Viswesvaran, 2009: 143). İş performansı, farklı boyutlarla ele alınmış olmakla birlikte en çok dikkat çeken çalışmalardan biri performansın görev (task) performansı ve bağlamsal (contextual) performans (Motowidlo ve Van Scotter, 1994) olmak üzere iki boyutta ele alındığı çalışma

olmuştur (Beffort ve Hatstrup, 2003: 17). Kısaca görev performansı; çalışanın görevleri dahilinde tanımlanan faaliyetlerde, bağlamsal performans ise örgüt kültürüne ve iklimine katkıda bulunma, gönüllü olarak fazladan iş yapma, şevkle çalışma, yardımlaşma, kurallara ve süreçlere uyma gibi üretkenlik sağlayan işletme içindeki diğer faaliyet ve davranışlarla ilgilidir. Bağlamsal performans kapsamında Smith ve arkadaşları (1983)'nın popüler hale getirdiği “Örgütsel Vatandaşlık Davranışı”, çalışanların gönüllü olarak gerçekleştirdiği ve örgütsel etkinliğe katkıda bulunan görev dışı davranışlar olarak tanımlanan “Örgütsel Spontanlık” (George ve Brief, 1992), Van Dyne ve arkadaşları (1995)'nin ortaya koyduğu “Ekstra Rol Davranışları” ile inisiyatif kullanma, kurallara uyma, sorumluluk alma gibi çalışma disiplini ve motivasyonu ile ilgili davranışları ifade eden “İşe Kendini Adama” (Barutçugil, 2002: 47) sayılabilir.

Literatürde örgütsel etkinlik açısından olumsuz etkisi olan; hırsızlık (Clark ve Hollinger, 1983), mala ve mülke zarar verme, işyerinde şiddet (Sacket ve Wanek, 1996), işi aksatma, kaçınma veya çaba göstermeme eğilimi (Kidwetl ve Benett, 1993) gibi davranışlar da bireysel performans oluşturan boyutlar olarak ele alınmıştır.

Bireysel performansın; kişilerarası kararlar, bireysel kararlar, sistem sürdürme ve belgeleme olmak üzere dört kategoride kullanım alanı bulunmaktadır (Viswesvaran, 2009: 137-138). Kişilerarası kararların kullanım alanlarını bireysel performans verilerinin ücret yönetimi, terfi kararları ve liyakat temelli ödeme sistemlerinin tasarlanmasını içermektedir. Bireysel kararlar, bireylerin güçlü ve zayıf yanlarını belirlemek için geri bildirim sağlanmasını içermektedir- daha sonra eğitim ve yerleştirme araçlarını değerlendirmek için kullanılan verilerdir. Sistem sürdürme, insan kaynakları planlaması ve yönetim yapılarının güçlendirilmesinde bireysel performans değerlendirmelerinden yararlanılması ile ilgilidir. Son olarak, bireysel performans verileri aynı zamanda hukuki belgeleme amacıyla da kullanılmaktadır.

Bireysel performans değerlendirmesi, “bireyden beklenen ile bireyin ulaştığı sonucun karşılaştırılması” şeklinde tanımlanırken “bireyin yeteneklerinin, işin nitelik ve gereklerine ne ölçüde uyduğunu araştıran, bireyin işteki başarısını saptamaya çalışan objektif analizler” şeklinde de tanımlanmaktadır (Köksal, 2005: 72). Literatürde iş performansının; kendi kendini değerlendirme, yöneticinin değerlendirmesi, objektif performans ölçümleri (örneğin satış miktarı) ve iş

performansı ile ilgili genel değerlendirmeler (diğer üçünün herhangi bir kombinasyonunu içeren) şeklinde ele alındığı görülmektedir (Gilbao ve Shirom, 2008: 228). Ancak burada önemli olan, bireysel iş performansı, değerlendirilebilir davranışlar olarak ele alınmalı, bireyin kontrolü dışında olan davranışlar bireysel performansa dahil edilmemelidir (Viswesvaran, 2009: 140).

Bireysel performansı oluşturan üç unsur bulunmaktadır (Barutçugil, 2002: 48): “Odaklanma, yetkinlik ve adanma”. Odaklanma, çalışanın ne yapacağını bilmesi; yetkinlik, çalışanın görevini yapabilecek becerilere sahip olması; adanma ise çalışanın katkıda bulunmaya istekli olmasıdır. Bu üç unsur ayrı ayrı ya da birlikte düşünülebilir. Yüksek bir bireysel performans için bu üç unsurun bir arada olması gerekir. Ancak farklı durumlarda bu unsurların bileşimi, diğer bir anlatımla önem ve ağırlığı farklılık arz edebilir. Bu durumda yönetimin niteliği ve düzeyi değişmelidir. Bireysel performansın artırılması da çalışanın neye katkı sağlayacağını bilmesine, katkıda bulunup bulunamayacağına ve katkıda bulunma konusunda istekli olup olmadığına bağlı olacaktır.

Bireysel performansı ölçmek üzere geliştirilmiş ölçeklerden bazıları; Kane (1986) tarafından geliştirilmiş ölçek, “kalite, nicelik, dakiklik, maliyet etkinliği, denetim ihtiyacı ve kişilerarası etki olmak” üzere 6 boyutlu; Murphy (1989) tarafından geliştirilmiş ölçek, “iş aksatma davranışları, görev performansı, kişilerarası davranışlar ve zararlı davranışlar” olmak üzere 4 boyutlu; Campbell (1990) tarafından geliştirilmiş ölçek, “işe özgü görev yeterliliği, işe özgü olmayan görev yeterliliği, yazılı ve sözlü iletişim, çaba gösterme, kişisel disiplin, çalışma arkadaşlarının ve ekibin performansına katkıda bulunma, denetim ve yönetim” olmak üzere 7 boyutlu; Welbourn ve arkadaşları (1997) tarafından geliştirilmiş ölçek, “işe özgü bilgi, kariyerde ilerlemek için gerekli nitelikler, yaratıcılık ve iş arkadaşları ile ilişkiler” olmak üzere dört boyutlu; Yelboğa (2003) tarafından geliştirilmiş ölçek, “yönetimsel yeterlilikler, işe yönelik bilgi/beceri yeterlilikleri, davranış yeterlilikleri ve kendini geliştirme yeterlilikleri” olmak üzere 4 boyutludur.

Girişimci liderliğin örgütsel performansı artırdığına dair araştırmalar, doğal olarak girişimci liderliğin bireysel performansını da artırdığını düşündürmektedir. Nitekim, girişimci liderin, birlikte çalıştığı kişileri de girişimci olarak düşünmesi, onların girişimci olarak hareket etmesini ve davranmasını cesaretlendirmesi çalışanların da girişimci özelliklerinden olan yaratıcılık, esneklik, risk alma, başarıma

ihtiyacı, azim, proaktiflik gibi davranışları sergilemesini gerektirir. Yine girişimci liderlerin net hedefler belirlemesi ve personelini güçlendirmesi de çalışanların bireysel performansını artıran uygulamalardır. Ancak yukarıda da belirtildiği üzere girişimci liderlikle ilgili yapılan çalışmalardan biri girişimci liderliğin çalışanların yaratıcılığını kısmen artırdığını göstermiştir. Verilen bilgiler ve yapılan araştırmalar doğrultusunda araştırma sorusu: “Girişimci liderlik bireysel performansı etkiler mi?” şeklinde belirlenmiştir.

Araştırmanın Yöntemi

Girişimci liderliğin bireysel performansa etkisini belirlemeye yönelik yapılan bu araştırmada, önce Renko ve arkadaşları (2015) tarafından geliştirilen Ek'te verilen “Girişimci Liderlik Ölçeği” Türkçeye uyarlanmış, müteakiben söz konusu ölçeğin geçerliği ve güvenilirliği ile ilgili anket çalışmaları yapılmış ve son olarak örneklemden elde edilen verilere göre girişimci liderliğin bireysel performansa etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan analizlerde açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi, korelasyon analizi ve yapısal eşitlik modeli yöntemleri kullanılmıştır.

Araştırmanın Ana Kütlesi ve Örneklemi

Yapılan araştırmanın ana kütlesini Mersin’de faaliyette bulunan çeşitli lojistik firmalarında çalışan kişiler oluşturmaktadır. Çalışma ana kütesinin eleman sayısı sınırlı olup Mersin Ticaret ve Sanayi Odasından alınan verilere göre yaklaşık 2000 kişiden oluşmaktadır. Örneklem büyüklüğünün hesaplanmasında, ana küteden %95 güvenirlilik sınırları içinde %5’lik bir hata payı dikkate alınmış ve örneklem büyüklüğü 322 kişi (Sekaran, 1992: 253) olarak hesaplanmıştır. Bu örneklemin belirlenmesinde kolayda örneklem yöntemi tercih edilmiştir. Çünkü literatürde, verilerin kısa zamanda ve en az maliyetle elde edilmesine ihtiyaç duyulduğunda, olasılığa dayanmayan kolayda örnekleme yöntemi ile verilerin toplanabileceği ifade edilmektedir (Eygü ve Kılınç, 2019: 1027). Bu kapsamda, 01 Haziran-30 Ağustos 2019 tarihleri arasında 600 anket sahaya sürülmüştür. Anketlerin toplanmasında web tabanlı anket tekniği kullanılmıştır. Verilen cevaplardan 453’ü analize tabi tutulmuştur.

Araştırmaya katılanların; %69,5 (n=315)’i erkek, %30,5 (n=138)’i kadın; %57,1 (n=279)’i evlidir. Çalışanların %0,7 (n=3)’si ilköğretim, %14,3 (n=65)’ü lise, %66,7 (n=302)’si üniversite, %18,4 (n=83)’ü lisansüstü eğitim derecesine; %13,5

(n=61)'i 18-25, %25,6 (n=116)'sı 26-30, %42,6 (n=193)'sı 31-40, %12,8 (n=58)'i 41-50 ve %5,5 (n=25)'i 51-60 yaş aralığındadır; %17,4 (n=79)'ü 3 yıldan az, %16,3 (n=74)'ü 3-5 yıl, %23,2 (n=105)'si 6-10 yıl, %23,4 (n=106)'ü 11-15 yıl ve %19,6 (n=89)'sı 16 yıl ve üzeri iş deneyimine sahiptir.

Araştırmanın Aşamaları

Araştırma, üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada; Girişimci Liderlik Ölçeği'nin Türkçeye uyarlanması ile geçerliği uzman görüşü ve açıklayıcı faktör analizi ile, ikinci aşamada; Girişimci Liderlik Ölçeği ve Bireysel Performans Ölçeği ile ilgili elde edilen verilerin uygunluğu doğrulayıcı faktör analizi ile ve üçüncü aşamada değişkenler arasında kurulan ilişkinin yapısı korelasyon analizi ve yapısal eşitlik modeli yöntemleri ile incelenmiştir.

Araştırmanın Ölçekleri

Girişimci Liderlik Ölçeği ve Bireysel Performans Ölçeği olmak üzere iki ölçek kullanılmıştır. Söz konusu ölçekler ile ilgili detaylı bilgiler ile ölçeklerin geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları kapsamında yapılanlar analizler ve elde edilen sonuçlar müteakip bölümlerde verilmiştir.

Girişimci Liderlik Ölçeği

Girişimci liderlik davranışını ölçmek üzere Renko ve arkadaşları (2015) tarafından geliştirilen "Girişimci Liderlik Ölçeği (ENTRELEAD)" kullanılmıştır. Ölçekte, girişimcilik fırsatları hakkında liderin doğrudan katkısını belirleyebilmek için katılımcıların liderlerini girişimci liderliğin dört kritik özelliği olan risk alma, yaratıcılık, tutku ve vizyon açısından değerlendirmesine yönelik sorular bulunmaktadır. Ayrıca ölçek, girişimci liderlerin, takipçilerin işlerini yapmaktan başka mevcut iş yapma yollarına meydan okumasını beklediğini, takipçilerinin girişimcilik fırsatlarını tanımalarına ve kullanmasına imkân verdiğini kabul etmektedir (Renko, 2017: 32). ENTRELEAD, tek boyuttan ve 8 sorudan oluşan, 5'li Likert tipi (1=Kesinlikle Katılmıyorum, 5=Kesinlikle Katılıyorum) bir ölçektir. Ölçek, 367 kişiden ve 208 kişiden oluşan iki farklı örneklem üzerinde uygulanmış, ölçeğin Cronbach alfa değeri birinci örneklem için 0,90, ikinci örneklem için 0,93 olarak rapor edilmiştir.

Ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik çalışması bu makalenin yazarları tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda; ölçeğin tercümesi, açıklayıcı faktör analizi, doğrulayıcı faktör analizi ve güvenilirlik analizi yapılmıştır.

Ölçek, önce Türkçeye uyarlanmıştır. Ölçek tercüme edilirken, Brislin (1970) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Ölçek 3 öğretim elemanı tarafından ayrı ayrı Türkçeye çevrilmiş, bu çeviriler karşılaştırılmış ve ölçeğin Türkçe ilk versiyonu oluşturulmuştur. Bu ölçek, İngilizceyi çok iyi seviyede bilen 3 farklı kişi tarafından Türkçeden İngilizceye çevrilmiş, orijinal hali ile karşılaştırılmıştır. Türkçe çevirisi yapılarak son şekli verilen ölçek, odak grup çalışması ile test edilmiştir.

Müteakiben ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır. Ölçeğin kapsam ve mantıksal geçerliği için uzman görüşüne başvurulmuş, yapı geçerliği için açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Güvenirlik analizi için Cronbach alfa katsayısı hesaplanmıştır.

Ölçeğin yapı geçerliği kapsamında yapılan açıklayıcı faktör analizi ile ilgili olarak Kaiser–Meyer–Olkin (KMO) ve Barlett testi yapılmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Kaiser–Meyer–Olkin (KMO) ve Barlett testi ile örneklemin açıklayıcı faktör analizi için uygun büyüklük ve nitelikte olması denir (Pallant, 2017; Tabachnick ve Fidell, 2001). Ölçeğin Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı 0,931 ve Bartlett küresellik testinin istatistik değeri ve anlamlılık düzeyi $\chi^2_{(28)}=2417,086$ ve $p=0,000$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, örneklem verilerinin faktör analizi için uygun olduğunu göstermektedir.

Açıklayıcı faktör analizinde Kaiser–Meyer–Olkin (KMO) ve Barlett testi sonuçlarına bakıldıktan sonra verilerin kaç faktör altında toplandığı, madde faktör yüklerinin hangi değerler arasında olduğu ve faktör yüklerinin toplam varyansın ne kadarını açıklayabildiğine bakılması gerekmektedir. Açıklayıcı faktör analizi ile ilgili literatürde madde faktör yüklerinin alması gereken en düşük değerin “0,30” olduğu kabul edilirken; öz değerleri “1”den büyük faktörler üzerinde uygulama yapılmalıdır (Alyılmaz ve Polatcan, 2018; Neale ve Liebert, 1980; Pallant, 2017; Tabachnick ve Fidel, 2001). Bu nedenle açıklayıcı faktör analizi sonucunda ulaşılan madde faktör yükleri 0,30’un altında olan maddeler ile öz değerleri 1’den düşük olan faktörler değerlendirilmeye alınmamıştır. Açıklayıcı faktör analizinde temel bileşenler analizi ve Varimax faktör döndürme yöntemi kullanılmıştır.

Tablo 1. Girişimci Liderlik Ölçeği'ne Ait Faktör Yükleri ve Açıklanan Toplam Varyans

Faktör	0,954, 0,944, 0,932, 0,901, 0,845, 0,821, 0,805, 0,794					
Özdeğerler						
Faktör	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif
1	5,265	65,807	65,807	5,265	65,807	65,807
2	0,619	7,736	73,547			
3	0,521	6,511	80,053			
4	0,475	5,942	85,996			
5	0,353	4,410	90,406			
6	0,315	3,938	94,344			
7	0,243	3,035	97,379			
8	0,210	2,621	100,000			

Tablo 1'de yer alan değerlere bakıldığında; ölçeğin tek faktörlü olduğu, faktör yüklerinin 0,794-0,954 arasında değerler aldığı ve faktör yüklerinin hepsinin 0,70'in üstünde olduğu, bu tek faktörlü yapının toplam varyansın %65,807'sini açıkladığı tespit edilmiştir.

Temel bileşen analizi ile açıklayıcı faktör analizi yapıldıktan sonra AMOS programında doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Doğrulayıcı faktör analizi, açıklayıcı faktör analizi ile belirlenen faktörlerin hipotez ile belirlenen faktör yapılarına uygunluğunu test etmek için kullanılan faktör analizidir. Açıklayıcı faktör analizi, hangi değişken gruplarının, hangi faktör ile yüksek düzeyde ilişkili olduğunu test etmek için kullanılırken, belirlenen "k" sayıda faktöre katkıda bulunan değişken gruplarının, bu faktörler ile yeterince temsil edilip edilmediğinin belirlenmesi için doğrulayıcı faktör analizinden faydalanılır. Bu kapsamda doğrulayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen ölçeğe ait uyum iyilik değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Girişimci Liderlik Ölçeği Uyum İyilik Değerleri

Ölçek*	χ^2 /df <5	GFI** >,85	CFI** >,90	RMSEA** <,08
Girişimci Liderlik Ölçeği	2,758	0,973	0,987	0,062

* Uyum iyiliği değerleri "kabul edilebilir" standartlara göre düzenlenmiştir.

** RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation (Yaklaşık Hataların Ortalama Karakökü); GFI: Goodness of Fit Index (Uyum İyiliği İndeksi); CFI: Comparative Fit Index (Karşılaştırmalı Uyum İndeksi).

Tablo 2’de yer alan Girişimci Liderlik Ölçeği’nin yapı geçerliği kapsamında yapılan doğrulayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen uyum iyilik değerleri incelendiğinde, modele ait uyum iyiliği değerlerinin kabul edilebilir olduğu tespit edilmiş ve doğrulayıcı faktör analizi modelinin uyum ölçek değerleri yeterli bulunmuştur.

Modelin geçerliği kapsamında ayrıca yakınsama geçerliği (standart faktör yükleri ve açıklanan ortalama varyans değeri (AVE)) değerleri ile ayrışma geçerliği değerlerine de bakılmıştır. Bu kapsamda yakınsama geçerliği ile ilgili hesaplanan istatistiki değerler Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Doğrulayıcı Faktör Analizi Faktör Yükleri Sonuçları

Sorular	Standartlaştırılmış Faktör Yükleri	Standartlaştırılmamış Faktör Yükleri
1	0,757	0,995
2	0,768	1,032
3	0,714	1,063
4	0,873	1,153
5	0,792	1,014
6	0,880	1,201
7	0,800	1,085
8	0,641	1,000

Tablo 3’te yer alan yakınsama geçerliği değerleri incelendiğinde, verilen doğrulayıcı faktör modeline ait standart faktör yüklerinin 0,60’nın üzerinde olduğu görülmektedir. Standart faktör yüklerinin 0,50’nin üzerinde ve uyum ölçeği değerlerinin referans değerleri içinde olması, ölçeğin yakınsama geçerliğini göstermektedir. Yakınsama geçerliğinin bir diğer göstergesi olan açıklanan ortalama varyans (AVE) değeri ise 0,61 olarak hesaplanmıştır. Yakınsama geçerliğinin teyit edilebilmesi için açıklanan ortalama varyans değerinin 0,50 ya da 0,50’den fazla olması gerekir (Civelek, 2018: 42). Bu bulgu ölçeğin yakınsama geçerliğini göstermektedir. Ayrışma geçerliği için de “veri setindeki her bir boyut için AVE değerlerinin karekökü alındığında, bu değerlerin o boyutun diğer boyutlarla olan korelasyon katsayılarından büyük olması” istenmektedir. Bu durumda kullanılan ölçeklerin her bir boyut için ayrışma geçerliğine sahip olduğu söylenebilir. AVE

değerinin karekökü (0,78), korelasyon değerinden büyüktür (0,451). Bu bulgu ölçeğin ayırışma geçerliğinin olduğunu göstermektedir.

Güvenirlik analizi neticesinde ölçeğin Cronbach alfa katsayısı 0,923 olarak hesaplanmış, ölçeğin yüksek güvenilirliğe sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca birleşik güvenilirlik (Composite Reliability-CR) değerinin 0,70'in üzerinde olması da kullanılan ölçeğin güvenilirliğini göstermektedir. Bu çalışmada birleşik güvenilirlik değeri 0,76 olarak hesaplanmıştır.

Girişimci Liderlik Ölçeği kapsamında yapılan analizler sonucunda elde edilen değerlere bağlı olarak sonuçta standart faktör yüklerinin 0,50'nin üzerinde olması, uyum iyilik değerlerinin referans değerleri içinde bulunması, AVE değerinin karekökünün korelasyon değerinden büyük olması, Cronbach alfa ve birleşik güvenilirlik ve Cronbach alfa değerlerinin eşik değer olan 0,70'in üzerinde olması Girişimci Liderlik Ölçeği'nin geçerli ve güvenilir olduğunu göstermektedir.

Bireysel Performans Ölçeği

Bireysel performansın ölçülmesi amacıyla çalışmada kullanılan İş Performansı Ölçeği, Kirkman ve Rosen (1999) tarafından oluşturulmuş, aynı ölçek daha sonra ayrı bir çalışmada Sigler ve Pearson (2000) tarafından kullanılmıştır (Çalışkan ve Akkoç, 2012). Bu ölçek, tek boyuttan ve 4 sorudan oluşan, 5'li Likert tipi (1=Kesinlikle Katılmıyorum, 5=Kesinlikle Katılıyorum) bir ölçektir. Ölçeğin güvenilirlik katsayısının her iki çalışmada da 0,70'in üstünde olduğu belirtilmiştir. Bu ölçek, Türkçeye uyarlanarak, Çöl (2008) tarafından akademisyenler üzerinde yapılan, Çalışkan ve Akkoç (2012) tarafından da yazılım sektöründe yapılan araştırmada kullanılmış, ölçeğin Cronbach alfa katsayısı değerleri 0,82 ve 0,65 olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada, ölçeğin Cronbach alfa katsayısı 0,867 olarak hesaplanmış, ölçeğin yüksek güvenilirliğe sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan doğrulayıcı faktör analizi neticesinde; uyum iyilik değerlerinin referans değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Bireysel Performans Ölçeğine ait uyum iyilik değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Bireysel Performans Ölçeği Uyum İyilik Değerleri

Ölçek	χ^2/df <5	GFI >,85	CFI >,90	RMSEA <,08
Bireysel Performans Ölçeği	1,356	0,997	0,999	0,028

Bulgular

Araştırma kapsamında elde edilen veriler SPSS ve AMOS programları kullanılarak analiz edilmiştir. Katılımcıların algıladığı girişimci liderlik davranışı ile bireysel performansa ilişkin elde edilen verilerin ortalamasına, standart sapmasına ve korelasyona bakılmış, müteakiben girişimci liderliğin bireysel performansı ne kadar belirlediğini incelemek üzere yapısal eşitlik modeli kullanılmıştır.

Verilere ilişkin ortalama, standart sapma ve korelasyon değeri Tablo 5'te verilmiştir. Tablo 5'te yer alan değerlerin hesaplamasında gizli değişkenlerin sayısal değeri olarak ölçülebilen değişkenlerin değerlerinin toplam değerleri kullanılmış ve bu nedenle Pearson korelasyon katsayısı hesaplanarak yorumlanmıştır.

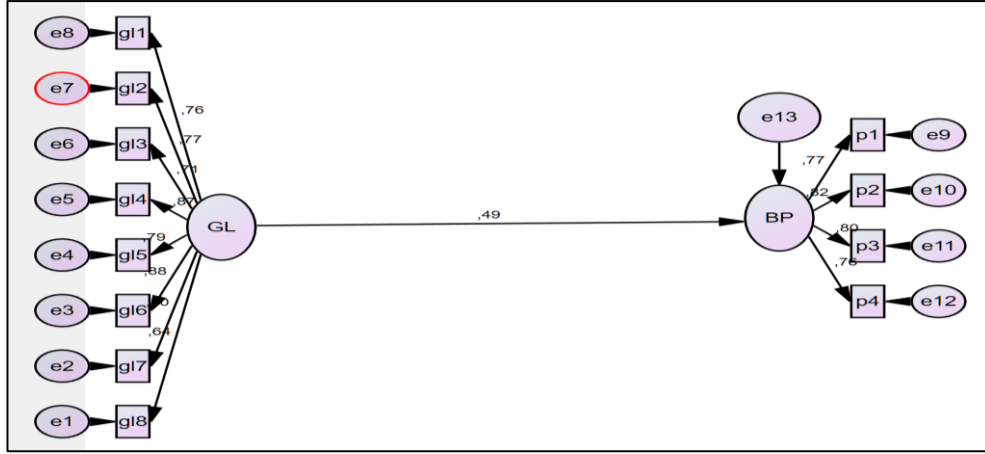
Tablo 5. Verilere İlişkin Ortalama, Standart Sapma ve İlişki Değerleri

Değişken	Ortalama	Standart Sapma	Girişimci Liderlik	Bireysel Performans
Girişimci Liderlik	3,94	0,911	1	0,451**
Bireysel Performans	4,37	0,699	0,451**	1

** p<0,01

Tablo 5'te yer alan değişkenler incelendiğinde iki değişken arasında anlamlı ve aynı yönde bir ilişki olduğu görülmektedir.

İki değişken arasındaki nedensellik ilişkisi yapısal eşitlik modeli ile incelenmiş, AMOS paket programında yapılan analizin grafiksel gösterimi Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1'de kullanılan değerlerin hepsi standardize edilmiş değerlerdir. Analizde parametreler en çok olabilirlik yöntemi ile tahmin edilmiştir.



Şekil 1. Girişimci Liderlik ile Bireysel Performans Değişkenlerinin Yapısal Eşitlik Modeli

Şekil 1'de yer alan modelde ilk olarak gizli değişkenler ile ölçülebilir değişkenler arasındaki standartlaştırılmış faktör yüklerine bakılmıştır. Bu kapsamda elde edilen standartlaştırılmış faktör yüklerinin değerleri Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6. Modele Ait Standartlaştırılmış Faktör Yükleri

Ölçülebilir ve Gizli Değişkenler	Standartlaştırılmış Faktör Yükleri
g18 ←	0,643
g17 ←	0,800
g16 ←	0,875
g15 ← GL	0,795
g14 ←	0,872
g13 ←	0,715
g12 ←	0,771
g11 ←	0,760
p1 ←	0,767
p2 ← BP	0,823
p3 ←	0,802
p4 ←	0,765

Tablo 6’da yer alan değişkenler incelendiğinde, standartlaştırılmış faktör yüklerinin literatürde kabul edilen referans değerleri ile uyumlu olduğu görülmüştür. Doğrulayıcı faktör analizinin sonucunda elde edilen standartlaştırılmış madde faktör yüklerinin 0,70 ve üzerinde olması ilgili maddelerin kurulan yapısal eşitlik modeli için anlam taşıdığını ifade etmektedir (Güngören, Bektaş, Öztürk & Horzum, 2014; Özdamar, 2017; Yaşlıoğlu, 2017)

Modele ait standartlaştırılmış faktör yüklerinin kontrol edilmesini müteakip modelin uyum değerlerine bakılması gerekmektedir. Modele ait uyum iyiliği değerleri Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Modele Ait Uyum İyiliği Değerleri

Ölçek	χ^2/df <5	TLI >,90	CFI >,90	RMSE A <,08
Girişimci Liderlik Ölçeği	3,042	0,953	0,968	0,067

NOT: Uyum iyiliği değerleri “kabul edilebilir” standartlara göre düzenlenmiştir.

Tablo 7’de oluşturulan modele ait uyum iyiliği değerleri incelendiğinde söz konusu değerlerin literatürde kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir. Dolayısıyla modelin test edilmesinde kullanılan verilerin model ile uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

Kurulan modelin uyum iyiliği değerlerinin incelenmesini müteakip gizli değişkenler arasındaki standartlaştırılmış Beta katsayısına ve bu katsayının anlamlılık düzeyinin anlamlılığına bakılması gerekmektedir. Bu kapsamda kurulan modelde yer alan girişimci liderlik ve bireysel performans gizli değişkenleri arasındaki standartlaştırılmış Beta katsayısı ile bu katsayının anlamlılığı ile ilgili hesaplanmış istatistik değerler Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. Modele Ait Toplam ve Doğrudan Etki Değerleri

Yol	Standardize Beta Katsayısı	Standart Hata	Anlamlılık Düzeyi
GL → BP	0,486	0,047	<0,01

Tablo 8’de yer alan değerler incelendiğinde, girişimci liderlik ile bireysel performans değişkenleri arasındaki standardize edilmiş Beta katsayısının anlamlı

olduğu ($p<0,01$) görülmektedir. GL ile BP değişkenleri arasındaki ilişki katsayısı 0,486'dır. Yani lojistik firmasında çalışanların girişimci liderlik özelliklerinde bir birimlik artış, bireysel performansı 0,486 birim artırmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışmada, ilk olarak Girişimci Liderlik Ölçeği Türkçeye uyarlanmış, müteakiben girişimci liderliğin bireysel performans üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın anakütlesi Mersin'de faaliyet gösteren lojistik firmalarında çalışanlar olarak belirlenmiştir. Veriler kolayda örneklem yöntemi ile toplanmıştır. Örgütlerin başarısını önemli derecede etkileyen güncel liderlik yaklaşımlarından girişimci liderliğin bireysel performansa etkisi elde edilen veriler kullanılarak korelasyon ve yapısal eşitlik modeli yöntemleri yardımıyla açıklanmaya çalışılmıştır.

Analiz sonuçları incelendiğinde; yazarlar tarafından Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılan Girişimci Liderlik Ölçeği'nin Türkiye'de sosyal bilimler alanında yapılan çalışmalarda kullanılabilmesi; girişimci liderliğin de bireysel performansı etkilediği tespit edilmiştir.

Girişimci liderin, birlikte çalıştığı kişileri de girişimci olarak görmesi ve onlara bu kapsamda davranması, onların özgün olmasını, yaratıcılığını ortaya çıkarmasını ve yenilikler yapmasını sağlayacaktır. Ayrıca çalışanlar girişimci liderin rol model olması ile iş kurmak için sadece paraya ihtiyaç olduğu düşüncesinden uzaklaşacak ve girişimciliği yaşayarak öğrenecektir.

Bu araştırmanın bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Araştırmanın boyutsal olmaması, belirli bir sektörde ve belirli bir coğrafi bölgede yapılmış olması önemli bir kısıttır. Belirli aralılarla elde edilecek araştırma sonuçlarının daha açıklayıcı olabileceği değerlendirilmektedir. Müteakip araştırmalarda; Türkiye'de farklı örgütlerden sağlanan verilerin analiz edilmesi suretiyle daha geniş bir perspektif sağlanabilir.

Extended Summary

Introduction

In this study, the validity and reliability study of the "Entrepreneurial Leadership Scale" developed by Renko et al. (2015) to adapt to Turkish, was

conducted and then it was investigated how entrepreneurial leadership behavior affects the individual performance of employees.

Material and Experimental Studies

The research participants consists of employees of logistics companies operating in Mersin and the total number of participants is 3000 people and the sample is 453 people. The data used in the study was collected with two scales and through easy sampling method. In this study, explanatory and confirmatory factor analysis were used to determine the validity and reliability of the scales, correlation analysis was used to determine the relationships between the variables and structural equation model analysis methods were used in the structural analysis of the established model. The analyses performed in the study were done with the SPSS and AMOS package programs.

Results and Recommendations

At the end of the study, it was concluded that the Entrepreneurial Leadership Scale is a one-dimensional scale, a factor explained the total variance of the model by 65.807%, that the factor loads are above 0.7 and that the goodness of fit values are χ^2/df : 2.758, GFI: 0.973, CFI: 0.987, RMSEA: 0.062. In addition, it was concluded that the relationship between the variables was significant and moderate in the same direction ($r=0.445$, $p<0.01$) and entrepreneurial leadership significantly affected individual performance. The study is considered contribute to existing research on the organizational behavior.

Kaynakça

Makaleler

- Alyılmaz, S. ve Polatcan, F. (2018). İletişim Kurma İstekliliği Ölçeği: Bir Ölçek Geliştirme Çalışması. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi*, 7(1), 447-458.
- Bagheri, A. (2017). The Impact of Entrepreneurial Leadership on Innovation Work Behavior and Opportunity Recognition in High-technology SMEs. *The Journal of High Technology Management Research*, 28(2), 159-166.
- Becherer, R.C., Mendenhall, M. ve Eickhoff, K.F. (2008). Separated at Birth: An Inquiry on the Conceptual Independence of the Entrepreneurship and the

- Leadership Constructs. *New England Journal of Entrepreneurship*, 11(2), 13-27.
- Beffort, N. ve Hattrup, K. (2003). Valuing Task and Contextual Performance: Experience, Job Roles, and Ratings of the Importance of Job Behaviors. *Applied H.R.M. Research*, 8(1), 17-32.
- Brislin, Richard W. (1970). Back-translation for Cross-cultural Research, *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 1(3), 185-216.
- Cogliser, C.C. ve Brigham, K.H. (2004). The Intersection of Leadership and Entrepreneurship: Mutual Lessons to Be Learned. *The Leadership Quarterly*, 15, 771-799.
- Cunningham, J.B. ve Lischeron, J. (1991). Defining Entrepreneurship. *Journal of Small Business Management* 29(1), 45-62.
- Çalışkan, A. ve Akkoç, İ. (2012). Girişimci ve Yenilikçi Davranışın İş Performansına Etkisinde Çevresel Belirsizliğin Rolü. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 1-29.
- Esmer, Y. ve Dayı, F. (2017). Entrepreneurial Leadership: A Theoretical Framework. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(2), 112-124.
- Fernald Jr., L.W., Solomon, G.T. ve Tarabishy, A. (2005). A New Paradigm: Entrepreneurial Leadership. *Southern Business Review*, 30(2), 1-10.
- Fontana, A. ve Musa, S. (2017). The Impact of Entrepreneurial Leadership on Innovation Management and its Measurement Validation. *International Journal of Innovation Science*, 9(1), 2-19.
- George, J.M. ve Brief, A.P. (1992). Feeling Good-doing Good: A conceptual Analysis of the Mood at Work-Organizational Spontaneity Relationship. *Psychological Bulletin* 112, 310-329.
- Gilbao, S. ve Shirom, A.A. (2008). A Meta-analysis of Work Demand Stressors and Job Performance: Examining Main and Moderating Effects. *Personnel Psychology*, 61, 227-271.

- Gupta, V., MacMillan, I.C. ve Surie, G. (2004). Entrepreneurial Leadership: Developing and Measuring a Cross-cultural Construct. *Journal of Business Venturing*, 19(2), 241-260.
- Güngören, C.Ö., Bektaş, M., Öztürk, E. ve Horzum, M.B. (2014). Tablet Bilgisayar Kabul Ölçeği – Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Eğitim Bilim*, 39(176), 69-79.
- Jagdale, D. ve Bholra, S.S. (2014). Entrepreneurial Leadership and Organizational Performance with Reference to Rural Small Dcale Engineering Industry in Pune Distinct. *International Multidisciplinary Research Journal Golden Research Thoughts*, 4(2), 1-9.
- Karol, R. (2015). Leadership in the Context of Corporate Entrepreneurship. *Journal of Leadership Studies*, 8(4), 30–34.
- Kidwetl, R.E. ve Bennett, N. (1993). Employee Propensity to withhold Effort: A Conceptual Model to Intersect Three Avenues of Research. *Academy of Management Review*, 18, 429-456.
- Mgeni, T.O. (2015). Impact of Entrepreneurial Leadership Style on Business Performance of SMEs in Tanzania. *Entrepreneurship & Organization Management*, 4(2), 1-9.
- Motowidlo, S.J. ve Van Scotter, J.R. (1994). Evidence that Task Performance Should be Distinguished from Contextual Performance. *Journal of Applied Psychology*, 79, 475-480.
- Rahim, H.L., Abidin, Z.Z., Mohtar, S. ve Ramli, A. (2015). The Effect of Entrepreneurial Leadership towards Organizational Performance. *International Academic Research Journal of Business and Technology*, 1(2), 193-200.
- Renko, M., Tarabisby, A.E., Casrud, A.L. ve Brannback, M. (2015). Understanding and Measuring Entrepreneurial Leadership Style, *Journal of Small Business Management*, 53(1), 54-74.
- Sacket, P.R. ve Wanek, J.E. (1996). New Developments in the Use of Measures of Honesty, Integrity, Conscientiousness, Dependability, Trustworthiness and Reliability for Personnel Selection. *Personnel Psychology*, 49, 787-830.

- Saygın, M. ve Bekmezci, M. (2019). Mersin İlinde Öğrenim Gören Üniversite Öğrencilerinin Girişimcilik Eğilimleri: Devlet ve Vakıf Üniversitesi Karşılaştırması. *Toros Üniversitesi İİBF Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(11), 108-123.
- Shane, S. ve Venkataraman, S. (2000). The Promise of Entrepreneurship as a Field of Research. *Academy of Management Review*, 25, 217-226.
- Smith, C.A., Organ, D.W. ve Near, J.P. (1983). Organizational Citizenship Behavior: Its Nature and Antecedents. *Journal of Applied Psychology*, 68, 655-663.
- Tarabishy, A., Solomon, G., Fernald, L.W. ve Sashkin, M. (2005). The Entrepreneurial Leader's Impact on the Organization's Performance in Dynamic Markets. *The Journal of Private Equity*, Fall, 20-29.
- Yaşlıoğlu, M. M. (2017). Sosyal Bilimlerde Faktör Analizi ve Geçerlik: Keşfedici ve Doğrulayıcı Faktör Analizlerinin Kullanılması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, Özel Sayı, (46), 74-85.
- Zorlu, K. ve Tetik, F. (2018). Girişimci Liderlik Davranışının Çalışan Yaratıcılığına Etkisi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 39, 297-307.

Kitaplar

- Akdoğan, A.A. (2019). *Girişimciliğin Önemi ve Başarılı Girişimcilik için Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar*. İçinde Saygın, M. (Ed.) İşletmelere ve Girişimciliğe Güncel Bakış. Eğitim, Konya, 19-23.
- Barutçugil, İ. (2002). *Performans Yönetimi*. Kariyer, İstanbul.
- Bekmezci, M. (2020). *Balanced Scorecard (Dengeli Ölçüm Kartı): Stratejik Performans Ölçümü Bakış Açısıyla*. Altınordu, Ankara.
- Campbell, J.P. (1990). *Modeling the Performance Prediction in Industrial and Organizational Psychology*. İçinde Dunnette, M., Hough, L.M. (Eds.). Handbook of Industrial and Organizational Psychology, 1, 2nd Ed., Consulting Psychologists Press, Palo Alto, 687-731.
- Civelek, M.E. (2018). *Yapısal Eşitlik Modellemesi Metodolojisi*. Beta, İstanbul.

- Clark, J.P. ve Hollinger, R.C. (1983). *Theft by Employees in Work Organizations: Executive Summary*. National Institute of Justice, Washington DC.
- Çalık, T. (2003). *Performans Yönetimi*. Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara.
- Erbaşlar, G. (2017). *Girişimcilik*. Nobel, Ankara.
- Güney, S. (2015). *Liderlik*, Nobel, Ankara.
- Hisrich, R. ve Peters, M.P. (2002). *Entrepreneurship*, McGraw Hill, USA.
- Kane, J.S. (1986). *Performance Distribution Assessment*. İçinde Berk, R.A. (Ed.). *Performance Assessment*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, 237-273.
- Köksal, M. (2005). *İşletmelerde Performans Değerlendirme*. Avcı Ofset, İstanbul.
- Mucuk, İ. (2000). *Modern İşletmecilik*, Türkmen, İstanbul.
- Murphy, K.R. (1989). *Dimensions of Job Performance*. İçinde Dillion, R., Pelligrino, J. (Eds.). *Testing: Applied and Theoretical Perspectives*. Praeger, New York, 218-247.
- Özdamar, K. (2017). *Ölçek ve Test Geliştirme Yapısal Eşitlik Modellemesi IBM SPSS, IBM SPSS AMOS ve MINITAB Uygulamalı*. Nisan Kitabevi, Eskişehir.
- Pallant, J. (2017). *SPSS Kullanma Klavuzu SPSS ile Adım Adım Veri Analizi*. (Çev. Sibel Balcı, Berat Ahi). Anı Yayıncılık, Ankara.
- Renko, M. (2017). *Entrepreneurial Leadership*. Forthcoming in "Nature of Leadership", 3rd edition. Edited by David V. Day and John Antonakis. SAGE Publications. <https://ssrn.com/abstract=2977744> (Erişim tarihi: 25.07.2019).
- Sekaran, U. (1992). *Research Methods for Business*. John Wiley ve Sons Inc., Canada.
- Şeşen, H. ve Burmaoğlu, S. (2012). *Girişimci Liderlik*. İçinde Tabak, A., Şeşen, H. ve Türköz, T (Eds.). *Liderlikte Güncel Yaklaşımlar*. Detay Yayıncılık, Ankara.

Tabachnick, B.G. ve Fidell, L.S. (2001). *Using Multivariate Statistic* (4th. Ed.), Needman Heights. MA: Ally&Bacon.

Uygun, R.K. (2018). *Girişimci Türleri ve Örnek Alan Çalışmaları*. Ekin, Ankara.

Ürper, Y. (2015). *Girişimcilik Kavramı, Çeşitleri ve Girişimcilikte Etik*. İçinde Ürper, Y. (Ed.). *Girişimcilik ve İş Kurma*, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 2-21.

Ülgen Aydınlik, A. (2017). *Girişimcilik*. Beta, İstanbul.

Van Dyne, L. Cummings L.L. ve Parks, J.M. (1995). *Extra-role Behaviors: Its pursuit of Construct and Definitional Clarity (A Bridge over Muddied Waters)*. İçinde Cummings, L.L. ve Staw, B.M. (Eds.). *Research in Organizational Behavior* (17, 215-285). CT: JAI Press, Greenwich.

Viswesvaran, C. (2009). *Bireysel İş Performansı Değerlendirmesi: Geçen Yüzyılın İncelenmesi ve Geleceğe Bir Bakış*. İçinde Anderson, N., Öneş, D.S., Sinangil, H.K. ve Viswesvaran, C. (Eds.), Çev. Koordinatörü: Bahar Öz, Literatür, İstanbul, 137-156.

Yılmaz, H. (2011). *Güçlendirici Liderlik*. Beta, İstanbul.

Welbourne, T.M., Johnson, D.E. ve Erez, A. (1997). *The Role-based Performance Scale: Validity Analysis of a Theory-based Measure*. Cornell University ILR School Center for Advanced Human Resource Studies Working Paper Series, Working Paper 97-05, 1-30.

Tezler

Yelboğa, A. (2003). *İnsan Kaynakları Yönetiminde Performans Değerlendirilmesi için Geliştirilen Bir Ölçeğin Psikometrik Özelliklerinin İncelenmesi*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Web Sayfaları

http://www.mhprofessional.com/downloads/products/0072262354/0072262354_appendix_C.pdf adresinden 03.08.2019 tarihinde alınmıştır.

Girişimci Liderlik Ölçeği'nin Orijinali

In the following set of questions, think of your immediate manager (or team leader). How well do the following statements describe him/her? (If you have many immediate managers, please pick one).

1. Often comes up with radical improvement ideas for the products/services we are selling
2. Often comes up with ideas of completely new products/services that we could sell.
3. I Takes risks.
4. Has creative solutions to problems.
5. Demonstrates passion for his/her work.
6. Has a vision of the future of our business.
7. Challenges and pushes me to act in a more innovative way.
8. Wants me to challenge the current ways we do business.

Ölçeğin Türkçe Uyarlaması

Aşağıdaki ifadeler size en yakın yöneticinizi ne kadar iyi tanımlar? Eğer size yakın birden fazla yöneticiniz varsa, lütfen birini seçerek, soruları onu düşünerek cevaplayınız.

1. Çoğu zaman sattığımız ürün/hizmet için radikal iyileştirme fikirleri ileri sürer.
2. Çoğu zaman satabileceğimiz, tamamen yeni ürün/hizmet, fikirleri vardır.
3. Risk alır.
4. Sorunlara yaratıcı çözümler bulur.
5. İşine tutkulu olduğunu gösterir.
6. İşimizin geleceği hakkında bir vizyona sahiptir.
7. Beni zorlar, daha yenilikçi davranmam konusunda teşvik eder.
8. İşin mevcut yapılış şekline meydan okumamı ister.



Yeni Savaş Ortamında Eski Bir Aktör: Yabancı Terörist Savaşçılar ve Yeni Çatışmalardaki Roller

Ömer ÇONA*

Öz

Vatandaşı olmadığı devletlerin ordularında çeşitli saiklerle savaşan kişilerin yarattığı yabancı savaşçılık fenomeni, günümüzde değişen motivasyonlarla sürmektedir. Savaşlar ise amaçsal düzeyde aynı kalmakla birlikte araç, süre, biçim ve aktörlerinde değişiklik arz eden bir yapıya bürünmüştür. Kuvvet kullanma tekelinin giderek devlet dışı aktörlerle paylaşıldığı bir dünyada savaşlar, devletler arası seviyeden hızla devlet içi düzeye doğru evrilmektedir. Böylece yeni savaş ortamında düzenli ordular yerine yabancı terörist savaşçılar, paralı askerler ve özel askerî şirket elemanları gibi devlet dışı silahlı aktörlerin görünürlüğü giderek artmaktadır.

Bu çalışmada, savaşların değişen doğası içerisinde yabancı savaşçıların üstlendiği roller analiz edilmeye çalışılmıştır. Bu maksatla savaşın değişimi ve yabancı savaşçılık konusuyla ilgili kaynaklar incelenmiş ve bunların analizinde tarihsel-betimleyici bir yöntem benimsenmiştir. Sonuç kısmında ise yeni savaş ortamıyla birlikte, geleneksel yabancı savaşçılık olgusunun da dönüşüme uğrayarak vekâlet savaşı, terörizm ve ayaklanma hareketi gibi asimetrik savaş ortamı ile bütünleştiği hususunda elde edilen bulgular ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Yeni Savaşlar, Savaşın Değişimi, Devlet Dışı Silahlı Aktörler, Terörizm, Yabancı Savaşçılar, Yabancı Terörist Savaşçılar.*

* Doktora Öğrencisi, Millî Savunma Üniversitesi, Alparslan Savunma Bilimleri Enstitüsü, Uluslararası Güvenlik ve Terörizm Bölümü, omercona@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-8277-105X.

An Old Actor in New War Setting: Foreign Terrorist Fighters and Their Roles In New Conflicts

Abstract

The phenomenon of foreign warriors created by people fighting for various motives in the armies of states that they are not citizens of, continues today with changing motivations. Wars, on the other hand, remain the same at a purposeful level, but have assumed a structure that varies in their means, duration, form and actors. In a world where the monopoly of war is increasingly shared with non-state actors; wars are rapidly evolving from the interstate level to the intra-state level. Thus, in the new war context, the visibility of non-state armed actors such as foreign terrorist fighters, mercenaries and private military company members is increasing instead of regular armies.

In this study, the roles played by foreign fighters in the changing nature of wars have been analyzed. For this purpose, the sources related to the change of war and foreign fighters were examined and a historical-descriptive method was adopted in their analysis. In the conclusion part, with the new war context, it has been tried to put forward the findings that the traditional foreign warfare phenomenon has been transformed and integrated with the asymmetric war context such as proxy war, terrorism and insurgency movement.

Keywords: *New Wars, Change of War, Non-State Armed Actors, Terrorism, Foreign Fighters, Foreign Terrorist Fighters.*

Giriş

Günümüzde her ne kadar iç savaş yaşayan ülkelerdeki çatışmalarla birlikte gündeme gelse de, insanların maddi veya ideolojik sebeplerle ülkeleri dışında cereyan eden savaflara katılmasının geçmişi, eski çağlara kadar uzanan bir olgudur. Vatandaş olduğu devletin dışında, kimi zaman paralı asker olarak kimi zaman da bireysel ya da kolektif bir dava uğruna savaşan bu kişiler, literatürde “yabancı savaşçılar” olarak adlandırılmaktadır. “Yabancı terörist savaşçılık” kavramı ise son dönemdeki iç savaşlarla birlikte terör ve şiddetin küresel boyutlara yayılması sonucunda, bu fenomenin ulusal ve uluslararası hukuk müesseseleri önünde gayrimeşru ilan edilmesiyle ortaya çıkmıştır. Kavramları doğru ve yerinde

kullanmak açısından, çalışmanın başında bu ayrıma kısaca yer vermekte fayda mütalaa edilmektedir.

Hemen hemen bütün orduların tarihinde tesadüf edilen “yabancı savaşçılık” olgusunun meşruiyeti ile ilgili olarak, yakın geçmişe kadar herhangi bir sorgulama yapılmamıştır. Bingöl, Soğuk Savaş süresince dünyadaki pek çok çatışma bölgesinde görülen yabancı savaşçılık olgusunun bir “vekâlet savaşı” stratejisi olduğunu, bunun bizzat devletlerin inisiyatifi ve teşviki ile sürdürüldüğü için de söz konusu sorgulamanın yapılmadığını öne sürmüştür (Bingöl, 2016: 1). Ancak Afganistan, Balkanlar, Kafkasya ve nihayet Irak’taki çatışmalarla artan ulus aşırı radikal grupların hareketliliği, Suriye iç savaşında DEAŞ ile birlikte küresel bir terör dalgasına erişince, yabancı savaşçılık olgusu terörizmle anılır hâle gelmiş ve hem Birleşmiş Milletler hem de ulusal hukuk otoriteleri nezdinde gayrimeşru pozisyona itilmiştir.

Bu bağlamda, çalışmada “yabancı savaşçı” ve “yabancı terörist savaşçı” kavramları ayrımı yapılırken, Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi’nin (BMGK) 2014 yılında almış olduğu 2178 sayılı Karar’a atıfla, DEAŞ’a kadar olan tarihsel süreçteki ulus aşırı savaş gönüllüleri için “yabancı savaşçı”, müteakip dönemdekiler için ise “yabancı terörist savaşçı” tabirleri kullanılmıştır. Esasen bu kavram karmaşası, Batılı yazında çatı bir tabir olarak yabancı savaşçı (foreign fighters) deyiminin, Türkiye’deki güvenlik bürokrasisi ve yerli akademik yazında ise “yabancı terörist savaşçı” tabirinin tercih edilmesi arasındaki farktan da kaynaklanmaktadır. Ancak kavrama eleştirel bir açıdan yaklaşan Özdemir ve Aksu, bu kavramdaki her üç kelimenin (yabancı, savaşçı, terörist) siyasi ve hukuki açıdan üzerinde ittifak edilmemiş ve yoruma açık mefhumlar olduğu savını öne sürerek, yabancı savaşçılık ifadesi yerine “ulus aşırı savaş gönüllülüğü” kavramının kullanılmasını teklif etmişlerdir (Özdemir ve Aksu: 2018: 1202). Zira yabancı savaşçılık kavramındaki savaşçı ifadesinden yola çıkılarak, bunlara bir hukuki statü olarak “savaşçılık” statüsü atfında bulunup bulunamayacağı, bulunulacaksa bunların teröristlerden nasıl ayrılacağı ikilemi doğmaktadır. Çünkü “savaşçı” terimi açıkça, düzenli ordu veya düzensiz gerilla savaş birimlerinin üyesi olarak silahlı çatışmaya giren (konvansiyonel olan veya olmayan) kişileri ifade eder (Martin, 2017: 43). Yasal savaşçıların tersine, yasa dışı savaşçıların çatışmalara taraf olma hakkı yoktur. Ayrıca uluslararası hukukun savaş tutsakları için oluşturduğu özel

koruma rejiminden yararlanmaları da söz konusu değildir (Taşdemir, 2020: 108). Konu ile ilgili kavramsal çerçevedeki bu tartışma, bir sonraki konu başlığında genişletilecektir. Bu çalışmada tarihsel süreçteki olguyu tarif etmek için “yabancı savaşçı” tabirini, 2178 sayılı BMGK kararına atfen küresel teröristleri tanımlamak için de “yabancı terörist savaşçı” kavramı tercih edilmiştir.

Kavramsal çerçevedeki sorunların yanı sıra, son dönemde yabancı terörist savaşçılar meselesinin bir uluslararası güvenlik sorunu olarak incelenmesinde de nicelik ve nitelik olarak bir artış söz konusudur. Ancak yabancı terörist savaşçılarla ilgili mevcut araştırmaların çoğu, “kimin yabancı terörist savaşçı olabileceği” ve bunların “nasıl seferber olduğu” sorularıyla ilgilenmektedir. Buna karşılık, yabancı terörist savaşçıların girdikleri çatışmalar üzerindeki etkisi üzerinde ilgili yazında görece eksiklikler söz konusudur. Bu noktada, katıldıkları çatışmalarda isyancı gruplara yardım edip etmedikleri veya ayaklanmalarda yer alıp almadıkları gibi hususlar müphemdir (Chu ve Braithwaite, 2017: 1). Keza stratejik çıkarlarını üçüncü taraflar aracılığıyla elde etmek isteyen devletlerin, dolaylı savaşları olarak nitelenen vekâlet savaşı stratejisi (Mumford, 2013: 11) çerçevesinde yabancı terörist savaşçılara biçilen rollerin irdelenmesi önem arz etmektedir. Böylece düzenli ve düzensiz savaşlar arasındaki sınırın giderek bulanıklaştığı 21. yüzyılın hibrit savaş ortamının da (Bektaş ve Gündoğdu, 2019: 26) daha geniş bir bakış açısıyla tahlil edilmesi sağlanacaktır. Yine günümüzde yabancı terörist savaşçıların, devlet altı çatışmalarda devlet dışı silahlı aktörlerin (DDSA) eleman kaynaklarının önemli bir bölümünü teşkil etmesi meselesi de, söz konusu yeni savaş ortamının ayırıcı bir niteliği olarak öne çıkmaktadır.

Bu bağlamda, üzerinde düşünülmesi gereken mesele, savaşlarda bir devlet dışı silahlı aktör olarak yabancı terörist savaşçıların bu denli görünür olmasına neden olan değişimdir. Bu değişim, Kaldor ve Münkler’in de ittifak ettiği biçimde, savunma ve güvenlik anlayışında görülen neo-liberal dönüşümle birlikte, devletin kuvvet kullanırken resmî orduları yerine giderek DDSA’ları tercih etmesinin bir tezahürüdür (Kaldor, 2012; Münkler, 2010). Bu durum, başta Birleşmiş Milletler Şartı çerçevesinde, uluslararası hukukun devletler arasında cereyan edebilecek savaşları yasaklaması ve ekonomik karşılıklı bağımlılık ilişkileri özelinde ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucunda, günümüzde devletler arası güç mücadelesinin de sınırlı savaşlarla üçüncü dünyadaki başarısız devletlere doğru kaydığı gözlemlenmektedir. Nitekim bu bölgelerde günümüzde giderek artan

etnik/mezhebi gerginlik, devletler arasındaki topyekûn savaş yerine vekil aktörler arasındaki sınırlı savaşları doğurmaktadır. Özellikle Yemen'den Irak'a, Suriye'den Libya'ya kadar yaşanmakta olan iç savaşların, "küresel güç mücadelesinin bölgesel hesaplaşmaları" biçiminde yorumlanması, bu olguyla ilişkilidir.

Tam da bu noktada savaşın biçimleri ve niteliğinde görülen değişim, yabancı terörist savaşçılara söz konusu yeni çatışma ortamlarında biçilen rolün incelenmesini gerekli kılmaktadır. Zira eski dönemlerde devletlerin ordularında hizmet veren yabancı savaşçıların nitelikleri ve çatışmalarda oynadığı roller, günümüzde değişim geçirmiştir. Bu varsayım çerçevesinde çalışmanın amacı da savaşın değişim süreci bağlamında, yeni çatışma ortamlarında yabancı terörist savaşçılara biçilen rollerin belirlenmesidir. Bu noktada çalışmanın hareket noktası, yeni çatışma ortamında yabancı terörist savaşçıların hangi rolleri üstlendiği sorunsalıyla münhasırdır. Bununla bağlantılı olarak, yeni savaşların niteliklerini analiz etmek araştırmanın alt sorularına cevap aramaya matuftur.

Söz konusu sorunsal etrafında çalışmanın tezi, yeni savaş ortamında yabancı savaşçıların, DDSA'ların insan kaynağını oluşturduğu, ayaklanmalarda bu örgütlerin kuvvet çarpanı haline geldiği, devlet kontrolünün yok olduğu, yönetilemeyen alanlarda savaş ağalarının (warlords) destek kuvveti oldukları, düşük yoğunluklu çatışmalarda ya da devlet destekli terörizmin bir aracısı konumunu üstlendikleri veyahut ferdî bir radikalleşmeyle kendi kendine terörist (lone wolf) tarzı terör eylemleri gerçekleştirerek şiddeti küresel düzeye ihraç etme gibi yeni rollere bürünmeleri iddiasına dayanmaktadır.

Bu çerçevede, çalışmamızın birinci bölümünde yabancı savaşçılığın ve paralı askerliğin tarih boyunca geçirdiği dönüşüm ele alınacak, ikinci bölümde savaşlarda görülen değişim konusuna değinilmeye çalışılacaktır. Üçüncü bölümde ise yeni savaşların özellikleri irdelenecek ve dördüncü bölümde de yeni çatışma ortamında yabancı terörist savaşçıların üstlendiği roller tespit edilmeye çalışılacaktır.

Tarih Boyunca Yabancı Savaşçılar ve Paralı Askerler

Savaşın ve çatışmanın yaşandığı bölgelere başka ülke vatandaşlarının gitmesi ve savaşan tarafların saflarında yer tutmasının geçmişi çok eskilere dayanmaktadır. Bu bakımdan "yabancı savaşçılık" yeni gündeme gelmiş gibi olsa

da tarih boyunca tecrübe edilmiş bir kavramdır (Şen, 2018: 189). Genel olarak bir silahlı çatışma ortamına bölge dışından çeşitli saiklerle intikal ederek katılan kişiler, bugün uluslararası güvenlik literatüründe “yabancı savaşçı” olarak nitelendirilmektedir. Ancak yabancı savaşçı kavramı üzerine literatürde çeşitli tanımlamalar mevcuttur. Yabancı savaşçılığın geçmişine eğilmeden önce ilgili yazında bu kavramın tanımlanışına da değinmek faydalı olacaktır.

Malet, iç savaşlarda ayaklanmaya dâhil olan ve çatışan devletle vatandaşlık bağı olmayanları yabancı savaşçı olarak nitelemiştir (Malet, 2013: 9). Hegghammer (2011: 58) da yabancı savaşçı tanımlamasında dört ana kriter gözeterek bunları şu şekilde sıralamıştır: “Bir ayaklanma hareketine katılmak ve eylemlere dahil olmak; çatışan devletle herhangi bir vatandaşlık veya akrabalık bağı bulunmamak; resmi bir askerî örgüte üye olmamak, maddi kazanç gözetmemek”. (Hegghammer, 2011: 58) Benzer biçimde Mendelsohn (2011: 189), tanımında “yabancı bir yerde meydana gelerek çatışmaya dâhil olan gönüllü kişilerin, o devlet ile vatandaşlık illiyetinin olmaması gerektiğine” vurgu yaparken (Mendelsohn, 2011: 189), Darryl Li (2019: 5) ise ulus aşırı dayanışma bağları bağlamında savaş gönüllülüğü kavramına dikkat çekmiştir (Li, 2019: 5). Moore ve Tumelty (2008: 414) de, yabancı bir çatışma bölgesindeki muhasamata katılmak için akrabalık ve ideolojiyle motive olan kişileri bu kavram çerçevesinde tarif etmektedir (Moore ve Tumelty, 2008: 414).

Literatürde “göçebe savaşçılar” olarak da nitelenen yabancı terörist savaşçılar, hibrit savaşın bir enstrümanı olarak, tek başlarına ya da bir örgüt içerisinde çeşitli bölgelerde savaş tecrübesi olan, ancak eski tip paralı askerlerin aksine dinî motivasyonla hareket eden kişiler olarak tarif edilmiştir. Medyanın ve teknolojinin gücünden istifade edebilen bu savaşçılar dinî, ideolojik ya da etnik motivasyonlarla güdülenmişlerdir (Schröfl ve Kaufman, 2014: 868). Yalçınkaya’ (2015: 59)’nın yabancı savaşçı tanımı ise, “çatışmalarda taraflardan herhangi birinin vatandaşı olmayan, yurt dışından çatışma bölgesine giden, maddi bir kazanım elde etmeden kendine göre bir davayı güderek bir iç çatışmada yer alan grup ya da orduya katılan kişi” şeklindedir (Yalçınkaya, 2015: 59). Bu çerçevede literatürde yabancı savaşçılık kavramı üzerindeki tanımlarda, genellikle “yabancılık”, “gönüllülük” ve “bir davaya sahip olma” unsurlarının ortak olduğu görülmektedir” (Yalçınkaya, 2017: 25). Ancak Bingöl (2016: 3), yapılan tanımlamalarda yabancı savaşçılık motivasyonundaki maddi çıkar kaygısının da

dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Keza içinde buldukları çatışma ortamının sunduğu gasp, soygun, yağma ve kaçakçılık gibi gelir getirici faaliyetlerin de bu kişilere cazip geldiğinin altını çizmektedir. Bu olgunun özellikle Batılı literatürdeki tanımlamalarda ihmal edilmesini ise siyasi gerekçelere bağlamaktadır (Bingöl, 2016: 3).

Yabancı savaşçılığın geçmişine eğildiğimizde ise bu fenomenin, öncelikle maddi kazanç gözeten paralı askerlerle birlikte doğduğu anlaşılmaktadır. Eski çağlarda savaşan taraflarla herhangi bir biçimde bir illiyet bağı olmasa da, ganimet gibi çıkarlar için silahaltına giren paralı askerlerin, uzun bir dönem savaşlarda esas aktör olduğu görülmektedir (Örs, 2019: 16). Bu noktada insanların, maddi kazanç elde etmek için tabiiyet bağı olmadığı başka devletlerin ordularında savaşması İlk Çağ'a kadar dayanır. Örneğin, tarihte ilk paralı askerlere Mısır ve Hititler arasındaki Kadeş Savaşı'nda, Mısırlıların Numidyalılarından kurulu ücretli askerleri kiralaması ile tesadüf edilir (Singer, 2009: 167). Paralı askerliğin bir kazanç kapısı olarak görülmesi Antik Mısır'ın yanında Antik Yunan Medeniyetinde de yaygındır (Yalçınkaya, 2006: 248). Keza müteakip dönemde Makedonyalı İskender'in doğu seferinde, Kartacalı Hanibal'ın Roma'ya karşı giriştiği savaşlarda (Singer, 2009: 167) ve Perslerin ordularında yabancı askerleri kullandıkları bilinmektedir. Bu durum, Roma İmparatorluğu zamanında sistematik hâle gelmiştir. Zira Roma İmparatorluğu topraklarını genişlettikçe, merkezden çok uzak bölgelerdeki asayişin sağlayacak ya da savaşlara katılacak asker sıkıntısı çekmeye başlamış, bu yüzden yabancılardan kurulu profesyonel yardımcı birlikler (auxiliari) teşkil etmiştir. Romalılar daha sonraki süreçte ise, Romalı olmayan paralı askerlerden kurulu legionlar oluşturmuştur (Karakoç, 2018: 46).

Roma sonrası Orta Çağ'da, Avrupa'nın kuzeyinde Vikinglerin, Akdeniz ve İspanya'da Müslümanların, doğuda ise "barbar" halkların saldırıları, kralların ve lordların emrinde savaşa hazır orduların bulunmasını gerekli kıldığı için kıtada şövalyelik kurumunun güçlendiği görülecektir. Ancak Avrupa'da Feodal sistemin zamanla çökmesiyle, daha önce bir vasalın idaresi altındaki şövalyelerin yavaş yavaş işsiz kalarak askerlik hizmetini parayla icra etmeye başlaması, hükümdarların giderek artan şekilde kiralık ordular beslemesine yol açmıştır. Bu yöntemle, savaşlarda halkın silahaltına alınmasıyla oluşan insan gücüne bağlı olarak, tarımsal üretime verilen uzun aralar da ortadan kalkacaktır. Yeni sistem,

özellikle İtalya’da paralı asker şirketlerinin (condottieri) yükselişi ile savaşın özelleşmesinin önünü de açmıştır (Arielli, 2017: 12). Paralı askerlerin Rönesans boyunca yükselişi, para karşılığı kiralanan orduların ortaya çıkmasını sağlamış ve sözleşme (condotta) imzalayarak, bir kentin ya da şehir devletinin savunması görevini yüklenen bu özel ordular kurumsallaşarak, modern ulus devlete giden yolda milliyetçilik akımıyla doğacak olan vatandaş-ordulara kadar yaşamıştır (Tangör ve Yalçınkaya, 2010: 133).

17. yy’daki Otuz Yıl Savaşları’na gelindiğinde ise, uzun süren bu çatışmalarda, neredeyse savaşa katılan her devletin paralı asker kullanmaya mecbur kaldığına şahit olunur (Singer, 2009: 167). Otuz Yıl Savaşları sonrasında ise devletlerin savaş üzerinde tekel sahibi oluşuyla birlikte özel orduların savaş alanlarından çekiliş süreci başlamıştır. Zira bu savaşlar sonucu ortaya çıkan maliyetlerin, ancak vergilendirme ve askere alma müesseslerinde iyi örgütlenmiş teritoryal devletlerin karşılayabileceği bir yük oluşu, kısa sürede savaş girişimcilerinin piyasadan çekilerek askerî kurumun “devletleşmesine” yol açmıştır (Münkler, 2010: 107). Böylelikle modern dönemde vatandaş ordularının kuruluşu, bir süreliğine yabancı savaşçı kavramının unutulmasına yol açmış olsa da, askerler farklı motivasyonlarla vatandaşı olmadığı ordularda savaflara katılmaya devam etmiştir.

Nitekim modern dönemde Yunan İsyanı (1821-1832) ve Teksas Bağımsızlık Savaşı (1835-1836) yabancı savaşçılık olgunun bilinen ilk örneklerindedir. Günümüze daha yakın dönemde ise İspanyol İç Savaşı (1936-1939), Arap-İsrail Savaşı (1948), Afganistan Savaşı (1979-1989), eski Yugoslavya’nın dağılması esnasında yaşanan olaylar (1991-1995) ve Somali’deki çatışmalar (2006-2009) yabancı savaşçıların çatışma alanlarında görüldüğü diğer örneklerdir” (Yalçınkaya, 2017: 25). Görüldüğü üzere geçmişten günümüze paralı askerlik fenomeni, paralı askerlikten profesyonel paralı askerliğe, profesyonel paralı askerlikten ulusal ordulara, ulusal ordulardan yeniden paralı askerliğe doğru giden bir döngüyü oluşturmuştur (Özer, 2016a: 209).

Günümüzde ise yabancı savaşçılık ile dinî motivasyonun paralellik arz ettiği iddiaları ortaya atılmıştır. Nitekim 1980 sonrası yabancı savaşçılığın evrimini dört dalgada inceleyen Rik Coolsaet, bu süreçte hayal edilmiş bir cemaat düşüncesi çerçevesinde kolektif İslam ümmetinin bir ferdi olarak, yabancı savaşçıların

çatışma bölgelerine dinî/ideolojik sebeplerle aktıklarını tespit etmiştir. Burada ilk dalga, 1980’lerde Sovyetlere karşı cihat etmek için Afganistan’a giden ve Orta Doğulu Arapların çoğunlukta olduğu gruptur. İkinci dalga, Batılı ülkelere eğitim almak için giden, ancak burada uğradığı dışlanmayla radikalleşerek El Kaide’ye katılan gruptur. Üçüncü dalga, kendisine bir ideoloji arayan ve bir gruba ait hissetmek isteyen, ferdi bir radikalleşmeyle seyahat etmiş kişilerden oluşur. Dördüncü dalga ise DEAŞ’ın ortaya çıkışıyla dünya çapındaki ağlarının (networks) internet vasıtasıyla bir merkeze bağlandığı küresel teröristlerden oluşmaktadır (Coolseat, 2016: 19). Bu noktada yabancı savaşçılığın dördüncü dalga ile birlikte yabancı terörist savaşçılığa doğru evrildiği çıkarımında bulunulabilir.

Yabancı savaşçılığın terörizme evrilmesinde, savaşın ve çatışmaların değişen doğasının yanı sıra, radikalleşmenin de önemli faktörlerden biri olarak göz önünde bulundurulması uygun olacaktır. Nitekim Batılı devletlerde son dönemde giderek artan yabancı düşmanlığı meselesi bağlamında din, etnik kimlik, kültür ya da diğer sosyo-ekonomik nedenlerden dolayı Müslüman bireylerin ötekileştirilmeye maruz kaldığı görülmektedir. Zamanla bu dışlayıcı pratiklere maruz kalan ve enformel bir dinî eğitimden geçen bireylerin, dünyadaki siyasal gelişmeleri yorumlamasıyla birlikte radikalleşmelerine sebep olduğu yorumları yapılmaktadır. Nihayetinde öç alma duygusu, söz konusu bireylerin yabancı terörist savaşçı olmak için çatışma bölgelerine seyahatine sebep olabilmektedir.

Nitekim bu süreci bireysel anlamda kişinin mağduriyeti, siyasi muhalefeti ve radikal bir gruba katılımı şeklinde üç aşamada ele alan Demir (2015: 4), radikalleşmenin politik şiddete dönüşümünde dinî ideolojinin önemine vurgu yapmaktadır. Bu bakımdan dinî motivasyona bağlı radikalleşmenin, yabancı savaşçılığın evriminde bir mihenk taşı olduğu görülmektedir. Bu bağlamda biraz geriye gidildiğinde Afganistan Savaşı’nın, yabancı savaşçılık refleksinin dinî ideolojik boyutunu ön plana çıkaran en önemli kırılma noktalarından biri olduğu değerlendirilmesi yapılmaktadır. Bilindiği üzere Afganistan’da, Sovyet işgaline karşı dünyanın birçok yerinden “cihat” gayesiyle bölgeye gelen kişiler, daha sonra dinsel terörü küresel boyuta taşıyacak El Kaide’nin de kökenini oluşturmuşlardır. Afganistan’ın yanında şüphesiz Bosna, Kafkasya ve nihayet Irak’taki çatışma ortamları da yabancı savaşçılıktaki dinî motivasyonları güçlendirici etki yapmıştır (Çona, 2018: 83).

Tam da bu noktada Irak'ın işgali sonrası yaşanan çatışmalarla birlikte, tarih boyunca meşruiyetleri sorgulanmayan yabancı savaşçıların dünya gündeminde yer edinmeye başladığı görülmüştür (Yalçinkaya, 2017: 24). Ancak yine de 2011 yılında başlayan Suriye İç Savaşına değin yabancı savaşçılık kavramı, uluslararası terörizmle ilgili konu başlıklarından yalnızca bir alt başlık olarak algılanmıştır. Bu durum, ABD ve AB ile üye devletlerin vatandaşlarının, Suriye ve Irak'taki çatışmalara katılmak için seyahat etmelerine kadar devam etmiştir (Özdemir ve Aksu, 2018: 1189). Zira 2000'li yıllara kadar olan süreçte yabancı savaşçıların bulunduğu savaşların bir "haklı savaş"¹ olup olmadığı veya yabancı savaşçıların birer terörist olup olmadıkları konusunda bir sorunsal yoktur. Yalçinkaya (2017) bunun en önemli sebebini, bu yıllara kadar terör örgütlerinin yabancı savaşçıları bünyesine katma gibi bir durumun henüz söz konusu olmamasına bağlamaktadır. Ayrıca daha önceki savaşlarda yabancı savaşçılar, "güçsüz" tarafa yardım etmeleri bakımından meşruluk da kazanmıştır. Ancak Yalçinkaya'ya göre, günümüzde terör örgütlerinin oluşturduğu çatışma ortamında böyle bir yorum yapılabilmesi mümkün değildir. Dolayısıyla bu çatışmaların haklı savaş (just war) kavramı içerisine girmemesi, yabancı savaşçıların terörize olarak gayri meşru bir pozisyonda konumlanmalarına neden olmuştur. Nitekim DEAŞ'ın eylemlerinin sonucunda Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi (BMGK), 2014 yılında aldığı 2178 sayılı kararla, yabancı savaşçılığı gayrimeşru ilan etmiştir. Böylece yabancı savaşçı kavramı, "yabancı terörist savaşçı" kavramına doğru evrilmiştir (Yalçinkaya, 2017: 24, 26).

Günümüzde Yemen, Suriye, Libya ve Somali gibi sürekli çatışma ve iç savaş ile anılan bölgelerde çeşitli motivasyonlarla güdülenmiş binlerce yabancı terörist savaşçı bulunmaktadır. Bunların fonksiyonları eski dönemdeki yabancı savaşçılardan farklı olarak, başarısız devletlerdeki iç savaşlara katılma, isyan ve ayaklanmalarda rol alma, devlet kontrolünün yok olduğu bölgelerde DDSA'ların

¹ Haklı Savaş doktrini, kimlerin ahlâken düşman olarak tanımlanabileceğini ve hangi hedeflere saldırmanın doğru olduğunu sorgulayan adil savaş (*just war*) düşünce geleneğine dayanır. İki ayrı bileşeni vardır: Savaşı başlatma gerekçesi ve savaş yöntemi. Bir savaşın haklı olup olmadığı ile ilgili kriterler jus ad bellum (savaşın haklılığı) ve jus in bello (savaşta adalet) şeklinde ikiye ayrılmıştır. Jus ad bellum ilk etapta savaş açmak için doğru koşulların oluşması, jus in bello ise savaş devam ederken uyulması gereken etik davranışlardır. Bu kavram ayrıca ideolojik ve dini motifli aşırılıkçılar tarafından şiddet eylemlerini haklı kılmak için kullanılmıştır (Martin, 2017).

insan kaynağını oluşturma, kendi kendine terörist (lone wolf) eylemler yaparak şiddeti küresel düzeye ihraç etme gibi rollere evrilmiştir. Bu dönüşümü anlamak için savaşın değişim süreci ve yeni savaşların özelliklerine eğilmekte fayda vardır.

Savaşın Değişim Süreci

Uluslararası ilişkilerde ve teknolojiye meydana gelen değişim, savaş kavramının niteliğinde de kapsamlı değişiklikler meydana getirmiştir. Bunda tarihteki önemli kırılma noktaları, teknolojinin etkisi, küreselleşme ve sistemik düzeydeki dönüşümler etkili olmuş, böylelikle savaş kavramının aktör, şekil, strateji ve araçları dönüşüme uğramıştır (Kızılay, 2019: 1582). Bununla birlikte savaşın geçirdiği değişim, literatürde zengin tartışmalara yol açan bir meseledir. Ancak bütün bir literatürü bu çalışma altında incelemek, araştırmanın amacından uzaklaşma ve kapsamını aşma gibi tereddütleri doğuracağı için, savaşın değişim sürecinde muteber kabul edilen tasniflere yer verilerek, bu değişim süreci ile çalışmanın ana sorunsalı arasında bir bağ kurulmaya çalışılacaktır.

Savaşlar, uluslararası ilişkiler sisteminin oluşturduğu zeminde tezahür ederler. Nitekim uluslararası ilişkileri bir güçler sistemi olarak değerlendiren kalemler, savaşları bu ilişkilerin belli durumlarda karşı karşıya kalabilecekleri olasılıklar arasında görürler (Oktay, 2012: 29). Modern zamanlara özgü bir olgu olmayan savaş, statik bir yapıdan ziyade devinim içinde olan bir olgudur. Soğuk Savaş'ın sona ermesi ve küreselleşmenin etkisiyle savaş olgusu yapısal değişimlere uğramıştır. Bu değişimler, daha çok savaş teknolojisi başta olmak üzere savaşın aktörlerinde, yıkıcılığında ve sınırlarında gözlemlenmiştir. Bu durum geleneksel savaşlardan, günümüz savaşlarının ayırt edilmesini zorunlu hâle getirmiştir (Özer, 2016b: 253). Bu sebeple akademisyenler ve savaş tarihi ile ilgili çalışanlar, savaştaki değişimi anlamak için çeşitli metodolojilerle savaştaki dönüşümü dönemsel periyotlara ayırma yöntemine başvurmuşlardır.

Örneğin Quincy Wright, ateşli silahların savaşlarda kullanılmaya başlandığı dönem olan 1450-1648 yılları arasını, savaşlardaki değişimi ifade eden birinci dönem; hanedan savaşlarından profesyonel askerliğe geçiş dönemi olarak adlandırdığı 1648-1789 arasındaki zaman dilimini ikinci dönem; savaşın genişleme dönemi olarak ele aldığı 1789-1914'ü üçüncü dönem ve totaliterleştiği 1914-1942 dönemini dördüncü dönem olarak tasnif etmiştir (Wright: 1941, 291). Wright'ın çalışmasını kaynak olarak sınıflandırmayı genişleten Yalçınkaya, tasnifine

MÖ.5000'den- MS1453'e yani barutun kullanılmasına kadar olan birinci dönemi ve 1945 yılında biten II. Dünya Savaşı'nı da dördüncü bölüme dâhil etmiştir (Yalçınkaya, 2008: 155).

1989 yılında yayımlanan “Savaşın Değişen Yüzü: Dördüncü Nesil Savaşa Doğru” adlı çalışmada ise Lind ve arkadaşları, savaşın değişimini dört periyotta ele almışlardır. Lind ve arkadaşları birinci dönemdeki savaşları, askerlerin hat düzeninde ateş gücü oluşturmak için sıralanarak, yivsiz msket tüfeklerini kullandığı “Napolyonik Savaşlar” olarak tarif eder. İkinci dönemdeki savaşlar ise, en belirgin örneği I. Dünya Savaşı'nda tecrübe edilen ve dikenli tellerin ardında mevzilenmiş askerlerin makineli tüfeklerle savaştığı; onları ateş ve manevra taktiğine göre hedefin görmeden yapılan atışlarla destekleyen topçuların önem kazandığı savaşlar olarak nitelemişlerdir. Üçüncü dönem savaş ise, II. Dünya Savaşı'nda manevraya dayalı ateş gücünün arttığı, yıpratma savaşı yerine hızlı bir biçimde ilerleyerek bir bölgeyi ele geçirmeye dayalı stratejinin öne çıktığı dönemi tarif eder. Bu dönemde özellikle zırhlı birliklerin ve hava kuvvetlerinin önemi artmıştır (Lind vd, 1989: 23).

Lind ve arkadaşları, makalede dördüncü nesil savaşa yönelik öngörülerini sıralamış, gelecekte savaş alanlarının aşırı dağınık hâle geleceği ve küçük birlik harekâtının savaşlarda sıkça kullanılacağını tahayyül etmişlerdir (Lind vd., 1989: 25). Bu dönüşümle birlikte, artık cephe savaşı düzenine dayanan geleneksel taktiklerin ve operasyonel kavramların geçerli olmadığını ve askerî avantajın teknik olarak yüksek donanımlı, uzmanlaşmış, esnek birliklerden yana olduğu fikrinin kabul görmesine yol açmıştır (Paker, 2012: 154). Nitekim bu hareketlilik ve esneklik, Hardt ve Negri'nin post-modern savaş olarak nitelediği, temel olarak istihbarat ve enformasyon üzerinden yürüyen post-fordist düzenle benzerlikler arz etmektedir (Hardt ve Negri, 2004: 59).

Lind, 2004 yılında yazdığı “Dördüncü Nesil Savaşı Anlamak” adlı makalesinde ise dördüncü nesil savaşın çerçevesini daha net çizgilerle çizer. Onun, gelecekteki savaşın geçmişten belirgin bir şekilde farklı olacağına yönelik iddiası, devletin savaş üzerindeki zayıflayan rolünü esas almaktadır. Lind'e göre dördüncü nesil savaşla birlikte, devletin savaş üzerindeki kontrolü ortadan kalkmış ve tüm dünyada devlet ordularının karşısına DDSA'lar çıkmaya başlamıştır. Yani bir bakıma bu savaşlar, devletin meşruiyet krizinin evrensel bir yansımasıdır.

Dolayısıyla bu tip savaşlar, her ülkenin toprağında meydana gelebilir (Lind, 2004: 12-14).

Benzer şekilde Creveld da azalan devlet gücünün uluslararası ilişkilerdeki geleneksel yapıları aşındırdığını iddia ederek, bunun yeni bir savaş türü ortaya çıkardığını öne sürer. Bu bağlamda Creveld, aşınan devlet gücünün savaşı ordular tarafından değil, farklı motivasyonları olan gruplar tarafından icra edilen bir faaliyete dönüştüreceği yorumunda bulunmuştur (Creveld, 1991: 69). Esasen bu durumun, Soğuk Savaş sonrası dönemde dünya ekonomi politikasındaki esaslı değişimden kaynaklandığı ileri sürülebilir. Nitekim Kaldor'a göre de bu değişimi anlamının yolu, yeni tip savaşların ekonomik yapısını idrak etmekten geçmektedir. Zira 20. yy'a girilirken meydana gelen savaşlar, topyekûn savaş düşüncesinin bir sonucu olarak devletlerin sahip olduğu bütün kaynakları düşmanı yok etmek için kullanmaya dayanmaktayken, günümüz savaşları artık topyekûn olmadığı gibi topyekûn savaş ekonomisinin şartlarından da ayrılmıştır. Günümüzde nüfusun çoğunluğu savaşlara dâhil olmamakta, devletlerin kaynakları da bu amaç için yönlendirilmemektedir (Kaldor, 2012: 94).

Gerçekten de literatürde günümüzde kuvvet kullanma tekelinin, giderek ulus devletin millî ordularının elinden DDSA'lara doğru kaydığı yorumları sıklıkla yapılmaktadır (Münkler, 2010; Kaldor, 2012). Bu durum, 80'li yılların başından itibaren devletlerin kamu sektörlerindeki neo-liberal küçülmesinin, savunma ve güvenlik alanına da sirayet etmeye başlaması, bunun sonucunda da çatışma alanlarında özel askerî şirketler gibi DDSA'ların görülmesiyle, kuvvet kullanma üzerindeki kontrolün özel sektörle paylaşılması sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda savaş alanında devlet örgütü ile devlet-dışı örgütlenmeler arasındaki dengenin değişmeye başladığı gözlemlenmektedir. Söz konusu dengeyi devlet aleyhine değiştiren ekonomik temelli sebepler, küreselleşmeyle birlikte devletin iktisadi dönüşümüne paralel olarak kurumsal açıdan geçirdiği zorunlu dönüşümün bir yansıması olduğu yorumları yapılmaktadır. Bu da devletin kuvvet kullanma tekelinin aşınmasına, bundan faydalanan DDSA'ların da yükselişine sebebiyet vermiştir.

Ancak günümüzde savaş alanlarında devletler ile DDSA'lar karşı karşıya olduğu gibi bir o kadar da iş birliği içerisinde. Zira DDSA'ları kullanmak devlet açısından bazı faydalar da sağlamaktadır. Devletlerin uymak zorunda olduğu

kurallara tabi olmayan DDSA'lar, devletler tarafından araçsallaştırılabilmektedir. Çünkü uluslararası hukukun belirli *jus cogens* normları bakımından sorumluluk taşıyan devletlerin, bu kurallar çerçevesinde yüklendikleri kuvvet kullanma yasağı göz önünde bulundurulduğunda DDSA'lar, devletlerin örtülü bir dış politika aracı haline gelmeye başlamıştır. Bu olguya vekâlet savaşları bağlamında çalışmanın bir sonraki başlığında değinilecektir.

Sonuç olarak günümüzde konvansiyonel niteliğinden çok asimetrik boyutu ile ön plana çıkan post-modern bir savaş ortamı doğmaktadır. Bu durumun altında, Soğuk Savaştan sonra uluslararası sistemin büyük değişiklik geçirmesi, etnik ve dinsel kökenli farklılaşmaların savaşlarda ilkel nefret ve şiddeti yaygınlaştırması, trans-nasyonal nitelik kazanan devlet olmayan birimlerin savaşlarda taraf olmaları, devletin görelileşmesi ve demokratik değerlerin ağırlık kazanması, gibi savaşın doğasının değiştiği konusunda tartışmalar yatmaktadır (Karaosmanoğlu, 2011: 10). Bu tartışmalar, müteakip başlık altında incelenmeye çalışılacaktır.

Yeni Savaşların Özellikleri

Heywood, yeni savaşların hepsinin birbirinin aynısı olmamasına rağmen, bu savaşlarda öne çıkan belli başlı özellikleri kategorize etmiştir. Buna göre genellikle devletlerarası savaş yerine iç savaşların yaygınlaştığını, kimlik sorularının bu savaşlarda belirginleştiğini, savaşların sıklıkla eşit olmayan taraflar arasında yürütülen asimetrik yapıya büründüğünü, sivil-asker ayrımının ortadan kalktığını ve şiddetinin arttığını tespit etmiştir (Heywood, 2016: 300). Buradan yola çıkılarak bahsedilmesi gereken ilk olgu, yeni savaşlarla birlikte savaşın klasik devletler arasında icra edildiğine yönelik anlayışın günümüzde miadını doldurmasıdır. Böylece kuvvet kullanma tekeli, devlet dışı aktörler olan özel askerî şirketler, yerel savaş lordları, gerillalar, paralı askerlik örgütleri ve uluslararası terörist grupların da eline geçmiştir (Münkler, 2010: 12). Kaldor da benzer bir tasnifle yeni tip savaşlarda beş tip temel çatışan aktörün söz konusu olduğunu öne sürmüştür. Bunlar; düzenli ordular, paramiliter gruplar, kendini savunanlar, yabancı paralı askerler ve çok uluslu birliklerden kurulu askerlerdir (Kaldor, 2012: 95).

Yeni savaşların en belirgin özelliklerinden birisi, yerel nitelikli iç savaşların sayısındaki artıştır. Savaşların yerelleşmesinin yanında boyutunda da ciddi değişikliklerin meydana geldiği görülmektedir. Bu bağlamda günümüzde

savaş yerine çatışma tabirinin kullanılması öne çıkmaktadır (Yalçınkaya, 2008: 322). Buradan yola çıkarak günümüzdeki savaşların çoğunun artık devletler arasında olmadığını, devletler arasındaki savaşların sayıca azalırken devlet altı çatışmaların arttığı yorumu yapılabilir. Yeni savaşlar başarısız devletler içerisinde, küreselleşme ve liberal ekonomik güçlerin yönlendirdiği toplumsal dönüşüm ile karakterize edilir ve bu bağlamda genellikle özel ordular, organize suç çeteleri, savaş ağaları tarafından idare edilmektedir. Bunun yanında etnik ve dinî çatışmalar, yeni savaşların politik ideolojisinin karakteristiğidir. Sivil kayıplar ve zorla yerinden edilen insanlar, çatışmalardaki zayıtı önemli ölçüde artırmaktadır, bu bağlamda siviller giderek kasıtlı olarak yeni savaşların hedefi hâline gelmektedir (Newman, 2004: 174). Bu bakımdan modern savaşların ayırıcı bir niteliği, genellikle bunların kimlik savaşları olarak betimlenmesidir. Kimlik savaşı, insanların kolektif kimliğinin resmen ve siyaseten tanınması talebini ifade eden, kültürel bir yeniden doğuş arayışının, çatışmanın temel güdüsünü oluşturduğu savaşlar olarak tanımlanır. Bu noktada Heywood, yeni savaşların rakip kimlikler arasındaki kültürel uyumsuzluklardan doğduğunu ifade etmektedir (Heywood, 2016: 300).

Yeni savaşlar bağlamında değinilmesi gereken bir diğer mesele, iki kutuplu sistemik düzen çözüldükten sonra ortaya çıkan büyük bir sorun olarak, çatışma alanlarındaki unsurlarda görülen terörist gruplardaki artıştır. Özellikle başarısız ve çöken devletlerde süregelen çatışmalarda ya birbirleriyle ya devletlerle ya da çok uluslu kuvvetlerle çatışan bu grupların eleman kaynağı yabancı terörist savaşçılardan oluşmaktadır. Nitekim Münkler'e göre de çatışma alanlarında giderek paralı asker şirketleri ve terörist gruplar aktif olmaya başlamıştır (Münkler, 2010: 11). Münkler'e göre yeni savaşların bir başka karakteristik özelliği de, bu savaşların, devlet tekelindeki eski savaşlarda Clausewitz'in "savaşın can alıcı noktası" dediği nihai muharebeden yoksun olmalarıdır. Klasik devlet savaşı, savaş ilanı ve barış antlaşması gibi süreçlerle çatışmasızlık hâline ayrılırken, yeni savaşlarda savaşın başı ve sonundaki bulanıklık nedeniyle kesin bir barış hâli çizilememektedir. Bununla birlikte şiddetin toplumun en kılcal damarlarına bile yayılması da savaş hukuku açısından sınırsızlığa doğru yol alındığının bir göstergesidir (Münkler, 2010: 27, 29, 34).

Yeni savaşları devletin tekeline koparan bir diğer amil, yeni çatışma biçimleriyle savaş yürütmenin nispeten ucuz olmasıdır. Nitekim hafif silahların hemen her yerde uygun fiyatlara satıldığı ve kısa bir eğitimle bunları öğrenebilen kişilerin yetiştirilebilmesi buna olanak sağlamaktadır. Savaşın asimetrikleşmesi, yani savaşlarda eşit olmayan hasımların çatışması ise giderek artış göstermektedir. Bu asimetrikleşmeyle savaşlarda tayin edici bir ana muharebe yerine, şiddetin sivil halka yöneldiği bir çatışma yöntemi benimsenmiştir (Münkler, 2010: 14).

Yeni savaşlarda öne çıkan bir diğer kavram ise “vekâlet savaşı” olgusudur. Vekâlet savaşı kavramı, siyasi menfaat amacıyla bölgesel çatışmalara giren üçüncül devletlerin, çatışmanın seyrini belirlemesi olarak ifade edilebilir. Bu savaş konseptinde büyük devletler bölgesel menfaatlerini savaşa doğrudan askerî müdahalede bulunmadan veya sadece özel birlikleri kullanarak korumaya çalışır. Orduların ülkelerinden uzak çatışmalara müdahil olmasının masraflı olması gibi ekonomik sebepler ve özellikle Batılı toplumlarda büyük savaşların ardından, yeni büyük askerî çatışmalara karşı oluşan infiallerden ötürü bu konsept, güçlü devletler için, güncel çatışma bölgelerinde menfaatlerini korumak için iyi bir seçenek olmuştur (Göker, 2017: 19).

Bir başka yönüyle vekâlet savaşları, kuvvet kullanmanın BM şartıyla yasaklanmasıyla, devletlerin uluslararası ortamda bir yaptırıma maruz kalmamak için devlet dışı aktörleri kullanarak sonuç almaya çalıştığı bir stratejidir. Böylece uluslararası güç mücadelesinin örtülü biçimi hâline gelen vekâlet savaşlarında devletler, özel askerî şirketler, gönüllü ya da paralı yabancı terörist savaşçılar, terör örgütleri, gerillalar, siber suç örgütleri, sivil toplum örgütleri ve yardım kuruluşları gibi devlet dışı vekil (proxy) aktörleri kullanarak sonuç almaya çalışmaktadırlar (Çona, 2018: 65).

Mumford, vekâlet savaşlarının geçmişini Otuz Yıl Savaşları'na kadar götürür. Bu dönemde Kutsal Roma İmparatorluğu içerisindeki Protestanların Fransa tarafından desteklenmesini vekâlet savaşına bir örnek olarak sunar (Mumford, 2013: 11). 20. yy'da ise nükleer bir tırmanma riskini, dolayısıyla da topyekûn bir savaşı göze alamayan Sovyetler ve ABD'nin Latin Amerika, Orta Doğu ve Afrika'da vekâlet savaşı yürüttüğü görülmüştür. Demir'e göre ise Soğuk Savaş sonrası vekâlet savaşları, blokların karşı karşıya geldiği bölgelerde

terörizmin yoğun olarak kullanıldığı ayaklanmalara destek verme biçiminde gerçekleşmiştir (Demir, 2020: 38).

Yeni savaşlar kavramı etrafında son zamanlarda öne çıkan bir diğer olgu ise savaşın hibritleşmesi meselesidir. Hibrit savaş terimi ilk olarak Hoffman tarafından kavramsallaştırılmış olup (Hoffman, 2007: 17), literatürde sıkça tartışılan konuların başında gelmektedir. Hibrit terimi normalde yan yana gelmeyen iki farklı unsurun, alışılmışın dışında bir araya gelmesine karşılık gelen bir kavramdır. Savaş bağlamında ise hibrit kavramı, düzenli silahlı kuvvetlerle birlikte düzensiz silahlı grupların, askerle beraber sivil halkın, askerî güçle beraber askerî olmayan (ekonomi, sosyal, politik vb.) imkânların ve sıcak çatışmayla beraber şiddet içermeyen yöntemlerin bir arada kullanılması esasına dayanır (Karabulut, 2016: 27). Göker'e göre de bu kavram, hem konvansiyonel hem vekâlet savaş stratejilerinin karışımıyla, düzenli ve düzensiz muharebe tekniklerini, hatta siber saldırıları içeren asimetrik bir savaş tarzına gönderme yapmaktadır (Göker, 2017: 24).

Gürcan'a göre esasen hibrit terimi ve 4. nesil savaş kavramı, araştırmacılar tarafından savaştaki değişimin benzer yönlerine atıfta bulunmak amacıyla kullanılmaktadır. Cephenin ortadan kalktığı 4. nesil savaşta, bir bölgenin işgali ve kontrolü veya düşmanın fiziki varlığının imhası gibi somut hedefler, ana askerî hedef olmaktan çıkmış, “düşmanın mücadele azim ve kararı” gibi soyut amaca ulaşmak maksadıyla nihai hedefler daha çok sosyo-psikolojik ve politik-ideolojik olarak tanımlanmaya başlamıştır. Daha da önemlisi, asker ve sivil arasındaki ayrım ortadan kalkmış, savaş politik-askerî bir mücadele olmaktan çıkarak politik-sosyal bir mücadeleye dönüşmüş ve taraflar hem asker hem de sivil içeren “melez” mücadele stratejileri geliştirmeye başlamıştır (Gürcan, 2012: 103).

Görüleceği üzere hibrit ve 4. nesil savaş terimleri, savaşlardaki dönüşümlerin kavramsallaştırılmasında birbirine büyük ölçüde benzeyen yöntemlere referanslar veren tabirler olarak kullanılmaktadır. Bu dönüşüm terörizm, paramiliter kuvvetler, dinî-etnik temelli ayrılıkçı hareketler ve bizzat devletlerce “insani amaçlarla” gerçekleşen askerî operasyonları da yeni savaşların içerisine dâhil etmektedir (Aytaç, 2014: 250). Son olarak yukarıda öne sürülen savları destekleyecek biçimde denilebilir ki, günümüzde olduğu gibi savaşın gelecekte de var olacak olan biçimi, ayaklanmaların örgütlenmesi veya

desteklenmesi, etnik gruplar arasındaki mücadeleler, politik istikrarsızlıklar ve terörizm ile üçüncü dünyadaki çatışmalar olacaktır (Miles, 1996: 29). Bu bilgiler ışığında yabancı savaşçıların, çatışmaların değişen doğası içerisindeki rolünü irdelemeye başlayabiliriz.

Çatışmaların Değişen Doğası İçinde Yabancı Terörist Savaşçıların Rolü

Soğuk Savaş sonrası dönemle birlikte, ulusal ve uluslararası güvenlik anlayışında değişimler yaşanmasına neden olan bir gelişme olarak yabancı savaşçılar konusu, gündemde önemli bir yer teşkil etmeye başlamıştır (Gülşen, 2018: 1). Bilhassa kozmopolit bölgelerde cereyan eden devlet altı çatışmaların çoğunda, o devletin vatandaşı olmayanların silahlı çatışmalara katıldığına tesadüf edilmektedir (Bingöl, 2016: 1). Özellikle de Arap Baharı sonrası, Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkeleri çok daha kırılğan ve başarısız devletler olmaya meyilli hâle gelince, buralarda ortaya çıkan DDSA'ların kadroları yabancı terörist savaşçılarla dolmaya başlamıştır.

Yabancı terörist savaşçıların yeni savaşlarda DDSA'lara sağladığı en önemli katkı ise, onların reklam yüzü olmalarıdır. Çünkü çatışma bölgesinin ötesinde, savunulan ideolojinin yayılması ve taraftar toplanması açısından yabancı terörist savaşçılar, DDSA'lara önemli bir destek sağlamaktadırlar. Bilhassa Avrupalı yabancı terörist savaşçılar, hem sosyal medya sayesinde davalarını bilinir ve meşru kılmaya hem de kendilerini ve örgütlerini erişilebilir ve empati kurulabilir yapmaya çalışarak taraftar toplamaktadırlar. Örneğin yabancı terörist savaşçıların Irak ve Suriye'deki çatışma ortamına kısa sürede dâhil olmaları, DDSA'ların insan kaynağını önemli ölçüde artırmıştır. Bu durum DDSA'ların çatışmalardaki imkân ve kabiliyetlerini geliştirici etki yapmıştır. Yabancı terörist savaşçılar yalnızca çatışma alanlarında değil, evlerine ya da üçüncü ülkelere dönüşleriyle birlikte, şiddetin sivil bölgelere yayılması ve savaşın melezeleştirilmesi gibi konular bağlamında araçsallaştırılmaktadır. Nitekim evlerine geri dönen yabancı terörist savaşçıların, bağlı oldukları DDSA'ların güdümünde, çatışma bölgeleri dışına şiddeti taşıyacağı değerlendirilmektedir. Bu öngörü gerçekleştiğinde yabancı terörist savaşçıların birer vekile dönüşeceği ve şiddeti sivil alanlara taşıyacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda DDSA'ların çatışma bölgelerinde yenilmesi, kazanan tarafın savaşı istemsiz bir biçimde kendi

topraklarına taşıyacağı ve daha güvensiz bir duruma düşeceğini göstermektedir (Duygulu, 2019: 62, 80).

Çünkü yabancı terörist savaşçılar, çatışma bölgelerinde hem savaşma tecrübesi edinmekte hem de ideolojik açıdan daha da radikalleşmektedirler. Günümüzde küreselleşmeyle sınırların geçirgenliği, ulaşım ve iletişim olanaklarının çeşitlenmesi göz önünde bulundurulduğunda, yabancı terörist savaşçıların çabucak bir bölgeden diğerine mobilize olabilmelerinin de yolu açılmakta ve bu durum küresel güvenliği tehdit edecek yeni problemlerin doğmasına yol açmaktadır.

Diğer bir açıdan ise, yabancı terörist savaşçılarla güçlenen DDSA'ların, bölge ülkelerinin savunma harcamalarını artırdığı ve silahlanmalarında da önemli bir etken hâline geldiği görülmektedir. Zira bölge ülkelerinin konvansiyonel silahlar ve ordularla bu asimetrik tehditleri bertaraf edemeyeceği Irak'ta DEAŞ ile Suriye'de ise PKK/PYD terör örgütlerinin etki alanını genişletmesi ile görülmektedir. Bu bağlamda yabancı terörist savaşçıların katılımıyla büyüyen DDSA'lar, bölge ülkeleri açısından güvenlik tehdidi olarak algılanmakta ve savunma harcamalarını artıran bir rol oynamaktadır (Pirinççi, 2018: 296).

Yabancı terörist savaşçıların yeni çatışma alanlarındaki diğer rollerine geldiğimizde ise Malet, literatürdeki çalışmaları esas alarak bu kişilerin yeni çatışmalardaki rollerini şu şekilde tasnif etmiştir: Çatışmaları, iç savaş yaşayan devletlerin ötesine taşımak (Honduras'ta faaliyet gösteren Nikaragualı gruplar örneğinde olduğu gibi), terörist saldırılar gerçekleştirmek (Londra'daki 7 Temmuz saldırganlarının eylemi), vatandaşı olmadığı bir çatışma bölgesine seyahat ederek ayaklanmaya destek vermek (DEAŞ'a katılanlar) (Malet, 2015: 5).

Malet'in tasnifinde öne çıkan "terör eylemleri gerçekleştirme ya da ayaklanmalara destek verme" rolü dışında yabancı terörist savaşçıların silahlı çatışmalara dolaylı yollardan da bulaştıklarına dikkat çeken Borum ve Fein, zaman içerisinde bu farklı roller arasında da geçişler yaşayabilmelerini olası olarak görmüştür. Tasniflerinde yabancı terörist savaşçıların çatışmalara doğrudan katılma eyleminin yanı sıra, saldırıların planlanması ve saldırılarda kullanılmak üzere silah ve patlayıcı madde hazırlamak gibi operasyonel destek sağlama, eleman tespit edip kazanma, fon bulma ve medya stratejisi belirleme türünden faaliyetler içeren harekât desteği ile iletişim araçları, ulaşım, mali destek, gıda tedariki, sahte belge

düzenleme gibi konular bağlamında daha az operasyonel konularda lojistik destek sağlama rollerinden biri ya da birkaçını üstlendiklerini tespit etmişlerdir (Borum ve Fein, 2017: 250).

Savaşın değişimi meselesi göz önünde bulundurulduğunda, yabancı terörist savaşçıların günümüz çatışma ortamlarındaki ayaklanma ve isyan hareketlerindeki katalizör rollerine dikkat çeken Chu ve Braithwaite, çatışma bölgeleriyle aralarında büyük mesafeler olsa da isyancı grupların, etnik köken olarak bağ kurduğu bu kişileri davet ederek, eylemlerine katkı sağladıklarına dikkat çekmektedir. Zira yabancı terörist savaşçıları, yerel isyancıların kolektif eylemlerini ve kaynak kıtlığı sorunlarının üstesinden gelmede değerli bir yardımcı kuvvet çarpanı olarak görülmektedir (Chu ve Braithwaite, 2017: 6).

Bu konuda Malet'e göre yabancı terörist savaşçıları güdülenen isyancı grupların başarısı, ayaklanan örgütlerin iç çatışmaları kazanmaya yetecek güç dengesine ulaşarak şiddeti küresel düzeye taşıma riskini de artırmaktadır. Bu noktada dış devlet desteğinin önemi giderek artarken, asıl problemlerden biri de yabancı terörist savaşçılığın bir davaya adanmış haklı savaş yürüten kişiler olarak yüceltilmesidir (Malet, 2010: 97). Yani yabancı terörist savaşçılık fenomeni, günümüzde ayaklanma ve isyan hareketlerinde, dış destekle birlikte ayrılıkçı hareketlerin uluslararası kamuoyu önünde meşrulaştırılmasında da önemli bir rol oynayabilir. Nitekim pek çok Batılı hükümet ve kamuoyu nezdinde PKK-PYD/YPG terör örgütüne katılan yabancı terörist savaşçıların, "gönüllü savaşçıları", "lejyonerler" veya "fedakâr insanlar" olarak nitelendiği, bunların DEAŞ'a katılanlar gibi terörist olarak görülmedikleri, çatışma bölgelerine katılımlarının sıkı bir şekilde takip edilmedikleri, hatta ülkelerine geri döndüklerinde pek çoğunun cezai kovuşturmalardan geçirilmedikleri veya ceza almadıkları göz önünde bulundurulduğunda (İçişleri Bakanlığı, 2020), Suriye ve Irak'ın kuzeyinde ayrılıkçı bir oluşum içerisindeki terör örgütünün meşrulaştırılmasına zemin hazırlandığı değerlendirilmeleri yapılmaktadır.

Son olarak, ABD'nin Orta Doğu'daki müdahaleleri ve Arap Baharı süreci ile birlikte istikrarsızlaşan ve çatışma ortamına dönüşen bölgeye yönelik, yirmi yılı aşkın süredir çeşitli yerlerden devam eden yabancı terörist savaşçı akınının, son birkaç yıldır tersine dönüşü gözlemlenmektedir. Bu durum, çatışma ortamında radikalleşen silahlı kişi ve grupların, uluslararası göç olgusu da göz önünde

bulundurulduğunda, kaynak ülkelere dönüşünde yıkıcı sonuçlar doğurabilecek güvenlik tehditleri oluşturacağını akıllara getirmektedir (Alaca, 2019: 201). Bu noktada yabancı terörist savaşçıların “bumerang” benzetmesiyle, şiddeti geldikleri ya da üçüncü ülkelere taşıma potansiyellerinden bahisle, ortaya çıkaracakları yalnız eylemci terörizminin de, yeni savaşlar meselesi bağlamında göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Sonuç

Soğuk Savaş’ın sona ermesi ile birlikte ortaya çıkan en önemli olgulardan biri, savaşın simetrik bir yapıdan asimetrik bir yapıya doğru evrimleşmesi meselesidir. Bu noktada devletlerin devletlerle olan savaşı yerine devlet dışı silahlı aktörlerin savaşlarda boy göstermesi, söz konusu asimetri kavramına işaret etmektedir. Bu bakımdan çalışmada, devletlerin Vestfalyan düzende elde ettiği kuvvet kullanma tekelinin aşınmaya başladığı bulgusuna varılmıştır. Zira günümüzdeki savaş ve çatışmalarda devletin resmi ordularından daha ziyade DDSA’lar boy göstermektedir.

Bu bağlamda yeni savaşlarla birlikte özellikle devlet merkezli güvenlik mimarisinin sarsıldığı ülkelerde, kuvvet kullanma tekelinin büyük ölçüde DDSA’ların eline geçtiği sonucuna varılmıştır. Bu tür ülkelerin ise daha çok siyasi, ekonomik ve toplumsal açıdan kırılgan ve zayıf devletler olduğu bulgusundan hareketle, yeni savaşların bu devletlerin topraklarında cereyan ettiği tespit edilmiştir.

Savaş hukukunun kurallarıyla hareket etmek (hatta savaş ilan edebilmek), dış politikada sonuç almak için etkin bir yöntem olmaktan çıktığı için, günümüzde devletlerin reel politik çekişmesi daha çok söz konusu kırılgan devletlerin topraklarında gerçekleşmektedir. Nitekim Suriye, Libya, Yemen gibi iç savaş yaşayan devletler buna örnektir. Bu tür devletlerdeki meşru otoritelerin zayıflaması DDSA’ların giderek güçlenmesine yol açmakta ve DDSA’ların da güçlenmek adına yabancı terörist savaşçıları söz konusu bölgelere kanalize etmesi kaçınılmaz bir olgu olarak ortaya çıkmıştır.

Bu bulgular ışığında, çalışmada yabancı savaşçılığın yeni bir fenomen olmadığı ancak savaşın ve dış politikanın değişen karakteri bağlamında konvansiyonel nitelikten asimetrik bir role büründüğü sonucuna varılmıştır.

Yabancı savaşıllığın terörizme evrilmesinde, savaşın ve çatışmaların asimetrikleşen bu yeni doğasının da etkili olduğu saptanmıştır. Böylece yeni savaşlarda yabancı savaşçıların terörizme, ayaklanma/ayaklanmalara karşı koyma, etnik ya da mezhebi ayrılıkçı hareketler ile vekâlet savaşları stratejisi içerisinde kullanıldığı kanıtlanmaya çalışılmıştır. Keza yabancı terörist savaşçıların DDSA'lar içerisinde edindikleri çeşitli roller ve fonksiyonlarla, bu örgütlerin imkân ve kabiliyetlerini önemli ölçüde artırdığı bulgusuna varılmıştır. Bu durumun özellikle ayaklanma ve isyan hareketlerinde belirgin bir şekilde gözlemlendiği çıkarımında bulunulmuştur.

Çalışmada, yeni savaşlarda yabancı terörist savaşçıların çatışmalara doğrudan katılma eyleminin yanı sıra terör saldırılarının planlanması, bu saldırılarda kullanılan ekipmanların tedariki ve her türlü lojistiğine kadar geniş bir rol alarak, tarihsel süreçteki geleneksel vasıflarından keskin bir şekilde ayrıldıkları sonucuna varılmıştır. Son olarak çatışma bölgelerinde savaşma tecrübesi edinen ya da bu niteliklerini geliştiren yabancı terörist savaşçıların, geri dönüşlerinde şiddeti kaynak ülkelere yayabilecek kendi kendine terörist eylemler yapabileceği, bunun da esasen yeni savaş ortamının belirsizliği ile birlikte düşünülmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Bununla birlikte yabancı savaşçıların çatışmaların değişen doğası içerisindeki rolleri ve işlevleri ampirik olarak incelendiğinde, bireylerin ve grupların motivasyonları ve konumlanmaları hakkında daha doğru veriler elde edilebileceği değerlendirilmektedir.

Extended Summary

Although today it comes to the agenda with the conflicts in countries experiencing civil war, the history of people's participation in wars that took place outside their countries for material or ideological reasons is a phenomenon that dates back to ancient times. These people, who fight outside the state of their citizenship, sometimes as mercenaries, sometimes for an individual or collective cause, are called "foreign fighters" in the literature. The concept of "foreign terrorist fighter" emerged when this phenomenon was declared illegitimate before national and international legal institutions as a result of the spread of terrorism and violence to global dimensions with the recent civil wars.

There has been an increase in quantity and quality in the examination of foreign terrorist fighters in the international security literature recently. However, most of the current research on foreign terrorist fighters is concerned with the questions of "who can be a foreign terrorist combatant" and "how". On the other hand, there are relatively shortcomings in the relevant literature on the impact of foreign terrorist fighters on their conflicts.

What is the change that makes foreign terrorist fighters considerably visible as a non-state actor in wars? The characteristics of foreign fighters who served in the armies of states in the past and their roles in conflicts have changed today.

The aim of the study is to analyze the roles of foreign terrorist fighters in new conflict context in the context of the change process of war. At this point, the starting point of the study is exclusive to the question of which roles foreign terrorist fighters play in the new conflict context. In connection with this, analyzing the characteristics of new wars aims to answer the sub-questions of the research.

The assumption of working around this problem is that in the new war context, foreign fighters, Non state armed actors (NSAA) constitute human resources, in riots these organizations become force multipliers, warlords are the support force of the warlords in unmanaged areas where state control is destroyed, the position of a mediator of low-intensity conflicts or state-sponsored terrorism. It is based on the thesis that they take on new roles such as exporting violence to the global level by carrying out lone wolf-style terrorist acts through individual radicalization.

In this framework, in the first part of our study, the transformation of foreign warriors and mercenaries throughout history will be discussed, and in the second part, the change in wars will be addressed. In the third part, the characteristics of new wars will be examined, and in the fourth part, the roles of foreign terrorist fighters in the new conflict context will be analyzed.

The most important contribution of foreign terrorist fighters to NSAA in new wars is that they are the advertising face of them. Beyond the conflict zone, foreign terrorist fighters provide important support to NSAA in terms of spreading the defended ideology and gathering supporters. Considering the issue of the

change of war, attention is drawn to the catalyst role of foreign terrorist fighters in the uprising and rebellion movements in today's conflict context.

Although there are great distances with conflict zones, the possibility of benefiting from foreign terrorist fighters, with whom the rebel groups have ethnic ties, contributes positively to their success. Because foreign terrorist fighters are seen as a valuable auxiliary force multiplier in overcoming the collective actions and resource scarcity problems of local insurgents.

In the study, it was concluded that the monopoly of using force was largely taken over by the NSAA, especially in countries where the state-centered security architecture was shaken with new wars. It has been found that NSAA have also channeled foreign terrorist fighters to these regions in order to get stronger, and that foreign terrorist fighters have significantly increased the opportunities and capabilities of these organizations with the various roles and functions they have in NSAA. It has been evaluated that this situation is clearly observed especially in uprising and rebellion movements.

In the study, it was concluded that foreign terrorist fighters took a wide role in the planning of terrorist attacks, the supply of equipment used in these attacks, and all kinds of logistics, as well as the direct participation of foreign terrorist fighters in new wars. Finally, it was stated that foreign terrorist fighters, who gained experience of fighting in conflict zones or developed these qualities, could perform lone wolf-style actions that could spread the violence to the source countries on their return, and this should be considered together with the uncertainty of the new war context.

Kaynakça

Kitaplar

- Alaca, A. İ. S. (2019), “Şehir Savaşları ve Yeni Askerî Kentçilik”, *Kamu Güvenliği Politikaları Yerelden Küresele*, (Ed. Hasan Acar), Ankara: Nobel Yayıncılık, 201- 221.
- Arielli, N. (2017). *From Byron to Bin Laden: A History of Foreign War Volunteers*, London: Harvard University Press.

- Aytaç, G. B. (2014). “Yeni Savaş Çağında Ukrayna Krizi”, *Uluslararası Politikada Ukrayna Krizi*, (Ed. H. Çomak, C. Sancaktar, Z. Yıldırım), İstanbul: Beta Yayınları, 247-262.
- Creveld, M. V. (1991). *The Transformation of War*, New York: The Free Press.
- Çona, Ö. (2018). *Suriye Krizinde Uluslararası Güç Mücadelesi: Vekâlet Savaşları*, Ankara: Nobel Bilimsel Eserler.
- Demir, C. K. (2020), *Ayaklanmalar ve Ayaklanmalara Karşı Koyma: Kavramlar, Stratejiler ve Ülke Tecrübeleri*, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Duygulu, Ş. (2019), *Dönüşen Savaşların Değişen Araçları*, İstanbul: SETA.
- Göker, Ç. F. (2017). “21. Yüzyılda Savaş”, *Yeni Konsept Savaş*, (Ed. P. Gürson), Kocaeli: Umuttepe Yayınları, 15-32.
- Gürcan, M. (2012). “Savaşın Evrimi ve Teorik Yaklaşımlar”, *Teoriler Işığında Güvenlik, Savaş ve Çatışma Çözümleri*, İstanbul: Bilgesam Yayınları, 70-129.
- Hardt, M., Negri, A. (2004). *Çokluk: İmparatorluk Çağında Savaş ve Demokrasi*, (Çev. B. Yıldırım), İstanbul: Ayrıntı Yayınları.
- Heywood, A. (2016). *Küresel Siyaset*, (Çev: N. Uslu ve H. Özdemir), Ankara: Adres Yayınları.
- Hoffman, F. G. (2007). *The Rise of Hybrid Wars, Conflict in the 21st Century*, Arlington: Potomac Institute for Policy Studies.
- Kaldor, M. (2012). *New and Old Wars: Organized Violence in a Global Era*, Cambridge: Polity Press.
- Kızılay, Ş. (2019). “Savaşın Aktör Düzeyindeki Değişimi: Orta Doğu’da Devlet Harici Savaş”, *VI. Yıldız Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi Tam Metin Bildiri Kitabı*, (Ed. M. Başaran vd), İstanbul: YTÜ Matbaası, 1581-1594.
- Li, D. (2019). *The Universal Enemy: Jihad, Empire and the Challenge of Solidarity*, California: Stanford University Press.
- Malet, D. (2013). *Foreign Fighters: Transnational Identity In Civil Conflicts*, New York: Oxford University Press.

- Martin, G. (2017). *Terörizm: Kavramlar ve Kuramlar*, (Çev. İ. Çapçioğlu ve B. Metin), Ankara: Adres Yayınları.
- Miles, S. (1996). “Amerikan Dış Politikasının ve Askerî Politikasının Unsuru Olarak LIC”, *Düşük Yoğunluklu Çatışma İlan Edilmemiş Savaş*, (Der. J. Hippler), (Çev. S. N. Kaya), İstanbul, Belge Yayınları.
- Mumford, A. (2013). *Proxy Warfare*, Cambridge: Polity Press.
- Münkler, H. (2010). *Yeni Savaşlar*, (Çev: Z. A. Yılmaz), İstanbul: İletişim Yayınları.
- Oktay, C. (2012). *Modern Toplumlarda Savaş ve Barış*, İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Özdemir, A. Y., Aksu, F. (2018). “Yabancı Terörist Savaşçılar Kavramının Eleştirel Bir Analizi”, *Uluslararası X. Uludağ Uluslararası İlişkiler Kongresi Diplomasi ve Savaşın Değişen Rolü Bildiriler Kitabı*, (Ed. T. Arı ve K. Özlem), Bursa: Dora Yayınları, 1183-1207.
- Özer, A. (2016a). “Kabuk Devlet ve İşid”, *Suriye: Çatışma ve Uluslararası Hukuk*, (Ed. F. Taşdemir), Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 253-278.
- Özer, A. (2016b). “Yabancı Savaşçılar Sorunu ve Suriye Krizi”, *Suriye: Çatışma ve Uluslararası Hukuk*, (Ed. F. Taşdemir), Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 201, 209-252.
- Öztürk, B., Tetik, Ü. (2018). “Yabancı Terörist Savaşçılar”, *Orta Doğu’da Devlet Dışı Silahlı Aktörler: Terör Örgütleri, Milisler, Vekil Güçler*, Ed. M. Yeşiltaş ve B. Duran), Ankara: SETA, 201-232.
- Paker, E. B. (2012). *Küresel Güvenlik Kompleksi*, İstanbul: İletişim Yayınları.
- Singer, P. W. (2009). *Kiralık Ordular*, (Çev. G. Aral ve İ. Yaman), İstanbul: Timaş Yayınları.
- Şen, F. (2018). “Yabancı Terörist Savaşçılar”, *Radikalleşme Şiddet ve Terörizm*, (Ed. S. Z. Haklı), Ankara: Polis Akademisi Yayınları, 189-211.
- Taşdemir, F. (2020). *Uluslararası Terörizm ve Ülke Dışı Kuvvet Kullanma Hukuku*, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Wright, Q. (1941). *A Study of War Volume 1*, Chicago: The University of Chicago Press.

Yalçınkaya, H. (2008). *Savaş: Uluslararası İlişkilerde Güç Kullanımı*, İstanbul: İmge Kitabevi Yayınları.

Makaleler

Bektaş, M. H. M. ve Gündoğdu, A. Y. (2019). IŞİD'in Hibrit Savaş Stratejileri: Hibrit Savaş Konsepti Perspektifinden Analizi, *International Journal of Politics and Security*, 1 (1), 25-56.

Bingöl, O. (2016). Suriye İç Savaşında Yabancı Savaşçılar, *Merkez Strateji Enstitüsü Raporu*, No.13, 1-25.

Borum, R., Fein, R. (2016). The Psychology of Foreign Fighters, *Studies in Conflict and Terrorism*, 40 (3), 248-266.

Chu, T. S., Braithwaite, A. (2017). The Impact of Foreign Fighters on Civil Conflict Outcomes, *Research and Politics*, 4 (3), 1-7.

Coolseat, R., (2016), Facing the Fourth Foreign Fighter Wave: What Drives Europeans to Syria, and to Islamic State? Insights from the Belgian Case," Egmont-Royal Institute for International Relations, (ed. S. Biscop), Brussels: Egmont Papers. 19-29.

Demir, H. (2015). Yabancı Savaşçılar ve Homegrown Teröristler, *TEPAV Değerlendirme Notu*, No.3, 1-11.

"Geri Dönen Yabancı Terörist Savaşçılar ve Kaynak Ülkelerin Güvenlik Politikaları" (2020), *İçişleri Bakanlığı İç Güvenlik Stratejileri Dairesi Başkanlığı Raporu*.

Hegghammer, T. (2011). The Rise of Muslim Foreign Fighters: Islam and the Globalization of Jihad, *International Security*, 35 (3).

Karabulut, A. N. (2016). Eski Savaş, Yeni Strateji: Rusya'nın Yirmi Birinci Yüzyıldaki Hibrit Savaş Doktrini ve Ukrayna Krizi'ndeki Uygulaması, *Uluslararası İlişkiler*, 13 (49).

- Lind, W. S., Nightingale K., Schmitt J. F., Sutton, J.W., Wilson, G.I. (1989). The Changing Face of War: Into the Fourth Generation, *Marine Corps Gazette*, 22-26.
- Lind, W. S. (2004). Understanding Fourth Generation War, *Military Review*, 83 (5), 12-16.
- Malet, D. (2010). Why Foreign Fighters?: Historical Perspectives and Solutions, *Foreign Policy*, 54 (1).
- Malet, D. (2015). Foreign Fighter Mobilization and Persistence in a Global Context, *Terrorism and Political Violence*, 27 (3), 454-473.
- Mendelsohn, B. (2011). Foreign Fighters: Recent Trends, *Orbis*, 55 (2), 189-202.
- Moore C., Tumelty, P. (2008). Foreign Fighters and the Case of Chechnya: A Critical Assesment, *Studies in Conflict and Terrorism*, 31 (5), 412-433.
- Newman, E. (2004). The New Wars Debate: A Historical Perspective is Needed, *Security Dialogue*, 35 (2), 173-189.
- Pirinççi, F. (2018). Orta Doğu'da Silahlanmayı Etkileyen Dinamikler: Arap Baharında Alıcılar ve Tedarikçiler, *International Journal of Social Inquiry*, 11 (2), 287-309.
- Schröfl, J., Kaufman, S. J. (2014). Hybrid Actors, Tactical Variety: Rethinking Asymmetric and Hybrid War, *Studies in Conflict & Terrorism*, 37 (10), 862-880.
- Tangör, B., Yalçinkaya, B. (2010). Güvenlik Yönetişimi Çerçevesinde Özel Askerî Şirketler, *Uluslararası İlişkiler*, 7 (25), 127-154.
- Yalçinkaya, H. (2006), Özel Askerî Sektörün Oluşumu ve Savaşların Özelleştirilmesi", *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 61 (3), 247-277.

Yayımlanmamış Çalışmalar

- Gülşen, H. (2018), Yabancı Savaşçıların Evrimi: Suriye İç Savaşında Kafkasya Kökenli Yabancı Savaşçılar Örneği, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Ankara.

Karakoç, E. (2018), Roma Ordusu'ndaki Yabancı Kökenli Yardımcı Birlikler, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Ankara.

Örs, E. (2019), Yabancı Savaşçılığa Giden Yolun Sosyolojik Bağlamı, Ankara Yıldırım Bayezid Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Ankara.



Bor Bileşiklerinin Solar Tuzun Termo-Fiziksel Özelliklerine Etkileri

Fatih Selim BAYRAKTAR*, Ramazan KÖSE** ve Mükerrerem ŞAHİN***

Öz

Mühendislikte özellikle güç üretiminde ürün olarak ya da üretim süreçlerinin çıktısı olarak ısı enerjisi üretilir. Üretilen ısı, proseslerin sürekliliği için sistem dışına aktarılır. Bu ısı transfer işlemi üç ana mekanizma içinde ve birçok farklı yöntem vasıtasıyla gerçekleştirilir. Söz konusu yöntemlerden sıkça tercih edilenlerden bir tanesi de sistem sınırlarından ihraç edilmek istenen ıstıyı bir ısı taşıyıcı akışkan aracılığıyla uzaklaştırmaktır. HTF (Heat Transfer Fluid – Isı Taşıyıcı Akışkan) de denilen bu akışkanların kullanım alanları çok geniştir. HTF'lerin en bilinenlerinden biri Solar Tuz isimli ötektik eriyik nitrat tuzu karışımıdır. Bu karışım öncelikli olarak güneş enerjisi sistemleri olmak üzere kimya ve diğer sektörlerde de tercih edilmektedir. Yüksek sıcaklıktaki kararlılığı ve ısı özellikleri sayesinde onlarca yıldır hala ciddi talep görmektedir. Bu karışımın en ciddi sorunu yüksek erime sıcaklığı (~220 °C)'dir. Bu değeri düşürmek için Solar Tuz'a çeşitli maddeler katılmakta ve hem erime sıcaklığının düşürülmesi hem de ısı özelliklerinin iyileştirilmesi hedeflenmektedir. Bu çalışmada söz konusu akışkana bor bileşikleri eklenmiş ve akışkanın bazı özellikleri analiz edilmiştir. Borun seçilmesinde ülkemizin bor mineralleri konusunda dünyanın en zengin ülkesi olması temel motivasyon kaynağı olmuştur. Bor ve bileşiklerinin katma değeri ve kullanım alanlarının artması amacıyla yapılan bu çalışmada Solar Tuz'a

* Arş. Gör., Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, fatih.bayraktar@dpu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8672-3511.

** Prof.Dr., Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, ramazan.kose@dpu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6041-6591.

*** Doç. Dr., Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, msahin@ybu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7217-5059.

%0,5, %1 ve %2 oranlarında amorf bor oksit, camsı bor oksit ve hegzagonal bor nitrür eklenmiş ve erime noktası ve kütle kaybı analizi gerçekleştirilmiştir. Erime noktası değerleri 215-226°C arasında sıralanırken kütle kaybında %0,029 – %1 bandında gerçekleşmiştir. Erime noktası ve kütle kaybı analizi bir arada değerlendirildiğinde %2 bor nitrür içeren numune en uygun değerleri sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Bor, Erime Sıcaklığı, HTF, Kütle Kaybı, Solar Tuz.

Effects of Boron Compounds on the Thermophysical Properties of Solar Salt

Abstract

In engineering, especially power generation, heat energy is produced as a product in power generation or as an output of production processes. Generated heat is transferred out of the system for the continuity of the power cycles. This heat transfer process is carried out in three main mechanisms and through many different methods. One of the most preferred methods is to remove the heat to be expelled from the system boundaries by means of a heat transfer fluid. These fluids, also called HTF (Heat Transfer Fluid), have a wide range of uses. One of the most known HTFs is the eutectic molten nitrate salt mixture called as Solar Salt. This mixture is primarily preferred in solar energy systems and also preferred chemistry and other sectors. Thanks to its high temperature stability and thermal properties, it has been in great demand for decades. The most serious problem of this mixture is its high melting temperature (~220 °C). To reduce this value, various substances are added to Solar Salt and it is aimed both to decrease the melting temperature and to improve its thermal properties. In this study, boron compounds were added to the fluid and some of its properties were analyzed. The fact that our country is the richest country in the world in terms of boron minerals has been the main source of motivation in selecting boron as additive. Amorphous boron oxide, glassy boron oxide and hexagonal boron nitride at 0.5%, 1% and 2% were added to Solar Salt in this study, which was carried out to increase the added value and usage areas of boron and its compounds, and melting point and mass loss analysis were performed. While the melting point values were spread between 215-226 °C, the mass loss occurred in the range of 0.029% - 1%. As a result of the melting point

and mass loss analysis together, the sample containing 2% boron nitride provided the most suitable values.

Keywords: *Boron, Melting Temperature, HTF, Mass Loss, Solar Salt.*

Giriş

Günümüzde kullanılan termodinamik çevrimler, sisteme giren enerjinin tamamını faydalı çıktıya çeviremezler. Bunun nedeni, çevrimlerin termodinamik açıdan ideal olamamasıdır ve çevrim ideal olmadığı için kaçınılmaz olarak kayıplar yaşanmaktadır. Enerji, faydalanılabilen ve faydalanılamayan olmak üzere iki ana başlıkta toplanmaktadır. Enerjinin faydalanılabilen kısmı ekserji, faydalanılamayan kısmı ise anerji olarak isimlendirilir. Anerjinin sistemden atılması gerekmektedir. Aksi durumda sistemin stabil çalışması mümkün olmadığı gibi istenilen verime ulaşması da oldukça zor olacaktır (Çengel ve Boles, 2011). Isı transferi 3 ana mekanizma (iletim, taşınım ve ışınım) ve onlarca farklı yöntem ile gerçekleştirilmektedir. Fazla ısının bir ısı taşıyıcı akışkan vasıtasıyla tahliyesi özellikle enerji sektöründe sık tercih edilen bir yöntemdir. Bu çalışmada yoğunlaştırılmış güneş enerjisi (CSP) sistemlerinde hem ısı taşıyıcı akışkan hem de ısıl depolama ortamı olarak tercih edilen solar tuz kullanılmıştır. CSP sistemleri güneş enerjisini bir noktaya ya da doğrultuya odaklayan güneş enerjisi sistemleridir. En sık tercih edilen CSP türleri parabolik oluk sistemleri ve merkezi alıcılı sistemleridir (Bayraktar, 2020).

CSP sistemlerinde güç dönüşüm verimleri doğrusal odaklı sistemlerde ortalama olarak %13-15, noktasal odaklı sistemlerde ise %23-35 civarındadır (Gonzalez-Roubaud vd., 2017). Bu verimi artırmak için birkaç öneri şu şekildedir: optik verimi artırmak, birim alana düşen güneş enerjisi Direkt Normal Işınım (DNI) değeri daha yüksek bir arazi seçmek, ısıl özellikleri daha iyi bir akışkan üretmek. Akışkanın ısıl özelliklerine müdahale ise iki şekilde olmaktadır. İlk yöntem baz akışkan bileşenlerini değiştirerek yeni bir akışkan oluşturmaktır. İkincisi ise baz akışkana termo-fiziksel özellikleri daha yüksek yeni maddeler eklemektir. Bu çalışmada baz akışkana yeni maddeler ekleme yolu tercih edilmiştir.

Daha tercih edilebilir akışkan için baz maddelere ekleme yapmak araştırmacılar tarafından yıllardır tercih edilmektedir. Bazı çalışmalarda solar tuz; Al_2O_3 (Hu vd., 2017; Muñoz-Sanchez vd., 2017), SiO_2 (Riazi vd., 2016; Gavarrell

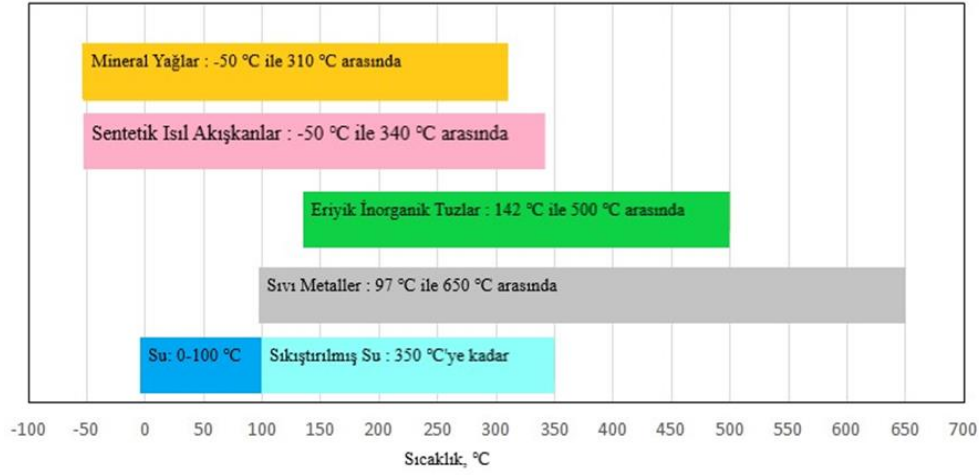
ve Fereres, 2012; Dudda ve Shin, 2012), CuO (Myers vd., 2016), TiO₂ (Lasfargues vd., 2015) ve grafen nanopelet (Xie vd., 2016) eklenmiştir. Awad ve çalışma arkadaşları solar tuza Fe₂O₃, TiO₂ ve CuO eklemiş ve analiz etmiştir. Ayrıca bor nitrür; Krishnam ve arkadaşlarının çalışmasında deiyonize suya, Zyla ve arkadaşlarının çalışmasında etilen glikola eklenirken İlhan ve arkadaşları tarafından ise etilen glikol, deiyonize su ve ikisinin hacimce %50-%50 karışımına eklenerek akışkanların ısı özelliklerinin artırılması hedeflenmiştir.

Solar tuz ve bor nitrür ile ilgili literatürde çalışmalar bulunsa da ikisinin bir arada kullanıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın özgünlüğü; solar tuz ile bor nitrürü bir araya getirmesinin yanı sıra bor oksit türlerinin de bu sektöre uygunluğunun incelenmesinden ileri gelmektedir. Çalışmada, baz akışkan olarak Solar tuz seçilmiştir. Solar tuzun geleneksel bileşimine (%60 NaNO₃ - %40 KNO₃) sadık kalınmış, bu akışkana 3 farklı bor bileşimi (amorf bor oksit, camsı bor oksit ve bor nitrür) 3'er farklı kütle oranlarında (%0,5, %1 ve %2) katılarak meydana gelen numunelerin kütle kaybı ve erime noktaları analiz edilmiştir.

Isı Taşıyıcı Akışkan (HTF)

Solar tuzun en çok kullanıldığı alan olan CSP sistemlerinde güneş enerjisini yoğunlaştırma ve soğurma metodu mutlaka bir güç bloku veya eşanjörde toplanan ısının tahliye edilmesi ile etkin bir şekilde çalışmaktadır. Güç blokunun verimi için yüksek çalışma sıcaklıklarına ulaşma gayesi ile geniş çalışma sıcaklığı menziline sahip ısı taşıyıcı akışkanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Buna ek olarak solar yoğunlaştırıcı çevrimler, tatbik edileceği sisteme uygun ısı taşıyıcı akışkanlardan seçilenin limitlerinde çalışacaktır. Örneğin; güç kulesi gibi noktasal odaklı sistemlerde 290°C ile 565°C arasında çalışan eriyik nitrat tuzları tercih edilirken doğrusal odaklı CSP santrallerinde ise 0°C'nin altından 400°C civarına ulaşan sıcaklık değerleri arasında çalışan termal yağlar kullanılmaktadır. Termal yağ esasında sentetik bir yağdır. Bu malzeme, 400°C civarında hidrojen üretimi sebebiyle ayrışmakta ve kararlılığını kaybetmektedir. Hidrojen oluşumu problemi, hidrojenin ısı toplama elemanı (HCE) içinde yayılması ve HCE ile cam tabaka arasındaki boşaltılmış alanı doldurması açısından sorun oluşturmaktadır. Söz konusu alandaki hidrojenin varlığı, ısı kayıpların artmasına yol açarak yalıtım kalitesini düşürmektedir (Siegel vd., 2011). Bu sebepten ötürü HTF olarak termal yağ kullanan sistemlerin çalışma sıcaklığı üst sınırları yaklaşık 400°C olarak

belirlenir. CSP sistemlerinin çalışma sıcaklığını 300-400°C seviyesinden paslanmaz çeliğin sürünme başlangıç sıcaklığı olan 560°C civarına kadar yükseltmek termodinamik verimi ciddi seviyelerde artıracaktır. Ancak, çok az sayıda akışkan madde yüksek sıcaklık uygulamaları için tercih edilebilir düzeydedir. Bazı ısı taşıyıcı akışkanların operasyonel sıcaklık aralıkları Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Çeşitli Tipte HTF Malzemelerinin Çalışma Sıcaklık Aralıkları (PSU, 2021)

Kullanılan Malzemeler

Bu çalışmada kullanılan malzemeler solar tuz karışımı, amorf bor oksit, camsı bor oksit ve bor nitrürdür.

a. Solar Tuz

Solar Tuz, modern CSP sistemlerinde yaygın olarak kullanılan ticari bir eriyik tuzdur. Bu ikili tuz karışımı ağırlıkça %60 NaNO₃ ve %40 KNO₃ bileşimlerine sahiptir. Solar tuzun en uygun çalışma sıcaklığı 260 °C ile 621 °C arasındadır. Sıcaklık düştükçe tuz karışımı 238°C’de kristalize olmaya başlamaktadır ve 221°C’de katılaşma tamamlanmaktadır (SQM, 2018).

Solar tuzun yoğunluk, ısı kapasitesi, dinamik viskozite ve ısıl iletkenlik özellikleri aşağıdaki (1), (2), (3) ve (4) numaralı eşitlikler ile hesaplanabilmektedir (SQM, 2018):

$$\text{Yoğunluk} = \rho = 2090 - 0,636 \times T \quad (1)$$

$$\text{Isı Kapasitesi} = c_p = 1443 + 0,172 \times T \quad (2)$$

$$\text{Din. Viskozite} = 22.714 - 0,12 \times T + (2.281 \times 10^{-4}) \times T^2 - (1.474 \times 10^{-7}) \times T^3 \quad (3)$$

$$\text{Isıl İletkenlik} = k = 0,443 + (1,9 \times 10^{-4}) \times T \quad (4)$$

b. Bor Oksitler (Amorf ve Camsı Bor Oksit)

Dibor trioksit olarak da adlandırılan bor oksit, amorf ile camsı form olmak üzere iki çeşit yapıya sahip kristal formda bulunabilmektedir. Kokusuz, sert, renksiz, camsı yapıya sahip bir katıdır ve genellikle borik asidin dehidrasyonu metodu ile elde edilmektedir. En yaygın kristal formu hegzagonal bor oksit, normal şartlarda kararlı halde bulunmaktadır. Bor oksidin diğer kristal hali ise daha az rastlanılan monoklinik bor oksit, normal şartlar altında termodinamik olarak kararlı değildir. Bu kristaller; sert, beyaz ve kokusuzdur. Cam, seramik, kimya, metalürji ve elektrik-elektronik sektörlerinde kullanım alanı bulmaktadır (Eti Maden, 2019a). Amorf ve camsı bor oksitler arasında ciddi farklılıklar olmasa da ısıl iletkenlik ve ısı kapasitesi gibi özellikler arasında farklılıklar olması sebebiyle her iki yapı da ayrı ayrı deneylerde kullanılmıştır. Kullanılan bor oksit çeşitlerinin karşılaştırmalı fiziksel özellikleri Tablo 1’de görsel halde sunulmuştur.

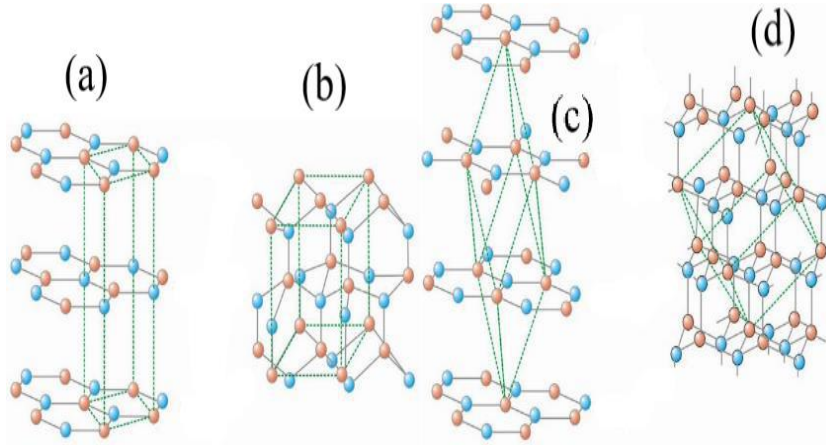
Tablo 1. Amorf ve Camsı Bor Oksitlerin Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırılması
(Eti Maden, 2019a; Eti Maden, 2019b)

		Amorf B ₂ O ₃	Camsı B ₂ O ₃
Özellik	Birimi		
Özgül Ağırlık	kg/m ³	1840	2170
Molekül Ağırlığı	kg/kmol	69,62	69,62
Erime Noktası	°C	450	450
Kaynama Noktası	°C	1860	1860
Isı Kapasitesi	kJ/kg.°C	18,6	16,2
Isıl İletkenlik	W/m.K	0,138	0,345

c. Hegzagonal Bor Nitrür

Bor nitrür (BN), oksit olmayan seramikler sınıfında olup, düşük yoğunluk, yüksek ısıl iletkenlik ve mükemmel kimyasal kararlılık gibi sahip olduğu kendine özgü fiziksel ve kimyasal özellikler nedeni ile elektronik, optik ve mekanik

sektörlerinde tercih edilmektedir (Lian vd., 2009; Shi vd.,2004). Kristal yapıları; grafitte benzer tabakalı bir yapıdaki hegzagonal BN (h-BN), yüksek basınç altında sentezlenen würtzit yapısındaki sıkı paket hegzagonal würtzitik BN (w-BN), yüksek sıcaklık-basınç şartları altında elde edilen elmas benzeri sıkı paket kübik yapıdaki kübik BN (c-BN) ve rombohedral grafit yapıya benzer rombohedral bor nitrür (r-BN)'dir (Alkoy, 1994; Mirkarimi vd.r, 1997). Bor nitrürün yapısal türleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Bu çalışmada bor nitrür katkısı olarak hegzagonal bor nitrür kullanılmıştır.



Şekil 2. Bor Nitrürün Yapıları: (a) h-BN, (b) w-BN, (c) r-BN, (d) c-BN (Top, 2016)

Fiziksel ve kimyasal yapı olarak grafitte benzerliğinden ötürü beyaz grafit olarak da isimlendirilen hegzagonal bor nitrür aynı zamanda en hafif seramik malzemedir. Yüksek ısı iletkenlik, elektriksel yalıtkanlık, mükemmel yakın ısı şok direnci, yüksek sıcaklıklardaki refrakterliği, kimyasal olarak inert özelliği, yapışmaması, yağlayıcılık ve işlenebilirlik gibi özelliklerinden ötürü hegzagonal bor nitrür yüksek sıcaklık teknolojisi, kimya, metalürji ve elektronik sektörlerinde oldukça geniş skalada kullanım imkânlarına sahiptir.

Akışkan Hazırlama

Akışkan hazırlama, ısı taşıyıcı akışkan deneylerinin ilk aşamasıdır. Bu evrede kararlı bir akışkanın meydana getirilmesi son derece önemlidir. Kararsız akışkanlar iki fazlı akışa, dengesiz ısı transferine, çökmeye veya çevrimin bazı bölümlerinde tıkanmaya yol açacaktır.

Tek aşamalı yöntem ve iki aşamalı yöntem akışkan hazırlama sürecinde en çok tercih edilen iki yöntemdir. Tek aşamalı yöntemde parçacıklar doğrudan baz sıvıya eklenir (Jamal-Abad vd., 2013). Tek adımlı işlem parçacık oksidasyonunu önlediği için tercih edilebilir bir yöntemdir (Yu vd., 2008). Bu yöntemde parçacık çökmesi en aza indirilerek ve sıvı kararlılığı artırılarak üretim maliyeti düşürülür (Lo vd., 2005). İki aşamalı yöntemde ise başlangıçta kimyasal, fiziksel, mekanik yöntemlerle kuru toz formuna getirilmiş olan parçacıklar, diğer malzemelerin hazırlanmasında kullanılmaktadır (Solangi vd., 2015). Bu yöntemde çökme riski olduğu için karıştırma işlemi ya da ultrasonikasyon yöntemi kullanılır (Chung vd., 2009). Kararlı akışkan oluşturmak için kullanılan yöntemler ve cihazlar arttığı için maliyet de artmaktadır. Bu sebeplerden dolayı bu çalışmada, akışkanlar tek adım yöntemi ile hazırlanmıştır.

Deneyin her adımına hâkim olmak adına baz akışkan olan solar tuz direkt temin edilmemiş ve KNO_3 ve $NaNO_3$ ayrı ayrı temin edilerek solar tuz üretilmiştir. Literatürdeki geleneksel solar tuz bileşimi göz önünde bulundurularak kütlece %60-%40 oranında karıştırılmıştır. Karıştırılan bu bileşim $400^\circ C$ 'de sıvı hale getirilerek birbirinin içinde daha homojen şekilde karışmaları sağlanmıştır. Ayrıca yüksek sıcaklıkta bu malzemelerin içinde bulunan nem de uzaklaştırılmıştır. Daha sonra katılaştıran malzeme önce havan ardından öğütücüler ile işleme tabi tutulmuş ve tekrardan toz haline gelmesi sağlanmıştır.

Karışım Hazırlama

Akışkan hazırlandıktan sonra ikinci adım olarak akışkana bor katkıları eklenerek karışım elde edilmesi süreci gerçekleştirilmiştir. Tablo 2'deki değerlere göre katkı maddeleri ile akışkan direkt olarak birbirlerine katılmış ve homojenliği sağlamak için kül fırınına gönderilmiştir. Kül fırınında sıvı hale geçen karışım literatürdeki çalışmalar göz önüne alınarak 2 saat bu fazda kalmış, sıcaklığı doğal taşınım koşulları altında oda sıcaklığına getirilmiştir. Katılaştıktan sonra yine havan + öğütücü vasıtasıyla toz haline getirilmiştir.

Tablo 2. Hazırlanan Numunelerin Kütlece Karışım Oranları

Numune No	Solar Tuz (Kütlece %)	Amorf B ₂ O ₃ (Kütlece %)	Camsı B ₂ O ₃ (Kütlece %)	h-BN (Kütlece %)
1	100	-	-	-
2	99,5	0,5	-	-
3	99	1	-	-
4	98	2	-	-
5	99,5	-	0,5	-
6	99	-	1	-
7	98	-	2	-
8	99,5	-	-	0,5
9	99	-	-	1
10	98	-	-	2

Yukarıda anlatılan adımlardan sonra numuneler deneye hazır hâle gelmiştir. Şekil 3'te karışım hazırlama safhalarının ilk aşamasına (a-bileşenlerin kütlece karışımı ve b-kül fırını safhası) ve Şekil 4'te ise karışım hazırlama safhalarının ikinci aşamasına (a-toz haline getirme ve b-numunelerin muhafaza altına alınması) ait görüntüler paylaşılmıştır.

(a)



(b)



Şekil 3. Karışım Hazırlama Safhaları-I: (a) Bileşenlerin Uygun Kütlede Karıştırılması, (b) Karışımların Kül Fırınında Eritilmesi



Şekil 4. Karışım Hazırlama Safhaları-II: (a) Kül Fırınından Çıkan Bileşiklerin Toz Haline Getirilmesi, (b) Deneylere Hazır Hâle Getirilmiş Numuneler

DeneYler

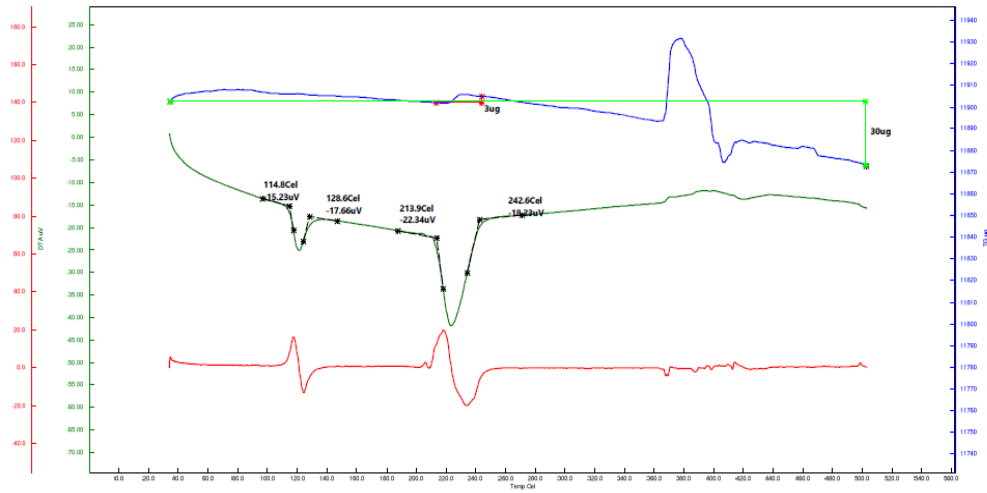
DeneYler, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Merkez Laboratuvarlarında yer alan Hitachi STA 7300 adlı TGA cihazı ile analiz gerçekleştirilmiştir (Şekil 5). Numuneler 10°C/dakika ısıtma hızında 35–500°C sıcaklık aralığında ısıtılmıştır. Bu süreçte deney atmosferi olarak hava seçilmiştir. DeneY süresince hassas algılayıcılar ile malzemenin kaybettiği kütle ölçülmüş, meydana gelen reaksiyonlar gözlenmiştir.



Şekil 5. Deneylerde Kullanılan TGA Cihazı

Deney Sonuçları

Deney sonuçları erime noktası ve kütle kaybı olarak iki alt başlıkta analiz edilmiştir. Analizler, cihazdan alınan grafiklerin irdelenmesi ile yapılmıştır. Örnek olarak referans numunenin (Numune-1) grafiği Şekil 6’da verilmiştir. Bu grafikte mavi eğri (en üstte olan), Termogravimetrik Analiz (TG) eğrisidir ve kütle kaybı analizinde bu eğri incelenir. TG skalası grafiğin sağ tarafında bulunmaktadır. Grafikte yeşil çizgi (ortada olan), Diferansiyel Isıl Analiz (DTA) eğrisidir ve numunenin aldığı ya da verdiği enerjiyi ifade etmektedir. İki yerde enerjide dalgalanma görülmektedir. İlk dalgalanma solar tuzun karakteristik bir özelliği olan α - β Katı-Katı hal dönüşümüdür (Saranprabhu ve Rajan, 2019). İkinci dalgalanma ise katı-sıvı hal değişimi (erime) bölgesidir. Grafiğin sol tarafında DTA’nın ölçüsü bulunmaktadır. Kırmızı çizgi (en altta olan) ise Türetilmiş Diferansiyel Isıl Analiz (DDTA) analizidir ve kristalleşme, nem kaybı gibi detaylı analizler için kullanıldığından dolayı kullanımına ihtiyaç duyulmamıştır. DDTA’nın ölçü değerleri ise solda DTA ölçeğinin daha ötesinde bulunmaktadır. Grafiğin altındaki ölçek ise $^{\circ}\text{C}$ cinsinden sıcaklık değerlerini temsil etmektedir.



Şekil 6. Numune-1'in TGA Grafiği

Erime Noktası Analizi

Erime noktası analizinde malzemenin erime aralıkları çıkarılmış ve deney çizelgelerinden yaklaşık erime noktaları tespit edilmiştir. Tablo 3'te de görüldüğü

üzere katkı maddelerinin erime noktasına etkisi oldukça zayıf kalmış ve erime noktası değerleri, referans numune olan 1. Numune değerlerine göre 2°C daha düşük ile 9°C daha yüksek sıcaklık aralığına yerleşmiştir. Özetle erime noktaları 215-226°C aralığına dağılmıştır. Referanstan düşük sadece iki numune vardır ve bu numuneler bor nitrür içermektedir. Bor nitrürün karışımdaki kütlece yüzdesi arttıkça erime noktasının düştüğü analiz edilmiştir. Amorf bor oksit içeren karışımlarda doğrusal bir sıcaklık hareketi gözlenmez iken camsı bor oksit miktarının artışının ise erime noktasını yükselttiği gözlenmiştir. Bu bilgiler ışığında bor oksit çeşitlerinin erime noktasının düşürülmesi için uygun katkı maddeleri olmadığı gözlenmiştir. Bor nitrürün, elde edilen veriler ışığında miktarı arttıkça karışımın erime noktasının düşürülmesi konusunda başarılı olduğu deneyden elde edilen sonuçlar ile tespit edilmiştir.

Tablo 3. Numunelerin Faz Değişim Sıcaklık Aralıkları ve Yaklaşık Değerleri

Numuneler	α - β Faz Değişimi Alt ve Üst Sınırları (°C)	α - β Faz Değişimi Ortalama Değeri (°C)	Erime Noktası Alt ve Üst Sınırları (°C)	Erime Noktası Yaklaşık Değeri (°C)
1	114,8 - 128,6	121,7	213,9 - 242,6	217
2	112,8 - 124,8	118,8	213,6 - 236,5	221
3	112,8 - 124,7	118,8	213,1 - 237,3	218
4	112,1 - 123,8	118,0	213,4 - 240,2	223
5	113,6 - 124,3	119,0	213,2 - 243,3	225
6	111,7 - 123,6	117,7	213,5 - 238,2	226
7	110,6 - 122,8	116,7	213,5 - 240,8	223
8	113,6 - 127,9	120,8	212,8 - 241,8	218
9	110,0 - 121,3	115,7	213,9 - 242,1	216
10	110,1 - 120,7	115,4	213,7 - 238,2	215

Kütle Kaybı Analizi

Tablo 4'teki değerler ışığında kütle kaybı analizi yapıldığında ise erime noktasında kütle kaybı yaklaşık olarak %0,0335 değerlerinde çıkmaktadır. Toplam kütle kaybı ise erime noktasının yaklaşık on katı olarak %0,3502 ortalama değerine ulaşmaktadır. Solar tuzdaki kütle kaybı yaklaşık 1/400 gibi düşük seviyelerdeyken kütlece %1 camsı B₂O₃ içeren numunedeki kayıp %1'i aşmaktadır. Katkı malzemeleri bazında incelediğimizde amorf B₂O₃ katkılı numunelerde kayıp referans malzemenin altında kaldığı için iyi bir performans sergilemiştir. Bor nitrür

içeren numunelerde de kayıplar oldukça düşük seviyelerde kalırken camsı B_2O_3 içeren numunelerde solar tuza göre %143 ile %299 arasında daha fazla kütle kaybı yaşanmıştır. Özetle, camsı B_2O_3 seçildiği takdirde kütle kaybının fazla olacağı, amorf B_2O_3 tercihinde referans değerlerine yakın sonuçlar elde edileceği ve bor nitrür kullanıldığında ise kütle kaybının referans akışkana göre daha düşük olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 4. Numunelerin Erime Noktasında ve Dene Süresince Toplam Kütle Kaybı

Numuneler	Erime Noktasında Kütle Kaybı (μg)	Erime Noktasında Kütle Kaybı Oranı (%)	Toplam Kütle Kaybı (μg)	Toplam Kütle Kayıp Oranı (%)
1	3	0,025	30	0,251
2	7	0,058	2	0,017
3	5	0,058	28	0,327
4	4	0,048	19	0,213
5	2	0,033	37	0,610
6	5	0,048	104	1,003
7	2	0,019	71	0,664
8	-	0,000	3	0,029
9	3	0,046	16	0,245
10	-	0,000	9	0,143

Sonuç

Yapılan deneylerle erime noktası daha düşük, kütle kaybı daha az ve ısı kapasitesi daha yüksek bir malzeme arayışı motivasyonu ortaya konulmuştur. Erime noktası konusunda h-BN ve amorf B_2O_3 numuneleri iyi bir performans sergilemiştir. Kütle kaybı bazında da h-BN ve amorf B_2O_3 numuneleri solar tuza göre daha iyi sonuçlar ortaya koymuştur. Katkı maddelerinden biri tercih edilecek ise bor nitrür konusunda çalışmaların devam etmesi daha makul görülmektedir.

CSP santrallerine önerilmesi için bir akışkanın kütle kaybı ve erime noktası analizi yeterli değildir. Çalışma sıcaklığında; ısı kapasitesi, yoğunluk, viskozite, ısıl iletkenlik katsayısı, buharlaşma basıncı gibi ısı transferi ve akışkanlar mekaniği temelli özelliklerin de analizi gerekmektedir. Bu analizlerin sonucunda en ideal akışkanın tespiti için daha detaylı bilgilere ulaşılabacaktır.

Öneriler

Bu çalışmada çeşitli bor katkılarının CSP sistemlerinde kullanılan bir ısı taşıyıcı akışkan olan solar tuzun ısı ve fiziksel özelliklerine etkisi incelenmiştir. Sonuçlar analiz edildiğinde ise üstün özelliklerinden dolayı hegzagonal bor nitrürün yüksek konsantrasyonda en ideal davranışı gösterdiği belirlenmiştir. Sonraki çalışmalar için bu bor bileşiğinin %5, %10 gibi daha yüksek konsantrasyonlarda termo-fiziksel özellikleri incelenmelidir. Ayrıca erime noktası ve kütle kaybı analizinde umut veren sonuçları sağlayan numunelerin ısı kapasitesi ve ısı iletkenlik katsayısı analizi de yapılmalıdır.

Extended Summary

Introduction

Heat transfer fluids (HTF) are used to provide the heat flow. As in different phases, there are also varieties that undergo phase change in the cycle like PCMs. Solar salt, a PCM, is a nitrate salt mixture that is in serious demand in CSP systems. The biggest disadvantage of solar salt is its high melting temperature. To reduce this value, researchers change the mixing ratio of solar salt as well as add various additives to improve its thermo-physical properties. In this study, solar salt was chosen as the base fluid. Amorphous boron oxide, glassy boron oxide and hexagonal boron nitride were used as additives. The aim of the study is creating added value for the country by increasing the usage areas of boron products.

Stages of Study

In the first step, solar salt components and additives were provided. In the next step, the mixture was prepared to be 60% NaNO₃ - 40% KNO₃ by adhering to the conventional mixing ratio of solar salt. Then, solar salt and additives were mixed respectively in the single step method. The mixtures were liquefied with the muffle furnace and then turned into powder form with a mortar + grinder processes.

After the fluid was prepared, melting point and mass loss analysis were performed in TGA device. Values were taken at a heating rate of 10°C/min. in the temperature range of 35-500°C and compared with each other. The first sample consisting of pure solar salt without additives was used as a reference sample.

Conclusion

As a result of the experiments, it has been observed that the solar salt mixture with boron nitride gives more preferable results than other additives. Also amorphous B_2O_3 performed better than the reference mixture. However, when the test results of glassy B_2O_3 were examined, it was understood that glassy B_2O_3 was not a suitable additive.

Kaynakça

Kitaplar

Çengel, Y. ve Boles, M. A. (2011). *Termodinamik, Mühendislik Yaklaşımıyla*. (Çev. Editörü A. Pınarbaşı), İzmir: Güven Kitabevi.

Makaleler

Awad, A., Navarro, H., Ding, Y., Wen, D. (2017). Thermal-Physical Properties of Nanoparticle-Seeded Nitrate Molten Salts, *Renewable Energy*, 120, 275-288.

Chung, S. J., Leonard, J. P., Nettleship, I., Lee, J. K., Soong, Y., and Martello, D. V., (2009). Characterization of ZnO Nanoparticle Suspension in Water: Effectiveness of Ultrasonic Dispersion. *Powder Technology*, 194 (1-2), 75-80.

Dudda, B., Shin, D. (2012). Investigation of Molten Salt Nanomaterials as Thermal Energy Storage in Concentrated Solar Power, *Proceedings of the ASME 2012 International Mechanical Engineering Congress & Exposition*, 813-818.

Gavarrell, P. G., Fereres, S. (2015). An Experimental Study of the Effect of SiO_2 Nanoparticles on the Phase Change Characteristics of KNO_3 - $NaNO_3$ Mixtures for Thermal Energy Storage, *Proceedings of the ASME 2015 International Mechanical Engineering Congress & Exposition*, 007-015.

González-Roubaud E, Pérez-Osorio D, Prieto C. (2017). Review of Commercial Thermal Energy Storage in Concentrated Solar Power Plants: Steam vs. Molten Salts. *Renewable Sustainable Energy Reviews*, 80, (Supplement C), 133–148.

- Hu, Y., He, Y., Zhang, Z., Wen, D. (2017). Effect of Al_2O_3 Nanoparticle Dispersion on the Specific Heat Capacity of a Eutectic Binary Nitrate Salt for Solar Power Applications, *Energy Conversion and Management*, 142, 366–373.
- İlhan, B., Kurt, M., Ertürk, H. (2016). Experimental Investigation of Heat Transfer Enhancement and Viscosity Change of hBN Nanofluids, *Experimental Thermal and Fluid Science*, 77, 272-283.
- Jamal-Abad, M. T., Zamzamian, A., Dehghan, M. (2013). Experimental Studies on the Heat Transfer and Pressure Drop Characteristics of Cu–Water and Al–Water Nanofluid in a Spiral Coil. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 47, 206–212.
- Krishnam, M., Bose, S., Das, C. (2016). Boron Nitride (BN) Nanofluids as Cooling Agent in Thermal Management System (TMS), *Applied Thermal Engineering* 106, 951-958.
- Lasfargues, M., Geng, Q., Cao, H., Ding, Y. (2015). Mechanical Dispersion of Nanoparticles and Its Effect on the Specific Heat Capacity of Impure Binary Nitrate Salt Mixtures, *Nanomaterials* 5(3), 1136-1146.
- Lian, J., Kim, T., Liu, X., Ma, J., Zheng, W. (2009). Ionothermal Synthesis of Turbostratic Boron Nitride Nanoflakes at Low Temperature. *The Journal of Physical Chemistry, C* 113, 9135-9140.
- Lo, C. H., Tsung, T. T., Chen, L. C., Su, C. H., Lin, H. M. (2005). Fabrication of Copper Oxide Nanofluid Using Submerged Arc Nanoparticles Synthesis System (SANSS). *Journal of Nanoparticle Research*, 7, 313–320.
- Mirkarimi, P. B., McCarty, K. F., Medlin, D. L. (1997). Review of Advances in Cubic Boron Nitride Film Synthesis. *Materials Science and Engineering: R: Reports*, 21 (2), 47-100.
- Muñoz-Sanchez, B., Maestre, J. N., Imbuluzqueta, G., Marañón, I., Iparraguirre-Torres, I., Garcia-Romero, A.M. (2017). A Precise Method to Measure the Specific Heat of Solar Salt-Based Nanofluids, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 129, 905-914.

- Myers, P. D. Jr., Alam, T. E., Kamal, R., Goswami, D. Y., Stefanakos, E. (2016). Nitrate Salts Doped with CuO Nanoparticles for Thermal Energy Storage with Improved Heat Transfer, *Applied Energy*, 165, 225–233.
- Riazi, H., Mesgari, S., Ahmed, N. A., Taylor, R. (2016). The Effect of Nanoparticle Morphology on the Specific Heat of Nanosalts, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 94, 254–261.
- Saranprabhu, M. K., Rajan, K. S. (2019). Enhancement of Solid-Phase Thermal Conductivity and Specific Heat of Solar Salt Through Addition of MWCNT: New Observations and Implications for Thermal Energy Storage, *Applied Nanoscience*, 9, 2117-2126.
- Shi, L., Gu, Y., Chen, L., Qian Y., Yang, Z., Ma, J. (2004). Synthesis and Morphology Control of Nanocrystalline Boron Nitride. *Journal of Solid State Chemistry*, 177 (3), 721-724.
- Siegel, N. P., Bradshaw, R. W., Cordaro, J. B., Kruiuzenga, A. M., (2011). Thermophysical Property Measurement of Nitrate Salt Heat Transfer Fluids. *Proceedings of the ASME 2011 5th International Conference on Energy Sustainability*, USA, 439-446.
- Solangi, K. H., Kazi, S. N., Luhur, M. R., Badarudin, A., Amiri, A., Sadri, R., Zubir, M. N. M, Gharehkhani S., Ten K. H. (2015). A Comprehensive Review of Thermo-Physical Properties and Convective Heat Transfer to Nanofluids. *Energy*, 89, 1065–1086.
- Xie, Q., Zhu, Q., Li, Y. (2016). Thermal Storage Properties of Molten Nitrate Salt-Based Nanofluids with Graphene Nanoplatelets, *Nanoscale Research Letters*, 11(306), 1-7.
- Yu, W., France, D. M., Routbort, J. L., Choi, S.U.S., (2008). Review and comparison of nanofluid thermal conductivity and heat transfer enhancements. *Heat Transfer Engineering*, 29 (5), 432-460.
- Zyla, G., Fal, J., Traciak, J., Gizowska, M., Perkowski, K. (2016). Huge Thermal Conductivity Enhancement in Boron Nitride – Ethylene Glycol Nanofluids, *Material Chemistry and Physics*, 180, 250-255.

Tezler

Alkoy, S. (1994). *Turbostratik Bor Nitrürün Kristalizasyon Davranışı ve Karakterizasyonu*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bayraktar, F. S. (2020). *Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi (CSP) Uygulamaları İçin Bor Katkılı Eriyik Tuzların Termal Özelliklerinin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

Top, A. (2016). *Synthesis & Characterization of Boron Nitride Nanostructures and Application in Nanocomposites*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Elektronik Kaynaklar

Penn State University (PSU) (2021). *Utility Solar Power and Concentration, Fluid Storage*. <https://www.e-education.psu.edu/eme812/node/704> adresinden 02.09.2020 tarihinde alınmıştır.

SQM, (2018). *Thermo-Solar Salts*. <https://www.sqm.com/wp-content/uploads/2018/05/Solar-salts-Book-eng.pdf> adresinden 02.09.2020 tarihinde alınmıştır.

T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Eti Maden A. Ş. (Eti Maden), (2019a). *Bor Oksit – Camsı, Ürün Teknik Bilgi Formu*. <http://www.etimaden.gov.tr/storage/pages/March2019/4-1-bor-oksit-camsi.pdf> adresinden 02.09.2020 tarihinde alınmıştır.

T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Eti Maden A. Ş. (Eti Maden), (2019b). *Bor Oksit – Gözenekli, Ürün Teknik Bilgi Formu*. <http://www.etimaden.gov.tr/storage/pages/March2019/4-2-bor-oksit-gozenekli.pdf> adresinden 02.09.2020 tarihinde alınmıştır.



Terörizmin Unutulan Yüzü: Devlet Terörizmi*

İzzet KONCAGÜL**

Öz

Bir devletin kendi kurumları veya devlet dışı aktörler vasıtasıyla kendi veya diğer devletlerin vatandaşlarına karşı uyguladığı kapsamlı, yaygın ve sistematik şiddet eylemleri olarak tanımlanan devlet terörizmi, günümüzde insanların ve toplumların güvenliğini tehdit eden unsurlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Devlet terörizminin neden olduğu ölüm ve yaralanmalar, devlet dışı aktörler tarafından uygulanan terörizme kıyasla fazla olmasına rağmen bu terörizmin gerekli ilgiyi görmediği bilinen bir gerçektir. Özellikle Irak, Suriye, İsrail, Kolombiya, Çin gibi birçok devlet güvenlik güçlerini veya paramiliter yapıları kullanarak insanlara karşı işkence, tecavüz, yargısız infaz gibi eylemler gerçekleştirmektedir. Bunun yanında bazı devletlerin terörizm kampanyalarına karşı masum ve suçlularını birbirinden ayırt etmeksizin orantısız bir şekilde karşılık verdiği görülmektedir. Fakat hem akademik alanda hem de uluslararası örgütler eliyle yapılan terörizm çalışmalarını incelediğimizde devlet terörizminin sadece alt başlıklar veya kısa paragraflarla açıklandığını, Hitler ve Stalin tarafından uygulanan devlet terörizmi örnekleriyle de daraltıldığını görmekteyiz. Yapılacak çalışmada; devletlerin terörizme karşı terörizm yöntemini benimsediği ve bu hâliyle devlet dışı aktörlerden daha tehlikeli ve ölümcül olduğu varsayımı ele alınacak, devlet terörizminin; terör niteliğinde olmayan suçtan ve devlet şiddetinden farkı, hedef kitle ve üst otorite bağlamında ele alınarak incelenecektir. Devletlerin terörizme karşı terörizme başvurduğu varsayımı, Sri Lanka-Tamil Kaplanları, Fransa-Ulusal Kurtuluş Cephesi, Kolombiya-Kolombiya Devrimci Silahlı Güçleri vakaları üzerinden incelenecektir. Söz konusu örnek vakaların farklı dönemlerde ve mekânlarda

* Bu çalışma, “Terörizme Karşı Koyma Yöntemi Olarak Devlet Terörizmi ve Örnek Vakalar Üzerinden İncelenmesi” tezinden düzenlenmiştir.

** Arş.Gör., Milli Savunma Üniversitesi, Alparslan Savunma Bilimleri Enstitüsü, Güvenlik Araştırmaları Ana Bilim Dalı, ikoncagul@kho.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7018-2968.

Geliş Tarihi/Received : 05.06.2020

Kabul Tarihi/Accepted : 02.02.2021

Araştırma Makalesi/Research Article

DOI: 10.17134/khosbd.913876

gerçekleşmiş olması devlet terörizminin zamansal özellik bağlamında nasıl değiştiğini anlamamız bakımından katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: *İşkence, Devlet Terörizmi, Paramiliter Yapılanmalar, Hedef Kitle.*

The Forgotten Face of Terrorism: State Terrorism

Abstract

State terrorism, which is defined as the comprehensive, widespread and systematic acts of violence committed by a state through its own institutions or non-state actors against its own or the citizens of other states, is one of the factors threatening the security of people and societies today. It is a known fact that although the deaths and injuries caused by state terrorism are more than the terrorism implemented by non-state actors, they do not receive the necessary attention. In particular, many states such as Iraq, Syria, Israel, Colombia and China use security forces or paramilitary structures to carry out acts of torture, rape, and extrajudicial execution against people. In addition, some states seem to respond disproportionately to terrorism campaigns without distinguishing innocent and criminals from each other. However, when we examine the terrorism studies carried out both in the academic field and by international organizations, we see that state terrorism is explained only by subtitles or short paragraphs, and it is narrowed by examples of state terrorism applied by Hitler and Stalin. In the study to be carried out; the assumption that states adopt the terrorism method against terrorism and as such are more dangerous and deadly than non-state actors. The difference between state terrorism, non-terrorist crime and state violence is carried out in the context of target audience and top authority. In addition, the assumption that states resort to terrorism against terrorism will be analyzed by considering the cases of Sri Lanka-Tamil Tigers, France-National Liberation Front, Colombia-Colombian Revolutionary Armed Forces. The fact that the sample cases took place in different periods and places will contribute in terms of meaningless how state terrorism has changed in the context of temporal characteristics.

Keywords: *Torture, State Terrorism, Paramilitary Structures, Target Audience.*

Giriş

Egemen devletler uzunca bir süredir güvenlik çalışmalarının ana nüvesi olarak kabul görmüş ve bu konuda birçok akademik çalışma yapılmıştır. Soğuk Savaş'ın bitimiyle devlet dışı aktörler de güvenlik çalışmalarına dâhil olmaya başlamış ve bu dönemdeki tartışmalar çevresel sorunlar, terörizm, salgın hastalıklar, göç, siber tehdit gibi konular etrafında şekillenmeye başlamıştır. Bu çalışmalar arasında önemli bir yer tutan terörizm konusu ele alındığında ise, odak noktasının devlet dışı aktörlerin uyguladığı terörizm olduğu görülmektedir. Devlet dışı aktörler tarafından uygulanan terörizmin uluslararası barış ve güvenliği tehdit ettiği konusunda yaygın bir görüş olmakla beraber, devletler tarafından uygulanan terörizme gereken önem verilmediği görülmektedir. Terörizmin, zayıfların silahı olduğu ve güçlü rakiplere karşı kullanıldığının belirtilmesine rağmen güçlü tarafta olan devletler eliyle kullanılan terörizmin göz ardı edildiği düşünülmektedir. Yazındaki devlet terörizmi çalışmaları incelendiğinde birçok çalışmanın Stalin ve Hitler tarafından uygulanan devlet terörizmi ile sınırlı kaldığı ve kısa bölümler halinde ele alındığı görülmektedir. Buna rağmen dünyanın hemen hemen her bölgesinde devletler tarafından uygulanan terörizmin, devlet dışı aktörlerin uyguladığı terörizmden daha ölümcül ve yıkıcı olduğu görülmektedir. Devletlerin uyguladığı terörizm, sahip oldukları silah, ekipman, istihbarat bilgisi ve personel sayısı bakımından göreceli üstün ve devlet dışı aktörler ile kıyaslanamayacak seviyededir.

Devlet terörizmi üzerinde konsensüs sağlanmış bir tanım olmamakla beraber devletlerin terörizmin uygulayıcısı olup olmadıkları, günümüzde halen birçok bilim insanı tarafından tartışılmaktadır. Devletleri terörizmin uygulayıcısı olarak kabul eden bilim insanların bir kısmı söz konusu terörizmi otoriter ve totaliter rejimlerin uyguladıkları şiddetle beraber ele almaktadır.

Günümüzde demokratik devletlerin yumuşak hedef olarak görülmeleri, terör örgütleri tarafından hedef alınmalarına neden olmaktadır. Söz konusu devletler terörizmle mücadele kapsamında legal yollarla terör örgütlerine ve terör eylemlerine karşılık vermektedir. Bu mücadele yöntemleri farklılık gösterebilmekte ve bazı yöntemler aşırıya kaçarak devlet terörizmine dönüşebilmektedir. Çalışmanın ana problemini oluşturacak olan devletlerin terörizmle mücadelede aşırı yöntemler uygulayarak devlet terörizmini benimsemesi örnek vakalar üzerinden

değerlendirilecektir. Devletler, uluslararası baskıya maruz kalmamak için devlet dışı aktörleri terörizmle mücadele amacıyla kullanmaktadır. Devlet dışı aktörlerin kullanılması, adı geçen devletlerin devlet terörizmini gizlemektedir.

Yapılan bu çalışmada, devletlerin terörizmin uygulayıcısı olabileceği ve terörizme karşı aşırı tedbirler uygulayarak devlet terörizmi yöntemini benimseyebileceği varsayımı ele alınacaktır. Betimsel niteliği ağır basan bu çalışma, nitel araştırma tekniklerinden doküman incelenmesi yöntemi ile veriler elde edilmek suretiyle yapılmıştır. Yazında geçen devletlerin terörizm uygulayıcısı olabileceği konusundaki tartışmalar ve devlet terörizmi ile ilgili ele alınan görüşler çalışmada incelenmiştir. Dolayısıyla devlet içindeki veya devlet adına çalışan aktörler ile terör faaliyetleri arasındaki ilişki üzerinden devletlerin terörizm uygulayıcısı olabileceği konusu üzerinde durulmuştur. Devlet terörizminin yazındaki eksikliğini göz önüne alarak, mevcut boşluğun kapatılabilmesine katkı sağlamak ve devleti, terörizm çalışmalarına dâhil edebilmek amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Bu kapsamda ilk bölümde devlet terörizmi ile ilgili ele alınan görüşler detaylı bir şekilde incelenecek ve bu görüşler çerçevesinde devlet terörizmi için bir tanım yapılacaktır. Devam eden bölümde devlet terörizmi ile devletin uyguladığı diğer şiddet biçimleri hedef kitle ve üst otorite bağlamında açıklanacaktır. Buna müteakip devletlerin terörizm yöntemini benimseme sebepleri ve devlet terörizmini belirleme zorlukları ele alınacaktır. Nihai aşamada ise somut örnekler üzerinden devlet terörizmi uygulamaları karşılaştırmalı olarak analiz edilecektir.

Kavramsal, Tarihsel ve Kuramsal Açından Devlet Terörizmi

Devletler tarafından uygulanan şiddet yüzyıllardır en büyük yıkım kaynaklarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Devletlerin, nüfusu kontrol etmek, fethedilen sömürge bölgelerinde işgücü kaynaklarını güvence altına almak gibi birçok nedenden ötürü uyguladığı şiddet yüzünden milyonlarca insanın hayatını kaybettiği belirtilmektedir. 20. yüzyıl boyunca modern devletler savaş dışında 170 ile 200 milyon arasında insanın ölümünden sorumlu görülmektedir (Rumell, 2009: 4). Söz konusu insanların çoğu, hayatını Stalin ve Mao'nun uyguladığı terörizm kampanyalarında kaybetmiştir. Bunlara Şili, Arjantin, Güney Afrika, İran, Irak ve onlarca ülkede uygulanan diktatörlük rejimleri de eklenebilmektedir.

Devletler tarafından uygulanan terörizm kampanyaları da günümüzde insanların ve toplumların güvenliğini tehdit eden unsurlardan biri olmaya devam

etmektedir. Özellikle Çeçenya, Keşmir, Filistin, Irak, Kolombiya, Zimbabve, Darfur, Somali ve Çin gibi dünyadaki düzinelerce devlet, güvenlik güçlerini veya paramiliter yapılanmaları kullanarak insanlara karşı işkence, tecavüz, yargısız infaz gibi eylemler gerçekleştirmektedir. Daha da rahatsız edici bir şekilde, devletlerin hükümete yönelik terörizm kampanyalarına karşı, masum ve suçluları birbirinden ayırt etmeksizin orantısız bir şekilde karşılık verdiği görülmektedir. Sonuç olarak devletlerin terörizme karşı savaş bağlamında uyguladığı şiddetten dolayı ölen insanların sayısı devlet dışı aktörlerin uyguladığı terörizmden oldukça fazladır (Jackson, 2010: 2).

Tablo 1. 1990-1999 Yılları Arasındaki Terörizm Çalışmalarının Sınıflandırılması

Sıra Nu.	Tür	Makale	Yüzde Oranı
1.	Etnik-Milliyetçi Örgütler	26	25,2
2.	İslami Aşırılık Yanlısı Örgütler	20	19,4
3.	Marksist/Komünist Örgütler	17	16,5
4.	Sağ İdeolojili Örgütler	13	12,6
5.	Kült Örgütler	8	7,8
6.	Çevreci Örgütler	4	3,1
7.	Suç Örgütleri	2	1,9
8.	Devlet Terörizmi	2	1,9
9.	Diğerleri	12	11,7
Toplam		104	100

(Silke, 2004: 206)

Tablo 1’de görüldüğü üzere terörizm, siyasi şiddet, çatışma ve terörizm araştırmaları ile ilgili makalelerde yapılan bir incelemede 1990’dan 1999’a kadar makalelerin yüzde ikisinden daha azının devlet terörizmine odaklandığı saptanmıştır

(Silke, 2004: 206). Bu eğilimin o zamandan günümüze büyük ölçüde değişmediği görülmektedir. Dünya Terörizm Ansiklopedisi'nde bulunan 768 sayfanın 12 sayfasının, Terörizm Sözlüğü'nün ise 8 sayfasının devlet terörizmine yer verdiği belirtilmektedir (Thackrah, 2004). Yazındaki devlet terörizmi eksikliği 2008 yılında yapılan Uluslararası Araştırmalar Derneği Yıllık Sözleşmesi programına da yansımaktadır. Söz konusu programda tanımlanan 173 makalenin terörizm veya terörizmle mücadele üzerine yazılmasına rağmen 4 adet makalenin devlet terörizmini ele aldığı görülmektedir (Blakeley, 2009: 11). Jackson'a göre, 2008 ile 2010 arasında yapılan terörizm çalışmalarının yüzde 5'i devlet terörizmine yer vermektedir (Jackson, 2010: 3). 11 Eylül 2001'den bu yana terörizm çalışmalarının sayısı artmasına rağmen devlet terörizminin zengin ampirik verilerden yoksun olduğu görülmektedir. Devlet terörizminin yazındaki azlığı da sorun olmaya devam edecek gibi görünmektedir.

Bir eylemin devlet terörizmi olarak etiketlenmesi için söz konusu eylemin devlet dışı aktörlerin uyguladığı terörizmle tutarlı olması gerekmektedir. Bilindiği gibi terörizm çalışmaları, terörizmin tanım sorunu ile başlamaktadır. Yapılan onlarca çalışmaya rağmen halen ortak bir tanıma ulaşılamamış ve sadece yapılan tanımlar ele alınarak ortak unsurlar belirlenmeye çalışılmıştır. Ancak bilim insanlarının devlet dışı aktörler veya ulusaltı gruplar tarafından uygulanan terörizme odaklanması, terörizm çalışmalarındaki eksikliği ortaya çıkarmaktadır.

Devletlerin terörizm uygulayıcısı olup olmayacağı yazında tartışılmakta ve iki ana görüş etrafında şekillenmektedir. Aşağıda detaylı şekilde incelenecek olan eylem ve aktör odaklı terörizm çalışmaları söz konusu görüşleri oluşturmaktadır. Laquer terörizm çalışmalarındaki ana sorun olarak devlet terörizmini görmekte ve devlet terörizminin, devlet dışı aktörler tarafından uygulanan terörizme nazaran çok daha yıkıcı olduğunu belirtmektedir. Buna rağmen Laquer'e göre devlet terörizmi ve devlet dışı aktörler tarafından uygulanan terörizm motivasyon, fonksiyon ve etki bakımından birbirinden ayrılmaktadır (Laquer, 1986). Hoffman, benzer şekilde devletin uyguladığı şiddetin, devlet dışı aktörlerin uyguladıklarından daha ölümcül olduğunu kabul etmekte ancak devlet terörizmini, terörizm çalışmalarına dâhil etmemektedir (Hoffman, 2006: 31). Laquer ve Hoffman gibi bir kısım bilim insanı devletlerin terörizm uygulayıcısı olamayacağını, terörizm tanımının aktör bazlı ele alınması gerektiğini, devletin meşru güç kullanma tekeline sahip olduğunu belirterek devleti içeren terörizm tanımlarına karşı çıkmaktadır.

Devlet terörizmini çalışmalarına dâhil eden bilim insanlarından biri olan Stohl, modern terör kavramının Fransız Devrimi sonrasında yaşanan devlet terörü süreci ile yazına girdiğini belirtmekte ve modern terörizmin devlet dışı gruplar tarafından değil de devlet tarafından uygulanan terörizm ile başladığını savunmaktadır. Söz konusu görüşe göre devlet terörizmi açık ve gizli olarak ikiye ayrılmaktadır. Devletin terörü politika aracı haline getirip terörizm uyguladığı dönemi ve vekil terörizmini açık, paramiliterlerin kullanılmasını ise gizli devlet terörizmi olarak adlandırılmaktadır (Stohl, 1984: 40). Claridge ise devletin şiddet kullanma hakkının olduğunu ancak bunun istenildiği gibi kullanılamayacağını belirtmektedir. Devlet terörizmini ise 7 maddede şu şekilde açıklamaktadır:

- Devlet terörizmi sistematiktir,
- Şiddet ve şiddet tehdidi içermektedir,
- Politiktir,
- Devlet temsilcileri ya da devletin kaynakları ile çalışan yandaşlar tarafından uygulanmaktadır,
- Korku yaratmak amaçlanmaktadır,
- Mağdurdan daha geniş bir gruba mesaj iletmek için amaçlanmıştır,
- Söz konusu mağdur kitle silah veya örgütlenme yapısı içinde değildir (Claridge, 1996: 52).

Terörizmi, devrimci bir grup veya hükümet olduğuna bakılmaksızın yeterli ahlaki, hukuki gerekçe taşımayan her türlü politik şiddet olarak tanımlayan Falk, devletleri terörizm uygularken terörizmle mücadele şeklini eleştirmekte ve devlet terörizminin uluslararası hukuk kurallarına uyulmadan örtülü operasyonlar şeklinde gerçekleştirildiğini belirtmektedir (Falk, 2003: 54).

Devlet terörizmini gereğinden az çalışıldığı için hayalet devlet terörizmi (*ghost of state terrorism*) şeklinde adlandıran Jackson, devlet veya devlet dışı olsun terörizmin aynı olduğunu ve aktör farklılığının şiddeti farklı kılmadığını dile getirmektedir (Jackson, 2008: 380, Jackson. 2010: 3). Blakeley ise devlet terörizmini dört unsur etrafında tanımlamaktadır. Bu unsurlar: Devletin korumakla yükümlü olduğu insanlara karşı şiddet uygulaması veya önceki eylemler yoluyla böyle bir eylem olacağı korkusu yaratması, eylemin paramiliter ve özel güvenlik ajanları dâhil

olmak üzere devlet adına ya da devletle birlikte olan taraflarca kullanılması, şiddet eyleminin veya tehdidin mağdurla özleşen hedef gözlemcilerde korku uyandırmayı amaçlaması ve hedef kitlenin davranışının bir şekilde değiştirilmesinin amaçlanmasıdır (Blakeley, 2012: 66). Savunulan bu görüşe göre devlet terörizminin politik amaç taşıdığı kadar politik olmayan amaçlar içinde kullanıldığı dile getirilmektedir.

Ganor ise devletleri, terörizme katılım seviyelerine göre değerlendirmekte, devlet terörizmi ve devlet destekli terörizm ayrımını bu seviyelerin belirlediğini dile getirmektedir. Ganor devletlerin terörizme katılımını; ideolojik destek, finansal destek, askerî destek, operasyonel destek, hedef belirleme ve yönlendirme, yandaş aracılığı ile terör saldırıları gerçekleştirme ve devlet kurumlarınca terör saldırıları gerçekleştirme olmak üzere 7 bölümde incelemiştir. Devlet kurumlarınca terör saldırıları gerçekleştirilenin, devletlerin terörizme katılımının en üst düzeyi olduğunu belirten Ganor, İran'ın 7 düzeyde de terörizme destek verdiğini ve terörizm uyguladığını savunmaktadır (Ganor, 2015: 66-72).

Daha güncel bir çalışmada, Rupka ve Baggiarini gelişen teknoloji ile beraber devlet terörizminin araçlarının arttığını düşünmektedir. Savunulan bu görüşe göre insansız hava araçları (İHA), devletler tarafından terörizm amaçlı kullanılabilen ve siviller üzerinde korku yaratabilmektedir. Çalışmada devlet terörizmi ve İHA ilişkisi, *Panoptikon* hapisane modeli ile açıklanmaya çalışılmıştır. *Panoptikon* hapisane modelinde gardiyanlar mahkûmlar tarafından görülmeyen bir kulenin içinde gözetleme yapmaktadır. Bu görünmezlik, mahkûmların kendilerini sürekli izleniyormuş gibi hissetmelerine ve davranışlarını değiştirmelerine neden olmaktadır. İHA'ların da aynı etkiyi bırakabileceğini belirten bu görüş, belirli bir kitlenin davranışını korku ile kontrol edilebilir hâle getirilebileceğini savunmaktadır (Ropke ve Baggiarini, 2018; 343-354). Yapılan başka bir çalışmada İHA'ların suçlular kadar sivilleri de öldürdüğü ve halk üzerinde korku yaratmayı amaçladığı Pakistan, Yemen, Somali ve Afganistan örnekleri üzerinden değerlendirilmiştir. Çalışmaya göre Condor Planı¹ ve Phoenix Operasyonu'nda² olduğu gibi İHA'lar

¹ Condor Planı, 1970'li yıllarda Latin Amerika'da yer alan sağ diktatörlerin CIA tarafından desteklenmesi için oluşturulmuştur.

² Phoenix Operasyonu, Vietnam Savaşı'nda CIA aracılığıyla Güney Vietnam ve Avustralya askerleri arasındaki iş birliğini sağlamak amacıyla uygulanan programdır. Programın amacı, Vietnam Ulusal Kurtuluş Cephesi üyelerini tespit ve yok etmektir.

özellikle İngiltere ve ABD tarafından suçluları öldürmekten ziyade sivil halkı korku ile kontrol altında tutmak için kullanılmaktadır (Blakeley, 2018: 322-330).

Finley'e göre terör teriminin kökenleri, devletlerin sivil nüfusu sindirmek için şiddet uygulamasına dayanmaktadır. Devlet terörizmi, devlet dışı aktörler tarafından uygulanan terörizmden çok daha önce varolan bir uygulamadır. Devletlerin terörizme karşı koyma yöntemlerinin nasıl devlet terörizmine dönüştüğünü inceleyen Finley ve Tynen, Çinlilerin Uygur Türkleri'ne uyguladıkları yöntemlerin devlet terörizmi teşkil ettiğini belirtmektedirler (Finley, 2019; 14-16; Tynen, 2020: 2.).

Söz konusu görüşler değerlendirildiğinde birkaç hatalı varsayımın doğru şekilde değerlendirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Bunlardan ilki terörizmin sadece devlet dışı aktörler tarafından uygulanabileceğidir. Terörizm en basit anlamıyla politik amaçlara ulaşmak için kullanılan şiddet stratejisidir. Bu nedenle devlet veya devlet dışı aktörler aynı stratejiyi kullanabilmektedir. İkinci olarak devletlerin uyguladıkları terörizmi gizlemeye çalışmaları terörizmin tanımına aykırı olduğu şeklinde yorumlanmamalıdır. Devletlerin, devlet dışı aktörlerin aksine eylemlerinde tanıtım amaçlamadığı hatta mümkün olduğunca eylemlerini gizlemeye çalıştığı bilinen bir gerçektir. Ancak eylemin gizli yapılması, hedef kitlesinin olmadığı şeklinde değerlendirilmemelidir. Devlet tarafından uygulanan şiddetin söz konusu hedef kitleye gereken mesajı verdiği ve tanıtım yapmaya gerek duymadığı görülmektedir. Üçüncü olarak devlet terörizminin baskı veya insan hakları ihlali olarak adlandırılan yeni bir analize ihtiyaç olmadığı düşünülmektedir. Bu tür bir benzetme ise terörizm çalışmalarını oldukça kısıtlamakta ve sınırlandırmaktadır. Aşağıda değinileceği üzere devletin uyguladığı şiddet ve terörizm birbirinden oldukça farklıdır. Son olarak devlet terörizmi ve devlet dışı aktörler tarafından uygulanan terörizmin amaç, araç ve sonuç özellikleri bakımından farklılık gösterdiği düşünülmektedir. Uygulamada devlet ve devlet dışı aktörlerin aslında aynı stratejileri kullandıkları (kaçırma, infaz, işkence, bombalama vb.) ve politik bir amaç için harekete geçtikleri görülmektedir. Özünde devlet ve devlet dışı aktörler terörizmi araçsal olarak özdeş şekillerde ve benzer nedenlerle kullanmaktadır.

Devlet terörizmi, terörizmde olduğu gibi saik, araç, kasti fill ve maksat unsurlarından oluşmaktadır. Aktörün devlet olması söz konusu eylemin terörizm olarak adlandırılmasına engel teşkil etmemektedir. Kısacası devlet terörizmi,

devletin güvenlik güçleri (ordu, jandarma ve polis) veya paramiliter yapılanmalar tarafından, korumakla yükümlü olduğu vatandaşlarına veya diğer devletlerin vatandaşlarına karşı politik bir amaç doğrultusunda şiddet tehdidinin olması veya şiddetin kullanılmasıdır. Söz konusu eylemin mağdur dışında hedef kitlede korku yaratması ve üst otorite bağlamında gerçekleşmesi devlet terörizminin en kritik unsurlarını oluşturmaktadır. Üst otoritenin hangi seviyede olacağı ise başka bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan çalışmada üst otorite devlet başkanı veya bakanlar olabileceği gibi general veya üst seviyedeki yetkililerde olabilmektedir. Devleti terörizm uygulayıcısı olarak kabul ettiğimizde tartışma farklı bir boyut kazanmaktadır. Devletler terörizmin uygulayıcısı olabiliyorsa devlet terörizminin devletin uyguladığı diğer şiddet biçimlerinden farkı nedir sorusu ortaya çıkmaktadır.

Devletler tarafından oldukça aktif şekilde kullanılan paramiliter yapılanmalar, askerî silahlar veya askerî araçlarla donatılmış, düzenli askerî kuvvetleri desteklemek veya değiştirmek için merkezi hükümet tarafından eğitilmiş ve organize edilmiş birimler şeklinde tanımlanabilmektedir (Janowitz, 1998: 28). Paramiliter yapılanmalar askerileştirilmekle beraber düzenli askerî birliklere yardımcı güçler olarak kullanılmaktadır (Belkin ve Schofer, 2003; Pilster ve Böhmelt, 2011). Bu tür yapılanmalar, operasyonel kontrolü belirledikleri için rejimlerle oldukça yakından ilişkilidir (Böhmelt, 2018: 203).

Devlet Terörizminin Devletin Uyguladığı Diğer Şiddet Biçimlerinden Farkı

Terörizmi diğer şiddet biçimlerinden ayırdığı gibi devlet terörizmini de devletin uyguladığı diğer şiddet biçimlerinden ayıran en önemli özelliğin hedef kitle olduğu düşünülmektedir. Söz konusu kitle belirli bir kesim ile sınırlandırılabilen gibi daha büyük bir kitle de olabilmektedir. Hedef kitle ile beraber üst otorite yetkisinin olması ise devlet tarafından uygulanan terörizmi diğer şiddet biçimlerinden ayırmamıza yardımcı olmaktadır. Devletlerin eylemlerini gizlemesi, hedef kitlenin olmadığı şeklinde algılanmamalı, eylemin hedef kitlesinin tüm gizliliklere rağmen mevcut olduğu düşünülmektedir (Blakeley, 2009: 33).

İşkence davalarından yola çıkarak hedef kitle ve üst otoritenin önemini ortaya koymak yararlı olacaktır. Devletlerin uyguladığı şiddetten dolayı mağdur olan insanların çoğu işkenceye maruz kalan bireylerdir. İşkence yöntemi devlet terörizmi, devlet şiddeti ve terör niteliğinde olmayan suç olmak üzere üç biçime

bürünebilmektedir. Söz konusu şiddet biçimlerinin birbirinden ayrılan özellikleri bulunmaktadır.

İşkence eyleminin birkaç polis, asker, jandarma veya devlet aktörleri tarafından gizli ve üst otorite izni olmadan gerçekleştirilmesi ve hedef kitleden yoksun olması durumunda terör niteliğinde olmayan suç teşkil edeceği belirtilmektedir (Blakeley, 2009: 34). Her ne kadar eylem devlet aktörleri tarafından gerçekleşse de durum devlet terörizmi olarak kabul edilmemektedir. Eylemin üst otorite izninden ve hedef kitleden yoksun olması devlet terörizmi olarak sayılmamasındaki kritik noktayı oluşturmaktadır. İşkence eyleminin bir diğer formu devlet şiddeti biçiminde görülmektedir. İşkence eylemi polis, jandarma, asker veya devlet aktörleri tarafından üst otorite izni dâhilinde hedef kitleden yoksun bir şekilde gerçekleşiyorsa devlet şiddeti formuna dönüşmektedir. Terör niteliğinde olmayan suç ve devlet şiddetini birbirinden ayıran önemli noktayı eylemin bir üst otorite izni dâhilinde gerçekleşmesi oluşturmaktadır. Son olarak işkence eylemi polis, jandarma, asker veya devlet aktörleri tarafından üst otorite izni ile hedef kitleyi etkilemek amaçlı uygulanıyorsa devlet terörizmi teşkil etmektedir (Blakeley, 2012: 67). Devlet terörizmi formuna dönüşen işkencenin hedef kitlesi duvarlar dışındaki topluluklar olabileceği gibi daha spesifik ve küçük bir grup da olabilmektedir. Özetle devlet terörizminin, devletin uyguladığı diğer şiddet biçimlerinden farkı üst otorite ve hedef kitle bağlamında ortaya çıkmaktadır. Her ne kadar devlet terörizmi, devlet şiddeti ve terör niteliğinde olmayan suç birbirinden hedef kitle ve üst otorite bağlamında ayrılrsa da hepsi birer suçtur. Buradaki önemli noktayı terör suçunun ve terör niteliğinde olmayan suçların birbirinden nasıl ayrıldığı oluşturmaktadır.

Devlet Terörizmini Belirleme Zorluğu ve Devletlerin Terörizm Yöntemini Benimseme Sebepleri

Devletin uyguladığı şiddetin devlet terörizmi teşkil edip etmeyeceği hedef kitle ve üst otorite unsurları temel alınarak belirlenmektedir. Ancak devletler tarafından uygulanan terörizmin belirlenmesinin oldukça zor olduğu görülmektedir. Devletler uluslararası baskıdan ve sorumluluktan kurtulmak için devlet aktörleri yerine paramiliter yapılanmaları kullanmaktadırlar. Bununla beraber eylemlerini devlet dışı aktörlere kıyasla tanıtmaya eğilimine girmemeleri, eylem ile devlet arasındaki bağlantının kurulmasını zorlaştırmaktadır.

Blakeley'e göre devlet aktörlerinin niyetlerini belirlemek kolay değildir ve çoğu zaman amaçları belirsizlik içinde kalmaktadır (Blakeley, 2009: 36). Mitchell, devletlerin faaliyetlerinin ortaya çıkması durumunda, devletlerin gerekli tedbirleri alarak durumu meşrulaştırma çabasına girdiklerini düşünmektedir (Mitchell, 1986: 2-3). Devletlerin, devlet dışı aktörlere nazaran eylemlerini ve niyetlerini tanıtmaya eğilimine girmedikleri görülmektedir (Chambliss, 1989: 203-204).

Claridge, devletlerin uluslararası toplum tarafından baskıya maruz kaldığında, güvenlik güçleri (polis, asker veya jandarma) yerine paramiliter grupları kullandığını belirtmektedir. Böylece devletler, baskı ve sorumluluk problemini azaltarak eylemlerine devam etmektedir. Claridge devlet terörizminin en büyük zorluğunun paramiliter gruplar ile devlet arasında ilişkinin bulunması olduğunu dile getirmektedir (Claridge, 1996: 58).

Sproat, farklı bir bakış açısı ile durumu yorumlamaktadır. Araştırmacı devlet dışı aktörlerin uyguladığı terörizm açıkça görülürken devlet terörizminin belirginlik ve rapor açısından yetersiz kaldığı görüşünü belirtmektedir. Sproat devlet terörizmini, bilinen sırrın belirsizliği şeklinde dile getirmektedir ve devlet terörizmi uygulayan kurumun yapısı ve büyüklüğüne göre kanıt bulmanın değişiklik göstereceğini vurgulamaktadır. Politik ve askerî yapı büyüdükçe eylemin sorumluluğunun belirlenmesi zorlaşmaktadır. Sproat'a göre söz konusu durum Batı'da devlet terörizmi eksikliğini açıklamaktadır (Sproat, 1991: 26).

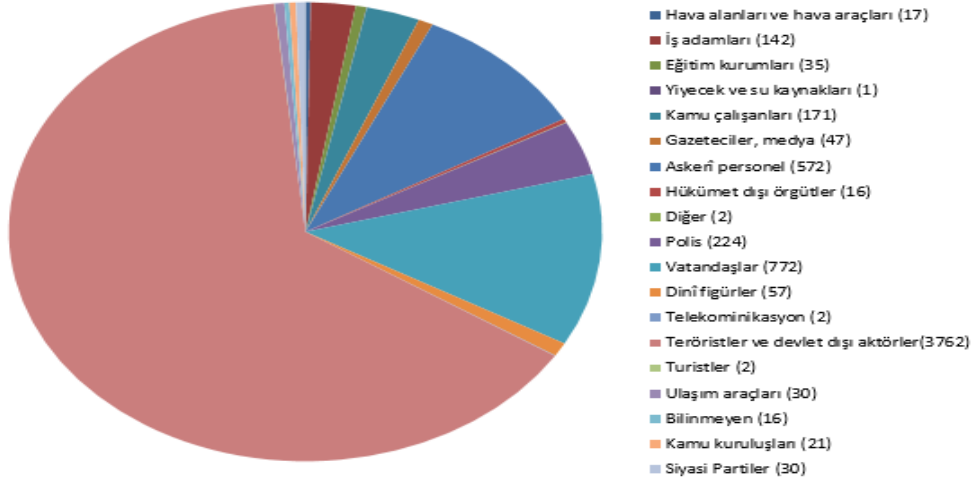
Stohl devlet tarafından uygulanan terörizmin, devlet dışı aktörler tarafından uygulanan terörizme nazaran daha gizemli ve daha dar olduğunu dile getirmektedir. Devletlerin, eylemlerin gizliliğini koruyarak dış baskıdan kurtulabileceklerini düşünen Stohl, zayıf grupların devlet tarafından hedeflendiğini düşünmektedir. Savunulan bu görüşe göre, devletler terörizmi, hükümete çok yüksek cezai maliyetler getirmesi mümkün olmayan ve destekleyicisi az olan gruplara karşı uygulamaktadır (Stohl, 2006: 15-16).

Devlet terörizmini belirlemenin zorluğu ile ilgili farklı görüşlerin olduğu görülse de birkaç unsurun benzerlik gösterdiği görülmektedir. İlk olarak devlet terörizmi, polis veya askerler kadar paramiliter yapılanmalar tarafından da uygulanmakta ve bu da söz konusu grupların devletle olan ilişkisinin ortaya çıkarılmasını zorlaştırmaktadır. Devletlerin söz konusu grupları eylemlerini gizlemek ve uluslararası toplum tarafından yapılan baskıyı azaltmak için

kullandıkları görülmektedir. İkinci olarak devletlerin eylemlerini duyurma gibi bir niyetinin olmayışı eylemin hiç ortaya çıkmama ihtimalini içermektedir. Devletler, devlet dışı aktörler gibi reklam veya tanıtım amacı gütmemektedir. Bu durum da eylemin sorumluluğunun kimin üstleneceği sorusunu cevapsız bırakmaktadır.

Devletlerin terörizme başvurmasının nedenleri farklılık göstermekle birlikte yapılan çalışmalar bunların genel hatlarının çizilmesini mümkün kılmaktadır. Stohl, devletlerin terörizme başvurmasını iki neden etrafında açıklamaktadır. İlk olarak, devletlerin uyguladığı yöntemlerin kısıtlı olması veya muhalif gruplara karşı görece yetersizliği, devletlerin terörizme başvurmalarına neden olmaktadır. Söz konusu yetersizlik iki şekilde karşımıza çıkmaktadır: Devletin bu yöntemleri kullanmasında beceriksiz olması veya hedef grupların söz konusu yöntemler karşısında harekete geçirilememesidir. İlk nedenin daha çok başarısız veya kırılğan devletlerde yaşandığı görülmektedir. Geçmiş devlet terörizmi örneklerinin, devletleri terörizm kullanmaya teşvik etmesi ikinci bir neden olarak karşımıza çıkmaktadır. Terörizm yoluyla amaçlarına ulaşmayı öğrenen hükümetler, bu yöntemi tekrar uygulama isteğinde bulunabilmektedir. Devlet dışı aktörler gibi devletler de birbirlerinden öğrenebilme kabiliyetine sahiptir. Terörizmin verimli veya başarılı bir sonuç verdiğinin algılanması devletlerin terörizme başvurma ihtimalini arttırmaktadır (Stohl, 2006: 14). Jackson, devletlerin terörizmi diğer politika seçeneklerine kıyasla ucuz ve verimli olması nedeniyle tercih ettiğini belirtmektedir (Jackson, 2010: 10). Ancak yapılan yorum devletlerin her zaman terörizme başvuracağı şeklinde değerlendirilmemelidir.

Yukarıda sayılan etkenler önemli unsurlar olarak karşımıza çıkmasına rağmen, devletlerin terörizme başvurmasındaki başat rolün ayaklanmalar ve maruz kaldıkları terörizm olduğu belirtilmektedir (Wilkinson, 2003: 108). Şekil 1’de 1970 ile 2016 yılları arasında devletlerin terörizmi hangi unsurlara karşı kullandığı görülmektedir. Söz konusu tabloda devletlerin terörizmi %64 (3762) gibi büyük bir oranda terörist gruplara veya devlet dışı silahlı aktörlere karşı kullandığı görülmektedir (<http://apps.start.umd.edu/gtd/search/Results.aspx?charttype=pie&chart=target&search=State%20Terror>).



Şekil 1. 1970-2016 Devlet Terörizminin Hedef Aldığı Unsurlar

(Kaynak: <http://apps.start.umd.edu/gtd/search/Results.aspx?charttype=pie&chart=target&search=State%20Terror>)

Terör örgütlerine karşı devletin güvenlik güçlerinin yetersiz kalması veya karşı koymadaki yetersizliği, devletleri terörizm kullanmaya iten nedenler arasındadır. Ancak bazı devletlerin terörizme karşı koyacak imkân ve kabiliyetleri olmasına rağmen terörizme başvurduğu görülmektedir. Devlet terörizmi, terör olayları ile ilişkili olarak giderek artmakta ve uluslararası barış ve güvenliği tehdit etmektedir. Bu durumda iki unsurun birbirini beslediği ve şiddet sarmalı şeklinde devam ettiği görülmektedir. Şekil 2’de devlet terörizminin 1970’ten 2016’ya kadar giderek arttığı görülmektedir ve günümüz konjonktürü düşünüldüğünde bu sayının daha da artması beklenmektedir.

Devletlerin, terörizme karşı devlet terörizmini nasıl ve ne yollarla kullandığını, örnek vakaları ele alarak incelemek faydalı olacaktır. Her vaka durumu birbirinden ayrı özellikler içermektedir. Ele alınan Sri Lanka ve Kolombiya vakalarında devletlerin yetersiz olması neden olarak karşımıza çıkarken, Fransa vakasında ise devletin yeterli imkân ve kabiliyeti olmasına rağmen terörizme başvurduğu görülmektedir. Vakaların farklı olması devlet ve terörizm ilişkisini daha iyi anlamamıza ve yorumlamamıza yardımcı olacaktır. Vakalar kendi dönemleri düşünülecek ele alınmaktadır. Fransa-Cezayir vakası 1954-1962 yıllarında

gerçekleşirken, Kolombiya vakası Soğuk Savaş döneminde, Sri Lanka vakası günümüze kadar ulaşmaktadır. Böylece dönemsel ve mekânsal özellikler bağlamında devlet terörizminin nasıl değiştiğini görme imkânımız olacaktır.



Şekil 2. 1970-2016 Yılları Arasında Gerçekleşen Devlet Terörizmi Sayısı

(Kaynak: <http://apps.start.umd.edu/gtd/search/Results.aspx?chart=overtime&search=State%20Terror>)

Cezayir Bağımsızlık Savaşı ve Fransa

1830 yılına kadar Osmanlı İmparatorluğu'nun bir parçası olan Cezayir, Fransa işgali ile koloni durumuna düşmüştür. Fransa'nın Cezayir'i cumhuriyetinin ayrılmaz bir parçası olarak gördüğü belirtilmektedir. Bölgede Fransızlar dışında İtalya, Yunanistan ve İspanya'dan gelen yerleşimcilerin olduğu da bilinmektedir. Cezayir'in sahip olduğu büyük tarım ovalarından ve modern şehirlerinden Cezayirlilerin faydalanamadığı düşünülmektedir. Buna ek olarak Cezayirlilerin siyasi ve ekonomik olarak sıkıntılar çekmesi, reform taleplerinin karşılıksız kalması, nüfusun %90'ını Cezayirlilerin oluşturmasına rağmen meclisteki sandalye sayısına yansımaması ülke içinde muhalefetin oluşmasına katkı sağlamıştır (Horne, 1977: 28-34). Yoksulluğun, siyasi sıkıntılarının ve giderek artan milliyetçi ideolojinin etkisi altında şekillenen Ulusal Kurtuluş Cephesi (FLN) 1954 yılında Cezayir'i bağımsız yapmak amacıyla kurulmuştur (Thomas, 2015: 221). Bağımsızlık Savaşı 1 Kasım 1954 Azizler Günü'nde (All Saints Day) FLN'nin gerçekleştirdiği saldırı ile başlamış ve söz konusu saldırı sonucu 10 Fransız asker ve 2 Avrupalı yerleşimci hayatını kaybetmiştir (Horne, 1997: 90-93).

FLN'nin ve askerî kanadı olan Ulusal Kurtuluş Ordusu'nun (ALN) terör kampanyalarıyla karşı karşıya kalan Fransa'nın tepkisinin yıllara göre değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Fransa'nın FLN'nin ilk eylemlerini kaçak ve suçlu sıfatlarıyla tanımlayarak olayları ciddiye almadığı değerlendirilirken, bölgeye 1957 yılında General Jacques Massu ve özel birliklerin gelişiyle devlet terörizmi uyguladığı savunulmaktadır. General Massu ve birlikleri, Çinhindi'nde oldukça yaygın kullanılan şiddet ve işkence yöntemlerini FLN ile mücadelesinde kullanmıştır (Thomas, 2015: 231). Oluşturulan kontrol noktalarında masum-suçlu ayrımı yapılmaksızın işkence uygulanmış, bilgi toplamaya çalışılmış ve işkence sonrası ölen insanlar halka gözdağı vermek amacıyla mumyalatılıp şehir meydanlarında sergilenmiştir (Chalk, 2013: 232). 1957 yılı içerisinde Cezayir'de bulunan erkeklerin %40'ının işkenceye maruz kaldığı düşünülmektedir (Moran, 2009: 4). İşkencenin yanında sayısız insan ortadan kaybolmuş ve hayatını kaybeden insanlar denize atılmıştır. Uygulanan terörizm yöntemi nedeniyle binlerce insanın evlerini terk etmek zorunda kaldığı görülmektedir (Thomas, 2015: 232). Böylece Massu ve birlikleri uyguladığı sistematik işkence yöntemiyle halkı korkutmayı hedeflemiş, halk üzerinde psikolojik etki yaratmaya ve FLN'ye olan halk desteğini azaltmaya çalışmıştır.

Le Monde gazetesinin yayınladığı makalede Bağımsızlık Savaşı boyunca FLN üyesi olan Louise Ighilariz'in Fransız askerleri tarafından yakalanıp kontrol bölgesinde aylarca işkenceye maruz kaldığı dile getirilmektedir. Ighilariz, kendisine işkence uygulanırken General Massu'nun ve General Marcel Bigeard'ın işkenceye katıldığını söylediği belirtilmektedir. Sonrasında Massu ile röportaj yapan gazetecilere göre General Massu, Ighilariz'le ilgili bir şey hatırlamadığını ancak işkence yöntemini uyguladığını itiraf etmiştir. Cezayir Bağımsızlık Savaşı boyunca söz konusu generalin sağ kolu olarak görev yapan General Paul Aussarresses'in 24 FLN üyesini öldürdüğünü itiraf ettiği savunulmaktadır (Cohen, 2002: 233-235). Aussarresses'in 2001 yılında yayınlanan Cezayir Bağımsızlık Savaşı'ndaki anılarını anlattığı kitapta; kontrol bölgelerine getirilen insanların işkence sonrası hayatta kalmasının zor olduğu, işkencenin sistematik istihbarat toplama politikasına dönüştüğü, bilgi versin ya da vermesin herkesin işkenceye maruz kaldığı ve getirilenleri öldürmenin askerî görevin ayrılmaz bir parçası olduğu belirtilmektedir (Aussarresses, 2001: 146-155).

1954-1962 yılları arasında gerçekleşen Cezayir Bağımsızlık Savaşı boyunca Fransa'nın FLN'yi askerî yöntemler ile bastırmaya çalıştığı, General Massu ve birliklerinin işkence yöntemini halkı etkilemek ve direncini kırmak için kullandığı, kullanılan işkencenin terör örgütü üyelerini öldürmek için değil halkı korkutmak amacıyla yapıldığı görülmektedir. Uygulanan işkence yönteminin yarattığı kötü tepki Fransa'yı oldukça zor duruma sokmuştur. Fransa hükümeti uyguladığı devlet terörizminin doğurduğu kötü sonuçlar nedeniyle Cezayir'in bağımsızlığı için yapılan Evian Anlaşması ile tanımak zorunda kalmıştır (Chalk, 2013: 234). Terörizme karşı terörizm yöntemini benimsemenin hatalı olduğunun en önemli kanıtlarından biri olarak karşımıza çıkan Cezayir Bağımsızlık Savaşı boyunca toplam 600.000 ile 1.500.000 arasında insan hayatını kaybetmiştir (Cohen, 2002: 221).

Kolombiya ve FARC

Kolombiya'da yaşanan şiddetin kökenleri 1940'ların başına kadar dayanmaktadır. 1940 ve 1950'li yıllarda Kolombiya'da, liberaller ve muhafazakârlar arasında iç savaş yaşanmıştır. Söz konusu dönem *La Violencia* olarak adlandırılmış ve yaşanan iç savaş boyunca yaklaşık olarak 200.000 kişi hayatını kaybetmiştir. *La Violence* olarak adlandırılan dönem, iki tarafın ateşkesi ile 1958 yılında sonra ermiş ve Ulusal Cephe (National Front) adı altında tarafların koalisyonuyla sonuçlanmıştır. Ulusal Cephe dönemi boyunca ölüm ve cinayet oranlarında azalma gözükmesine rağmen, koalisyon kolluk kuvvetlerini ve yargıyı ihmal etmiştir. 1970'lerde gerilla isyanları, suç ve cinayet oranları, paramiliter yapılanmalar ve kırsal kesimlerde yaşanan şiddet tekrar artmaya başlamıştır. Söz konusu sorunların ortak noktası olarak kolluk kuvvetlerinin zayıflığı, yozlaşmış hükümet ve kurumsal performansın düşüklüğü gösterilmektedir. Bununla beraber Kolombiya nüfusunun giderek artması ve işsizlik oranı şiddete neden olan unsurlar arasında değerlendirilmektedir. 1980'lere gelindiğinde hızla büyüyen yasa dışı uyuşturucu ekonomisi ve güçlenen gerilla grupları bağlamında suç ve şiddetin, direnç ve tepki olmadan hızla arttığı gözlenmektedir. Bunun yanında gerilla örgütlerini durdurmak ve ortadan kaldırmak amaçlı kurulan paramiliter yapılanmalar da şiddetin artışına neden olmuştur (Ceballos ve Martin, 2001: 88-89).

350 köylünün gerilla mücadelesinde bir araya gelmesiyle oluşan Kolombiya Devrimci Silahlı Güçleri (Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia/FARC) 1964 yılında kurulmuştur. Söz konusu dönemde yaşanan ekonomik sıkıntılar ve

hükümetin uyguladığı baskıcı politikalar örgüt sayısının artmasıyla sonuçlanmıştır. 1970 ve 1974 yılları arasında Cumhurbaşkanı Misael Pastrana'nın gerçekleştirmeye çalıştığı toprak reformunun başarısız olması köylülerin şehirlere göç etmesine neden olmuştur. Şehirlerdeki işsizlik oranının artması ve sosyal sorunların daha da kötüleşmesi sonucunda insanlar hükümete karşı protesto ve eylemlerde bulunmuşlardır. Hükümetin 1978 yılında Sıkı Güvenlik Tüzüğünü uygulamaya koymasıyla beraber insanların protesto ve organize olma hakları kısıtlanmış ve örgüte olan destek giderek artmıştır (Greboule ve Rose, 2011: 286-287). Şiddetin en çok yaşandığı dönem olan 2000'lerin ortasında örgütün yaklaşık olarak 15.000 ile 17.500 silahlı savaşçısının olduğu düşünülmektedir (Cragin ve Hoffman, 2003: 5). Söz konusu sayının 2006 yılında 20.000'e ulaştığı belirtilmektedir (Delgado, 2015: 829).

Küba Devrimi'nden ilham aldığı düşünülen FARC'ın, askerî mücadele yöntemiyle ulusal silahlı kuvvetleri yenebileceğini düşündüğü belirtilmektedir. Devletin neden olduğu sorunlar ve yoksulluk, örgütün Putumaya, Caqueta ve ülkenin güney ve orta bölgeleri gibi bazı kesimlere hâkim olmasıyla sonuçlanmıştır. Bununla beraber örgütün Latin Amerika'daki devrimci gruplara yayılan revizyonist ateşten etkilendiği, Carlos Marighella'nın şehir gerillası yöntemini uyguladığı ve Marksist-Lennist ideolojiyi benimsediği belirtilmektedir. Örgütün bölgedeki en güçlü sol gerilla yapılanması olmasına rağmen politika üretmede sıkıntılar çektiği ve siyasi katılımı başarısız olduğu görülmekle beraber yolsuzluk, toplumdaki eşitsizlik, hükümetin ABD'ye olan bağlılığı, paramiliter örgütlerin uyguladığı şiddet ve insan hakları ihlalleri üzerinden devleti eleştirmekle yetindiği belirtilmektedir. Bu nedenle, örgüt devlete hak ettiği eleştirileri sunarken, kırsal alanın ötesinde yankı uyandıran politikalar geliştirememiştir (Lee, 2012: 30-32).

Hükümet tarafından 1965 yılında 3368 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ve 48 Sayılı Kanun ile terör örgütlerinin saldırılarını engellemek ve durdurmak amacıyla kurulan ve devlet tarafından bizzat desteklenen paramiliter yapılanmalar söz konusu süreçte önemli bir rol oynamaktadır. Devletin desteği ile giderek güçlenen paramiliter yapılanmaların sol örgütlerle mücadelesi dışında, uyuşturucu kaçakçılığı ve arazi satın alma işlerine girdiği ve kartellerle arasındaki farkın bulanıklaşmaya başladığı belirtilmektedir (Holmes ve Pineres, 2014: 373). 1980'li yılların ortalarında sayılarının 100'den fazla olduğu düşünülmekle beraber 1997 yılında grupların çoğunun Kolombiya Birleşik Öz Savunma Kuvvetleri

(*Autodefensas Unidas de Colombia*, AUC) adı altında birleştiği savunulmaktadır. AUC zamanla Kolombiya’da en güçlü ve büyük paramiliter yapı haline gelmiştir (Grebonle ve Rose, 2011: 289).

Paramiliter örgütlerin, FARC’ı durdurmak için terörizm yöntemini benimsediği ve suçlu-suçsuz ayrımı yapmadan, örgüte olan desteği azaltmak ve halkı korkutmak için insanları öldürdüğü düşünülmektedir. 1980’li yıllarda 3.000 FARC üyesi söz konusu yapılanmalar tarafından öldürülmüştür (Sweig, 2002: 136). 1986-1990 yılları arasında örgütün siyasi kolu olan Vatansever Birliği’nin (Patrioc Union, UP) 2.000 ile 4.000 üyesi öldürülmüştür (Lee, 2012: 31). Terör örgütlerinin kontrolündeki bölgelerden olan Uraba, Magdalena ve Medio’nun terör, şiddet ve katliam yoluyla paramiliterler tarafından terör örgütlerinden temizlendiği savunulmaktadır (Ceballos ve Martin, 2001: 93). 1997 yılında yapılan saldırıların yaklaşık olarak %60’ı paramiliter yapılanmalar tarafından gerçekleştirilmiştir. (Grebonle ve Rose, 2011: 295). 2002 yılından 2007 yılına kadar olan süreçte eylemlerine devam eden AUC’un, 3.000 kişiden fazla insanı öldürdüğü ve aynı sayıda insanı yerlerini terk etmeye zorladığı düşünülmektedir. Devletin, terör örgütleriyle mücadelesi sürecinde yerlerinden edilen insanların %80’inin paramiliter yapılanmalar nedeniyle olduğu görülmektedir. Tüm süreç boyunca 3,30-3,49 milyon insanın yerinden edildiği ve bu sayının Kolombiya nüfusunun yaklaşık olarak %7-%11’ine tekâmül ettiği görülmektedir. Bununla beraber 5-10 milyon hektar alanın terkedildiği dile getirilmektedir. 2006 sonrası süreçte silahsızlandırılmaya başlamasına rağmen paramiliter yapılanmalar 2008 yılında 4.000 kişiyi evlerini terketmeye zorlamıştır (Maher ve Thomson, 2011: 107-108). Özetle, ordunun eksikliğinin paramiliter yapılanmalarla kapatılmaya çalışıldığı Kolombiya’da, söz konusu yapılanmaların terör örgütlerinden daha fazla terörizm uygulamaları, insan haklarını ihlal etmeleri ve sivilleri ayırıp yapmadan hedef almaları şiddetin ve örgüte olan desteğin artmasıyla sonuçlanmıştır. Örgüte olan desteğin artmasıyla beraber ülkedeki şiddet her bölgeye yayılmış ve içinden çıkılmaz bir durum hâline gelmiştir.

Sürecin 2002 sonrası Başkan Uribe’nin uyguladığı politikalar sonucu değiştiği gözlenmektedir. Uribe’nin paramiliter yapılanmaları silahsızlandırıp tasfiye etmeye başlamasıyla ölüm ve insan hakları ihlalinde gerçekleşen azalma terör örgütlerine olan desteği azaltmıştır. Aynı politikalara barış görüşmelerini ekleyen Başkan Santos, FARC ile anlaşma imzalayıp durumu devletin lehine çevirmeye

başarmıştır. Sonuç olarak, terörizme karşı terörizm yönteminin başlarda uygulanmasına rağmen sonradan değiştirilen politikalarla beraber durumu kontrol altına almaya başaran Kolombiya hükümeti başarılı bir örnek olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sri Lanka ve Tamil Kaplanları

Sri Lanka, Avrupalılar tarafından keşfedilmeden önce, M.Ö. 200'lerden 16. yüzyıla kadar 181 kral tarafından yönetilmiştir. Portekiz ve Hollandalıların çoğunlukla kıyı bölgelerinde adaya yerleşen ilk güçler olduğu bilinmektedir. Portekizliler, Hollandalılar kontrolü ele alana kadar adanın batı kıyılarını kontrol etmiştir. 1796 yılında Hollandalılar adayı İngiliz kuvvetlerine teslim etmiştir. 1802 yılında koloni haline gelen Seylan (Sri Lanka) 1815'te İngiliz egemenliği altında kurulmuştur. Sonraki 133 yıl boyunca İngiliz sömürge hâkimiyeti altında kalmıştır (https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/print_ce.html).

%74'ünü Sinhalaların, %18'ini Tamillerin ve %7'sini Müslümanların oluşturduğu Sri Lanka 21 milyon nüfusa sahiptir. Tamiller ülkenin kuzey ve doğusunda Sinhalalar ise ülkenin batı ve güneyinde çoğunluğu oluşturmaktadır. Sinhalaların Seylanca konuştukları ve Budist oldukları bilinirken Tamillerin Tamilce konuştukları ve genellikle Hindu oldukları söylenmektedir (Voorde, 2005: 183).

Sri Lanka'daki sömürgeciliğin, Tamil nüfusu için birkaç avantaj yarattığı söylenmektedir. Tamiller'in küçük bir popülasyona sahip olmasına rağmen dinî ve siyasi konularda eşit muamele gördükleri belirtilmektedir. Söz konusu imkânlar nedeniyle Tamiller, İngilizlerin sağladığı eğitim ve iş fırsatlarından yararlanmak için adanın kuzey ve doğu sahilinden orta ve batı bölgelerine göç etmişlerdir. Sömürge döneminde Sinhalaların ve Tamillerin eşit muamele gördüğü, yükseköğrenim ve kariyer imkânlarından eşit şekilde faydalandığı görülmektedir (Rotberg, 1999: 5). İngilizler'in, Sri Lanka bölgesinde hükümetteki temsili mümkün olduğunca dengeli yapmaya çalıştıkları ve 50:50 formülünü benimsedikleri görülmektedir. Böylece sömürge dönemi boyunca Sinhalalar ve Tamiller hükümette eşit koşullarda koltuk sahibi olmuştur. 1948 yılında Seylan bağımsızlığını kazanınca Demokratik Sosyalist Sri Lanka Cumhuriyeti'ne dönüşmüştür (Bloom, 2005: 48).

Bağımsızlık sonrası süreçte Tamil etnik nüfusu haklarından mahrum bırakılmış ve koşulları giderek kötüleşmiştir. Tamil nüfusuna yönelik ayrımcılık Sri Lanka devletinin bağımsızlık kazandığı 1948 yılının hemen ardından başlamıştır.

Bağımsızlık sonrası artan Sinhala milliyetçiliği, ideolojik etkinin yanında yönetici pozisyonundan resmî dile kadar etkisini göstermiştir. 1956 yılında Sri Lanka devlet başkanı seçilen Bandaranaike'nin, Sanhala dilini resmî dil yapması, Tamillere karşı ayrımcılığın en somut kanıtlarından biri olarak gösterilmektedir (Bloom, 2003: 60). Tamillere karşı yapılan ayrımcılık ilerleyen yıllarda artarak devam etmiştir. Resmî dilin ardından 1960'lı yıllarda kabul edilen yasa ile beraber devletin resmî dini Budizm olarak belirlenmiştir. Dil ve din politikasındaki değişikliklerin yanında Tamillerin devlet kurumlarında çalışmalarını engelleyen politikalar da uygulanmıştır. 1949 yılında devlet kurumlarında çalışan nüfusun etnik yapısına baktığımızda %54 Sinhala ve %41 Tamil gibi dengeli olduğu görülürken, 1963 yılında çalışan Sinhala oranının %91'e çıktığı, Tamil nüfusunun ise %7'ye düştüğü görülmektedir (Bloom, 2003: 61).

Özetle, bağımsızlık sonrası Tamillere karşı uygulanan dinsel, dilsel, ekonomik ve eğitime dayanan ayrımcılık politikaları söz konusu etnik topluluğun sorunlarını partiler ve gruplar yoluyla dile getirmesiyle sonuçlanmıştır. Tamillerin söz konusu parti ve grupları kurmakta iki amacının olduğu savunulmaktadır. Bunlardan ilkinin adada yapılan ayrımcılığa karşı davalarını tanıtmak olduğu belirtilirken ikincisinin eşitlikçi ekonomik ve politik imkânlar oluşturmak olduğu söylenmektedir. Politik yollarla istediğini alamayan Tamillerin şiddete yöneldiği ve terörizm yöntemini benimsediği belirtilmektedir (Samaranayake, 2007: 173).

1970'li yıllarda Tamillerin sorunlarını dile getirmek için oluşturdukları gruplar arasında Tamil Beşlisi olarak bilinen 5 grup öne çıkmaktadır. Tamil Elam Kurtuluş Kaplanları'nın (LTTE) bu 5 gruptan biri olan Tamil Ulusal Kaplanları (TNT) grubundan -Sri Lanka'dan tamamen ayrı ve bağımsız bir devlet kurma amacıyla- Vellupillai Prabhakaran liderliğinde ayrılarak oluşturulan yeni bir grup olduğu belirtilmektedir (Hoffman ve McCormick, 2004: 258). Başlangıçta Tamiller tarafından oluşturulan 35 grup olmasına rağmen, iç rekabet nedeniyle 1990'larda sayının 5'e kadar düştüğü ve 2000'lerin ortalarında LTTE'nin tüm grupları domine ettiği belirtilmektedir (Samaranayake, 2007: 174).

LTTE ile Sri Lanka Hükümeti arasında 1970'lerin ortasından 2009 yılına kadar birincisi 1970-1990, ikincisi 1990-1994, üçüncüsü 1995-2002 ve dördüncüsü 2006-2009 tarihlerinde gerçekleşen dört savaş yapılmıştır (Samaranayake, 2007: 175-176).

Sri Lanka hükümetinin terörizme karşı verdiği reaksiyonların tutarlı olmadığı belirtilmekle beraber rejimden rejime değişiklik gösterdiği düşünülmektedir. Sri Lanka hükümeti terörizme karşı çok yönlü bir ulusal politikaya sahip olamamıştır. Alınan önlem ve tedbirlerin kısa vadeli ve sınırlı olduğu görülmektedir. Temel olarak hükümet politikaları askerî tedbirler ve askerî olmayan tedbirler olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Söz konusu tedbirler; hükümetin siyasi iradesi, silahlı kuvvetlerin gücü ve yetkinliği, dış askerî yardımın mevcudiyeti, hükümetin iç ve dış politikalarındaki ideolojik yönelim unsurlarına göre değişkenlik göstermektedir (Samaranayake, 1999: 117).

Hükümetin askerî olmayan tedbirlerden ziyade askerî tedbirlere daha çok başvurduğu gerçekleştirdiği operasyonlar bağlamında ortaya çıkmaktadır. Devletin uyguladığı askerî tedbirler, güvenlik güçlerine sorgulamadan öldürme imkânı tanıyan 15A Acil Durum Yönetmeliği ve güvenlik güçlerine istediği yerde arama yapma ve tutuklama yetkisi veren Terörizmin Önlenmesi Kanunu gibi sert önlemler içermektedir. Askerî tedbirler LTTE'nin lideri Vellupillai Prabhakaran'ın 2009 yılında öldürülmesine ve örgütün çöküşüne kadar kullanılmıştır. Sri Lanka hükümeti tarafından uygulanan askerî tedbirler acımasız ve keyfi olmakla beraber, suçlumasum ayrımı gözetmeksizin tüm Tamil halkına karşı uygulanmıştır. Bununla beraber hükümet tarafından finanse edilen ve parlamento üyeleri tarafından kurulan LTTE karşıtı gruplar halkı terörize etmek ve işkence uygulamak için oluşturulmuştur (Bloom, 2003: 70).

Güvenlik güçleri tarafından kurulan kontrol bölgelerinde tecavüz, cinayet ve işkence yöntemiyle halkın örgüte olan desteğini kesmeyi hedefleyen hükümet, sivil ölümlerin artmasına neden olmuştur (Bloom, 2003: 69). 18 Mayıs 2009 yılında Sri Lanka güçleri, LTTE lideri Prabhakaran'a suikast düzenleyerek öldürmüştür. Aynı yılın ilk yarısında güvenlik güçlerinin ve paramiliter örgütlerin söz konusu örgütün askerî ve siyasi liderlerinin çoğunu öldürdüğü düşünülmektedir (Uyangoda, 2010: 104-105). Hükümetin uyguladığı devlet terörizmi sonucunda örgütün binlerce üyesi teslim olmuş ve güvenlik güçleri uzun bir süreden sonra ülkenin kuzeyinde tekrar kontrolü ele geçirmiştir. Söz konusu şiddetin temelinde Sri Lanka'da benzer bir örgütün ortaya çıkmasını tamamen engelleme düşüncesi olduğu dile getirilmektedir. Hükümet ve örgüt arasındaki mücadele sonucunda 1983 ile 1997 yılları arasında 10.000'i Sri Lankalı güvenlik güçleri olmak üzere 50.000 insanın hayatını kaybettiği ve ölen LTTE üye sayısının 22.116 olduğu belirtilmektedir. 2002 yılına kadar

hayatını kaybeden toplam insan sayısının 65.000 olduğu düşünülmektedir (Samaranayake, 2007: 181).

Sonuç

Terörizm uluslararası toplumu meşgul eden konulardan biri olmuştur ve meşgul etmeye de devam edecektir. Bu alanda devletler, devlet dışı aktörler kadar önemli bir yere sahiptir. Devlet terörizminin yapılan terörizm çalışmaları dışında tutulması konunun tamamlanmasını engellemekte ve eksiklikler ortaya çıkarmaktadır. Terörizme karşı devletlerin uyguladığı yöntem ve politikaların farklılık göstermesi ortak bir mücadele yönteminin oluşmasını engellemektedir. Özellikle 2. Dünya Savaşı'ndan sonra devletlerin terörü bir araç olarak kullanması, paramiliter yapılanmaları güvenliği sağlayıcı unsurlar olarak görmeleri, bu tür yapılanmalara mali ve askerî yönden destek sağlamaları sorunların daha da büyümesine neden olmaktadır.

Bilim insanlarının yaptığı tanımların bir kısmında terörizm, ulusaltı gruplar veya devlet dışı aktörler tarafından kullanılan yöntemler şeklinde izah edilmektedir. Bir diğer ifadeyle aktör odaklı yapılan söz konusu tanımlarda devletlerin terörizmin uygulayıcısı olamayacağı ima edilmektedir. Yapılan bu tanımlar, modern terör kavramının yazına girmesine imkân sağlayan Fransız Devrimi sonrasında uygulanan devlet terörünü, Stalin ve Hitler'in uyguladıkları şiddeti açıklamada yetersiz kalmaktadır. Nihayetinde devlet veya devlet dışı, aktörü kim olursa olsun gerçekleştirilen eylem terörizm çerçevesi içinde kaldığı sürece terörizm teşkil etmektedir.

Ele alınan vakalar değerlendirildiğinde zaman ve yer farketmeksizin devlet terörizminin, terörizme karşı koymada bir araç olarak kullanıldığı açıkça görülmektedir. Üç örnek vakanın ikisinde devlet kendi adına çalışan paramiliter yapılanmaları kullanmış ve uluslararası baskıdan ve sorumluluktan kurtulmaya çalışmıştır. Ancak kullanılan bu tür gayri hukuki yapılanmalar sorunun daha da büyümesine ve şiddetin ülke genelinde yayılmasına neden olmuştur. Fransa askerî kuvvetlerini, Sri Lanka ve Kolombiya ise askerî kuvvetlerle beraber paramiliter yapılanmaları kullanarak terörizmi sonlandırmaya çalışmıştır.

Demokratik yönetim yapısına sahip olan Fransa, Cezayir'de karşılaştığı terörizme askerî yöntemlerle karşılık vermiştir. Bununla beraber askerî tedbirlerin masum ve suçlu ayırt etmemesi, insan haklarını ihlal etmesi ve halkta korku

yaratmayı amaçlaması nedeniyle devlet terörizmi teşkil ettiği görülmektedir. Uygulanan yöntemler, FLN örgütünün üyelerini cezalandırmaktan çok halkın direncini kırmak ve halkın politik tercihini değiştirmek amacıyla tercih edilmiştir. Kısaca Fransa, askerî gücü yeterli olmasına rağmen terörizm yöntemini seçmiş ve bu yöntem nedeniyle uluslararası baskıya maruz kalmıştır. Fransa'nın FLN ile mücadelesinde paramiliter yapılanmalar yerine silahlı kuvvetlerini kullanması diğer örnek vakalardan ayrıldığı noktayı oluşturmaktadır. 600.000 ile 1.500.000 arasında insanın hayatını kaybettiği Cezayir Bağımsızlık Savaşı, devlet terörizminin ne kadar kanlı olduğunu ve devlet dışı aktörler tarafından uygulanan terörizmle kıyaslanamayacağını bizlere göstermiştir.

Çatışmanın ve şiddetin eksik olmadığı, terör örgütleri ve uyuşturu kartellerinin ülkenin otoritesini sarstığı ve başarısız devlet görünümünde olan Meksika, sahip olduğu zayıflıklar nedeniyle FARC ile mücadelesinde güçlükler yaşamıştır. Ülkenin askerî yapısının Fransa'ya kıyasla oldukça zayıf olması örgüte karşı mücadelede paramiliter yapılanmaların kullanılmasına neden olmuştur. Seçimlerle başa gelen kişilerin FARC ile mücadelede askerî yöntemi benimsemesi, paramiliter yapılanmaları kullanması ve halkı korkutarak örgüte olan desteği kesmeyi amaçlaması şiddetin ülke genelinde yayılmasına neden olmuştur. Devlet tarafından desteklenen paramiliter yapılanmaların terör örgütlerinden daha çok şiddet uygulaması, halkı hedef alması ve uyuşturucu satışına girmesi ise halkın örgüte olan desteğini arttırmıştır. 2002 yılına kadar uygulanan devlet terörizmi, örgüt ile mücadelede bir başarı sağlayamamıştır. 2002 yılında başkan olan Uribe'nin paramiliter yapılanmaları silahsızlandırıp tasfiye etmesi ve barış görüşmeleri yaparak halkın desteğini alması örgütün zayıflamasına neden olmuştur. Özetle, FARC ile mücadelede devlet terörizminin sonuç vermediğini anlayan politikacılar süreci sonradan değiştirdikleri yöntemlerle ve siyasi reformlarla çözmeyi başarmıştır.

Bağımsızlık sonrası dönemde uygulanan politikalar nedeniyle Sri Lanka'da etnik kökenli ayrımlar oluşmuştur. Siyasi katılımın kısıtlanması nedeniyle örgütlenip şiddete yönelen Tamil etnik nüfusu, yerel halktan da oldukça destek görmüştür. Adeta bir devlet gibi bölge kontrolü sağlayıp kara, deniz ve hava kuvvetleri oluşturan LTTE, devletle 4 adet savaş yapmıştır. Hükümetin siyasi yöntemler yerine askerî yöntemlere başvurup etnik ayrımcılık üzerinden şiddet uygulaması ülke genelinde şiddetin yayılmasına ve örgütün daha da güçlenmesine neden olmuştur. Uygulanan

devlet terörizmi ve 2009 yılında örgüt liderinin öldürülmesiyle örgütün gücü azalmış ve kırsal kesimlere çekilmiştir. Ancak Tamil etnik nüfusuna karşı uygulanan şiddet ve siyasi reformların çözüm paketleri içine dahil edilmemesi nedeniyle ülkede terörizmin tekrar ortaya çıkması mümkün gözükmemektedir. Terörizmi sadece askerî olarak değerlendirmenin hatalı olduğunu gösteren LTTE ve Sri Lanka mücadelesi devlet terörizminin, terörizmi durdurmasına rağmen bitiremediğini göstermektedir.

Yapılan çalışmada devletlerin terörizmin uygulayıcısı olabileceği, devletlerin terörizme karşı terörizm yöntemini benimseyebileceği ve bu yöntemin gelecekte de kullanılabilir bir yöntem olabileceği sonuçlarına ulaşılmıştır. Terörizmin sadece askerî bir sorun olarak görülmesi devletlerin askerî yöntemler benimsemesine neden olmaktadır. Daha da rahatsız edici bir şekilde terörizme karşı devlet dışı aktörler ve paramiliter yapıların kullanılması şiddet seviyesini ve sivil ölümleri arttırmaktadır. Terörizme karşı koymada askerî tedbirler kadar siyasi tedbirlerin de önemli olduğu değerlendirilmektedir.

Extended Summary

Sovereign states have been accepted as the main core of security studies for a long time and many academic studies have been carried out on this subject. After the end of the Cold War, non-state actors started to be involved in security studies, and discussions started to take shape around environmental issues, terrorism, epidemics, migration, and cyber threats during this period. When terrorism, which has an important place among these studies, is taken into consideration, the focus is on terrorism applied by non-state actors. Although there is a widespread view that terrorism by non-state actors threatens international peace and security, it is seen that the necessary importance is not given to terrorism implemented by states. Although it is stated that terrorism is the weapon of the weak and used against strong opponents, it is thought that the terrorism used by the states on the strong side is ignored. When the studies of state terrorism in the literature are analyzed, it is seen that relevant researches are limited to state terrorism implemented by Stalin and Hitler, and are discussed in short sections in the studies. Nevertheless, terrorism, implemented by states in almost every part of the world, seems to be more deadly and destructive than terrorism by non-state actors. The terrorism implemented by the states is relatively superior in terms of the weapons, equipment, intelligence

information and number of personnel they possess and cannot be compared with non-state actors.

State terrorism, as in terrorism, consists of motives, tools, intentional action and purpose. The fact that the actor is a state does not prevent the action in question from being called terrorism. In short, state terrorism is the threat or use of violence against a political purpose by the state's security forces (army, gendarmerie and police) or paramilitary structures, against its citizens or citizens of other states citizens. The fact that the action in question creates fear in the target group other than the victim and takes place in the context of supreme authority are the most critical element of state terrorism. The level of supreme authority will be another problem. In the study, the top authority may be the head of state or ministers, as well as the general and senior officials.

Although the reasons for states' application to terrorism differ, the studies make it possible to outline them. Stohl explains the state's appeal of terrorism for two reasons. Firstly, the limited methods of the states or their relatively inadequate opposition groups cause states to appeal to terrorism. This inadequacy appears in two ways: The state is incompetent in using these methods, or the target groups cannot be mobilized against these methods. It is seen that the first reason is mostly experienced in failed or fragile states. The second reason is that past examples of state terrorism encouraged states to use terrorism. The government that get to reach their goals via terrorism tend to use it recurrently. States, like non-state actors, have the ability to learn from each other. The perception that terrorism gives an efficient or successful result increases the possibility of states to resort to terrorism (Stohl, 2006: 14). Jackson believe that states prefer terrorism because it is low cost and efficient compared to other policy options (Jackson, 2010: 10). However, the comment should not be considered as the state will always resort to terrorism.

Although the factors listed above appear as important factors, it is stated that the main role in the application of states to terrorism is riots and the terrorism they are exposed to (Wilkinson, 2003: 108). In Figure 1, Between 1970 and 2016, it is seen what factors the states used terrorism against. In the table in question, it is seen that states use terrorism against terrorist groups or non-state armed actors as high as 64% (<http://apps.start.umd.edu/gtd/search/Results.aspx?charttype=pie&chart=target&search=State%20Terror>).

State terrorism gradually increases in relation to terrorist incidents and threatens international peace and security. It seems that the two elements feed each other and continue as a spiral of violence. In Figure 2, it is seen that state terrorism has increased gradually from 1970 to 2016 and this number is expected to increase even more considering the current conjuncture. The cases handled show distinct features. While the insufficiency of the states in Sri Lanka and Colombia cases is the reason, it is seen that in the case of France, the state resorted to terrorism despite having sufficient opportunities and capabilities.

Kaynakça

Kitaplar

- Aussaresses, P. (2001). *Servies speciaux: Algerie*. Paris: Perrin.
- Blakeley, R. (2009). *State Terrorism and Neoliberalism*. New York: Routledge.
- Blakeley, R. (2012). State Violence as State Terrorism. *The Ashgate Research Companion to Political Violence*. ed. Marie Breen, Smyth. London: Ashgate, ss. 63-78.
- Bloom, Mia. (2005). *Dying to Kill: The Allure of Suicide Terror*. New York: Columbia University Press.
- Cragin, K, Hoffman, B. (2003), *Arms Trafficking and Colombia*. Rand National Defense Research Institute.
- Falk, R. (2003). A Dual Reality: Terrorism Against the State and Terrorism by State. *The New Global Terrorism Characteristics, Causes, Controls*. ed. Charles W. Kegley. NJ: Prentice Hall, ss. 53-60.
- Ganor, B. (2015). *Global Alert: The Rationality of Modern Islamist Terrorism and the Challenge to the Liberal Democratic World*. Colombia University Press.
- Hoffman, B. (2006). *Inside Terrorism*. Colombia University Press.
- Horne, A. (1977). *A Savage War of Peace: Algeria 1954-62*. Middlesex: Penguin Books.
- Jackson, R. (2010). Introduction. *Contemporary State Terrorism Theory and Practise*. ed. Richard Jackson. Eamon Murphy, Scott Poynting. New York: Routledge Press, ss. 1-12.

- Janowitz, M. (1988). *Military Institutions and Coercion in the Developing Nations: The Military in the Political Development of New Nations*. Chicago, IL: University of Chicago Press
- Mitchell, C. Stohl M, Carleton, D. Lopez, G. (1986). State Terrorism: Issues of Concept and Measurement. *Government Violence and Repression: An Agenda for Research*. ed. M.Stohl and G. Lopez. New York: Greenwood Press, ss. 1-26.
- Rotberg, R. (1999). *Creating Peace in Sri Lanka: Civil War and Reconciliation*. Brookings Institution Press.
- Rudolph, R. (2009). *Death by Government*. New Jersey: Sevent Paperback Printing.
- Silke, A. (2004). The Road Less Travelled. *Research on Terrorism: Trends, Achievements and Failures*, ed. Andrew Silke. London: Frank Cass, ss. 186-241.
- Thackrah, Richard J. (2004). *Dictionary of Terrorism*. London: Routledge.
- Thomas, Martin C. (2005). Violence in the Algerian War of Independence: Terror, Counter-terror and Compliance. *The Routledge History of Terrorism*. ed. Randall D. Law. New York: Routledge, ss. 218-239.

Makaleler

- Belkin, A. and Schofer, E. (2003). Toward a Structural Understanding of Coup Risk. *Journal of Conflict Resolution*, 47, 594-620.
- Blakeley, R. (2018). Drones, State Terrorism and International Law. *Critical Studies in Terrorism*, 11(2), 321-341.
- Bloom, Mia, M. (2008). Ethnic Conflict, State Terror and Suicide Bombing in Sri Lanka. *Civil Wars*, 6(1), 54-84.
- Böhmelt, T. and Govinda C. (2018). Auxiliary Force Structure: Paramilitary Forces and Progovernment Militias. *Comparative Political Studies*. 51(2), 197-237.
- Ceballos, M. and Gerard M. (2001). Between Terror and Reform. *Georgetown Journal of International Affairs*, 2(2), 87-95.

- Chambliss, W. (1989). State Organized Crime. *The American Society of Criminology*, 27(2), 183- 208.
- Claridge, D. (1996). State Terrorism? Applying a Definitional Model. *Terrorism and Political Violence*, 8(3), 47-63.
- Cohen, William B. (2002). The Algerian War, the French State and Official Memory. *Historical Reflections*, 28(2), 291-239.
- Delgado, Jorge. E. (2015). “Colombian Military Thinking and the Fight Against the FARC-EP Insurgency, 2002-2014”. *Journal of Strategic Studies*, 38(6), 826-851.
- Finley, Joanne S. (2019). Securitization, Insecurity and Conflict in Contemporary Xinjiang: Has PRC Counter-terrorism Evolved into State Terror?. *Central Asian Survey*, 38(1), 1-26.
- Greboule, Alexander. and William Rose. (2011). David Galula’s Counterinsurgency: Occam’s Razor and Colombia. *Civil Wars*, 13(3), 280-301.
- Holmes, J. and Sheila Amin Gutierrez de P. (2014). Violence and the state: Lessons from Colombia. *Small Wars and Insurgencies*, 25(2), 372-403.
- Jackson, R. (2008). The Ghosts of State Terror: Knowledge, Politics and Terrorism Studies. *Critical Studies on Terrorism*. 1(3), 377-392.
- Lee, C. (2012). The FARC and the Colombian Left: Time for a Political Solution?. *Latin American Perspectives*. 39(1), 28-42.
- Maher, D. and Andrew T. (2011). The terror That Underpins the ‘peace’: The Political Economy of Colombia’s Paramilitary Demobilisation Process. *Critical Studies on Terrorism*. 4(1), 95-113.
- Moran, D. (2009). Two Sides of the Same COIN: Torture and Terror in Algerian War. 1954-65. *Strategic Insight*, 8(1). 1-7.
- Pilster, U. Ve Böhmelt, T. (2011). Coup-proofing and Military Effectiveness in Inter-state Wars, 1967-99. *Conflict Management and Peace Science*, 28, 331-350
- Rupka, S. and Bianca B. (2018). The (non) Event of State Terror: Drones and Divine Violence. *Critical Studies on Terrorism*, 11(2), 324-356.

- Samaranayake, G. (1999). Patterns of Political Violence and Responses of the Government in Sri Lanka, 1971-1996. *Terrorism and Political Violence*, 11(1), 110-122.
- Samaranayake, G. (2007). Political Terrorism of the Liberation Tigers of Tamil Eelam (LTTE) in Sri Lanka. *South Asia: Journal of South Asian Studies*, 39(1), 171-183.
- Sproat, Peter A. (1991). Can the State be Terrorist, *Terrorism*, 14(1), 19-29.
- Stohl, M. (1984). National Interest and State Terrorism in International Affairs. *Political Science*, 36(1), 37-52
- Stohl, M. (2006). The State as Terrorist: Insight and Implications. *Democracy and Security*, 2(1), 1-25.
- Tynen, S. (2020). Dispossession and Displacement of Migrant Workers: The Impact of State Terror and Economic Development on Uyghurs in Urban *Xinjiang*. *Central Asian Survey*, 2-21.
- Uyangoda, J. (2010). Sri Lanka in 2009: From Civil War to Political Uncertainties. *Asian Survey*, 50(1), 104-111.
- Voorde, Cecile, V. (2005). Sri Lankan Terrorism: Assessing and Responding to the Threat of the Liberation Tigers of Tamil Eelam (LTTE). *Police Practice and Research: An International Journal*, 6(2). 181-199.

Kongreler

- Jackson, R. (2010). A Defence of the Concept of State Terrorism, *International Studies Association 51. Annual Convention*. New Orleans.

İnternet Kaynakları

- “Global Terrorism Database”, 21.01.2020’de <http://apps.start.umd.edu/gtd/search/Results.aspx?chart=overtime&search=State%20Terror> adresinden alınmıştır.
- “Global Terrorism Database”, 21.01.2020’de <http://apps.start.umd.edu/gtd/search/Results.aspx?charttype=pie&chart=target&search=State%20Terror> adresinden alınmıştır.

Laqueur, Walter. “Reflections on Terrorism”. 21.01.2020’de <https://www.foreignaffairs.com/articles/1986-09-01/reflections-terrorism> adresinden alınmıştır.

“Sri Lanka” 21.01.2020’de https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/print_ce.html adresinden alınmıştır.

Swieg, Julia. E. (2002). What Kind of War for Colombia. 10.04.2020’de <https://www.foreignaffairs.com/articles/colombia/2002-09-01/what-kind-war-colombia> adresinden alınmıştır.

Ansiklopedi

Chalk, P. (2013). Front De Liberation Nationale (FLN), *Encyclopedia of Terrorism*. California: ABC-CLIO, 232-234.

Yayın İlkeleri

Savunma Bilimleri Dergisine gönderilen makalelerin; daha önce yurt içi ve yurt dışında herhangi bir yerde yayımlanmamış ve ilgili alan literatürüne katkı sağlayacak derecede özgün olması gereklidir. Bilimsel toplantılarda (kongre, sempozyum, seminer vb.) sunulmuş bir bildiriye dayanan aday makale, ilgili bildiri kitapçığında yayımlanmamış olması ve bu durumun belirtilmesi koşuluyla kabul edilebilir. Yayımlanmak üzere SBD'ne gönderilecek makaleler, dergipark.org.tr/khosbd adresindeki sisteme yüklenecek ve alpdergi@kho.edu.tr e-posta adresine gönderilecektir.

Dergiye gönderilen makaleler, aşağıda belirtilen şekil şartlarını taşıması ve konu/alan açısından Dergi Yayın Kurulunun uygun bulması halinde konunun uzmanı hakemlere (iki hakeme), yazara ait bilgiler gizlenerek gönderilir. Hakem değerlendirmelerinin ikisi de olumlu sonuçlanırsa yayına kabul edilir. Birinin olumlu, diğ erinin olumsuz olması halinde ise, makale üçüncü bir hakeme gönderilir. Dergi editörlerinin veya hakemlerinin aday makale metninde biçim, yöntem ya da içerik açısından değişiklik/düzeltilme yapılması talebi halinde, bu durum yazara bildirilir ve en geç 15 gün içerisinde yeniden düzelterek teslim etmesi istenir. Düzeltilmiş metin, hakemin gerekli gördüğü durumlarda tekrar incelenebilir. SBD'ne gönderilen makaleler, iki alan uzmanının "yayımlanabilir" onayından sonra Yayın Kurulu'nun son kararı ile yayımlanır. Dergiye gönderilen makaleler, yayımlansın veya yayımlanmasın iade edilmez.

SBD'nde yayımlanan makalelerdeki görüşler, yazarlarının şahsi görüşleri olup, hiçbir kurum ve kuruluş ile Milli Savunma Üniversitesi ve Alparslan Savunma Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünün resmi görüşü niteliğini taşımaz. Çalışmanın içinde olabilecek hatalı, eksik atıflardan veya çarpıtmalardan yazar sorumludur. Yayımlanan her araştırmaya ait verilerin 5 yıl süre ile yazar tarafından saklanması zorunludur. Dergiye gönderilen yazılara telif hakkı ödenmez.

Metin Şekil Esasları

1. SBD'ne gönderilen yayınlar Türkçe veya İngilizce olarak hazırlanabilir. Türkçe makalelerin yazım ve noktalamasında ve kısaltmalarda TDK İmlâ

Kılavuzunun en son baskısı esas alınır. Gönderilen yazılar dil ve anlatım açısından bilimsel ölçülere uygun, açık ve anlaşılır olmalıdır.

2. Dergiye gönderilen çalışmalar, mühendislik alanında yazılmış ise 2.500-6.000, sosyal bilimler alanında yazılmış ise 5.000-12.000 kelime alt-üst sınırları arasında olacak şekilde hazırlanmalıdır.
3. Makalelerin Türkçe başlık ve metni arasında Türkçe hazırlanmış azami 150-250 kelimelik öz ile anahtar kelimeler (3 ile 7 arasında) yer almalı, ardından İngilizce başlık, öz ve anahtar kelimelere yer verilmelidir. Her iki öz de, Times New Roman 11 punto 1,2 satır aralığında ve İtalik olarak yazılmalıdır. Ayrıca, makalenin sonunda 750 kelimeyi geçmeyecek şekilde bilimsel yazım kurallarına uygun Genişletilmiş Özete (Extended Summary) yer verilecektir. Giriş, ana konu başlıkları ve sonuç olarak yapılandırılacak Genişletilmiş Özet, Türkçe makaleler için İngilizce, İngilizce makaleler için Türkçe olarak hazırlanacaktır.
4. Yazarların adı, makale başlığının altına yan yana yazılmalı; yazarın unvanı, bağlı olduğu kurum/kuruluş adı ve elektronik posta adresi dipnotta (*) işareti ile 10 punto olarak belirtilmelidir.
5. Metinler Times New Roman 11 puntoda ve 1,2 satır aralığında yazılmalı, hizalama iki yana yaslı olmalıdır. Kenar boşlukları sağ:4 cm, sol:4 cm, alt:5,5 cm, üst:5,5 cm, kâğıt ölçüsü A4 olacak şekilde hazırlanmalıdır.
6. İlk sayfadan sonra, çift numaralı sayfalara yazar adı, tek numaralı sayfalara makale adı 10 punto karakterinde üst bilgi olarak eklenmelidir.
7. Her tablo ve şekil için sıra numarası verilmeli (**Tablo 1**, **Şekil 2** gibi); tabloların başlığı üstte, şekillerin başlığı ise altta yer almalı, başlıklar ortalanmış ve ilk harfleri büyük, 11 puntoda yazılmalıdır. İstatistikler için virgülden sonra üç haneden fazlası yazılmamalıdır. Denklemlere sıra numarası verilmelidir. Sıra numarası ayraç içinde ve sayfanın sağ tarafında yer almalıdır.
8. Yazılarda dipnotlara yer vermekten kaçınılmalı ve burada söylenecekler metin içinde ifade edilmelidir. Zorunlu olarak verilecek dipnotlar ise numaralandırılarak sayfa sonunda veya sonnot olarak metin sonunda kaynakçadan önce verilmelidir.

9. Teknik terimler tırnak içinde yazılmalı veya açıklanmalıdır. Kavramlar için kısaltma kullanımından kaçınılmalıdır.

10. SBD’nde beş seviye başlık kullanılmaktadır. Zorunlu olmadıkça beş seviyenin dışına çıkılmamalıdır. Giriş ve sonuç bölümlerine numara verilmemelidir.

1. Birinci Seviye

a. İkinci Seviye

(1) Üçüncü Seviye

(a) Dördüncü Seviye

(I) Beşinci Seviye

11. Test edilen her hipotez ayrı ayrı ifade edilmelidir. Her hipoteze ayrı numara verilmelidir (Hipotez 1 veya Hipotez 1a, 1b gibi). Hipotezler bir boşluk içeriden ve italik olarak yazılmalıdır. Örneğin:

Hipotez 1: Kamu örgütlerinde çalışan yöneticilerin özel kuruluşlarda çalışanlara göre güç mesafesi daha yüksektir.

12. Atıflar yazar soyadları esas alınarak alfabetik sıraya göre düzenlenmelidir. Aynı yazar veya yazarların farklı çalışmalarında, çalışma tarihi daha eski olan önce yazılmalıdır. Aynı yazarın veya yazarların aynı tarihlerdeki çalışmalarında “a”, “b” şeklinde harfler çalışmanın yapıldığı yılın yanına yazılmalıdır. Temel olarak atıf yapılan her çalışmanın referansı aşağıdaki örneğe uygun olarak verilir.

İsim ve yıl: Örgütsel nitelikteki öncüller, örgütsel adalet algısı (Brewer ve Kramer, 1986; Cremer, 2005a, 2005b; Lipponen, 2001, 2006) gibi faktörlerden...

Sadece yıl: Mael ve Ashforth (1992) tarafından geliştirilen...

Üç, dört ve beş yazarı olan çalışmalarda ilk atıfta tüm yazarların isimleri verilmeli, müteakip atıflarda “vd.” şeklinde kısaltılarak verilmelidir. Beşten fazla yazar varsa ilk yazarın soyadından sonra “vd.” şeklinde ifade edilebilir.

13. Bir yazarın düşüncelerinin yeniden ifade edilmesi zorsa veya anlamını yitirecekse 40 kelimedenden daha fazla olmayan atıflarda kaynaktan alınan ifade tırnak

işareti içinde belirtilerek yazılmalı ve o ifadenin bulunduğu sayfanın numarası belirtilmelidir. Örneğin: (Öztürk, 2003: 147). Eğer 40 kelimedenden daha fazla atıf yapılması gerekiyorsa alıntı yapılan kısım, iki sekme içeriden, tırnak içinde yazılmalı, en sonuna alıntı yapıldığı yerdeki paragraf (para. 15) veya sayfa numarası (s. 25) belirtilmelidir.

14. Yazar ismi belirtilmemiş bir çalışmaya atıf yapılması gerekiyorsa ve bu çalışma süreli bir yayındaysa yayının ismi yazar olarak belirtilebilir. Örneğin; (Wall Street Journal, 2009), (Ticaret Bakanlığı, 1999). Aynı parantez içinde birden fazla çalışmaya atıf yapılacaksa çalışmalar alfabetik sıraya göre ve aralarına noktalı virgül konularak yazılmalıdır. Örneğin: (Abrams, 2000; Sullivan ve Hellman, 1999). İkincil kaynaklar, (Blau, 1964'ten akt. Tamer, 2003). Tamer'in (2003), Blau'dan (1964) aktardığına göre... şeklinde ifade edilerek ikincil kaynaklardan atıf yapıldığı belirtilmelidir.

15. Elektronik kaynaklara atıf yaparken genel atıf kuralları geçerlidir (Yazar soyadı, yıl). Eğer bu bilgi mevcut değilse, kaynağa ulaşılan web adresi parantez içinde verilmelidir. Yani yazarı belli olmayan bir elektronik kaynağa atıf yapmak gerektiğinde web sitesi parantez içinde verilmelidir. Şayet profesyonel bir web sitesine, veri tabanına veya bir projenin web sitesine atıf yapmak gerekiyorsa, elektronik adres parantez içinde verilmeli, kaynakçada da aşağıda ilgili bölümde verilen örnekte görüldüğü gibi belirtilmelidir. Örneğin: UNICEF web sitesi dünya çapında çocukların iyiliği için çalışan çeşitli yararlı kaynaklara bağlantılar sunmaktadır (<http://www.unicef.org>).

16. Teşekkür notu: Eğer mali destek veya diğer yardımları için teşekkür etmek istediğiniz kişi veya kurumlar varsa, çalışmanın sonuna bir not ekleyerek teşekkürlerinizi iletebilirsiniz.

17. Kaynakça 11 punto olarak düzenlenecektir. Yazım kurallarıyla ilgili örnekler aşağıdadır.

Kitaplar

Brannick, M.T., Levine, E.L. ve Morgeson, F.P. (2007). *Job and work analysis*. London: Sage.

Bloch S. ve Whiteley P. (2010). *Düz bir dünyada yöneticilik*. (Çev. Ü. Şensoy), İstanbul: İş Bankası Yayınları.

Makaleler

Levine, E.L., Ash, R.A. ve Bennett, N. (1980). Exploratory comparative study of four job analysis methods. *Journal of Applied Psychology*, 3(1), 524-535.

Yayımlanmamış Çalışmalar

Dağ, İ. (1990). *Kontrol odağı, stresle başa çıkma stratejileri ve psikolojik belirti gösterme ilişkileri*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Welch, K.E. (Baskıda). Technical communication and physical location: Topoi and architecture in computer classrooms. *Technical Communication Quarterly*, 14(3).

E-kitaplar

Shotton, M.A. (1989). *Computer addiction? A study of computer dependency*. <http://www.ebookstore.tandf.co.uk/html/index> adresinden alınmıştır.

Yazarı Belli Olmayan Web Sitesi Makalesi

New child vaccine gets funding boost. (2001). 21 Şubat 2011'de http://news.ninemsn.com.au/health/story_13178.asp adresinden alınmıştır.

18. Ekler yazının sonunda verilecek ve altında belgenin içeriği ve kaynağına dair kısa bilgi yer alacaktır. Ekler başlıklandırılırken; “EK-A”, “ EK-B” şeklinde sıralanmalı ve ek içinde “Başlıklar” bölümünde ifade edilen başlıklandırma kurallarına uyulmalıdır. Ek içindeki tablolar “Tablo A1, B1” şeklinde sıralanarak isimlendirilmelidir.

Publication Principles

The articles sent to the Journal of Defense Sciences are required not to have been published anywhere in the country and abroad and to be original in such a way that contribute to the related literature. The submitted articles that were presented in scientific meetings such as congress, symposium, seminar etc. can be accepted if they have not been published in the related proceedings document and this is explicitly stated by the article author(s). The articles which will be sent to the Journal of Defence Sciences for publishing will be added to dergipark.org.tr/khosbd and will be sent to alperdergi@kho.edu.tr.

The Articles submitted to the Journal are forwarded to the referees (two referees) of the particular scientific are by hiding the identity of the author in the event that the articles meet the formatting requirement mentioned below and the publication board finds it appropriate for the subject. If the evaluation of both referees turn out to be positive, the article is accepted for publication. In case one of the evaluation is positive and the other one is negative, the article is forwarded to a third referee. In the event that the editors or referees of the Journal request a change/correction in the text of candidate's article in terms of format, method or content, this situation is reported to the author and he/she is asked to amend the text again and deliver it in 15 days at the latest. The emended text can be reviewed again in case the referee deems it necessary. The articles submitted to the Journal of Defense Science are published with a final decision of the Publication Board after two referees give approval as "publishable". The articles submitted to the Journal are not given back in case of publication or non-publication.

The views expressed in the articles published in the Journal of Defense Sciences are of the personal views of the authors and do not constitute the official opinion of National Defense University and Directorate of Alparslan Defense Sciences Institute with any other institute and organizations. The writer is responsible for any faulty, missing references or distortions that may arise in the work. It is compulsory for the author to keep the reference data for every research for 5 years which was published. There is no copyright payment for the article sent to the Journal.

Text Formatting

1. Articles sent to the Journal can be prepared either in Turkish or in English. The spelling and the punctuation of Turkish articles and the abbreviations in them should be in accordance with the most recent edition of Turkish Language Association Spelling Book. The articles should be clear and understandable in terms of language and expression in accordance with scientific measures.
2. The articles sent to the Journal should be in the range of 2500-6000 words for the articles written in the engineering field and 5000-12000 words for the articles written in the social sciences.
3. The articles should include a maximum of 150-250 words of Turkish abstract and key words (3 to 7 words) and also English title, abstract and key words. Both of these Abstracts should be in Times New Roman 11 font, one and a half spaced and in italics. In addition, there will be an Extended Summary at the end of the article in accordance with the scientific writing rules not to exceed 750 words. The Extended Summary which will consist of Introduction, Main Titles and a Conclusion sections will be prepared in English for articles in Turkish, and in Turkish for articles in English.
4. The names of the authors should be written side by side under the title of the article; the title of the author, the name of the institution/organization to which he/she is affiliated and the e-mail address should be indicated in footnote (*) with 9 point.
5. The articles should be written in Times New Roman 11pt, one and a half spaced, and justified. Page numbers should be stated on the bottom and page margins should be 4 cm to the right, 4 cm to the left, 5,5 cm to the bottom and 5,5 cm to the top. The paper type should be A4.
6. After the first page, name of the author should be given to the even pages, name of the article should be given to the odd pages in 10pt as header.
7. Page number should be given to every page (Table 1, Figure 2 etc.); The title of the tables should be above and the title of the figures should be below. These titles should be centered and the first letter should be uppercased in 10pt. For the

statistics, no more than three letters should be written after the comma. Equations should be numbered. Page number should be in brackets and located at the right side of the sheet.

8. Using endnotes in the articles should be avoided and things that will be stated in this part should be given in the text. If it is compulsory to use endnotes, those should be stated at the end of the pages after numbered or stated at the end of the text but before the reference as endnote.

9. Technical terms should be in quotation marks or explained. Using abbreviations should be avoided for the terms.

10. Five level titles should be used in Journal of Defence Sciences. If it is not compulsory, these levels should not be exceeded. Introduction and conclusion parts should not be numbered.

1. First Level

a. Second Level

(1) Third Level

(a) Fourth Level

(I) Fifth Level

11. Each tested hypothesis should be expressed and numbered separately (Hypothesis 1 and Hypothesis 1a, 1b etc.). Hypothesis should be indented and in italics. For instance;

Hypothesis 1: The managers working on public organizations have higher power distance than the managers working on private institutions.

12. Citation should be arranged alphabetically according to the last names of the authors. In different studies of the same author or authors, study dating back to an older date must be stated before. The same studies of the same author or authors should include ‘a’, ‘b’ next to the year of the study. Basically, each reference of studies which is referred, should be given as in the example below.

Name and year: Organizational Premises, Organizational Justice Perception (Brewer and Kramer, 1986; Cremer, 2005a, 2005b; Lipponen, 2001, 2006)

Only year: Mael and Ashforth (1992)

In studies with multiple authors, the first citation should include the names of all authors. Following citations should be abbreviated by using ‘et al.’ If there are more than five authors, it can be stated as ‘et al.’ after the last name of the first author.

13. If paraphrasing is difficult or causing vagueness, it is difficult to re-express the thoughts of an author or becomes meaningless, the expression taken from the source in the reference which is no more than 40 words should be written in quotation marks and the page number of the expression should be stated. For example: (Ozturk, 2003: 147). If the reference is required to be more than 40 words, quoted text should be in quotation marks, two times indented and paragraph (para. 15) or page (p.25) should be stated at the end.

14. If a page with no author name is required to be cited and if this is in a periodical publication, the publication name can be specified as the author. For example (Wall Street Journal of Trade, 2009), (The Ministry of Trade,1999). To state multiple sources in the same parentheses, they should be in alphabetical order, and each should be separated by a semi colon. For example: (Abrahams, 2000; Sullivan and Hellman, 1999). Secondary sources should be stated as (Blau, from Tamer in 1963, 2003), according to Tamer(2003) referencing Blau(1964).

15. When referring to electronic sources, general reference rules are valid (last name, year.). If this information is not reachable, the link of the source should be stated in parentheses. In short, when it is required to refer an electronic source of which author is unknown, the website of the source should be given in parentheses. If it is required to refer a professional website, data base or the website of a project the electronic address should be given in parentheses and it should also be stated in the references as shown in the below. For example; the website of UNICEF enables connections to various useful sources endeavoring for welfare of the children worldwide.

16. Acknowledgements: If there is any person or any institutions that you would like to thank for financial or any other types of support, you can express your sincere thanks by adding a note at the end of the study.

17. The references should be in 11 font size. Some examples of writing rules are given below:

Books

Brannick, M.T., Levine, E.L. ve Morgeson, F.P. (2007). *Job and work analysis*. London: Sage.

Bloch S. ve Whiteley P. (2010). *Düz bir dünyada yöneticilik*. (Çev. Ü. Şensoy), İstanbul: İş Bankası Yayınları.

Article

Levine, E.L., Ash, R.A. ve Bennett, N. (1980). Exploratory comparative study of four job analysis methods. *Journal of Applied Psychology*, 3(1), 524-535.

Unpublished Works

Dağ, İ. (1990). *Kontrol odağı, stresle başa çıkma stratejileri ve psikolojik belirti gösterme ilişkileri*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Welch, K.E. (Baskıda). Technical communication and physical location: Topoi and architecture in computer classrooms. *Technical Communication Quarterly*, 14(3).

E-books

Shotton, M.A. (1989). *Computer addiction? A study of computer dependency*. <http://www.ebookstore.tandf.co.uk/html/index>. This Article was taken from this Website.

Web Page Article with no Author

New child vaccine gets funding boost. (2001). 21 Şubat 2011'de http://news.ninems.com.au/health/story_13178.asp. This Article was taken from this Website..

18. The attachments will be given at the end of the article and contain brief information about the contents and source of the document underneath. Attachments should be arranged as "APPENDIX-A", "APPENDIX-B" while being titled, and the heading rules stated in the "Headings" section of the appendix must be followed. The tables in the Appendix should be named as "Table A1, B1".

Yazışma Adresi / Correspondence

Alparslan Savunma Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Kara Harp Okulu Yerleşkesi 06654 Bakanlıklar /ANKARA

Telefon / Phone : +90 312 417 51 90/4603

E-Posta / E-Mail : alpdergi@kho.edu.tr

Web : http://www.kho.edu.tr/akademik/enstitu/alp_SAVBEN_dergi_anasayfa.html

