

BİDGE Yayınları

Teknoloji, Verimlilik Ve Mühendislik: Yenilikçi Yöntemler,
Modern Çözümler Ve Stratejiler Iı

Editör: Doç. Dr. Hüseyin Şanlı

ISBN: xxxx

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 25.12.2024

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



İçindekiler

Savunma Sanayi Projelerinde Risk Yönetimi ve Uygulamaları	4
Aden GÜNSÜREN.....	4
Savunma Sanayisinde Kalite Yönetim Sistemleri Önemi, Gelişen Trendler ve Uygulama	35
ADEN GÜNSÜREN	35
N. BERA CERAN DİNA.....	35
Türkiye’de Araştırma-Geliştirme Merkezleri İle Patent Performansı Arasındaki İlişki	61
Banu ÖZKESER	61
Avrupa Birliği ve Aday Ülkelerin Tarımsal-Çevresel Sürdürülebilirlik Performanslarının Kümeleme Analizi ile Karşılaştırılması	71
Didem GÜLERYÜZ	71
Erdemalp ÖZDEN	71
Elektronik Radar Harp Sistemleri: Kavramlar, Teknolojiler ve Mevcut Trendler.....	106
N. Bera CERAN DİNAR ¹	106
Personel Seçme ve Değerlendirme Sürecinde Bulanık Topsis Uygulaması	150
Ulviye POLAT.....	150

BÖLÜM I

Savunma Sanayi Projelerinde Risk Yönetimi ve Uygulamaları

Aden GÜNSÜREN

Giriş

Proje yönetiminde risk yönetimi, projelerin başarısını sağlamak için kritik bir süreçtir. Risk yönetimi, potansiyel risklerin tanımlanması, değerlendirilmesi ve bu risklere karşı stratejilerin geliştirilmesi aşamalarını içerir. Küreselde birçok ülkede savunma sanayi sektörü gün geçtikçe daha önemli bir hale gelmekte olup, özellikle gelişmekte olan ülkeler bu alanda tahsis edilen kaynaklarını arttırmış ve yüksek yatırımlar yapmaya başlamıştır. İlerleyen teknolojiye, mühendislik alanında geliştirmeye açık savunma sanayi projelerinin daha zor ve karmaşık bir hale gelmesi kaçınılmazdır. İyi bir proje yönetimi kurgusunun olması, ihtiyaçları doğru tanımlamak ve kaynakları etkili kullanarak doğru zamanda müşteri teslimatlarını gerçekleştirmek için önemli bir yere sahiptir. Proje süreçlerinde

ihtiyaçlara kapsamaların değerlendirilerek doğru zamanda yanıt verebilmek için süreçlerde risk yönetimi yapılması kritiktir. Proje yönetimi süreçlerinde, risklerin değerlendirilmesi, analiz edilmesi ve belirli periyotlarda gözden geçirilmesi gerekir. Projelerin başarısını sağlamak ve potansiyel tehlikeleri minimize etmek için kritik bir süreçtir.

Proje Yönetiminde Risk Yönetimi Nedir?

Proje yönetiminde risk yönetimi, projelerde ortaya çıkabilecek belirsizlikleri ve olası olumsuz durumları belirleme, değerlendirme ve bu durumlara karşı önleyici veya düzeltici önlemler alma sürecidir. Bu süreç, projelerin başarıyla tamamlanabilmesi için kritik öneme sahiptir.

Proje yönetiminde risk yönetimi, projelerin başarıyla tamamlanabilmesi için kritik bir bileşen olarak ön plana çıkmaktadır. Bu süreç, yalnızca olumsuz durumların önlenmesi değil, aynı zamanda fırsatların da değerlendirilmesi için stratejiler geliştirmeyi içerir.

Risk yönetimi başlı başına bir yönetim disiplindir. Ancak belirsizlikleri ve riskleri tamamen ortadan kaldıracak sihirli bir yönetim disiplini değil, potansiyel risklerin sistematik olarak değerlendirilerek, olası zararlarının etkisini azaltıcı yönde, verilere dayalı karar vermeyi sağlayan bir disiplindir (Fıkırkoca, M. (2003) Bütünsel Risk Yönetimi, *Pozitif Matbaacılık, Ankara*, 389-427) ve diğer disiplinlerle bir bütünlük içerisinde uygulanması gerekir. (zbek, Y. (2004). Proje Yönetim Sürecinde Risk Yönetimi: Tatbikat Merkezi Uygulaması, *Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü*, 17-50)

Risk yönetimi sürecinde izlenen yol kısaca bir projenin hedeflerine ulaşmasını tehdit eden belirsizliklerin tanımlanması, analizi ve kontrol altına alınması olarak özetlenebilir. Bu süreç, risklerin izlenmesi ve yönetilmesi için stratejiler geliştirmeyi içerir. Böylece potansiyel risklerin etkisinin minimize edilmesi ve fırsatların değerlendirilmesi için sistematik bir yaklaşım sunar.

Üç ana aşamadan oluşan risk yönetimi, proje yöneticilerine bilinçli kararlar alma ve projelerini daha güvenli bir şekilde yönlendirme konusunda yardımcı olur.

Risklerin tanımlanması, ilk adım olarak, proje ekibinin olası tehditleri belirlemesini gerektirir. Bu aşamada, iç ve dış faktörler göz önünde bulundurularak risklerin kaynağı, türü ve etkileri analiz edilir. Örneğin, teknik riskler, zamanlama riskleri, maliyet aşımı veya kaynak yetersizliği gibi çeşitli risk türleri tanımlanabilir.

Risklerin değerlendirilmesi, ikinci aşamadır ve burada belirlenen risklerin olasılığı ve etkisi analiz edilir. Bu aşamada, her bir riskin gerçekleşme ihtimali ve projenin genel hedeflerine olan potansiyel etkisi dikkate alınarak risklerin önceliklendirilmesi yapılır. Bu tür bir değerlendirme, proje yöneticilerinin hangi risklere odaklanmaları gerektiğine karar vermelerine yardımcı olur.

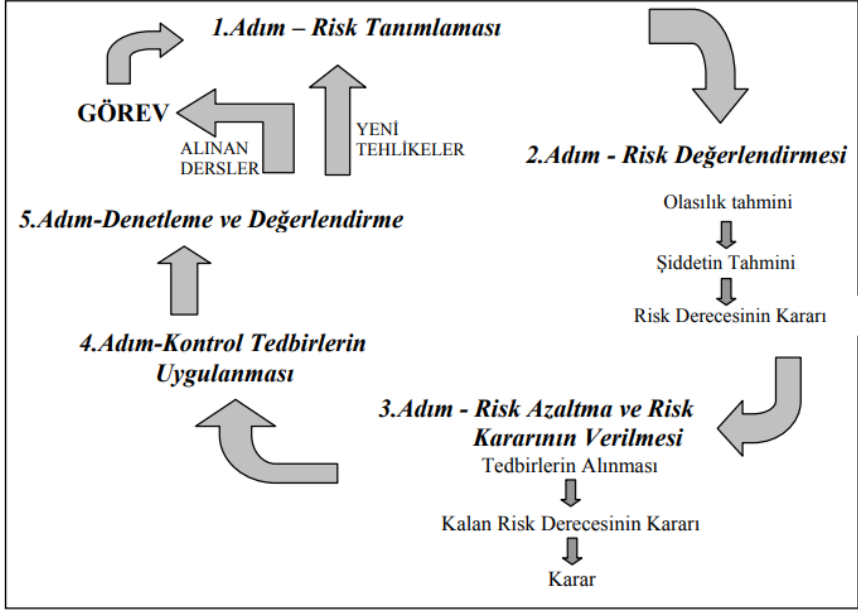
Üçüncü olarak, risklerin yanıtlanması aşamasında, belirlenen risklere karşı stratejiler geliştirilir. Bu stratejiler, risklerin önlenmesi, azaltılması, transfer edilmesi veya kabul edilmesi gibi çeşitli yolları içerebilir. Proje yöneticileri, bu yanıtları belirlerken, kaynakların etkin kullanımı ve projenin genel hedefleri doğrultusunda hareket etmelidir.

Sonuç olarak, risk yönetimi, projelerin başarısını artırmada önemli bir rol oynar. İyi bir risk yönetimi planı, projelerin zamanında, bütçe içinde ve beklenen kalite standartlarına uygun bir şekilde tamamlanmasını sağlayabilir. Bu nedenle, risk yönetimi, proje yönetiminde vazgeçilmez bir unsurdur ve her proje yöneticisinin dikkatle ele alması gereken bir konudur.

Proje Yönetiminde Risk Yönetimi Adımları Nelerdir?

Başarılı bir proje yönetimi esnasında, projenin n değerlendirmesi aşamasında, öncelikle “durum analizi – kilit değerlendirmeler” yapılır. Daha sonra “Proje Tanımlama” ve “Yönetim Ayarlamaları” yapılır ve son olarak da “Fizibilite – Sürdürülebilirlik” analizleri yapılır. (Ene, S. 2013. *Proje Yönetiminde Yer Alabilecek Risk Kaynaklarının Tespiti ve Risk Yönetim Planının Geliştirilmesi*, İstanbul Journal of Social Science, 5, 15.)

Risklerin önceden belirlenmesi, potansiyel olumsuz olayların önceden tespit edilerek, önlemeyi ve en aza indirilmesini amaçlar. Risk yönetiminin belirlenmesi sistematik bir yaklaşım gerektirmekte olup, temel adımları şekil 1’de Risk Yönetim Modelinde belirtildiği şekilde uygulanabilir.



Şekil 1: Risk Yönetim Modeli

Kaynak : Vaughan, E. J. Risk Management, John Willey & Sons, New York, 7-123 (1997).

2.1.Risklerin Tanımlanması

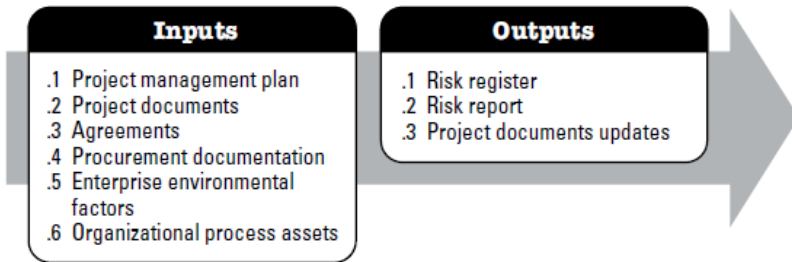
Risk yönetiminin ilk adımı, projede karşılaşılabilecek tüm potansiyel risklerin kapsamlı bir şekilde belirlenmesidir. Bu aşamada proje ekibi, çeşitli yöntemler kullanarak riskleri tanımlayabilir. Risklerin tanımlanması aşamasında, elde edilen sonuçlar teknik, finansal, zaman, kaynak, çevresel ve organizasyonel gibi farklı kategorilere ayrılabilir.

Riskin algılanabilmesi için riskin ne olduğunun bilinmesi gerekmektedir. Risk belirleme, risk yönetim sürecinde genellikle en kritik adım olarak ele alınmaktadır. Risk belirleme; risklerin ve kaynaklarının problem haline gelmeden tespit edilmesidir. (Gülen,

M. 2006. *İnsansız Hava Aracı Kazalarının Önlenmesinde Örnek Bir Risk Yönetimi Uygulaması*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 64.)

Risklerin belirlenmesi, bireysel proje risklerinin yanı sıra genel proje risk kaynaklarının belirlenmesi ve özelliklerinin belgelenmesi sürecidir.

Bu sürecin en önemli faydası, mevcut bireysel proje risklerinin ve genel proje risk kaynaklarının belgelenmesidir. Ayrıca, proje ekibinin belirlenen risklere uygun şekilde yanıt verebilmesi için bilgileri bir araya getirir. Bu süreç proje boyunca gerçekleştirilir. Bu sürecin girdileri ve çıktıları Şekil 2'de gösterilmektedir. (A Guide to the Project Management Body of Knowledge, PMBOK Guide, Sixth Edition, 2017.)



Şekil 2: Risklerin Belirlenmesi: Girdiler ve Çıktılar

Kaynak: PMBOK,2017

2.1.1 Beyin Fırtınası

Ekip üyeleri arasında açık bir tartışma ile olası risklerin ortaya konulmasını amaçlar. Eleştiri ve müdahaleler olmadan her türlü düşüncenin özgürce belirtildiği toplantılara beyin fırtınası denilmektedir. Beyin fırtınalarında hayata geçirme imkânı en iyi

olan düşünceler seçilmektedir ve her kurumun şahsına münhasır riskleri belirlenmektedir. (Uysal, M. (2020). Stratejik Risklerin Yönetilmesi ve Örgütlerde Sürekli Risk Yönetimi Entegrasyonu, <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1276466>)

2.1.2 Geçmiş Proje İncelemeleri

Önceki projelerde karşılaşılan risklerin tanımlanması ve öğrenilmiş derslerin aktarılmasını amaçlar. Geçmiş proje incelemeleri, bir projenin başlangıcından sonuna kadar olan sürecinin değerlendirilmesi ve projenin çıktılarının, süreçlerinin ve risk yönetimi stratejilerinin analiz edilmesidir. Bu incelemeler, proje sonrası analiz (Post-Mortem Analysis) veya proje değerlendirme toplantıları (Project Review Meetings) şeklinde gerçekleştirilebilir. Kerzner, geçmiş proje incelemelerinin, projelerin başarısının artırılması ve risk yönetim stratejilerinin geliştirilmesi için kritik olduğunu vurgular. (Kerzner, H. (2017). "Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Control.") Kitapta derslerin belirlenmesi, risk tanımlama ve yönetimi, süreç iyileştirme aşamalarını ele alarak geçmiş proje incelemeleri doğrultusunda, proje başarısını arttırmayı hedeflemektedir.

Bu bağlamda, Kerzner'in eserinde, geçmiş proje incelemelerinin sistematik bir yaklaşım benimseyerek projelerin sürekli iyileştirilmesine katkıda bulunduğu ve risk yönetiminde daha bilinçli kararlar alınmasını sağladığı belirtilmektedir. Geçmiş deneyimlerin analiz edilmesi, organizasyonların öğrenme kültürünü güçlendirir ve projelerin daha başarılı olmasına katkı sağlar.

2.1.3 Uzman Görüşleri

İlgili alanda uzman kişilerin görüşlerinin alınarak, yönlendirme yapılmasının sağlanmasını amaçlar. Riskler kategorize edildiğinde, konunun uzmanlarından alınacak görüşler de tanımlama yapılmasına katkı sağlamaktadır.

2.1.4 SWOT Analizi

Pojenin güçlü ve zayıf yönleri değerlendirilir. Fırsatlar ve tehditlerin belirlenmesini amaçlar. SWOT analizi ile stratejik planlar geliştirilmesi, fırsatların değerlendirilmesi ve tehditlerin yönetilmesine olanak tanınır. Bu analiz, karar verme süreçlerinde rehberlik eder ve değişen koşullara uyum sağlanmasına yardımcı olur.

SWOT analizi açılımında olduğu gibi; Strengths (güçlü yönler), Weakness (zayıf yönler), Opportunities (fırsatlar) ve Threats (tehditler) belirlenerek, risklerin analizi gerçekleştirilir.

2.1.4.1 Güçlü Yönlerin Belirlenmesi

Güçlü yönleri belirlerken aşağıda yer alan sorular yöneltilebilir.

- Projede neleri iyi yapıyoruz?
- Proje yönetiminde hangi kaynaklarımız var?
- Müşteri memnuniyeti açısından hangi başarılarımız var?

2.1.4.2 Zayıf Yönlerin Belirlenmesi

Organizasyonun veya projenin zayıf yönlerinin belirlenmesi için;

- Projede hangi alanlarda yetersiz kalınmaktadır?
- Projede hangi kaynaklarımız eksik?
- Müşteri olumsuz geri bildirimlerinde hangi yönlerimiz öne çıkıyor?

2.1.4.3 Fırsatların Belirlenmesi

Dış çevredeki fırsatlar belirlenir. Bu, pazar trendleri, yeni teknolojiler, müşteri ihtiyaçlarındaki değişiklikler ve rekabet avantajları gibi unsurları içerir.

- Projenin bulunduğu sektörde hangi yeni pazarlar mevcut?
- Projede kullanılabilecek teknolojik gelişmeler bize nasıl fayda sağlayabilir?
- Müşteri taleplerindeki değişiklikler nelerdir?

2.1.4.4 Tehditlerin Belirlenmesi

Dış çevredeki tehditler tanımlanır. Bu, rekabet, ekonomik koşullar, yasal düzenlemeler ve diğer olumsuz faktörleri kapsar.

- Projede hangi rekabet tehditleri var?
- Proje süreçlerinde ekonomik durum nasıl etkileyebilir?
- Hangi dış faktörler projeyi olumsuz etkileyebilir?

2.2 Risklerin Analiz Edilmesi

Risklerin tanımlandıktan sonra, analiz edilmesine ihtiyaç duyulur. Risk analizi aşamasında, her bir riskin olasılığı ve projenin hedefleri üzerinde potansiyel etkisi analiz edilir.

Tehlikelerin saptanması ve tehlikelerin sebep olabileceği risklerin hesaplanması amacıyla bilimsel yaklaşımların kullanılması sonucunda riskler sınıflandırılır ve sıralanır. (Yılmaz, K. (2003). Havacılıkta Emniyet açısından Risk Yönetimi ve Havacılık Örgütlerinden Uygulama Örnekleri, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 90-116).

Risk belirlemede öncelikle amaç, risk içeren olay ve durumların saptanması ve listelenmesidir. Bunlar olası risk nedenleri ve senaryolarının oluşturulabilmesi için gereklidir. Risklerin birçok nedeni olabilir. Risk sebeplerinin etkisinin ve sonucunun şiddetinin belirlenmesi yoluyla risk proaktif şekilde yönetilmiş olur. Bu nedenle risklerin sınıflandırılması ve listelenmesi risk belirleme ve analizine yardımcı olacak çalışmalardır.

Risklerin sınıflandırılması çalışmasına ilişkin en yaygın yaklaşım risk kaynaklarının sınıflandırılmasıdır. Risk belirleme faaliyeti bir kez değil, risk yönetimi süreci boyunca yapılır. (Gülen, M. 2006. *İnsansız Hava Aracı Kazalarının Önlenmesinde Örnek Bir Risk Yönetimi Uygulaması*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 65.)

Risklerin analizi niteliksel risk analizi ve niceliksel risk analizi olarak iki ana kategoride gerçekleştirilir.

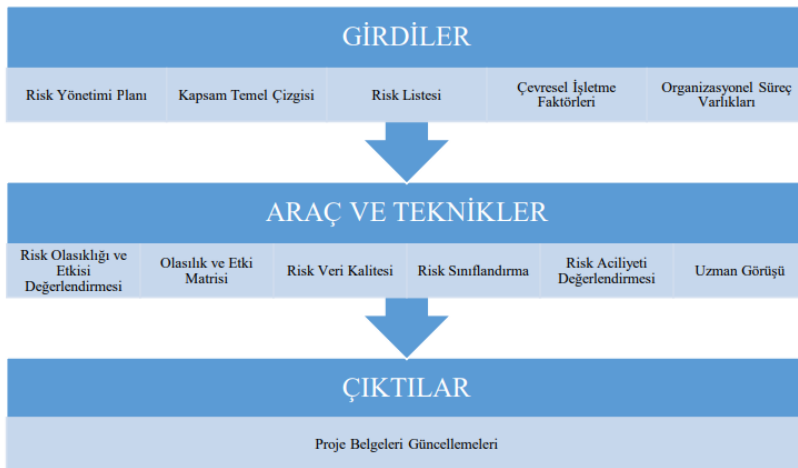
2.2.1. Niteliksel Risk Analizi

Nitel risk analizi, "risklerin gerçekleşme olasılıklarını ve olası etkilerini değerlendirerek ve birleştirerek daha ayrıntılı bir analiz ya da eylem için riskleri önceliklendirme sürecidir. (Zabun, A. (2012). Proje Yapım Sürecinde Risk Yönetimi Üzerine Örnek Olay

İncelemeleri, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 28.)

Bir başka tanımda ise, ‘‘Tanımlanmış risklerin gerçekleşme olasılığının ve etki gücünün matematiksel değerler ile değil, sözel mantıkla, uygulamayı yapan uzmanın tecrübelerine ve sezgilerine başvurularak değerlendirildiği süreçtir.’’ (Yazgan, H. Sönmez, P. (2015). *Yazılım Geliştirme Projelerinde Risk Yönetimi: Bir Banka ATM Örneği*, *Ege Akademik Bakış*, 15.)

Risklerin olasılık ve etkisinin sıralanarak, hangi risklerin daha kritik olduğu belirlenir. Bu süreç, genellikle bir risk matrisinin kullanılmasıyla gerçekleştirilir. Bu matris, risklerin yüksek, orta veya düşük seviyelerde sınıflandırılmasına olanak tanır. Niteliksel risk analizi Şekil 3’te belirtilmiştir.



Şekil 3: Niteliksel Risk Analizinin Yapılması: Girdiler, Araç ve Teknikler, Çıktılar

Kaynak: Kırmızı M. (2017). Proje Yönetim Metodolojileri ve Örnek Bir ERP Proje Yönetimi Metodolojisinin Değerlendirilmesi

2.2.1. Niceliksel Risk Analizi

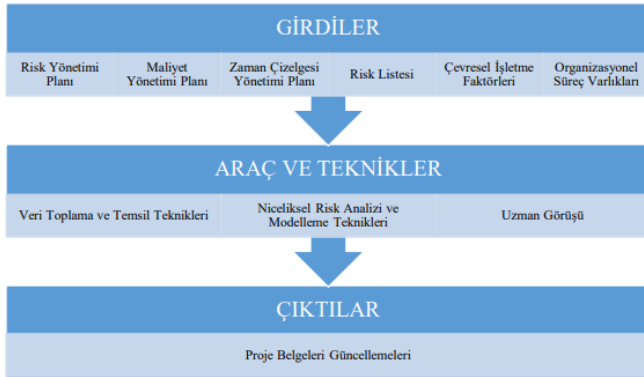
Daha detaylı bir değerlendirme gerektiren kritik riskler için kullanılır. Tanımlanmış olan risklerin proje hedefleri üzerindeki etkilerinin sayısal veriler ile ortaya konulmasıdır. Niceliksel risk analizinde sayısal veriler üzerinden değerlendirme yapılır.

Niceliksel risk analizinin yapılması için girdiler olarak risk yönetim planı ve risk listesine ihtiyaç duyulur.

Modelleme ve simülasyonlar, olasılık dağılımları, karar ağacı analizi gibi istatistiksel yöntemler kullanılarak risklerin olasılıkları ve etkileri sayısal olarak hesaplanabilir.

Uygulanan matematiksel teknikler doğrultusunda, projenin tahmini olarak tamamlanma süresi, bütçesi, hedeflerin gerçekleşme olasılığı verileri çıktı olarak ortaya çıkacaktır.

Niceliksel risk analizi Şekil 4'te belirtilmiştir.



Şekil 4: Niceliksel Risk Analizinin Yapılması: Girdiler, Araç ve Teknikler, Çıktılar

Kaynak: Kırmızı M. (2017). Proje Yönetim Metodolojileri ve Örnek Bir ERP Proje Yönetimi Metodolojisinin Değerlendirilmesi

2.3 Risklerin Önceliklendirilmesi

Analiz aşamasında elde edilen veriler doğrultusunda, risklerin önceliklendirilmesi yapılır. Bu adım, proje yöneticilerinin hangi risklere öncelik vermeleri gerektiğini belirlemelerine yardımcı olur. Önceliklendirme, kaynakların optimal şekilde kullanılabilmesi için kritik öneme sahiptir.

2.4 Risk Yanıt Stratejilerinin Geliştirilmesi

Risk yanıt stratejilerinin geliştirilmesi aşamasında, risklere karşı alınacak önlemler ve stratejiler geliştirilir. Genel başlıklar altında dört ana kategoride toplanabilir.

2.4.1. Riskin Önlenmesi

Riskin ortaya çıkma olasılığını azaltmak için önleyici tedbirlerin alınması. Örneğin, belirli bir teknoloji kullanılmadan önce yeterli testlerin yapılması.

2.4.2 Riskin Azaltılması

Riskin etkisini minimize etmek için uygulanan stratejilerdir. Azaltma, olumsuz bir risk olayının olasılık ve/veya sonuçlarının etkisini azaltarak belli bir eşiğe çekme arayışıdır. (Ene, S. 2013. *Proje Yönetiminde Yer Alabilecek Risk Kaynaklarının Tespiti ve Risk Yönetim Planının Geliştirilmesi*, İstanbul Journal of Social Science, 5, 56.) Riskin azaltılmasında alternatif çözümler geliştirmek, ek kaynaklar tahsis etmek gibi yöntemler uygulanabilir.

2.4.3 Riskin Transferi

Riskin bir başka tarafa devredilmesi. Örneğin, sigorta ile risklerin finansal etkilerini azaltmak.

2.4.4 Riskin Kabulü

Proje süreçlerinde bazı risklerin kabul edilmesi gerekebilir. Bu risklerin gerçekleşmesi durumunda eylem planı oluşturulması aşamasıdır.

2.5 Risk İzleme ve Kontrol

Risk yönetim süreci, proje boyunca sürekli bir izleme ve kontrol gerektirir. Bu aşamada, belirlenen risklerin durumu, etkileri ve yeni ortaya çıkan riskler düzenli olarak gözden geçirilir. Proje yöneticileri, risk yanıt stratejilerinin etkinliğini değerlendirmek için performans göstergelerini takip eder ve gerektiğinde stratejileri günceller.

Son aşama olarak nitelendirebileceğimiz bu aşamada, ilk dört aşamada yapılan değişikliklerin sonucunda elde edilen kazanımların korunması ile ilgilidir. İç denetim kavramını karşılayacak şekilde bu aşamada iç denetçiler tarafından, raporlanan gözlemler ve tavsiyeler üzerine yönetim tarafından alınan önlemlerin yeterliliği, etkililiği ve zamanlaması takip edilerek değerlendirilir. (Selimoğlu, Yeşilçelebi & Altunel, (2021). İç Denetim Süreçlerini İyileştirme ve Risk Yönetim Araçları, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 201-218.)

Bir başka bakış açısı olarak, Ren-hui ve Feng-yong, (2008)'e göre, en son proses risklerin izlenmesi ve kontrol edilmesi olmasına rağmen bu proses risk yönetim döngüsünün son aşaması değildir. Bu cümleden de anlaşılabacağı üzere risklerin gözlemlenmesi ve kontrol edilmesi, proje risk yönetim sürecinin her aşamasından sonra uygulanmaktadır ve risk yönetim süreci döngüsel bir karakter sergilemektedir. (Zabun, A. (2012). Proje Yapım Sürecinde Risk

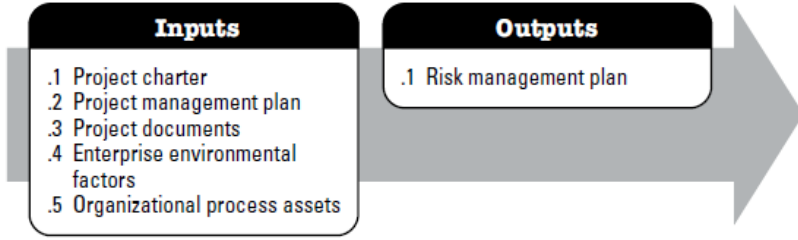
Yönetimi Üzerine Örnek Olay İncelemeleri, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 33.)

2.6 İletişim ve Raporlama

Risk yönetimi süreci boyunca, proje ekibi ve paydaşlar arasında sürekli iletişim sağlamak hayati öneme sahiptir. Risklerle ilgili düzenli raporlar hazırlanmalı ve bu raporlar, risklerin durumu, yanıt stratejileri ve güncellemeleri hakkında bilgi sağlamalıdır. İyi bir iletişim, tüm paydaşların risk yönetimi sürecine dahil olmasını ve bu konuda bilinçli kararlar almasını sağlar. Proje süreçlerinde sürdürülebilir bir yaklaşım için iletişim ve raporlama aşaması önemli bir yere sahiptir. Böylece, sonraki benzer proje aşamalarında da risklerin görülmesine ve önlemler alınmasına fayda sağlayacaktır.

Risk Yönetimi Planı

Risk Yönetimi Planı, bir proje için risk yönetimi faaliyetlerinin nasıl yürütüleceğini tanımlama sürecidir. Bu sürecin en önemli faydası, risk yönetiminin derecesinin, türünün ve görünürlüğünün hem risklerle hem de projenin kurum ve diğer paydaşlar için önemiyle orantılı olmasını sağlamasıdır. Bu süreç bir kez veya projenin önceden tanımlanmış noktalarında gerçekleştirilir. Bu sürecin girdileri ve çıktıları Şekil 5'te gösterilmektedir. (A Guide to the Project Management Body of Knowledge, PMBOK Guide, Sixth Edition, 2017.)

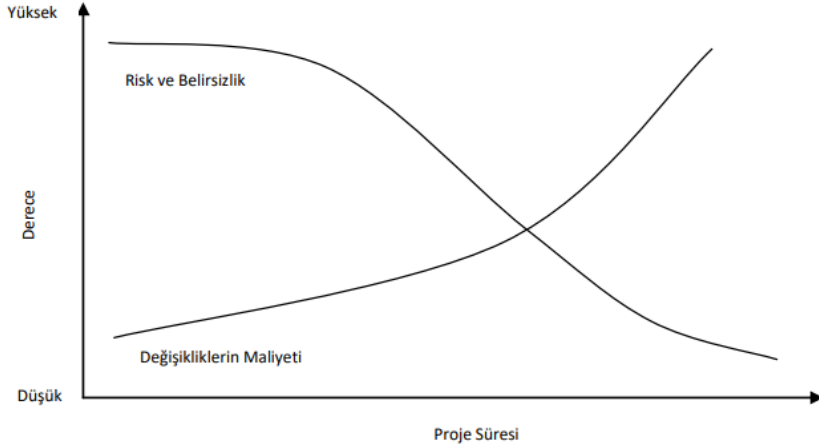


Şekil 5: Risk Yönetimi Planı: Girdiler ve Çıktılar

Kaynak: PMBOK,2017

Proje başlangıç aşamasında her ne kadar belirsizlikler ve riskler fazla olsa da, risk yönetim planı ile proje yaşam süresi boyunca zamanla azalış gözlemlenebilir. Proje başlangıcında belirlenen planlar doğrultusunda, süreçte karşılaşılabilecek belirsizlikler ve riskler önceden tespit edilebileceğinden, zamanla risk listesinde azalma gözlenmesi beklenir ancak hiçbir zaman sıfırlanması beklenmez. Proje kapanış fazına geçildiğinde hala bazı risklerle karşılaşılma olasılığı mevcut olabilir. Risk ve belirsizliklerin derecesinde azalma gerçekleşirken, alınacak önlemler ve eylem planları doğrultusunda değişikliklerin maliyetinde artış gözlemlenebilir.

Proje yaşam döngüsüne bağlı olarak, risklerin derecesindeki değişim Grafik 1’de gösterilmiştir.



Grafik 1: Proje Süresine Bağlı Olarak Etkilerin Oranı

Kaynak: Kurşunoğlu, Z. (2017. Proje Yönetiminde Başarı Kriterleri Üzerine Bir Araştırma, Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Savunma Sanayi Projelerinde Risk Yönetimi Örnek Uygulaması

Tarihin her döneminde devletlerin temel gereksinimi olan savunma, ülke bağımsızlığının ve güvenliğinin sağlanması amacıyla silahlı kuvvetlerinin çeşitli sistem ve teçhizatlar ile donatılmasıdır. (Topbay, A. Taşkın, E. (2023). Savunma Sanayi Uygulamalarının ve Harcamalarının Savunma Performansına Etkisi, *Dumlupınar Üniversitesi İİBF Dergisi*, 12.) Küreselde olduğu gibi, Türk Savunma Sanayi sektöründe de büyük yatırımlar yapılmakta ve birçok projeler en kısa sürede hayata geçirilmek üzere gerçekleştirilmek istenmektedir.

Savunma sanayi projelerinde, müşteri beklentilerinin her proje özelinde spesifik olması, askeri standartların zorlayıcılığı

beraberinde yüksek maliyetli bu projelerde bir takım riskleri de beraber getirmektedir.

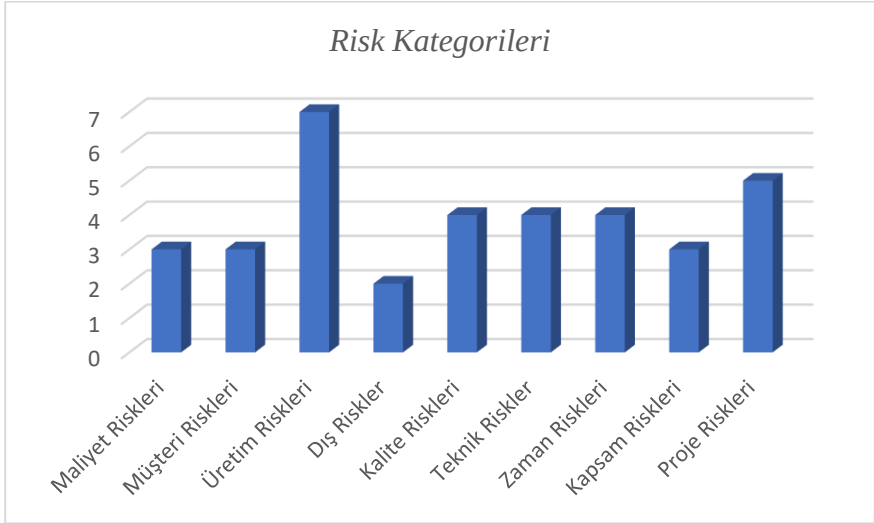
Savunma sanayi kara araçları üretimi gerçekleştiren bir firmada, birden fazla proje eş zamanlı yürütülmektedir. Projede karşılaşılabilecek risklerin belirlenmesi, analiz edilmesi, önlemler alınması ve eylem planlarının oluşturulması hedeflenmiştir. İlk olarak proje risklerinin belirlenmesi ve tanımlanan risklerin analiz süreci gerçekleştirilir. Analiz edilen risklere bir yanıt planı oluşturulur. Uygulanan plan neticesinde, riskler izlenerek kontrol edilir ve sonuç durumuna ait raporlama gerçekleştirilir.

4.1 Savunma Sanayi Kara Araçları Projesinde Örnek Bir Uygulama

Kara aracı üretimi gerçekleştirilen bir firmada proje başlangıcında tanımlanan bir takım riskler mevcuttur. Riskler öngörülebilir ve öngörülemeyen riskler olarak ikiye ayrılır. Çalışmada öngörülebilir riskler üzerinden bir çalışma gerçekleştirilecektir. Proje başlangıcından proje kapanış aşamasında kadar geçen süreçlerde karşılaşılabilecek riskler üzerinden bir analiz gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

4.1.1 Risklerin Tanımlanması

Riskler tanımlanırken, farklı projelerde ortak olarak nitelendirilebilecek, öngörülebilir 35 risk belirlenmiş ve kategorilerine göre ayrıştırılmış olup, Grafik 2’de gösterilmiştir.



Grafik 2: Tanımlanan Risklerin Kategorileri

Tanımlanan risklere ait liste, risk karşısında tutum ve riskin projeye ve proje sürecine olan etkileri Tablo 1’de verilmiştir.

RİSKLER	RİSKLERİN SONUÇLARI	RİSK ÖNLEME PLANI
Tedarik kalemlerinin proje teklifinden daha fazla maliyetle sağlanması	Proje bütçesinin aşılması	Alternatif tedarikçiler ile çalışılması
İhtiyaç miktarından fazla tüketim gerçekleştirilmesi	Proje bütçesinin aşılması	Proje ihtiyaçlarının tam olarak belirlenmesi ve paydaşlar ile paylaşılması
Kalifiye altyüklenici sınırı	Proje bütçesinin aşılması ve takvime uyumsuzluk	Proje teklif aşamasında satınalma ile bilgi paylaşımı ve tedarikçi iyileştirme aksiyonlarının uygulanması
Üretim kapasitesinin olmaması	Proje takvimine uyumsuzluk	Fabrika kapasitesinin planlanması ve ek alım

		gerekli ise yönetime aktarılması
Kalifiye personel eksiği	Proje kalite eksikliği, proje takvimine uyumsuzluk	Kalifiye personel alımları için proje teklif aşamasında bilgilendirme yapılması, farklı birimlerde var olan personellerin yönlendirilmesi
Gerekli ekipman eksiği	Proje takvimine uyumsuzluk	Ekipmanların uygunluğunun üretim süreci öncesi kontrolü
Malzeme eksiği	Proje takvimine uyumsuzluk	Malzeme planlama ekibinin oluşturulması
Prosesler arası koordinasyonun sağlanamaması	Proje takvimine uyumsuzluk	Rutin proje ve planlama toplantılarının gerçekleştirilmesi
Siparişlerin geç aılması	Proje takvimine uyumsuzluk	Sipariş yönetimi ekibinin kurulması ve haftalık raporlama yapılması
Stokların doğru olmaması	Proje planlamasında aksama, planlamanın bozulması, gecikmelerin gerçekleşmesi	Stok yönetimi kabiliyetini arttıracak önlemler alınması
Projelerin akışması	Proje takvimine uyumsuzluk, kaynakların verimli kullanılamaması	Planlama ekipleri ile belirli periyotlarda rutin toplantıların gerçekleştirilmesi
Kaynak yetersizliği	Proje takvimine uyumsuzluk	Proje başlangıç fazında kaynakların belirlenerek, kaynak yönetim süreçlerinin uygulanması

İşgücü yetersizliği	Kapsamların fazla maliyet ile sağlanması, proje takviminde gecikmeler	İşgücü planlamasının yapılması, farklı departmanların değerlendirilmesi, işe alımların gerçekleştirilmesi
Proje ekibi stabilizesinin korunamaması	Proje know-how kaybının yaşanması, takvime uyumsuzluk, kaliteli ürün ortaya konulamaması, teknik yetersizliklerin ortaya çıkması	Proje ekibi içerisinde sinerji oluşturulması adına sosyal faaliyet planlarının yapılması, yapılacakların ve sorumlu kişilerin açık ve net belirlenmesi
İşten ayrılımlar	Proje know-how kaybının yaşanması, proje takvimine uyumsuzluk	Memnuniyetin sağlanabilmesi için anketlerin yapılması, insan kaynakları ve yöneticilerin olumlu katkıları
Tasarım süreçlerinde belirsizlikler	Proje maliyeti ve takvimde olumsuzlukların sonuçlanması	İsterlerin net olarak belirlenmesi, net olmayan isterler için müzakere edilen bir tarihte netleştirilmesi, tasarım sürecinin dondurulduğuna hemfikir kalınması
Testlerin başarısız sonuçlanması	Süreçlerin başa alınmasına sebebiyet verebilir, takvime uyumsuzluk ve maliyet risklerinin çıkması	Test prosedürlerinin belirlenerek, öncesinde alınabilecek tüm önlemlerin ve çalışmaların gerçekleştirilmesi, olumsuzluk durumunda aksiyon planının oluşturulması

Tasarımın üretim aşamasında değişmesi	Proje kaynaklarının verimsiz kullanılmasına yol açabilir, maliyet ve zaman olumsuzluklarına yol açar	Kritik tasarım toplantısının planlanması, tasarım sürecinin dondurulduğundan emin olarak süreçlerin ilerletilmesi
Projenin istenilen zamanda teslim edilememesi	Müşteri memnuniyetsizli ve potansiyel iş alımlarında olumsuz izlenim	Gantt Chart oluşturulması ve süreçlerin belirli periyorlarda takip edilmesi
Paydaşların takvimde gecikmesi	Proje takvimine uyumsuzluk	Gantt Chart oluşturulması ve süreçlerin belirli periyorlarda takip edilmesi
Altyüklenici siparişlerinde gecikmeler	Proje takvimine uyumsuzluk	Gantt Chart oluşturulması ve süreçlerin belirli periyorlarda takip edilmesi
Kritik tedarik kalemlerinin zamanında tespit edilememesi Taahhüt edilen sistemlerin çalışmaması	Proje takvimine uyumsuzluk, isterlerin karşılanamaması, itibar kaybı	İsterlerin netliği konusunda müşteri ile teyitleşilmesi, sistem mühendisliği süreçlerinin iş planının oluşturulması ve uyulması
Ürün ağacı kurgusunun doğru yapılamaması	Üretim ve tedarik süreçlerinin doğru ilerletilememesi, maliyet ve zaman riskleri, kaynakların verimsiz kullanımı	Tasarım süreçlerinin sistematik olarak ilerletilmesi

Teknik dokümanların yetersizliği	Kalite kontrol süreçlerinin doğru ilerletilememesi veya sağlanamaması	Tasarım dokümanlarının kontrollerinin sağlanması, üretim dokümanları ile müşteri isterlerinin uyumunun kalite süreçleri öncesinde kontrol edilmesi
Kontrol dokümanlarının uygunsuzluğu	Kalite kontrol süreçlerinin doğru ilerletilememesi, müşteri kabul faaliyetlerinde memnuniyetsizlik	Doküman kontrollerinin üretim ve kalite kontrol aşamaları öncesinden kontrolü ve eylem planı oluşturulması
Müşteri gereksinimlerinin değişmesi	Üretim verimsizliği, takvimsel gecikmeler, maliyet artışı	Prototip üretim projelerinde değişikliklerin yönetilmesine yönelik önlemlerin ve aksiyon planlarının oluşturulması
Müşteri bütçe/zaman baskısı	Verimsiz iş süreçleri ile karşılaşılması, kalite ve test süreçlerinin olması gerektiği gibi ilerletilememesi	Rutin proje toplantılarında şeffaf bilgi aktarımının gerçekleştirilmesi, süreçle ve mevcut durum ile ilgili bilgilendirmelerin yapılması
Sürekli olarak müşteri ek taleplerinin çıkması	İş kayıplarının ortaya çıkması, maliyet ve proje takviminde olumsuzlukların gerçekleşmesi	Prototip üretim projelerinde değişikliklerin yönetilmesine yönelik önlemlerin ve aksiyon planlarının oluşturulması
Ara proses denetimlerinin gerçekleştirilmemesi	Kalite bulgularının geç farkedilmesi, iş gücü ve zaman kaybı	Ara kalite kontrol faaliyetlerinin planlanması ve uyulması
Bitmiş üründe kalite bulgularının fazlalığı	Müşteriye karşı itibar kaybı, ek işçiliğin artması ve takvime uyumsuzluk	Kalite yönetim süreçlerinin gözden geçirilerek tekrarlanan hataların düzeltilmesine yönelik planların oluşturulması
Kalite uygunsuzluklarının tespit edilmesinde geç kalınması	Proje takvimine uyumsuzluk, ek işçilik çıkması	Gantt şemasında kalite kontrol süreçlerinin sıklığının artırılması ve hataların oluşmasında

		önleyici tedbirler oluşturulması
Kalite uygunsuzluklarının düzeltilebilmesi için proste başa dönülmesi	Kaynakların verimsizleşmesi, proje takvimi ve maliyetine uyumsuzluk	Gantt şemasında yer alan kalite kontrol adımlarına uyulması, benzer/aynı projelerde karşılaşılan uygunsuzlukların üretim aşamasından önce ekipler ile paylaşılması
Mücbir Sebepler	Proje süreçlerinde duruş veya olumsuz süreçlerin gerçekleşme durumu	Proje duruşuna geçilmesi durumunda etkilerinin belirlenerek önleyici önlemlerin alınması, riski kabul ederek sonuçlara etkisinin yönetim seviyesinde değerlendirilmesi
Siyasi Riskler, Yasal Düzenlemeler	Proje ilerleyişini durdurabilecek veya proje takviminde daha önce alınabilecek durumların oluşması	Proje duruşuna geçilmesi durumunda etkilerinin belirlenerek önleyici önlemlerin alınması, riski kabul ederek sonuçlara etkisinin yönetim seviyesinde değerlendirilmesi

Tablo 1: Tanımlanan Riskler, Sonuçları ve Önlem Planı

4.1.2 Risklerin Değerlendirilmesi ve Analizi

Belirlenen risklere ait, etki dereceleri Tablo 2’de belirtilmiştir.

Tablo 2: Risk Etki Çizelgesi

1	Çok Düşük
2	Düşük
3	Orta
4	Yüksek
5	Çok Yüksek

Tanımlanan risklere ait, etki dereceleri belirlenerek öngörülen risklerin etki çizelgesi belirlenir.

Etki çizelgesinde, risk ağırlığı aşağıda yer alan formülizasyon (1) üzerinden hesaplanır.

$$(1) \text{ Risk Ağırlığı} = \frac{(\text{Maliyete etki derecesi} + \text{Zamana etki derecesi} + \text{Kaliteye Etki Derecesi}) * 100}{\text{Toplam etki derecesi}}$$

Tablo 3'te öngörülen risklerin etki çizelgesi ve risk ağırlıkları hesaplanmıştır.

Öngörülen Riskler	Maliyete Etki Derecesi					Zamana Etki Derecesi					Kaliteye Etki Derecesi					Toplam Etki Derecesi	Ağırlığı
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		%
Tedarik kalemlerinin proje teklifinden daha fazla maliyetle sağlanması					5	1					1					7	20,00
İhtiyaç miktarından fazla tüketim gerçekleştirilmesi					5		2				1					8	22,86
Kalifiye altyüklenici sınırı			3				2								5	10	28,57
Üretim kapasitesinin olmaması			3							5			3			11	31,43
Kalifiye personel eksikliği	1						2								5	8	22,86
Gerekli ekipman eksikliği		2							4					4		10	28,57
Malzeme eksikliği		2								5	1					8	22,86
Prosesler arası koordinasyonun sağlanamaması	1								4			2				7	20,00
Siparişlerin geç açılması	1									5	1					7	20,00
Stokların doğru olmaması	1									5	1					7	20,00
Projelerin çıkışması			3							5	1					9	25,71
Kaynak yetersizliği			3							5	1					9	25,71
İşgücü yetersizliği		2							4			2				8	22,86
Proje ekibi stabilizesinin korunamaması	1								4					4		9	25,71
İşten ayrılmalar		2								5		2				9	25,71
Tasarım süreçlerinde belirsizlikler			3							5			3			11	31,43
Testlerin başarısız sonuçlanması				4						5					5	14	40,00
Tasarımın üretim aşamasında değişmesi				4						5			3			12	34,29
Projenin istenilen zamanda teslim edilememesi				4						5	1					10	28,57
Paydaşların takvimde gecikmesi				4						5	1					10	28,57
Altıyüklenici siparişlerinde gecikmeler		2								5	1					8	22,86
Kritik tedarik kalemlerinin zamanında tespit edilememesi		2								5		2				9	25,71
Taahhüt edilen sistemlerin çalışmaması			3							5					5	13	37,14
Ürün ağacı kurgusunun doğru yapılamaması		2							4				3			9	25,71
Teknik dokümanların yetersizliği		2							4						5	11	31,43
Kontrol dokümanlarının uygunsuzluğu	1							3							5	9	25,71

Tablo 3: Öngörülen Risklerin Etki Çizelgesi

4.1.3 Risk Azaltma ve Risk Kararlarının Verilmesi

Tablo 3’te belirtilen risklerin ağırlıkları belirlenmiştir.

Ağırlık derecesi yüksek olan ilk 10 risk üzerinden risk azaltma aksiyonları Tablo 4’te açıklanmıştır.

Tablo 4: Risk Azaltma Aksiyonları

Riskler	Ağırlıkları	Risk Azaltma Planı
Testlerin başarısız sonuçlanması	40	Test planının takvimde emniyetli olarak planlanması, öğrenilmiş derslerin ve benzer projelerin süreçlerinin gözlemlenmesi ve test planının bu doğrultuda gerçekleştirilmesi
Sürekli olarak müşteri ek taleplerinin çıkması	37,14	Müşteri ile zaman ve maliyetin müzakere edilmesi, önceliklerin belirlenerek uygulamanın gerçekleştirilmesi, müşteri talepleri ve isterlerinin proje takviminde bir fazdan sonra dondurulacağının tüm paydaşlar ile görüşülmesi ve hedef tarih belirlenmesi
Taahhüt edilen sistemlerin çalışmaması	37,14	Sistemlerin çalışmasına engel durumların çıkartılarak öncelikli olarak çalışma gerçekleştirilmesi, alternatif tedarik/üretimlerin plana alınması
Ara proses denetimlerinin gerçekleştirilmemesi	34,29	Proje planında ara kontrol noktalarının belirlenmesi, belirli periyotlarda kalite raporu iletilmesi
Bitmiş üründe kalite bulgularının fazlalığı	34,29	Proje planında ara kontrol noktalarının belirlenmesi,

		belirli periyotlarda kalite raporu iletilmesi
Kalite uygunsuzluklarının düzeltilebilmesi için proste başa dönülmesi	34,29	Proje planında ara kontrol noktalarının belirlenmesi, belirli periyotlarda kalite raporu iletilmesi
Kalite uygunsuzluklarının tespit edilmesinde geç kalınması	34,29	Proje planında ara kontrol noktalarının belirlenmesi, belirli periyotlarda kalite raporu iletilmesi
Tasarımın üretim aşamasında değişmesi	34,29	Organizasyon içi tasarım değişikliklerinin önüne geçilmesi için müşteri onayı alınarak ilerlenilmesi, tasarım süreçlerinin onayı alındıktan sonra üretim faaliyetlerinin başlatılması
Mücbir Sebepler	31,43	Riski kabul etme. Olası etkilerinin önceden plana alınarak maliyet riskleri için yönetim seviyesinde görüşülerek finansal eylem planının faaliyet alınması
Müşteri gereksinimlerinin değişmesi	31,43	Müşteri ile zaman ve maliyetin müzakere edilmesi, önceliklerin belirlenerek uygulamanın gerçekleştirilmesi

Sonuç

Yapılan örnek çalışmada, savunma sanayi projelerinde sıkça karşılaşılabilecek öngörülebilir riskler tanımlanmış ve risklerin gerçekleşme olasılığı doğrultusunda ağırlıklandırmaları hesaplanmıştır.

Ağırlıkların belirlenmesi neticesinde, ilk 10 risk üzerinden örnek risk azaltma ve önleme eylem planları belirlenmiştir.

Risk ağırlıklandırmalarına bakıldığında, en yüksek 10 riskin 4'ü kalite kategorisine aittir. Böylece, savunma sanayi projelerinde kalite isterlerinin kritik olduğu ve buna bağlı olarak da risk ağırlıklandırmalarının da fazla olduğu ifade edilebilir. Kalite konularından sonra önem arz eden konuları müşteri isterleri ve değişiklikleri takip etmektedir. Son kullanıcının ihtiyaçlarına yönelik, projede hassas bir yaklaşım sergilenmektedir. Ergonomi ve ihtiyaçlara yönelik geri bildirimlerin projenin herhangi bir aşamasında gelebileceği ihtimali bulunmaktadır. Bu risklerin, proje yönetiminde öngörülebilir ve uygulanabilir olmasını beklemek kaçınılmazdır.

Belirlenen risk önleme planlarının uygulamaya konularak proje başarısının artırılması ve istenilen zamanda, müşteri isteklerinin sağlanarak projenin teslimatı hedeflenmiştir. Alınan aksiyonlar ve eylem planlarının, raporlanması ise risk yönetiminde son aşamadır. Raporlamalar yapıldıktan sonra, denetleme ve değerlendirme aşamasında, olası risklerin devam eden projelerde tekrar etmemesi için somut bir risk yönetim planı oluşturulabilir.

Proje yönetimi süreçlerinde, risk yönetimi oldukça kritik bir yere sahip olup, çıktıların öğrenilmiş dersler altında kayıt altına alınması faydalı olacaktır.

Kaynakça

A Guide to the Project Management Body of Knowledge, PMBOK Guide, Sixth Edition, 2017.

Ene, S. 2013. Proje Yönetiminde Yer Alabilecek Risk Kaynaklarının Tespiti ve Risk Yönetim Planının Geliştirilmesi, İstanbul Journal of Social Science, 5, 15.

Fıkırkoca, M. (2003) Bütünsel Risk Yönetimi, Pozitif Matbaacılık, Ankara, 389-427.

Özbek, Y. (2004). Proje Yönetim Sürecinde Risk Yönetimi: Tatbikat Merkezi Uygulaması, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü, 17-50.

Gülen, M. 2006. İnsansız Hava Aracı Kazalarının Önlenmesinde Örnek Bir Risk Yönetimi Uygulaması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 64.

Selimoğlu, Yeşilçelebi & Altunel, (2021). İç Denetim Süreçlerini İyileştirme ve Risk Yönetim Araçları, Muhasebe ve Finansman Dergisi, 201-218.

Uysal, M. (2020). Stratejik Risklerin Yönetilmesi ve Örgütlerde Sürekli Risk Yönetimi Entegrasyonu, <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1276466>

Zabun, A. (2012). Proje Yapım Sürecinde Risk Yönetimi Üzerine Örnek Olay İncelemeleri, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 33.

Kerzner, H. (2017). "Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Control.

Kırmızı M. (2017). Proje Yönetim Metodolojileri ve Örnek Bir ERP Proje Yönetimi Metodolojisinin Değerlendirilmesi, Piri Reis Üniversitesi, 52.

Kurşunoğlu, Z. (2017. Proje Yönetiminde Başarı Kriterleri Üzerine Bir Araştırma, Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 9.

Proje Yönetimi Bilgi Birikim Kılavuzu (PMBOK Kılavuzu). Pennsylvania : Project Management Institute, 2013. ISBN: 978-605-88947-2-3.

Yazgan, H. Sönmez, P. (2015). Yazılım Geliştirme Projelerinde Risk Yönetimi: Bir Banka ATM Örneği, Ege Akademik Bakış, 15.

BÖLÜM II

Savunma Sanayisinde Kalite Yönetim Sistemleri Önemi, Gelişen Trendler ve Uygulama

**ADEN GÜNSÜREN
N. BERA CERAN DİNA**

Giriş

Savunma sanayi, ülke güvenliği için gerekli görülen savunma araç-gereçlerinin üretimi ve hizmetlerin sunulmasıyla bağlantılı olarak genel kapsamda endüstriyel iş çevresini de içine alan bir sektördür (Baran, T. (2018), Türkiye’de savunma sanayi sektörünün incelenmesi ve savunma sanayi sektörü harcamalarının ekonomi üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi, *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 58-81). Savunma sanayi, ulusal güvenliğin sağlanması, ülkenin savunma kapasitesinin güçlendirilmesi ve teknolojik üstünlüğün elde edilmesi açısından kritik bir iş alanı olarak değerlendirilmektedir. Ulusal güvenlik ve bağımsızlıkla ilgili stratejik bir sanayi olduğu için de yönetimi etkin bir şekilde

gerçekleştirilmelidir. (Mayori E., Bura R. O. and Siahaan T. (2019), Potency of Manufacturing Readiness Level Assessment From Defense Industry, *IEEE 4th International Conference on Technology, Informatics, Management, Engineering & Environment*, 132-137). Bu sektördeki ürünler, yalnızca yüksek performans gereksinimlerini karşılamakla kalmaz, aynı zamanda insan hayatı ve devletin güvenliğiyle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, savunma sanayiinde kalite yönetim sistemlerinin rolü çok büyüktür.

Ürünlerin ve hizmetlerin belirli standartlara uygunluğunu sağlamak için uygulanan sistematik bir süreçtir. Kalite yönetimi, savunma ürünlerinin güvenilirliğini, dayanıklılığını ve performansını garanti altına alarak, kullanıcıların gereksinimlerini eksiksiz bir şekilde karşılamayı amaçlar. Gereksinimlerin eksiksiz bir şekilde karşılanmasını amaçlamakla kalmaz, aynı zamanda süreçlerin etkinliğinin de sürekli olarak iyileştirilmesinde de kullanılır. Savunma sanayi projelerinde kalite yönetimi proje başlangıcından itibaren, tasarım, üretim, test, teslimat ve bakım aşamalarına kadar tüm yaşam döngüsünü kapsamaktadır. Belirtilen tüm aşamalarda kalite yönetiminin öneminin büyük olduğunu söyleyebiliriz. Ürünlerin ve hizmetlerin belirli standartlara uymasının yanı sıra, müşteri memnuniyeti, maliyet etkinliği, rekabet avantajı gibi kritik unsurların da teminatını sağlamaktadır.

Kalite yönetim sistemleri (KYS), bir organizasyonun ürün ve hizmetlerinin kalite seviyelerini sürekli olarak iyileştirmeyi amaçlayan yöntemler bütünüdür. Savunma sanayi firmaları için KYS'nin hedefi, müşterinin (devlet ve devlete bağlı kurumlar) gereksinimlerinin/beklentilerinin doğru olarak belirlenmesi ve temel faaliyetlerin uygulanması için önemli olarak tanımlanan ve ürün

kalitesini doğrudan etkileyen birbiriyle ilişkili ve etkileşimli süreçlerin etkin yönetimidir. (Garza-Reyes, J. (2018), Systematic Approach to Diagnose the Current Status of Quality Management Systems and Business Processes, *Business Process Management Journal*, 24: 216-233). Savunma sanayiinde ise bu sistemler, özellikle askeri teçhizatın fonksiyonel özellikleri, dayanıklılığı ve güvenliği açısından son derece kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada, savunma sanayiinde kalite yönetim sistemlerinin önemini, uygulama süreçlerini, karşılaşılan zorlukları ve gelecekteki gelişim trendlerinin kapsamlı bir şekilde incelenmesi hedeflenmiştir.

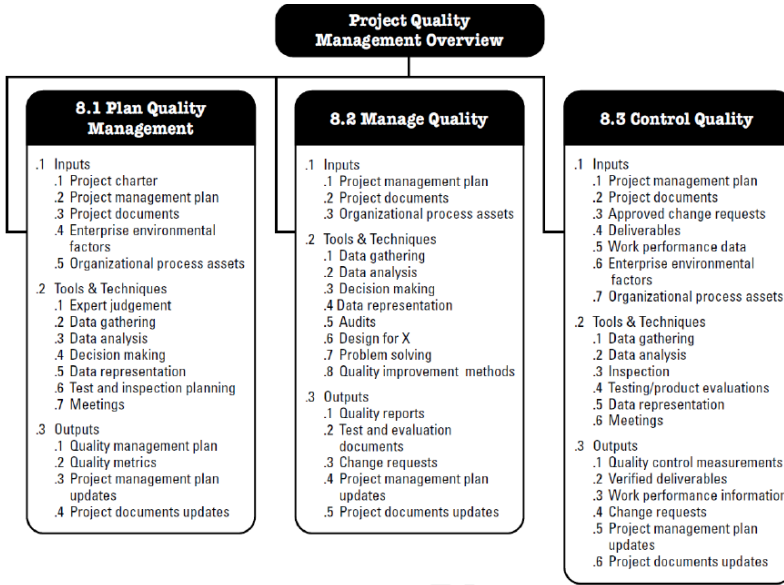
Savunma Sanayisinde Kalite Yönetiminin Önemi

Sade bir ifade ile kalite, spesifikasyonlara uygunluk ve kullanıma uygunluk anlamına gelir. (Chauhan, J. Thakulla, A. (2023), Project Quality Management.) Bir başka tanımda ise, 1904 Romanya doğumlu olan Juran Elektrik Mühendisliği bölümünden mezun olduktan sonra Hukuk fakültesinde doktorasını tamamlamıştır. Kalite konusunda çalışmalar yürüten Juran, kalite kavramını “kullanıma uygunluk” olarak tanımlamıştır. (Unutulmaz, Z. Savunma Sanayi Sektöründe Kalite Belgelerinin Etkisinin Araştırılması, *TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 4.) Kalite kavramı, bir başka deyişle, üretkenliği arttırmanın, maliyeti düşürmenin ve müşteri ihtiyaçlarını karşılamanın bir yoludur. (Yazıcıoğlu, O. (2019), İnşaat Sektöründe Proje Kalite Kontrol ve Kalite Güvence Yönetimi ve Bir Uygulama Örneği, *Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 3).

Üretkenliği arttırmak, maliyeti düşürmek ve müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilmek için kalite yönetimine ihtiyaç duyulur. Savunma sanayi projelerinde, müşteri ihtiyaçları ve istekleri belirli

standartlara dayanmaktadır. Bu ihtiyaçların sağlanabilmesi ve istenilen şartlarda bir ürün veya bileşenini ortaya koymak amacıyla iyi bir kalite yönetiminin gerçekleştirilmesi önemlidir.

Zorlu performans ve teknik isterlerin olduğu savunma sanayi projelerinde ürün kalitesinin gerçekleştirilmesi hayati öneme sahiptir.



Şekil 1: Proje Kalite Yönetimi Şeması

Kaynak: A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (2017), PMBOK Guide, Sixth Edition

Savunma sanayiindeki ürünlerin kalitesi, yalnızca ticari başarıyla ilgili değil, aynı zamanda milli güvenlik, askerlerin güvenliği ve stratejik üstünlük açısından da büyük bir öneme sahiptir. Savunma sanayi ürünleri genellikle karmaşık sistemler

olup, çok sayıda bileşen ve ileri teknolojiler içerir. Kalite yönetim sistemleri, bu karmaşık süreçleri yönetebilmek için gereklidir.

Kalitenin yüksek olması, şu nedenlerden dolayı kritik bir öneme sahiptir:

- **Güvenlik:** Savunma sanayi doğası gereği yüksek risk taşıyan bir sektördür. Savunma sanayi ürünlerinin güvenilirliği, askerlerin hayatta kalması, görevlerin başarıyla tamamlanması ve operasyonel etkinlik açısından çok önemlidir. Kaliteli ürünler ve hizmetler sağlanması sektörde yaşanabilecek olası kazaların ve hataların önlenmesinde yardımcı olur.
- **Maliyet:** Savunma sanayindeki ürünler pahalıdır ve hatalı bir üretim süreci ya da tasarım, büyük maddi kayıplara yol açabilir. Hatalı ürünlerin erken tespiti sebebiyle maliyet yönetimi sağlanarak, süreçlerin verimli yönetilmesini ve zaman kaybını minimize eder.
- **Performans:** Savunma ürünleri, zorlu çevre koşullarında yüksek performans sergilemelidir. Kalite yönetim sistemleri, bu tür performans gereksinimlerini karşılamak için kritik öneme sahiptir.
- **Uluslararası Standartlara Uyumluluk:** Savunma sanayiinde, uluslararası düzeyde kabul görmüş kalite ve güvenlik standartlarına uyum, hem ulusal hem de uluslararası düzeyde rekabetçi olabilmek için zorunludur.

- **Sürdürülebilirlik ve İnovasyon:** Kalite yönetimi süreçlerinde sürdürülebilir çözümler ve uygulamalar olması şirketlerin değişen piyasa koşullarında rekabet ortamında kalmalarına olanak sağlar ve piyasa koşullarına hızlı bir şekilde adapte olması için önemlidir.
- **Müşteri Memnuniyeti:** Savunma sanayi sektöründe müşteriler genellikle devlet kurumları ve uluslararası organizasyonlardır. Müşteri beklentilerinin yüksek olması ile birlikte, kalite yönetimi sayesinde bu beklentilerin karşılanması sağlanır. Kalite böylece müşteri memnuniyetinin anahtarı hale gelmiştir.
- **Rekabet Avantajı:** Sektörde bir çok firma arasında, ihale süreçlerinde firmaların öncelikli hale gelmesinin en büyük nedenlerinden birisi de kalite bir iş çıkartmaktır. Pazar alanında rekabet edilebilecek en büyük farklılıklar arasında yüksek kaliteli ürünler ortaya çıkarabilmektir. Kaliteli ürünlerin veya hizmetlerin ortaya konulması sonrasında müşteri güveninin sağlanması ile, uzun vadeli iş ilişkileri ve sadık bir müşteri tabanı oluşturulmasına yardımcı olunur.

Savunma Sanayisinde Kalite Yönetiminin Temel Bileşenleri ve Çıktıları

Kalite faaliyetlerinin amacı, teslim edilenlerin müşterinin ve diğer ilgili paydaşların hedeflerini en doğru şekilde karşılamasını sağlamaya yardımcı olmaktır. Amaç, kaynak israfını en aza indirmek

ve istenen sonuca ulaşma olasılığını en üst düzeye çıkarmaktır. (A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (2017), PMBOK Guide, Sixth Edition, 49.)

Kalite sürecinin ilerletilmesi aşağıda yer alan sonuçları ortaya çıkarmaktadır.

- Çıktıların hızlı bir şekilde teslimat noktasına ulaşması
- Yeniden işleme ve hurdaya çıkarma ihtiyacını önlemek veya azaltmak için çıktılardaki kusurları önlemek veya erken tespit etmek.

Kalite yönetimi süreçleri ve uygulamaları, proje hedeflerini karşılayan ve kuruluş ve ilgili paydaşlar tarafından ifade edilen beklentilere, kullanımlara ve kabul kriterlerine uygun çıktılar ve sonuçlar üretilmesine yardımcı olur. (A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (2017), PMBOK Guide, Sixth Edition, 49.)

Proje süreçlerinde ve çıktılarında kaliteye gösterilen yakın ilgi, aşağıda yer alan olumlu sonuçlar ortaya konulmasına yardımcı olur. Bu çıktılar proje süreçlerinin istenilen doğrultuda ilerletilmesi konusunda büyük öneme sahiptir.

- Kabul kriterleri ile tanımlandığı gibi amaca uygun proje çıktılar
- Paydaş beklentilerini ve iş hedeflerini karşılayan proje çıktılar
- Minimum hatalı veya hatasız proje çıktılar
- Zamanında veya hızlandırılmış teslimat

- Gelişmiş maliyet kontrolü
- Ürün teslimat kalitesinde artış
- Daha az yeniden işleme ve hurda
- Müşteri şikayetlerinde azalma
- İyi bir tedarik zinciri entegrasyonu
- Geliştirilmiş üretkenlik
- Artan proje ekibi morali ve memnuniyeti
- Sağlam hizmet sunumu
- Geliştirilmiş karar verme
- Sürekli iyileştirilen süreçler

2.1.1 Kalite Planı

Proje başlangıcında kalite hedeflerinin belirlenmesi ve bu hedeflere ulaşabilmek için plan yapılması, kaynakların planlanması aşamasıdır. Projeye özgü kalite isterlerinin belirlenerek listelenmesi, gereksinimlerin belirlenmesi sonrasında risk analizi yapılır. Risk analizi sonrasında ise kalite kontrol süreçlerinin oluşturulması uygulanır.

Kalite planı yapılırken bir takım araçlar kullanılabilir.

SWOT analizinin gerçekleştirilmesi, kalite planlama şablonunu kullanılması, risk yönetim matrisleri, pareto diyagramları, hata türü ve etki analizi (FMEA), kalite planında kullanılabilecek araçlara örnek olarak gösterilebilir. Bu araçlar kullanılarak her projeye özgü isterler doğrultusunda kalite planı ortaya konulabilir.

2.1.2 Kalite Kontrol

Bir ürünün veya hizmetin belirlenen standartlarda olup olmadığının uygunluğunun denetlenmesi aşamasıdır. Bu aşamada düzenli testler ve denetimler yapılarak, gereksinimlere ne kadar uygun olduğu belirlenir.

Kontrol listeleri, istatistiksel süreç kontrol (SPC) araçları, kalite kontrol grafikleri gibi araçlar ile denetim ve kontrol süreçleri ilerletilebilir.

2.1.3 Kalite Güvencesi

Ürünlerin veya hizmetlerin, kalite standartlarına uygun olarak işlenmesini sağlamak için uygulanan sistematik faaliyetler aşamasıdır. Bu aşamada iç denetimler yapılarak, kalite yönetim sisteminin güvenilirliği ve uygunluğu süreç içerisinde düzenli olarak izlenmektedir.

İlgili alan için kullanılan kalite standartları, iç denetim kontrol listeleri ve performans göstergeleri ile kalite güvencesi ölçülebilir.

Kalite güvence ana gündemlerinde; uygunluk ve uygunsuzlukların belirlenmesi, kuruluş genelinde kalite bilincinin artırılması, yetkinliklerin kontrolü ve garanti edilmesi, risklerin belirlenmesi gibi konular yer almaktadır.

2.1.4 Sürekli İyileştirme

Kalite süreçlerinin sürekli olarak gözlenmesi, denetlenmesi ve süreçlerin tespit edilen bulgular doğrultusunda sürekli iyileştirilmesi aşamasıdır. Bu aşamada müşteri geribildirimleri, projede çalışan kişilerin geri bildirimleri doğrultusunda süreçler iyileştirilebilir. Bu aşamada veri analizleri kullanılabilir. PDCA

döngüsü (Planla, uygula, kontrol et ve önlem al), kaizenler, kök neden analizleri sürekli iyileştirme uygulamalarına örnek olarak gösterilebilir.

2.1.5 Eğitim ve Farkındalık

Projede yer alan tüm çalışanların kalite standartları hakkında bilgi sahibi olmasını sağlamak kalite yönetim süreçlerine katkı sağlamaktadır. Üretim çalışmaları, konferanslar, seminerler, eğitim programları düzenlenerek çalışanların kalite bilincinin artırılması hedeflenir.

Kalite Yönetim Sistemlerinin Temel Unsurları

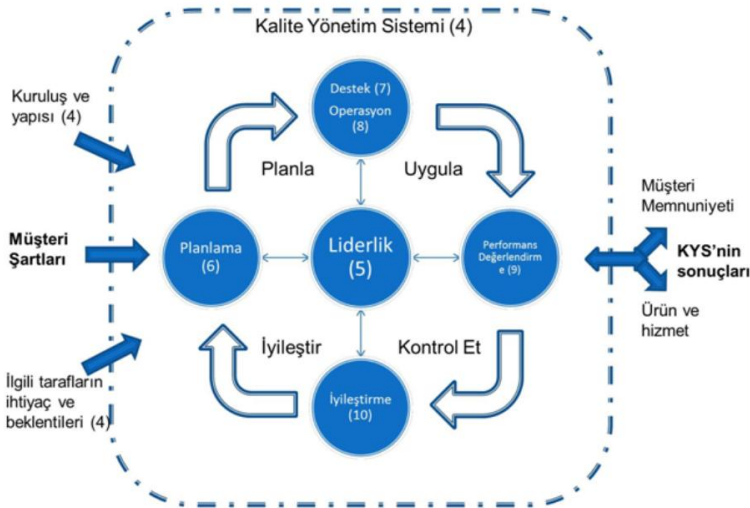
Savunma sanayiinde kalite yönetimi, belirli standartlar ve sistemler üzerinden yürütülür. Bu sistemlerin başında, ISO 9001:2015, MIL serisi standartlar, IEEE serisi standartlar, CMMI bütünlük yetenek olgunluk modeli, NATO STANAG serisi standartları, NATO AQAP kalite güvence yayınları gibi askeri alanda uluslararası kabul görmüş kalite ve güvenlik yönetim sistemleri yer alır. Bu standartlar, savunma sanayiinde üretimden tasarıma, tedarik zincirinden son kontrol süreçlerine kadar geniş bir yelpazede uygulanmaktadır.

Temel kalite yönetim sistemleri unsurları şunlardır:

- **İleri düzey planlama:** Üretim öncesi aşamalarda, kaliteyi sağlamak için kapsamlı planlamalar yapılır. Bu planlama, kaynakların verimli kullanımından tasarım gereksinimlerine kadar pek çok unsuru kapsar.
- **Risk Yönetimi:** Savunma sanayiinde, kaliteyi sağlamak kadar, ürünlerin potansiyel risklerini tespit

etmek ve bu risklere karşı önlemler almak da çok önemlidir.

- **İzlenebilirlik:** Üretim sürecinde her adımın izlenebilir olması, kalite yönetiminin önemli bir parçasıdır. Bu, hataların kaynağının tespit edilmesi ve düzeltici önlemlerin alınabilmesi için gereklidir.
- **Sürekli İyileştirme:** Savunma sanayinde, teknoloji ve ihtiyaçlar hızla değişir. Bu nedenle kalite yönetim sistemleri sürekli iyileştirmeye dayalı olmalıdır. PDCA (Planla, Yap, Kontrol Et, Önlem Al) döngüsü, sürekli iyileştirmenin temel bir parçasıdır. PDCA döngüsü Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2: Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al Döngüsü

Kaynak: A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (2017), PMBOK Guide, Sixth Edition

3.1 Uluslararası Askeri Kalite Standartları

ISO 9001, kalite yönetim sistemleri için uluslararası bir standarttır. Askeri projelerde, süreçlerin sürekli iyileştirilmesine odaklanarak, müşterinin gereksinimlerini karşılama ve memnuniyet sağlama hedeflerini destekler. Bu standart, süreçlerin dokümantasyonunu, izlenebilirliğini ve sürekli iyileştirilmesini teşvik eder. ISO 9001:2015 Kalite Yönetim Sistemi Standardı on maddeden oluşmaktadır. Kapsam, Atıf Yapılan Standart ve/veya Dokümanlar, Terimler ve Tarifler, Kuruluşun Bağlamı, Liderlik, Planlama, Destek, Operasyon, Performans Değerlendirme ve İyileştirme ana başlıklarıdır (ISO 9001, 2015).

MIL Serisi, MIL-STD Savunma Standardı, Askeriye özgü veya büyük ölçüde değiştirilmiş ticari süreçler, prosedürler, uygulamalar ve yöntemler için tekdüze mühendislik ve teknik gereksinimleri oluşturan bir standart serisidir.

5 kategoriye ayrılır. Kategoriler ve açıklamalar Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: MIL Serisi ve Açıklamalar

Kısaltma	Tür	Açıklama
MIL – STD	Askeri Standartlar	Askeri açıdan benzersiz prosedürler, uygulamalar ve yöntemler için tek tip mühendislik ve teknik gereksinimleri belirleyen bir belgedir. Beş tür savunma standardı vardır: arayüz standartları, tasarım kriterleri standartları, üretim süreci standartları, standart uygulamalar ve test yöntemi standartları. MIL-STD-962 savunma standartları için içerik ve formatı kapsar.
MIL - HDBK	Askeri El Kitapları ve Kılavuzlar	Malzeme, süreçler, uygulamalar ve yöntemler hakkında standart prosedürleri, teknik, mühendislik veya tasarım bilgilerini sağlayan bir belgedir. MIL-STD-967 savunma el kitaplarının içeriğini ve formatını kapsar.
MIL - SPEC	Askeri Teknik Özellikler	Askeri benzersiz malzeme ve temel teknik gereksinimleri açıklayan bir belgedir. MIL-STD-961 savunma şartnamelerinin içeriğini ve formatını kapsar.
MIL - PRF	Askeri Performans	Bir performans spesifikasyonu, gereklilikleridir. Uygunluğun doğrulanması için kriterlerle birlikte gerekli sonuçları belirtir. Ancak gerekli sonuçlara ulaşma yöntemlerini belirtmez. Bir performans spesifikasyonu, öge için işlevsel gereksinimleri, çalışması gereken ortamı ve arayüz ve değiştirilebilirlik özelliklerini tanımlar.
MIL – DTL	Askeri Ayrıntılı Tasarım	Kullanılacak malzemeler, bir gereksinimin nasıl elde edileceği veya bir ögenin nasıl imal veya inşa edileceği gibi tasarım gereksinimlerini belirten bir şartnamedir. Hem performans hem de detay gereksinimlerini içeren bir şartname yine de detay şartnamesi olarak kabul edilir.

MIL – HDBK tam listesi Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2: MIL - HDBK Serisi ve Açıklamalar

MIL – HDBK	Açıklama
Kataloglama El Kitabı H2	NATO Stok Numarası Federal Tedarik Grupları ve Federal Tedarik Sınıfları için tanımlar.
Kataloglama El Kitabı H4	Satıcı CAGE kodu ayrıntılarını içeren bir el kitabıdır.
Kataloglama El Kitabı H6	NATO Kodifikasyon Sistemi için Madde Adı Rehberidir.
Kataloglama El Kitabı H8	Satıcı CAGE kodu ayrıntılarını içeren başka bir el kitabıdır.
MIL – HDBK -310	Askeri ürünlerin geliştirilmesi için küresel iklim verileri
MIL – HDBK -881	Savunma Malzemesi Kalemleri için İş Dağılım Yapıları (WBS)

MIL – STD tam listesi Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3: MIL - STD Serisi ve Açıklamalar

MIL – STD	Açıklama
MIL-STD-105	Muayene için Numune Alma Prosedürle Nitelikleri ve Tabloları
MIL-STD-130	ABD Askeri Mallarının Tanımlama İşaretleme
MIL-STD-167	Gemi Ekipmanlarının Mekanik Titreşimi
MIL-STD-188	Telekomünikasyon Serisi
MIL-STD-196	Müşterek Elektronik Tip Tanımlama Sisteminin (JETDS) Bir Spesifikasyonu
MIL-STD-202	Elektronik ve Elektrikli Bileşen Parçaları Test Yöntemleri
MIL-STD-276	Gözenekli Metal Dökümlerin ve Toz Metal Bileşenlerin Standardı
MIL-STD-348	Radyo Frekansı (RF) Konektör Arayüzleri
MIL-STD-461	Alt Sistemlerin ve Ekipmanların Elektromanyetik Girişim Özelliklerinin Kontrolü İçin Gereklilikler
MIL-STD-464	Sistemler için Elektromanyetik Çevre Etkileri Gereksinimleri
MIL-STD-498	Yazılım Geliştirme ve Dokümantasyon
MIL-STD-499	Mühendislik Yönetimi (Sistem Mühendisliği)

MIL-STD-704	Uçak Elektrik Gücü Karakteristikleri
MIL-STD-709	Mühimmat Renk Kodlaması için Tasarım Kriterleri Standardı
MIL-STD-806	Mantık Diyagramları için Grafik Semboller
MIL-STD-810	Ekipman Üzerindeki Çevresel Etkileri Belirlemek İçin Test Yöntemleri
MIL-STD-882	Sistem Güvenliği İçin Standart Uygulama
MIL-STD-883	Mikro Devreler İçin Test yöntemi Standardı
MIL-STD-1168	Mühimmat Üretimi İçin Bir Sınıflandırma Sistemi
MIL-STD-1234	Pirotekniklerden Numune Alma, İnceleme ve Test Etme
MIL-STD-1376	Sonar Dönüştürücüler İçin Kılavuzlar
MIL-STD-1397	Giriş/Çıkış Arayüzleri, Standart Dijital Veri, Donanma Sistemleri
MIL-STD-1472	İnsan Mühendisliği
MIL-STD-1474	Hafif Silahlar İçin Bir Ses Ölçümü Standardı
MIL-STD-1750	Hava Bilgisayarları İçin Bir Komut Seti Mimarisi
MIL-STD-2045	Bağlantısız Veri Aktarımı Uygulama Katmanı
MIL-STD-2361	Ordu İdari, Eğitim, Doktrin ve Teknik Ekipman Yayınlarının Dijital Gelişimi, Edinimi ve Teslimatı
MIL-STD-3011	Ortak Menzil Genişletme Uygulama Protokolü (JREAP)
MIL-STD-6013	Ordu Taktik Veri Bağlantısı
MIL-STD-6017	Değişken Mesaj Formatı
MIL-STD-6040	Birleşik Devletler Mesaj Metin Formatı

MIL – PRF tam listesi Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4: MIL - PRF Serisi ve Açıklamalar

MIL – PRF	Açıklama
MIL-PRF-38534	Hibrit Mikro Devreler İçin Genel Şartname
MIL-PRF-38535	Entegre Devreler (Mikro Devreler) İmalatı İçin Genel Şartname
MIL-PRF-46374	Genel Şartname

MIL – SPEC tam listesi Tablo 5’te gösterilmiştir.

Tablo 5: MIL - SPEC Serisi ve Açıklamalar

MIL – SPEC	Açıklama
MIL-E-7016F	Hava taşıtı üzerindeki AC ve DC Yüklerinin Analizi
MIL-I-17563C	Vakum Emdirme Sızdırmazlık Maddesinin Uygulama İle Uyumlu Olduğunu ve Parçanın Ömrü Boyunca Bozulmayacağını Gösterir
MIL-S-901	Gemi Ekipmanları için Şok Testi
MIL-S-82258	Askeri Personel Tarafından Yüzme Amaçlı ve Genel Kullanım için giyilmek gereklilikler

IEEE Serisi, IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) serisi kalite standartları, elektrik mühendisliği, elektronik ve bilgisayar mühendisliği alanlarında geliştirilmiş çeşitli standartları içerir. Bu standartlar, ürünlerin, sistemlerin ve süreçlerin kalitesini artırmayı, güvenilirliğini sağlamayı ve mühendislik uygulamalarında en iyi uygulamaları teşvik etmeyi amaçlar.

Tablo 6: IEEE Serisi ve Açıklamalar

IEEE Serisi	Açıklama
IEEE 12207	Yazılım Yaşam Döngüsü Süreçleri
IEEE 730	Yazılım Kalite Güvence Planı
IEEE 829	Yazılım Test Dokümantasyonu
IEEE 1012	Yazılım Gereksinimlerinin Doğrulama ve Geçerlilik Süreçleri

NATO Stanag'ları, NATO tarafından oluşturulan ve işbirliği yapan ülkeler arasında standartlaşmayı sağlamak için kullanılan belgeler, askeri sistemlerin ve ekipmanların uyumluluğunu artırmayı amaçlar. Bu standartlar, çeşitli askeri uygulamalarda ortak bir dil ve yöntem kullanarak, farklı ülkeler arasında işbirliğini kolaylaştırır.

Kalite Yönetim Sistemlerinin Uygulama Süreci

Savunma sanayiinde kalite yönetim sistemlerinin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için aşağıdaki süreçler hayati öneme sahiptir.

- **Tasarım ve Geliştirme:** Kalite yönetim süreci, ürünün tasarım aşamasında başlar. Savunma ürünlerinin tasarımı, çok sayıda test, prototip ve onay sürecinden geçer. Bu süreçlerde kalite, güvenlik ve fonksiyonel gereksinimler ön planda tutulur. Tasarım aşamasında özellikle askeri projelerde MIL-SPEC standartları göz önünde bulundurulmalıdır. Tasarım aşamasında gerçekleştirilecek olan kalite farkındalığı, nihai ürünün ortaya konulmasında ve test aşamasında kritik bir öneme sahiptir.
- **Tedarik Zinciri Yönetimi:** Savunma sanayiinde, tedarik zincirinin kalitesi çok önemlidir. Malzeme tedarikinden bileşenlerin üretimine kadar her aşama kalite kontrolleri ile izlenir. Tedarikçi firmaların kalite belgeleri ve sertifikaları önemlidir. Tedarik edilen ürünlerin, istenilen özelliklerde olup olmadığı mutlaka belgelendirilmelidir. Bu kapsamda, yetkin tedarikçiler

ile çalışılmalıdır. Tedarik zinciri yönetimi bu aşamada önemlidir.

- Yapılan bir araştırmada, ABD Savunma Bakanlığı ile sözleşmeler altında faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçilerinde ISO 9001 belgesine sahip olmaları ile sağladıkları ürünlerin arasındaki ilişki sonucunda, ISO 9001 sertifikalı tedarikçilerin, sahibi olmayan tedarikçiler kadar iyi performans gösteremedikleri ortaya çıkmıştır. (Unutulmaz, Z. Savunma Sanayi Sektöründe Kalite Belgelerinin Etkisinin Araştırılması, *TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*,30.) Bu sonuçtan yola çıkarak yazarlar ISO 9001 sertifikası olan tedarikçilerin olmayan tedarikçilere göre daha kaliteli ürün sağlayacağına yönelik ön yargılı bir düşüncenin doğru olmayacağı konusunda 31 uyarmıştır (Blessner &, Mazzuchi &, Sarkani, 2012).
- **Üretim:** Üretim sürecinde kalite kontrol süreçlerinin uygulanması, hataların minimize edilmesi için gereklidir. Üretim hattındaki her aşama titizlikle izlenmeli ve test edilmelidir. Bu süreçte kullanılan makinelerin kalibrasyonu, operatörlerin eğitim düzeyleri ve üretim tekniklerinin doğruluğu kaliteyi doğrudan etkiler. Tasarım aşamasından süre gelen bu aşamada, teknik isterler ve kalite isterleri teknik dokümanlarda ve şartnamede yer almaktadır. Askeri standartların sağlanabilmesi için farkındalığın tasarım

ve üretim ekibi dahil olmak üzere proje paydaşlarında bulunması önemlidir.

- **Test ve Doğrulama:** Savunma sanayinde üretilen her ürün, çeşitli zorlu testlerden geçirilir. Bu testler, ürünlerin belirli performans standartlarına göre işlevselliğini doğrulamak için yapılır. Talep edilen isterler neticesinde, askeri standartların sağlandığından ve beklenen kalite ve performansta bir ürün geliştirildiğinden ve üretildiğinden emin olunması aşamasıdır. Test aşamaları, tasarım ve üretim süreçlerinin kalitesini ve güvenliğini kontrol etmek için son derece önemlidir. Olası bir olumsuz durumun tespit edilerek, iyileştirmelerin tespit edilebileceği kritik bir adımdır.
- **Son Kontrol ve Sevkiyat:** Ürünler son kontrolden geçirilmeden sevk edilmemelidir. Son kontrol sürecinde, ürünlerin tüm kalite gereksinimlerini karşıladığından emin olunur. Kritik kontrol raporu oluşturularak, sevkiyat öncesinde kritik olarak belirlenen tüm listenin kontrolü gerçekleştirilmelidir. Kalite yönetim sistemlerinde bu aşamalar uygulanarak ve kontrol edilek, nihai teslimat sürecinde kaliteli bir ürün veya hizmet sağlanıldığından emin olunmalıdır. Böylece müşteri memnuniyetinin de sağlanması hedeflenmiştir.

Savunma Sanayisinde Kalite Yönetimi İle İlgili Karşılaşılan Zorluklar

Savunma sanayi kalite yönetiminde, kalite isterlerinin zorluğu ve yüksek askeri standart gereksinimleri sebebiyle uygulanmasında zorluklar ile karşılaşılabilir.

- **Yüksek Güvenlik Gereksinimleri:** Savunma ürünlerinin güvenliği, kalite yönetiminin her aşamasında kritik bir unsur olmalıdır. Ancak, bu tür ürünlerin test edilmesi ve denetlenmesi için ek güvenlik önlemleri almak gereklidir. Özellikle askeri standartların sağlanabilmesi amacıyla test süreçleri ilerletilirken yüksek güvenlik gereksinimleri ortaya çıkmakta olup, uygun test ortamı ve şartlarının sağlanması zorlayıcı olabilmektedir.
- **Tedarik Zinciri Zorlukları:** Savunma sanayiindeki tedarik zinciri karmaşık ve çok ulusludur. Farklı ülkelerdeki tedarikçilerden gelen bileşenlerin kalite seviyelerinin uyumlu olması zor olabilir. Tedarikçi yönetimi yapılırken, uygun ürünlerin sağlanabildiğini ancak kalite belgesi veya sertifikasına sahip olunmadığı zamanlar olmaktadır. Bu durumda nihai kullanıcıya, uygun standartların sağlandığını ispat etmekte zorlanılabilir.
- **Regülasyonlar ve Standartlar:** Savunma sanayi kalite yönetimi uygulamaları ulusal ve uluslararası düzeyde sıkı regülasyonlara tabidir. Bu regülasyonlara ve standartlara uyum sağlamak, bazen zaman ve

kaynak açısından zorluklar yaratabilir. Zaman, kaynak ve bütçe ayrılması konusunda her proje esnek olmayabilir ve durum karşısında proje kalite yönetiminin uygulanması zor olacaktır.

- **Maliyet:** Savunma Sanayi projeleri büyük bütçelere sahiptir. Bütçenin fazlalığının yanı sıra, isterlerin zorluğu ve askeri standartlara uyum sağlanabilmesi peşinde yüksek maliyetleri de beraberinde getirmektedir.

Gelecekteki Gelişim Trendleri

Artan teknolojik gelişmeler ile kalite yönetim sistemleri de sürekli olarak iyileşme ve dönüşme aşamasındadır. İlerleyen teknolojik gelişmeler sonucu kalite yönetim sistemleri daha hızlı ve az hatalı olarak ilerletilebilir. Birçok sektörde uygulanabilir olan bu akıllı kalite yönetim sistemleri yöntemleri, savunma sanayi projelerinde kalite yönetim sistemleri üzerinde de denenerek uygulanması hedeflenmektedir. Bu alandaki başlıca gelişim trendleri listelenmiştir.

- **Dijitalleşme ve Otomasyon:** Endüstri 4.0 ile birlikte, üretim süreçlerinde dijitalleşme ve otomasyon ön plana çıkmaktadır. Bu, kalite kontrol süreçlerinin hızlanmasını ve hata oranlarının azalmasını sağlar. Tespit edilen hata oranlarının optimize edilerek bir kontrol raporu sunulmasına olanak sağlayabilir.
- **Yapay Zeka ve Veri Analitiği:** Yapay zekâ terimi ilk defa 1955 yılında John McCarthy tarafından önerilmiş ve “Zeki makineler yapmanın bilim ve

mühendisliğıdır” şeklinde tanımlanmıştır. (Kesici, B. Kalite Kontrol Sistemlerinde Yapay Zeka Kullanımı ve Bir Otomotiv Yan Sanayisinde Uygulaması, *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 12-309).

Yapay zeka, kalite kontrol süreçlerinde veri analizini iyileştirebilir ve üretim hatalarını önceden tespit edebilir. Ayrıca, bakım ve onarım süreçleri de yapay zeka ile optimize edilebilir. Yapay sinir ağları, uzman sistemler, bulanık mantık, genel algoritmalar gibi yapay zeka teknikleri kullanılarak, kalite yönetim süreçlerinde veri analizleri gerçekleştirilebilir ve kalite süreçleri yönetilebilir. Karşılaşılan bulgular ile birlikte, sürekli iyileştirme sağlanarak, süreçler optimize edilebilir.

Ancak Savunma Sanayi Projelerinde gizlilik sebebiyle veri analitiğı ve yapay zeka uygulamaları gerçekleştirilirken, gizliliğinin korunması, kapalı bir ağ içerisinde verilerin toplanması ve depolanması gerekmektedir. Veri kaybı ve siber saldırıların önüne geçecek sıkı önlemlerin alınması da ayrıca değerlendirilmelidir.

- **Sürdürülebilirlik:** Sanayileşmiş ülkeler, üretim sonucu meydana gelen çevre sorunlarının kalkınmayı sürdürülemez hâle getireceğini fark edince gerekli tedbirleri, özellikle kendileri açısından, almak üzere bu konuya eğilmeye başlamıştır. (Alış, F. (2007), Sürdürülebilir Kalkınmada Kalite Sistemlerinin Entegrasyonu, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 6.) Günümüzde, sürdürülebilirlik kavramına hemen hemen birçok sektörde karşılaşılmaktadır. Savunma sanayiindeki kalite yönetim sistemleri,

Çevresel sürdürülebilirlik ve evre dostu üretim tekniklerini de içerecek şekilde evrim geçirmektir.

SONUÇ

Savunma sanayinde kalite yönetim sistemleri, sadece ürünlerin güvenilirliğini ve performansını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda ulusal güvenliği destekler ve savunma endüstrisinin verimliliğini artırır. Kalite yönetimi, tasarımdan üretime, tedarik zincirinden test süreçlerine kadar her aşamada kritik bir rol oynar. Geliğen teknoloji ve sürekli iyileğtirme prensipleriyle birlikte, bu sistemlerin gelecekte daha da güçleneceği ve savunma sanayinin rekabetçi ortamında büyük bir avantaj sağlayacağı kesindir. Kalite yönetim sistemi uygulamaları sonucunda, ürünlerin belirli standartlara ve gereksinimlere uygunluğu belgelendirilir. Böylece yüksek kalitede savunma sistemleri ve bileğenleri üretimine katkıda bulunulur. Yüksek kalitede ortaya konan bu ürünlerde, yüksek güvenilirlik ve dayanıklılık artarak, uzun vadede kullanılabilir sistemlerin geliğtirilmesi hedeflenmiğtir.

Kalite yönetim sistemleri sonucunda, mğteri memnuniyetinin de arttırılması ve böylece rekabet avantajı kazanılması yönünde de olumlu bir etki yaratılmaktadır.

Kalite yönetim sistemlerinde, askeri isterlerin uygulanması zorunludur. İsterlerin belirlenen standartlara uygunluğu, kalite standartlarını sağladığına dair sertifikasyon ile belgelendirilmelidir.

İlerleyen teknolojide, kalite süreçleri akıllı sistemler ile uygulanabilir hale gelmiğtir. Birçok sektör, akıllı sistemleri kalite sistemlerine entegre etmiğ durumdadır. Savunma sanayi firmalarında veri gizliliğini sağlamak kaydı ile akıllı uygulamaların

hayata geilirilmesi sağlanabilir. Kaliteli rn ortaya çıkartmak, güvenlik ve maliyet konularında avantaj sağlayacak olup, rekabet ortamında tercih sebebi olunmasını kaçınılmaz kılacaktır.

Kaynakça

(Baran, T. (2018), Türkiye’de savunma sanayi sektörünün incelenmesi ve savunma sanayi sektörü harcamalarının ekonomi üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi, Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 58-81)

(Garza-Reyes, J. (2018), Systematic Approach to Diagnose the Current Status of Quality Management Systems and Business Processes, Business Process Management Journal, 24: 216-233).

(Mayori E., Bura R. O. and Siahaan T. (2019), Potency of Manufacturing Readiness Level Assessment From Defense Industry, IEEE 4th International Conference on Technology, Informatics, Management, Engineering &Environment, 132-137).

(A Guide to the Project Management Body of Knowledge, PMBOK Guide, Sixth Edition, 2017.)

(Chauhan, J. Thakulla, A. (2023), Project Quality Management.)

(Unutulmaz, Z. Savunma Sanayi Sektöründe Kalite Belgelerinin Etkisinin Araştırılması, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,30.)

Blessner P., & Mazzuchi T. A., & Sarkani S. (2013). ISO 9000 impact on product quality in a defense procurement environment. The TQM Journal, Volume 25, No 3, 2013, pp. 295-308.

ISO (2015). TS EN ISO 9000 Kalite Yönetim Sistemleri - Temel Esaslar, Terimler ve Tarifler. Türk Standadları Enstitüsü.

(Yazıcıoğlu, O. (2019), İnşaat Sektöründe Proje Kalite Kontrol ve Kalite Güvence Yönetimi ve Bir Uygulama Örneği, *Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 3).

(Kesici, B. Kalite Kontrol Sistemlerinde Yapay Zeka Kullanımı ve Bir Otomotiv Yan Sanayisinde Uygulaması, *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 12-309).

(Alış, F. (2007), Sürdürülebilir Kalkınmada Kalite Sistemlerinin Entegrasyonu, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 6.)

BÖLÜM III

Türkiye’de Araştırma-Geliştirme Merkezleri İle Patent Performansı Arasındaki İlişki

Banu ÖZKESER

1. Giriş

Araştırma ve Geliştirme doğası gereği belirsizlik içereceği için yenilik vasfına haiz hususların bulunması da kaçınılmazdır. Araştırma, bilinmeyeni tanımayı ve öğrenmeyi amaçlayan bilimsel ve teknolojik bir faaliyettir. Geliştirme, mevcut bilgi ve teknolojinin yeni düzenlemelere daha hassas şekilde uyarlanması faaliyetidir.

Ar-Ge çalışması iki ana gruba ayrılmıştır:

Temel Araştırma: Sonuçların pratik değerine veya uygulanıp uygulanmamasına bakılmaksızın bilimin, öğrenmenin ve anlayışın sınırlarını genişletmeyi amaçlayan araştırmadır.

Uygulamalı Araştırma: Temel araştırma sonucunda elde edilen bilgileri kullanarak belirli sorunlara tam veya yeterli bir yaklaşımla çözüm bulmayı amaçlayan araştırmadır.

Teknoloji yönetimi çatısında bu alanda çok sayıda çalışma yapılmakla birlikte patent, faydalı model gibi sınai haklar ile de sarmal bir yapıda olması beklenir. Özellikle yenilik içerikli fikirlerin patent adı altında korumaya alınması gerek ilgili firmanın gerekse bölgesel veya toplumsal kalkınmanın yapıtaşları arasındadır. Patent başta olmak üzere fikri haklar alanında yapılan başvurular da belli peryotlar sonrasında istatistiki veri olarak önemli devlet politikalarını tetiklemektedir.

Ülkemizde fikri haklar alanında özellikle son yıllarda daha fazla etkinlik gerçekleşmektedir. Bu aynı zamanda, Ar-Ge faaliyeti ile paralel ilerlemesi beklenen bir çıktıdır. Bu çalışmada son dönemdeki Ar-Ge ve Tasarım merkezleri sayısındaki artış ile sınai haklar alanında yapılan başvuru sayıları arasında doğrusal bir etkileşim olduğu yönünde araştırmaları içermektedir.

Nitekim, Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından deklare edilen istatistiki artış oranı ile aynı ölçüde Ar-Ge projelerinin yer alması beklenmektedir.

Mevcut inovasyon kapasitesinin ölçülmesi ve diğer ülkelerle karşılaştırılması inovasyon yapısının hayata geçirilmesi açısından önemli bir analiz noktasıdır. Bu şekilde ekonominin göreceli yenilik kapasitesi tanınarak hedefler ve önlemler belirlenebilir. Zaman içinde büyüyen inovasyon kapasitesini ölçmek için de bir dizi

gösterge kullanılmaktadır. Araştırma ve geliştirme faaliyetleri, patent çalışmaları, bilimsel yayın, araştırmacı sayısı ve bilimsel araştırmalar teknolojik değişim ve ilerleme süreçlerinin göstergesi olarak kabul edilmekte ve başta OECD, UNESCO gibi uluslararası kuruluşlar olmak üzere dünya çapında ilgili çevreler tarafından tanınmaktadır (Brealey ve arkadaşları, 1997)

Scherer (1984) Ar-Ge harcamaları ile patent sayısı arasındaki ilişkiyi araştırmış ve ölçeğe göre getirinin 24 endüstriden %15,3'ünde arttığını bulmuştur.

Ar-Ge yapısındaki yenilik tanımının sınai haklar alanında patent ile koruma altına alınması özellikle Ar-Ge merkezlerinin de yıllık hedefleri içinde olması beklenen unsurlardandır. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından belli peryotlarda faaliyetleri kontrol edilen ve 5746 sayılı kanuna bağlı olarak aktif şekilde çalışmalarına devam etmesi beklenen Ar-Ge merkezlerinin de aynı doğrultuda sayı olarak artması yenilik bilincinin ve rekabette ön planda olma gerekliliğinin yaygınlaştığını göstermektedir.

2. Türkiye’de Patent Faaliyetleri

Yenilik ve icat, üretkenlik ve ekonomik büyümenin en önemli faktörleri arasında yer almaktadır. Etkili bir patent sistemi ise hem yurt içinde hem de uluslararası alanda ekonomik kalkınmayı teşvik eder. Tarihsel gelişim, bu ülkede patent sisteminin devreye girmesiyle birlikte araştırma faaliyetlerinin arttığını ve ülke ekonomisinin hızla geliştiğini göstermektedir. Etkin bir patent sistemi hem yurt içinde hem de yurt dışında ekonomik büyümeye vesile olmaktadır.

Fikri ürünleri etkili bir şekilde koruyan teknolojik gelişmeler esastır. Ayrıca gerekli yaratıcı faaliyetlerin teşvik edilmediği riskli ülkelerde yerli teknoloji üretiminin gerçekleşmesi de beklenemez. Her ne kadar yabancı yatırımcıların ülkeye yatırım yapma kararlarını öncelikli olarak ekonomik faktörler etkilese de özellikle yeni teknolojilere dayalı yatırımlar söz konusu olduğunda sınai hakların korunması da önemli bir faktördür (İrmiş ve Akça, 2003)

Bunun en önemli örneklerinden biri Amerika Birleşik Devletleri'nde patent kanununun yasalasmasıyla görülmüştür. Patent sistemi bir mülkiyet aracıdır, araştırma yapanı korur ve teşvik eder. Bu sistem buluş yapmayı ve bu buluşa ilişkin yatırımda bulunmayı, buluşla ilgili bilgi vermeyi teşvik eder ve buluşu koruma altına alır.

Patentler teknolojinin lisans edilmesinde esas araçlardır. Patent, sanayide uygulanacak teknik bilginin yayılmasında birinci derecede rol alan araçlardır. Patentler bu nedenle teknolojik gelişmede aktif ve etkili bir rol oynamaktadır. Sınai mülkiyet hakları ekonomik faktörlerin en önemlilerinden biridir. Bu bağlamda birçok ülkenin bu hakların fiilen korunmasına büyük önem verdiği bilinmektedir. Tekdüze ve modern patent kanunları ve uygulamaları olmayan ülkeler, fikri mülkiyet haklarının yeterince korunduğu ülkelerin teknolojilerini, istenilen teknolojiye dayalı sanayiler kurmak için kullanamazlar (Karaöz ve Albeni, 2004)

Patent koruması sadece sınırlı bir zaman dilimi için söz konusudur. Sayılı yıllar sonra teknolojiye ilişkin patent koruması kalkmakta olup üçüncü şahıslar tarafından kullanımı mümkün olmaktadır. Patent korumasının sağladığı sınırlı zaman dilimi içerisinde patente sahip olan kişi teknolojiyi ürüne dönüştürüp

satabilmesi durumunda monopol fiyatı uygulanmakta ve monopol kârı elde edebilmektedir. Bu zaman dilimi içerisinde asırı karlar söz konusu olmaktadır.

Hukuken patent korumasının kalkması ile birlikte aynı ürünün üretiminde diğer firmalar da yer almaktadır. Bu sayede bu yeni ürün ise tekel ürün olmaktan çıkarken üretimi artmakta, fiyatı düşmekte ve ekonomide yeni istihdam alanları yaratmaktadır. Bu süreçle de teknoloji bütün ekonomiye yayılmaktadır.

Türkiyedeki patent koruması istatistiki veriler ile incelendiğinde son yıllarda başvuru sayısındaki artış net olarak gözlemlenebilir. Bu, aynı zamanda yenilik özelliği içeren çalışmaların da senkron olarak geliştiğini göstermektedir.

Tablo 1. Patent Başvurularının Yıllara Göre Dağılımı (Yerli)

Yıl	Yerli				
	TÜRKPATENT	PCT	EPC	Toplam	Artış Oranı
1995	170	0	0	170	-
1996	189	0	0	189	11,18%
1997	202	1	0	203	7,41%
1998	201	6	0	207	1,97%
1999	265	11	0	276	33,33%
2000	258	19	0	277	0,36%
2001	298	39	0	337	21,66%
2002	387	27	0	414	22,85%
2003	454	35	1	490	18,36%
2004	633	49	3	685	39,80%
2005	895	33	7	935	36,50%
2006	979	93	18	1090	16,58%
2007	1747	60	31	1838	68,62%
2008	2159	69	40	2268	23,39%
2009	2473	74	41	2588	14,11%
2010	3120	60	70	3250	25,58%
2011	3962	43	82	4087	25,75%
2012	4360	74	109	4543	11,16%
2013	4345	54	129	4528	-0,33%
2014	4654	112	95	4861	7,35%
2015	5302	50	160	5512	13,39%
2016	6153	88	204	6445	16,93%
2017	7994	181	450	8625	33,82%
2018	7114	42	193	7349	-14,79%
2019	7751	120	255	8126	10,57%
2020	7803	117	280	8200	0,91%
2021	8071	163	205	8439	2,91%

2022	8697	140	172	9009	6,75%
2023	8274	155	234	8663	-3,84%

Tablo 2. Patent Başvurularının Yıllara Göre Dağılımı (Yabancı)

Yıl	Yabancı				
	TÜRKPATENT	PCT	EPC	Toplam	Artış Oranı
1995	1520	0	0	1520	-
1996	687	26	0	713	-53,09%
1997	598	730	0	1328	86,26%
1998	596	1680	0	2276	71,39%
1999	524	2220	0	2744	20,56%
2000	442	2714	0	3156	15,01%
2001	119	2756	2	2877	-8,84%
2002	88	1335	37	1460	-49,25%
2003	43	305	314	662	-54,66%
2004	68	167	1342	1577	138,22%
2005	75	143	2308	2526	60,18%
2006	71	89	3915	4075	61,32%
2007	71	139	4141	4351	6,77%
2008	68	107	4694	4869	11,91%
2009	69	105	4479	4653	-4,44%
2010	77	100	4916	5093	9,46%
2011	120	100	5934	6154	20,83%
2012	78	154	6824	7056	14,66%
2013	95	175	7257	7527	6,68%
2014	149	183	7182	7514	-0,17%
2015	251	238	7957	8446	12,40%
2016	407	211	9715	10333	22,34%
2017	202	178	10278	10658	3,15%
2018	137	173	10845	11155	4,66%
2019	63	154	11573	11790	5,69%

2020	90	148	10267	10505	-10,90%
2021	85	157	8885	9127	-13,12%
2022	88	194	6565	6847	-24,98%
2023	96	216	7458	7770	13,48%

Her iki tablodan da görüldüğü üzere ilk yıllara göre rakamlar ciddi oranda artmıştır. Yabancı ve yerli olarak iki ayrı kategoride ele alacak olursak da; sadece Türkiye için korumaya alınmak üzere yapılan başvurular ardışık yıllara bakılınca artarken son dört yıl için yabancı ülkelerde koruma başvuruları azalan bir grafik çizmektedir.

Benzer şekilde Ar-Ge merkezleri de sayı olarak artış göstermektedir. Bu konuda T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının da 2024 yılı Kasım ayında yayınladığı istatistiki veriye göre Türkiyede halen faaliyete devam eden 1328 Ar-Ge merkezi bulunmaktadır.

(<https://www.sanayi.gov.tr/istatistikler/istatistiki-bilgiler/mi0203011502>) Yaklaşık iki yıl önce ise bu rakam 1254 idi (<https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/istatistik/ArGeMerkeziIstatistik2021.pdf>)

Özetle; Ar-Ge merkezlerinin gerekliliklerince sınai haklar alanında yapacakları başvuru sayısı ülkemizin gelişmişlik düzeyini de eş zamanlı kalkındırmaktadır.

3. Sonuç

1995 yılında Türk Patent Enstitüsü adı ile kurulan sonrasında ise Türk Patent ve Marka Kurumu olarak faaliyetlerine devam etmektedir. Ülkemizde patent performansının artması Ar-Ge merkezlerinin doğması ile gerçekleşse de beklenen performans daha yüksektir. 5746 sayılı kanunun yayınlanması bu konuda önemli bir gösterge oluşturmuştur.

Zamanla sayı olarak yenilik içerikli projelerin artışı sınai hakların da gelişmesine zemin oluşturmaktadır. Bu bağlamda, gelişime açık alanların belirlenmesi ile henüz patent başvurusu yapılmamış konular da doğabilecektir.

Ar-Ge gelişmişlik düzeyi ölçme kriterlerinden birisi olan sınai haklar ile Ar-Ge performansı hakkında geri bildirim sağlanması mümkün olacaktır. Özellikle her sektöre özgü uluslararası pazarda gerçekleşen teknolojik gelişimlerin takibi ile daha fazla sayıda patent başvurusu gerçekleştirilebilecektir.

REFERANSLAR

Brealey, R. A., Myers, S. C., Marcus, A. J., Bozkurt, Ü., Arıkan, T., & Doğukanlı, H. (1997). *İşletme finansının temelleri*. Literatür Yayıncılık.

İrmiş, A., & Akça, B. (2003). Sektörlerin Araştırma-Geliştirme ve Yenilik Yaratma Eğilimleri: Denizli Örneği, 11. *Ulusal Yönetim ve Organizasyon Kongresi Kongre Kitabı, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 22-24.

Karaöz, M., & Albeni, M. (2004). Türkiye’de teknoloji çabalarına ilişkin bir değerlendirme: Türkiye’de patent aktivitesi. *III. Bilgi Teknolojileri Kongresi*, 7-9.

Scherer, F. M. (1965). Firm size, market structure, opportunity, and the output of patented inventions. *The American economic review*, 55(5), 1097-1125.

<https://www.sanayi.gov.tr/istatistikler/istatistiki-bilgiler/mi0203011502> (Erişim tarihi: 01.11.2024)

<https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/istatistik/ArGeMerkeziIstatistik2021.pdf> (Erişim tarihi: 01.11.2024)

<https://www.turkpatent.gov.tr/patent-istatistik> (Erişim tarihi: 01.11.2024)

BÖLÜM IV

Avrupa Birliği ve Aday Ülkelerin Tarımsal-Çevresel Sürdürülebilirlik Performanslarının Kümeleme Analizi ile Karşılaştırılması

**Didem GÜLERYÜZ¹
Erdemalp ÖZDEN²**

Giriş

Avrupa Birliği (AB) ve aday ülkeler, tarımsal faaliyetlerin çevresel etkileri ile ekonomik kalkınma arasında bir denge kurmak zorunda oldukları kritik bir dönemin içindedir. İklim değışikliği, sınırlı doğal kaynakların etkin kullanımı ve sürdürülebilir tarım politikaları, günümüzde yalnızca yerel değil, küresel ölçekte de stratejik önem taşımaktadır. Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Paris İklim Anlaşması, bu sürecin merkezinde yer almakta, AB'nin 2050 yılına

¹ Doç. Dr., Bayburt Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, dguleryuz@bayburt.edu.tr, ORCID:0000-0003-4198-9997

² Doç. Dr., Bayburt Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, cozden@bayburt.edu.tr, ORCID:0000-0001-5019-1675

kadar karbon nötr olma hedefini belirlemektedir (EU, 2019). Bu politikalar, yalnızca çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmekle kalmayıp, ekonomik dönüşümü de şekillendirmeyi hedeflemektedir.

Paris Anlaşması'na taraf olan AB ülkeleri ve aday ülkeler, sera gazı emisyonlarını azaltmak, yenilenebilir enerji kullanımını artırmak ve iklim değişikliğine dayanıklı tarım sistemleri geliştirmek için somut adımlar atmaktadır. Özellikle tarım sektörü, emisyonların azaltılmasında ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanmasında stratejik bir role sahiptir (FAO, 2020). Bu bağlamda, tarım ve çevre politikalarının entegrasyonu, yalnızca AB ülkeleri için değil, aynı zamanda aday ülkelerin Avrupa iklim politikalarına uyum sağlaması için de kritik önem taşımaktadır.

Bu doğrultuda, çevresel, tarımsal ve ekonomik göstergelerin bir arada ele alınması hem mevcut durumu analiz etmek hem de geleceğe yönelik politikalar geliştirmek için büyük bir fırsat sunmaktadır. Tarımsal faaliyetlerin çevresel etkilerini azaltmak ve ekonomik sürdürülebilirliği sağlamak için Paris Anlaşması'nın belirlediği hedefler doğrultusunda hareket etmek, AB ve aday ülkelerin sürdürülebilir kalkınma süreçlerini hızlandıracak bir araç olarak öne çıkmaktadır. AB'nin sera gazı emisyonlarını azaltma ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma çabaları, tarım sektörünü bu denklemin merkezine yerleştirmiştir. Tarım sektörü, bir yandan ekonomik kalkınma için vazgeçilmez bir araçken, diğer yandan çevresel sürdürülebilirlik açısından çözülmesi gereken ciddi sorunları beraberinde getirmektedir. Aday ülkeler ise, AB normlarına uyum sağlama sürecinde hem tarımsal hem de çevresel performanslarını yeniden yapılandırmak zorunda kalmaktadır. Bu süreç, ülkelerin ekonomik kalkınma seviyeleri, çevresel

hassasiyetleri ve kaynak yönetimi politikaları arasındaki farklılıkların daha net bir şekilde ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Literatürde, tarımsal üretimin çevresel etkileri ve bu etkilerin azaltılmasına yönelik politika önerileri geniş bir şekilde ele alınmıştır. Örneğin, Bryson (2020) çalışması, sera gazı emisyonlarının tarım sektörü üzerindeki baskısını azaltmak için yenilikçi teknolojilerin uygulanmasının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, Olesen ve Bindi (2002), Avrupa'daki ülkelerin tarım alanında verimliliğini artırmaya yönelik politikalarının etkilerini değerlendirmiştir. Bu tür çalışmalar, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak adına tarımsal faaliyetlerin nasıl yeniden yapılandırılabileceği konusunda değerli bilgiler sunmaktadır.

Aday ülkeler bağlamında, Akarca (2012) çalışması, Türkiye'nin AB tarım standartlarına uyum sürecinde karşılaştığı zorlukları ve fırsatları tartışmaktadır. Özellikle sera gazı emisyonlarının azaltılması ve enerji kullanımının optimize edilmesi, aday ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmaları için kritik alanlar olarak öne çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, Avrupa Komisyonu'nun yayımladığı "Yeşil Anlaşma" raporu, AB'nin çevresel hedeflerini gerçekleştirmek için aday ülkelerle daha güçlü iş birliği yapılması gerektiğine işaret etmektedir (EU, 2022).

Bu bölümde, Avrupa Birliği ve aday ülkelerin çevresel, tarımsal ve ekonomik göstergelerine dayanarak bir karşılaştırma yapılarak, bu ülkelerin benzerlikleri ve farklılıkları çok boyutlu bir kümeleme analizi ile incelenecektir. Çalışma kapsamında, tarımsal sera gazı emisyonlarının payları, enerji kullanımı, tarımsal verimlilik ve kişi başına düşen emisyon gibi göstergeler detaylı bir şekilde ele

alınacaktır. Bu göstergelerin incelenmesi, ülkeler arasındaki performans farklılıklarını ortaya koyarken, aynı zamanda ortak stratejiler geliştirilmesine olanak tanıyacaktır.

Analiz sürecinde, veri odaklı yaklaşımlarla ülkelerin tarım ve çevre performansları arasındaki ilişkiler çözümlenerek, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma yolunda elde edilebilecek kazanımlar değerlendirilecektir. Bu bağlamda, elde edilen sonuçlar, politika yapıcılarının daha etkili kararlar almasına ışık tutacak ve hem Avrupa Birliği hem de aday ülkeler için yenilikçi çözüm önerilerinin temelini oluşturacaktır.

Literatür İncelemesi

Avrupa Birliği (AB) ve aday ülkelerin çevresel, tarımsal ve ekonomik göstergelere dayalı olarak değerlendirilmesi, bölgesel kalkınma, sürdürülebilirlik ve ekonomik entegrasyon politikalarının şekillendirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada, AB ve aday ülkeler arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları analitik yöntemlerle ortaya koyan mevcut çalışmalar incelenmiştir. Çalışmalar, tarım sektörünün ekonomik performansı, sürdürülebilirlik göstergeleri, çevresel etkiler ve kırsal kalkınma gibi konulara odaklanmış; aynı zamanda çok boyutlu istatistiksel analizlerle bu ülkelerin homojen gruplara ayrılmasını sağlamıştır. Bu literatür taraması, AB'nin genişleme stratejisi ve aday ülkelerin entegrasyonu süreçlerine dair önemli bulgular sunmayı amaçlamaktadır.

Tablo 1: AB ve Aday Ülkelerin Çevresel, Tarımsal ve Ekonomik Göstergelere Göre Kümelenmesine İlişkin Literatür İncelemesi

Konu	Kullanılan Modeller	Referans
AB ülkelerinin tarımsal ekonomik performansına göre kümelenmesi	Kümeleme analizi, tarımsal çıktı ve iş gücü analizleri	(Rađenović et al., 2022)
Sürdürülebilirlik indeksleri ile AB ülkelerinin küme analizi	HDI ve EPI indeksleri, hiyerarşik kümeleme	(Repiská et al., 2022)
AB aday ülkelerinin ekonomik göstergelerle benzerlikleri ve farklılıkları	Çok boyutlu ölçekleme, hiyerarşik kümeleme	(Ungureanu & Ersöz, 2010)
AB ülkelerinde tarımsal üretim ve çevresel etkiler üzerine analiz	Faktör analizi ve hiyerarşik kümeleme	(Fanelli, 2019)
AB ülkelerinde sürdürülebilir tarımın kırsal kalkınmaya etkileri	Temel bileşen analizi ve kümeleme analizi	(Herman, 2024)
AB üye ve aday ülkelerin ekonomik değişkenlere göre kümelenmesi	Ward ve k-means algoritmaları	(Bulut et al., 2017)
Avrupa tarım sektöründeki farklı ekonomik performans düzeylerinin analizi	Lojistik regresyon, kümeleme analizi	(Giannakis & Bruggeman, 2015)
AB tarım sistemlerinin boyutlarına göre kümelenmesi	Faktör analizi ve uzamsal kümeleme	(Martinho, 2018)

Tablo 1’de Avrupa Birliği (AB) ve aday ülkelerin tarımsal, ekonomik ve çevresel performanslarının çeşitli istatistiksel yöntemlerle analiz edildiği çalışmaları özetlemektedir. Kümeleme analizi, faktör analizi, hiyerarşik kümeleme ve çok boyutlu ölçekleme gibi yöntemler, ülkelerin ekonomik ve çevresel

farklılıklarını değerlendirmek için sıklıkla kullanılmıştır. Avrupa Birliği (AB) ve aday ülkelerin tarımsal, ekonomik ve çevresel göstergelere dayalı olarak gruplandırılması, bu ülkeler arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları anlamada önemli bir yöntemdir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar, hem tarımsal politikaların yeniden düzenlenmesine rehberlik etmekte hem de sürdürülebilir kalkınmayı teşvik edecek stratejiler sunmaktadır.

Radenović ve arkadaşları (2022), AB lkelerindeki tarımsal ekonomik performansı inceleyerek ülkeleri dört homojen kümeye ayırmıştır. Bu çalışmada, iř gücü, tarımsal çıktı, katma değer ve hayvancılık gibi göstergeler üzerinden tarım sektöründeki bölgesel farklılıkları net bir şekilde ortaya koymuş ve bu farklılıkların tarımsal politikaların yeniden tasarlanmasında önemli rol oynayabileceğini vurgulanmıştır. Sürdürülebilirlik odaklı bir başka alışma, Repiská ve arkadaşları (2022) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırma, İnsani Geliřim Endeksi (HDI) ve evresel Performans Endeksi (EPI) gibi kriterler üzerinden hiyerarşık kümeleme yöntemlerini kullanarak AB ülkelerini gruplandırmıştır. Çalışma, sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek adına ülkelerin güçlü ve zayıf yönlerini belirlemek için kapsamlı bir ereve sunmaktadır. AB'ye aday ülkelerin mevcut ye ülkelerle karşılaştırıldığı bir diğer önemli çalışma ise Ungureanu ve Ersöz (2010) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, ekonomik, sağlık ve çevresel göstergeler temel alınarak çok boyutlu ölçekleme ve hiyerarşık kümeleme yöntemleri kullanılmıştır. Sonuçlar, aday ülkelerin AB'ye entegrasyonu sürecinde dikkate alınması gereken öncelikleri net bir şekilde ortaya koymuştur. Fanelli (2019) ise AB lkelerindeki tarımsal üretim ve arazi kullanım uygulamalarının

Çevresel etkilerini incelemiştir. Araştırma, Kuzey ve Merkez Avrupa lkelerinde yoğun tarım yöntemlerinin yüksek çevresel etkileri olduğunu, Akdeniz lkelerinde ise daha geleneksel yöntemlerin kullanıldığını göstermiştir. Bu farklılıklar, çevresel sürdürülebilirlik ve tarımsal yöntemlerin yeniden değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Herman (2024), tarımsal sürdürülebilirliğin kırsal kalkınmaya etkilerini değerlendirdiği çalışmasında, AB ülkelerini sosyal, ekonomik ve çevresel göstergelere göre beş kümeye ayırmıştır. Çalışma, evresel sürdürülebilirlik ile ekonomik büyüme arasındaki dengeyi vurgulayarak, politika yapıcılar için önemli bulgular sunmaktadır. Bu çalışmaların yanı sıra, Bulut ve arkadaşları (2017), AB ye ve aday ülkelerini ekonomik göstergelerle gruplandırmıştır. Ward ve k-means algoritmalarını kullanan bu çalışma, ekonomik benzerlikleri ve farklılıkları net bir şekilde ortaya koyarak ye ve aday ülkelerin entegrasyonuna ışık tutmuştur. Giannakis ve Bruggeman (2015), tarım sektöründe ekonomik performansı değerlendirmiş ve eğitim seviyesi yüksek ifti nüfusunun ekonomik performansa olan olumlu etkisini vurgulamıştır. Araştırma, ülkelerin tarımsal katma değer, arazi ve iş gücü verimliliği gibi kriterlere göre gruplandırıldığını göstermektedir. Son olarak, Martinho (2018), AB tarım sistemlerini arazi kullanımı, teknoloji seviyesi ve katma değer gibi kriterlerle analiz etmiştir. Çalışma, AB içindeki bölgesel farklılıkların altını çizmiş ve ortak politikaların tasarımında dikkate alınması gereken faktörleri vurgulamıştır.

Metodoloji

Avrupa Birliği (AB) ve aday ülkelerin tarımsal, çevresel ve ekonomik performanslarının karşılaştırmalı analizi, çok boyutlu

istatistiksel yöntemlerin kullanımını gerektiren karmaşık bir süreçtir. Ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda mevcut durumlarının anlaşılması ve politika önerilerinin geliştirilmesi için, benzerliklerine dayalı gruplandırma yöntemleri önemli bir araç sunmaktadır. Bu kapsamda, bu uygulamada güvenilir uluslararası veri kaynaklarından elde edilen göstergeler, kapsamlı bir ön işleme sürecine tabi tutulmuş ve K-means kümeleme yöntemi temel analiz yöntemi olarak tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan yöntemler hem analitik derinlik sağlamak hem de elde edilen sonuçların geçerliliğini artırmak amacıyla literatürde yaygın olarak kullanılan tekniklerle desteklenmiştir.

Veri Kaynakları ve Seçimi

Bu çalışmada, Avrupa Birliği'ne (AB) üye olan 27 ülke ile AB'ye tam üyelik için aday statüsünde bulunan Arnavutluk, Bosna Hersek, Karadağ, Kuzey Makedonya, Sırbistan ve Ukrayna'nın tarımsal, çevresel ve ekonomik verileri analiz edilmiştir. Söz konusu ülkelerin, küresel iklim değişikliği ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri çerçevesindeki mevcut performansları detaylı bir şekilde incelenmiş; aday ülkeler ise AB standartlarına uyum sağlama sürecinde çevresel, tarımsal ve ekonomik performanslarını iyileştirme çabaları bağlamında değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra, söz konusu ülkelerin mevcut durumları ve AB'ye entegrasyon süreçlerindeki ilerlemeleri, çevresel, tarımsal ve ekonomik performansları bağlamında kapsamlı bir analize tabi tutularak değerlendirilecektir. Veriler, World Bank ve FAO (Food and Agriculture Organization) gibi uluslararası kuruluşlardan temin edilmiştir. Bu kaynaklardan elde edilen veri seti, ülkelerin sera gazı emisyon payları, enerji kullanımı, tarımsal verimlilik ve kişi başına

düşen emisyon gibi çok boyutlu göstergelerini içermektedir. Verilerin güvenilirliği ve geçerliliği, çalışmanın bilimsel dayanaklarını güçlendirmekte ve ülkelerin performanslarının nesnel bir şekilde karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Bu kapsamda, uluslararası kuruluşların sağladığı veriler, analizlerin sağlam bir temele oturtulmasını mümkün kılmaktadır. Tablo 2’de sunulan değişkenler, AB üyesi ve aday ülkelerin tarımsal, çevresel ve ekonomik performanslarını değerlendirmek amacıyla çalışmada kullanılan temel göstergeleri kapsamaktadır. Bu değişkenler, tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı emisyonları, enerji kullanımı, atık yönetimi ve ekonomik göstergeler gibi çok boyutlu faktörleri içermektedir. Çalışmanın amacı doğrultusunda, ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedefleri çerçevesinde mevcut durumlarının analiz edilmesi ve aralarındaki farklılıkların ortaya konulması hedeflenmiştir.

Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Değişkenlerin Ana Başlıklar Altında Sınıflandırılması

Ana Başlık	Değişkenler
Tarımsal Arazi Üzerindeki Emisyonlar	- CO ₂ eq (AR5) Payı
	- CO ₂ Payı
	- CH ₄ Payı
	- N ₂ O Payı
	- Kişi başına düşen emisyonlar
	- Tarımsal üretim değerine düşen emisyonlar
	- Tarımsal arazi başına düşen emisyonlar
Bitkisel Üretimden Kaynaklanan Emisyonlar	- CO ₂ eq (AR5) Payı
	- CH ₄ Payı
	- N ₂ O Payı

	- Kişi başına düşen emisyonlar
Enerji	- CO ₂ eq (AR5) Payı
	- CO ₂ Payı
	- CH ₄ Payı
	- N ₂ O Payı
	- Kişi başına düşen emisyonlar
Atık	- CO ₂ eq (AR5) Payı
	- CO ₂ Payı
	- CH ₄ Payı
	- N ₂ O Payı
	- Kişi başına düşen emisyonlar
Toplam Enerji	- Tarımda enerji kullanımı
	- CH ₄ Emisyonları
Tarım	- Hükümet Harcamalarında Tarımın Payı
	- GSYİH'deki Katma Değerli Tarımın Payı
Kişi Başı GSYİH	- Cari ABD doları cinsinden kişi başına düşen GSYİH

Çalışmada kullanılan değişkenler, ülkelerin çevresel, ekonomik ve sosyal performanslarını, Sürdürülebilir Kalkınma (SK) hedefleri doğrultusunda değerlendirme açısından kritik bir öneme sahiptir. Küresel ölçekte sürdürülebilir bir geleceği inşa etmek için belirlenen SK hedefleri, bu değişkenler aracılığıyla ülkelerin bu hedeflere ulaşma konusundaki ilerlemelerini bilimsel bir temele dayandırarak ölçme ve analiz etme fırsatı sunmaktadır (UN, 2015). Özellikle iklim değişikliği ile mücadelede, tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının ölçülmesi büyük önem taşımaktadır. CO₂, CH₄ ve N₂O gibi gazlara ilişkin veriler, ülkelerin emisyon azaltım stratejilerinde ne kadar başarılı olduklarını ve iklim değişikliğiyle mücadelede ne düzeyde bir katkı sağladıklarını

değerlendirme imkânı sunmaktadır. Ayrıca, kişi başına düşen emisyonlar, bireysel tüketim ve üretim süreçlerinin çevresel etkilerini anlamak için değerli bilgiler sağlamaktadır. Tarımsal üretim süreçlerinin sürdürülebilirliğini değerlendirmede kullanılan göstergeler, hem sorumlu üretim ve tüketim hedeflerinin izlenmesinde hem de doğal kaynakların etkin ve verimli kullanımını sağlamada kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle, tarımsal üretim değerine veya birim arazi başına düşen emisyonlar gibi göstergeler, kaynak verimliliğini artırmaya yönelik politikaların etkinliğini değerlendirmek için bilimsel bir temel sunmaktadır. Bunun yanı sıra, enerji kullanımı ve buna bağlı emisyonlar, tarımsal faaliyetlerde temiz enerjiye geçişin gerekliliğini ortaya koyarken, aynı zamanda enerji tüketiminin çevresel etkilerini azaltmaya yönelik stratejilerin geliştirilmesi için de önemli bir çerçeve sağlamaktadır. Bu göstergeler, tarım sektörü bağlamında sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için politika yapıcılar ve araştırmacılar için yol gösterici bir niteliğe sahiptir. Toprak ve su kaynaklarının korunması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin bir diğer önemli boyutudur. Arazi başına düşen emisyonlar ve atık yönetimine ilişkin veriler, bu kaynakların korunmasını teşvik eden stratejilerin oluşturulmasında hayati öneme sahiptir. Aynı zamanda, kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla gibi ekonomik göstergeler, ekonomik eşitsizliklerin azaltılması ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının planlanmasında etkili bir araçtır.

K-Means Kümeleme Analizi

K-means kümeleme algoritması, belirli bir veri kümesinin k farklı alt gruba (küme) bölünmesini amaçlayan, popüler bir gözetimsiz öğrenme yöntemidir (Güleryüz, 2020). Algoritma,

veriler arasındaki benzerlikleri ölçerek gruplar oluşturmakta ve her bir grubu, merkez noktası (centroid) etrafında toplamaktadır. Bu yöntem, özellikle büyük veri setlerinde hızlı bir şekilde uygulanabilmesi ve geniş bir kullanım alanına sahip olması nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir.

K-means algoritması, rastgele seçilen k adet başlangıç merkezi ile başlamaktadır. Daha sonra, her bir veri noktası en yakın merkez noktasına atanmakta ve bu işlem genellikle Euclidean mesafesi gibi bir mesafe metriği kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Atama işlemi tamamlandıktan sonra, her bir kümenin merkezi, o kümedeki tüm veri noktalarının aritmetik ortalaması alınarak güncellenmektedir. Bu süreç, küme merkezlerinin artık değişmediği veya çok az değiştiği bir denge durumuna ulaşana kadar tekrarlanmaktadır. Algoritmanın temel amacı, kümeler içindeki toplam varyansı minimize etmektir. Bu hedef, toplam hata kareleri (inertia) adı verilen bir optimizasyon fonksiyonu üzerinden ifade edilmektedir. Matematiksel olarak bu fonksiyon Denklem 1’de gösterilmiştir.

$$\sum_{i=1}^k \sum_{x \in C_i} \|x - \mu_i\|^2 \quad (1)$$

Burada;

J: Toplam hata kareleri (inertia) olarak bilinen optimizasyon kriteri

x: Veri noktası,

μ_i : i – inci kümenin merkezi

C_i : i – inci kümeyi temsil eder.

K-means algoritmasının avantajları arasında basitlik, hız ve ölçeklenebilirlik bulunmaktadır (Lloyd, 1982). Algoritma, geniş veri kümelerinde bile etkili bir şekilde çalışabilir ve kolayca uygulanabilmektedir. Ayrıca, görüntü işleme, müşteri segmentasyonu, genetik veri analizi gibi farklı disiplinlerde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ancak, algoritma bazı kısıtlamalar da taşımaktadır. Örneğin, başlangıç noktalarının rastgele seçimi sonuçları etkileyebilmektedir ve bu durum farklı başlangıç noktaları için farklı kümelere yol açabilmektedir (Forgy, 1965). Ayrıca, algoritma, küresel olmayan veya farklı yoğunluklara sahip kümeler için performans sorunları yaşayabilmektedir. Bunun yanı sıra, küme sayısının (k) analist tarafından önceden belirlenmesi gerekir ki bu da bazen analistin bilgi ve deneyimine bağlı bir karar olabilecektir.

Algoritmanın performansını artırmak ve bu kısıtlamaların etkilerini azaltmak için çeşitli iyileştirme yöntemleri geliştirilmiştir. Örneğin, K-means algoritması, başlangıç noktalarının daha akıllıca seçilmesini sağlayarak daha dengeli sonuçlar elde edilmesine olanak tanımaktadır (Arthur & Vassilvitskii, 2007). Ayrıca, Elbow yöntemi ve Silhouette analizi gibi yaklaşımlar, küme sayısının belirlenmesinde analistlere rehberlik edebilmektedir. Bu çalışmada küme sayısı belirlemek için Elbow yöntemi kullanılmıştır.

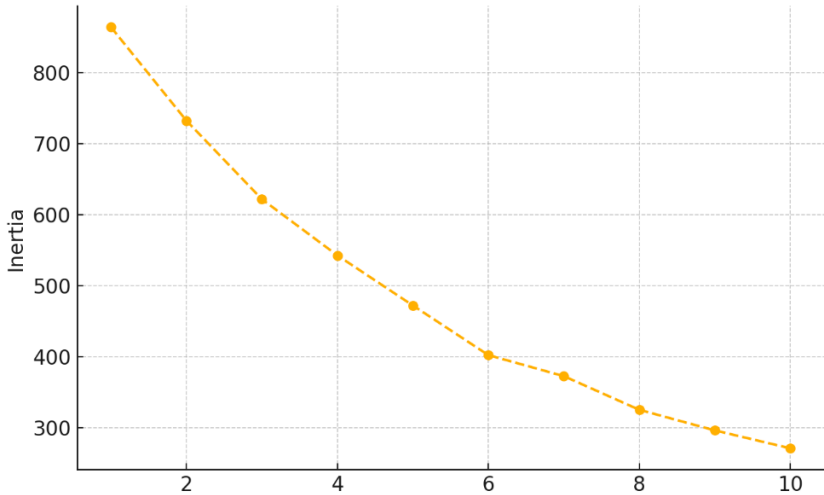
Elbow Yöntemi

Elbow yöntemi, K-means kümeleme algoritmasında uygun küme sayısını (k) belirlemek için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Bu yöntem, her bir küme sayısı için toplam hata kareleri (inertia) değerini hesaplamakta ve bu değerlerin grafiğini çizerek en

uygun küme sayısını belirlemeyi hedeflemektedir. K-means algoritması, her bir veri noktasını kendi küme merkezine olan uzaklığı minimize edecek şekilde kümelere ayırmaktadır. Inertia, küme sayısı arttıkça genellikle azalır çünkü daha fazla küme, veri noktalarının küme merkezlerine daha yakın olmasını sağlamaktadır. Ancak, k küme sayısı arttıkça azalma oranı belirli bir noktada yavaşlamaktadır. İşte bu yavaşlamanın yaşandığı nokta, dirsek (elbow) noktası olarak adlandırılmakta ve optimal küme sayısını temsil etmektedir (Güleryüz, 2020).

Analiz Sonuçları

K-means yöntemine başlamadan önce çalışmadaki ülkelerin kaç kümeye ayrılması gerektiği Elbow yöntemi ile hesaplanmıştır. Şekil 1’de elbow yöntemine ait grafik verilmiştir.



Şekil 1. Elbow Yöntemi

Bu çalışmada, veri setindeki sayısal değişkenler üzerinde Elbow yöntemi uygulanmış ve k=1 ile k=10 arasındaki farklı küme

sayıları için K-means algoritması çalıştırılarak inertia hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar grafikte görselleştirilmiş ve küme sayısının inertia üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir.

Grafik, küme sayısının artmasıyla birlikte toplam hata karelerinde hızlı bir azalma olduğunu göstermektedir. Özellikle $k=1$ ile $k=5$ arasında belirgin bir azalma gözlemlenmiş, $k=6$ sonrasında ise azalma oranının yavaşladığı fark edilmiştir. Bu tür bir azalma, daha fazla küme sayısının, veri noktalarını küme merkezlerine daha yakın bir şekilde gruplandırarak toplam hata karelerini azalttığını ifade eder. Ancak $k=6$ 'dan itibaren azalma oranı önemli ölçüde yavaşladığı için bu noktadan sonraki ek kümelerin modelin açıklayıcılığına sınırlı bir katkı sunduğu görülmüştür.

Bu çalışmada, optimal küme sayısı olarak $k=6$ seçilmiştir. Bu seçim, aşağıdaki temellere dayandırılmıştır:

- **Elbow Noktası Gözlemi:** Grafikte $k=6$ belirgin bir kırılma noktası gözlemlenmiştir. Bu, $k=6$ 'nın, toplam hata karelerinin yeterince düşük olduğu ve modelin daha fazla detay eklemekten anlamlı bir şekilde gruplar oluşturduğu noktayı temsil ettiğini göstermektedir.
- **Analizin Bağlamı:** Çalışmanın amacı, ülkelerin tarımsal, çevresel ve ekonomik performanslarını detaylı bir şekilde sınıflandırmaktır. Altı küme, farklı performans gruplarını tanımlamak için yeterli ayrımı sağlar ve ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik çeşitli seviyelerdeki başarılarını değerlendirme imkânı sunar.

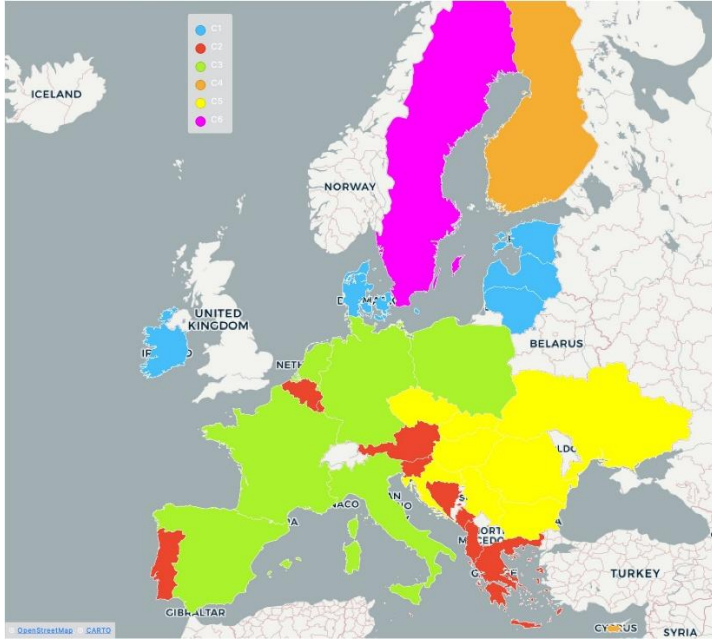
- **Karar Verme Sürecinin Gereklikleri:** Daha fazla küme sayısı ($k > 6$) gruplar arasında aşırı bir bölünme yaratabilir ve genellemeyi zorlaştırabilir. Ancak $k=6$, detaylı bir analiz sunarken aynı zamanda grupların anlamlı bir şekilde temsil edilmesini sağlar.

Sonuç olarak, $k=6$ seçimi hem Elbow yöntemi grafiğiyle tutarlı hem de çalışmanın analitik bağlamıyla uyumludur. Bu küme sayısı, ülkelerin çevresel, tarımsal ve ekonomik performanslarının ayrıntılı bir şekilde sınıflandırılmasına olanak tanımaktadır. Belirlenen altı küme, ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik performans seviyelerini temsil ederek, çalışmanın temel amaçlarına hizmet etmektedir. Bu bağlamda, $k=6$ üzerinden yapılacak K-means kümeleme analizi, çalışmanın veri setini daha etkin bir şekilde değerlendirmesini sağlamakta ve elde edilen sonuçların daha anlamlı bir şekilde yorumlanmasına olanak tanımaktadır. Analiz sonuçlarına göre 6 kümeye ayrılan ülkeler Tablo 3'te listelenmiştir.

Tablo 3: k-Means Kümeleme Sonuçları

Kümeler	Ülkeler
Küme 1	Danimarka, Estonya, İrlanda, Letonya, Litvanya
Küme 2	Arnavutluk, Avusturya, Belçika, Bosna Hersek, Yunanistan, Lüksemburg, Malta, Karadağ, Kuzey Makedonya, Portekiz, Slovenya
Küme 3	Fransa, Almanya, İtalya, Hollanda, Polonya, İspanya
Küme 4	Kıbrıs, Finlandiya
Küme 5	Bulgaristan, Hırvatistan, Çekya, Macaristan, Romanya, Sırbistan, Slovakya, Ukrayna
Küme 6	İsveç

Tablo 3’te ülkeler, birbirlerine olan yakınlık derecelerine göre gruplandırılmıştır. Bu kümelerin ayrıntılarını incelemeden önce, ülkelerin dünya üzerindeki coğrafi konumları ve komşuluk ilişkileri de dikkate alınması gereken önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Analiz sonucunda elde edilen verilere dayanarak, aynı kümede bulunan ülkeler benzer renklerle işaretlenmiş ve Şekil 2 ortaya çıkmıştır.



Şekil 2: Kümelenmiş Ülkelere göre Dünya Haritası

Şekil 2’ye göre kümelerin hepsi hakkında ortak bir tutum belirlemek kolay olmamakla birlikte; Avrupa ülkelerinin tarımsal, çevresel ve ekonomik performanslarına göre coğrafi bir perspektifle kümelenmesini göstermekte ve dikkat çekici farklılıkları olduğu gözlenmektedir. Kuzey Avrupa ülkeleri, çevresel sürdürülebilirlikte

lider bir konuma sahiptir; İsveç ve Finlandiya gibi ülkeler, düşük karbon emisyonları ve yenilikçi tarım uygulamalarıyla öne çıkmaktadır. Soğuk iklim koşullarına rağmen, bu ülkeler yenilenebilir enerji kullanımı ve yüksek verimlilik odaklı stratejilerle diğer kümelerden ayrılmaktadır. Batı Avrupa ülkeleri ise, tarımsal üretimde yüksek katma değer yaratma kapasiteleri ve modern teknolojilerin kullanımı ile dikkat çekmektedir. Coğrafi olarak stratejik bir konumda bulunan bu ülkeler hem ticari hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından güçlü bir performans sergilemektedir.

Orta ve Doğu Avrupa ülkeleri, geniş tarım arazilerine sahip olmalarına rağmen, altyapı modernizasyonu ve çevresel performanslarını geliştirme konusunda önemli bir potansiyel barındırmaktadır. Bu bölgede bulunan ülkeler, yenilenebilir enerji kullanımı ve karbon emisyonlarının azaltılması gibi alanlarda reform ihtiyacı içindedir. Balkan ülkeleri ve aday ülkeler ise tarımsal üretimde bölgesel farklılıklar göstermekte, ancak çevresel sürdürülebilirlikte AB standartlarına uyum sağlama yolunda ilerlemektedir. Akdeniz iklimine yakın bölgelerde tarımsal çeşitlilik öne çıkarken, dağlık alanlar üretim kapasitesini sınırlamaktadır. İsveç'in tek başına bir kümede yer alması, ülkenin yenilikçi tarım politikaları ve çevresel koruma çabalarıyla Avrupa'nın geri kalanından farklılaştığını göstermektedir.

Genel olarak, bu harita coğrafi şartların, ekonomik yapıların ve çevresel politikaların ülkeler arasındaki tarımsal ve çevresel performans farklarını nasıl şekillendirdiğini açıkça ortaya koymaktadır. Şekil 2'deki haritaya göre, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için her ülkenin kendine özgü stratejiler

geliştirmesi gerektiğini vurgulanmaktadır. Özellikle aday ülkeler için tarımsal modernizasyon, çevresel reformlar ve yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu, AB'ye uyum sürecinde kritik öneme sahiptir. Bu farklılıklar, Avrupa genelinde daha bütünleşik ve sürdürülebilir politikaların geliştirilmesi için önemli bir rehber sunmaktadır.

Kümelerin Analizleri

K-means kümeleme yöntemi sonucunda, ülkeler 6 farklı kümeye ayrılmıştır. Her bir küme, ülkelerin çevresel, tarımsal ve ekonomik performanslarına dayalı olarak belirlenmiştir. Aşağıda, her kümenin özellikleri ve dikkat çekici noktaları analiz edilmiştir.

Küme 1: Danimarka, Estonya, İrlanda, Letonya, Litvanya

Bu kümede yer alan ülkeler genellikle Kuzey Avrupa ve Baltık bölgesinde bulunmaktadır. Bu lkeler tarımsal faaliyetlerin yüksek verimlilikle gerçekleştirdiği ve çevresel sürdürülebilirliğe öncelik veren bir yapı sergilemektedir. Ayrıca yine bu kümede yer alan ülkelerin ekonomik yapıları, gelişmişlik düzeyleriyle birlikte tarımsal üretimde yenilikçi teknolojilerin yaygın bir şekilde kullanılmasını teşvik etmektedir. Ekonomik düzlemde incelenecek olunursa; ülkeler, tarımsal faaliyetlerde yüksek katma değer üreten bir ekonomik yapıya sahiptir. Örneğin, Danimarka ve İrlanda gibi ülkeler, tarımda ihracata dayalı bir büyüme stratejisi benimsemiştir. Bu ülkelerde kişi başına düşen gelir düzeyi yüksek olup, tarımsal ve endüstriyel üretim arasında bir denge sağlanmıştır. Bu lkeler, çevresel koruma politikalarıyla dikkat çekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın kullanımı ve enerji verimliliği politikaları, enerji tüketiminde sürdürülebilir bir yapı oluşturmuştur.

Ayrıca, çevresel sürdürülebilirlik için tarımsal üretimde kullanılan kaynakların etkin yönetimi önem taşımaktadır. Ayrıca; Küme 1 ülkeleri, sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik etkin stratejiler geliştirmiştir. Özellikle, yenilikçi tarımsal uygulamalar ve karbon emisyonlarını düşürmeye yönelik yatırımlar, bu ülkelerin iklim değişikliğiyle mücadelede başarılı olmasını sağlamaktadır. Kişi başına düşen emisyon oranlarının dengeli olduğu ve tarımda çevresel etkiyi minimize eden yaklaşımlar benimsendiği görülmektedir.

Küme 2: Arnavutluk, Avusturya, Belçika, Bosna Hersek, Yunanistan, Lüksemburg, Malta, Karadağ, Kuzey Makedonya, Portekiz, Slovenya

Bu küme, hem Batı Avrupa'nın gelişmiş ekonomilerini hem de Balkan bölgesindeki gelişmekte olan aday ülkeleri içermektedir. Bu durum, kümenin farklı ekonomik gelişmişlik seviyelerine sahip ülkeleri barındırdığı ve bu çeşitliliğin çevresel ve tarımsal performansa yansıdığı anlamına gelmektedir. Ülkeler, ekonomik yapı bakımından çeşitlilik göstermektedir. Avusturya, Belçika ve Lüksemburg gibi ülkeler, gelişmiş ekonomileri ve yüksek kişi başına düşen gelirleriyle öne çıkarken, Balkan ülkeleri (örneğin Arnavutluk, Kuzey Makedonya ve Karadağ) daha düşük ekonomik kalkınma seviyesine sahiptir. Tarımsal üretimdeki katma değer ve hükümet harcamalarındaki tarım payı, Batı Avrupa ülkelerinde daha düşük, Balkan ülkelerinde ise daha yüksek olma eğilimindedir. Bu, tarımın Balkan ülkelerinde ekonomik büyüme için daha kritik bir sektör olduğunu göstermektedir. Çevresel performans açısından, bu küme orta seviyede bir yapıya sahiptir. Özellikle Avusturya ve Lüksemburg, çevresel sürdürülebilirlik politikaları ve yenilenebilir enerji kullanımı ile öne çıkmaktadır. Ancak, Balkan ülkelerinde

enerji verimliliği ve çevresel yönetim politikaları daha sınırlı düzeydedir. Düşük ila orta düzeyde tarımsal emisyon oranlarına sahip olmalarına rağmen, enerji kullanımı açısından ülkeler arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Küme 2 ülkeleri, iklim değişikliğiyle mücadelede birbirinden farklı yaklaşımlar benimsemiştir. Gelişmiş ülkeler (örneğin Belçika ve Portekiz), sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik ileri politikalar geliştirirken, gelişmekte olan Balkan ülkelerinde bu tür politikaların uygulanmasında kaynak ve altyapı kısıtlamaları bulunmaktadır. Bununla birlikte, tarımsal emisyonların genel olarak düşük olması, bu ülkelerin iklim değişikliği ile mücadelede avantaj sağlayabileceğini göstermektedir. Bu ülkeler çevresel ve ekonomik performans düzeylerinde farklılıklar barındırsa da ortak özellikler de taşımaktadır. Enerji kullanımı ve tarım politikaları açısından birbirine yakın değerlere sahip olan bu ülkeler, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada farklı önceliklere sahiptir. Batı Avrupa ülkeleri yenilikçi çevresel stratejilerle öncü bir rol oynarken, Balkan ülkeleri tarımın ekonomik önemini artırmaya odaklanmaktadır. Bu durum, ortak politika geliştirme ve iş birliği fırsatları yaratabilir.

Küme 3: Fransa, Almanya, İtalya, Hollanda, Polonya, İspanya

Küme 3, Avrupa'nın büyük ve ekonomik açıdan güçlü ülkelerini bir araya getiren bir gruptur. Bu ülkeler, yüksek tarımsal üretim kapasiteleri, yenilikçi yaklaşımları ve çevresel sürdürülebilirlikteki başarıları ile dikkat çeker. Modern tarımsal teknolojilerin yoğun bir şekilde kullanılması ve yenilikçi politikaların uygulanması, bu ülkelerin tarım sektöründe öncü bir konumda olmasını sağlamaktadır. Ayrıca, bu ülkeler, enerji

verimliliğini artırma ve sera gazı emisyonlarını azaltma yönünde önemli adımlar atmaktadır. Küme 3'teki ülkeler, Avrupa'nın ekonomik açıdan en güçlü ülkelerini temsil etmektedir. Fransa, Almanya, İtalya, Hollanda, Polonya ve İspanya, tarımsal üretimde yüksek katma değer yaratma kapasiteleriyle öne çıkmaktadır. Bu ülkeler, gelişmiş altyapıları sayesinde tarımsal faaliyetlerden elde ettikleri ekonomik katkıyı artırmayı başarmaktadır. Örneğin, Almanya ve Hollanda gibi ülkeler, tarımsal ihracatta Avrupa'nın en büyük payını oluşturarak global pazarın önemli aktörleri arasında yer almaktadır. Polonya gibi ülkeler ise, son yıllarda hızla büyüyen tarım sektörüyle dikkat çekmektedir. Ülkeler, çevresel sürdürülebilirlik konusuna güçlü bir şekilde odaklanmaktadır. Özellikle tarımsal faaliyetlerin çevre üzerindeki etkilerini minimize etmek için yenilikçi teknolojiler kullanılmaktadır. Hollanda, yoğun tarım faaliyetlerine rağmen çevresel koruma politikalarında lider konumundadır ve sürdürülebilir tarım yöntemleri geliştirmede örnek teşkil etmektedir. İspanya ve İtalya gibi ülkelere ise, su kaynaklarının etkin kullanımı ve iklim değişikliğine dayanıklı tarımsal uygulamalar öncelikli stratejiler arasındadır. Küme 3 ülkeleri, iklim değişikliğiyle mücadelede Avrupa Birliği'nin en aktif üyeleri arasında yer almaktadır. Enerji verimliliğini artırma, karbon emisyonlarını azaltma ve yenilenebilir enerji kaynaklarını tarım sektörüne entegre etme gibi politikalar, bu ülkelerin temel hedefleri arasındadır. Özellikle Fransa ve Almanya, düşük karbon ekonomisine geçişte önemli adımlar atmıştır. Bu ülkeler, tarımsal üretimde kullanılan enerji kaynaklarının çevre üzerindeki etkilerini azaltmak ve emisyonları dengelemek için teknoloji ve inovasyona dayalı çözümler geliştirmektedir.

Küme 3 ülkeleri, Avrupa'nın tarımsal ve ekonomik açıdan en güçlü ülkelerini bir araya getirmekte ve bu ülkelerin ortak özelliklerini yansıtmaktadır. Yüksek tarımsal verimlilik, çevresel sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği, bu kümenin temel özellikleri arasındadır. Modern tarım uygulamaları ve inovatif politikalar, bu ülkeleri diğer kümelerden ayıran temel faktörlerdir. Ayrıca, iklim değişikliğiyle mücadelede lider konumda olan bu ülkeler, Avrupa'nın sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu durum, diğer ülkeler için örnek teşkil edebilecek stratejilerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır.

Küme 4: Kıbrıs, Finlandiya

Küme 4, Kıbrıs ve Finlandiya gibi iki farklı coğrafi ve ekonomik yapıya sahip ülkeyi bir araya getirmesi bakımından dikkat çekicidir. Bu ülkeler, yüzölçümü, ekonomik büyüklük ve tarımsal üretim kapasitesi bakımından önemli farklılıklar taşımalarına rağmen, çevresel sürdürülebilirlik ve tarımsal faaliyetlerdeki benzer yaklaşımlarıyla bu grupta yer almaktadır. Finlandiya, tarım arazilerinde yüksek verimlilik sağlayan yenilikçi yöntemler ve çevresel koruma önlemleriyle ön plana çıkmaktadır. Geniş ormanlık alanları ve soğuk iklim koşullarına rağmen, Finlandiya sürdürülebilir tarım politikaları geliştirerek doğal kaynakların etkin kullanımını teşvik etmektedir. Ayrıca, tarımda düşük karbon emisyonu hedeflerine yönelik güçlü bir kararlılık sergilemektedir. Öte yandan, Kıbrıs, küçük ölçekli ve yerel odaklı bir tarım yapısına sahiptir. Tarımsal üretim, ada ekonomisinin önemli bir parçasını oluştururken, su kaynaklarının sınırlı olması ve iklim değişikliğinin etkileri, tarım sektörünün karşılaştığı en büyük zorluklar arasında yer almaktadır. Kıbrıs, bu sınırlamaları aşmak için tarımsal su

yönetimine ve iklime dayanıklı tarım tekniklerine yatırım yapmaktadır. Genel olarak, Kıbrıs ve Finlandiya'nın, çevresel sürdürülebilirlik konusundaki ortak yaklaşımları ve tarım sektörünün karşılaştığı farklı zorluklara rağmen, çevre ve doğal kaynakları koruma konusundaki kararlılıkları bu kümeyi anlamlı kılmaktadır. Bu durum, tarım ve çevresel politikaların çeşitliliğini anlamak ve her iki ülkenin farklı koşullarda geliştirdiği stratejilerden dersler çıkarmak açısından değerli bir perspektif sunmaktadır.

Küme 5: Bulgaristan, Hırvatistan, Çekya, Macaristan, Romanya, Sırbistan, Slovakya, Ukrayna

Küme 5, Orta ve Doğu Avrupa ülkelerini ve birkaç Avrupa Birliği'ne aday ülkeyi içermektedir. Bu kümede yer alan ülkeler, tarımsal üretimde orta düzeyde bir verimlilik göstermelerine rağmen, çevresel sürdürülebilirlik ve enerji kullanımı açısından gelişim potansiyeline sahiptir. Bulgaristan, Romanya, Slovakya ve Ukrayna gibi ülkeler, tarım sektörlerinin ekonomik kalkınmadaki önemli rolü nedeniyle bu alandaki altyapılarını geliştirme ihtiyacı duymaktadır. Özellikle, tarım sektörünün modernizasyonu, mekanizasyonun artırılması ve yenilikçi teknolojilerin benimsenmesi gibi unsurlar, bu ülkelerin tarımsal verimliliğini artırmak için kritik öneme sahiptir.

Çevresel göstergeler açısından değerlendirildiğinde, bu ülkelerde sera gazı emisyon oranlarının diğer kümelere kıyasla nispeten yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, enerji kullanımı ve tarımsal faaliyetlerin çevresel etkileriyle doğrudan ilişkilidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının tarımsal faaliyetlerde kullanım oranının sınırlı olması, emisyon azaltım hedeflerine ulaşmayı zorlaştırmaktadır. Bununla birlikte, bu ülkelerin çevresel

performanslarını iyileştirmek için geniş bir fırsat alanı bulunmaktadır. Örneğin, yenilenebilir enerji projelerinin teşvik edilmesi ve tarımsal üretimde karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik politikalar, bu ülkelerin sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlayabilir.

Küme 5 ülkelerinin bir diğer önemli özelliği, tarımsal üretimdeki çeşitliliklerdir. Çekya ve Macaristan gibi ülkeler, nispeten daha gelişmiş tarım altyapılarına sahipken, Sırbistan ve Ukrayna gibi ülkeler tarımsal üretim kapasitelerini artırmak için daha fazla ulusal ve uluslararası yatırım çekmeye ihtiyaç duymaktadır. Genel olarak, bu kümedeki ülkeler, tarımsal üretim verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir dönüşüm potansiyeline sahiptir. Bu ülkelerin enerji verimliliğini artırmaya ve modern tarım uygulamalarını benimsemeye yönelik reformları, bölgesel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada belirleyici olacaktır.

Küme 5'in genel değerlendirmesi, tarım sektörüne yapılacak yatırımların ve çevresel sürdürülebilirlik politikalarının bu ülkeler için ekonomik kalkınma ve sürdürülebilirlik hedeflerini desteklemek adına kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, bölgesel farklılıkları dikkate alarak geliştirilecek politika ve stratejiler için önemli bir temel sunmaktadır.

Küme 6: İsveç

Küme 6, İsveç'in çevresel sürdürülebilirlik ve yenilikçi tarım uygulamalarıyla Avrupa ülkeleri arasında ayrı bir konumda olduğunu ortaya koymaktadır. İsveç, enerji verimliliği, düşük emisyon oranları ve çevre dostu politikalar konusunda sergilediği

üstün performansla dikkat çekmektedir. Bu durum, İsveç'in tarımsal üretimdeki yenilikçi yaklaşımı ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine olan güçlü bağlılığını yansıtmaktadır. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının tarım sektörüne entegrasyonu ve karbon ayak izini azaltmaya yönelik uygulamalar, İsveç'in diğer ülkelerden belirgin bir şekilde ayrılmasına neden olmaktadır.

Bu kümenin tek bir ülkeden oluşması, İsveç'in kendine özgü politikalarının ve güçlü çevresel performansının altını çizmektedir. İsveç, tarımsal üretimde yüksek verimlilik ve doğal kaynakların etkin kullanımı gibi konularda bir model ülke olarak değerlendirilmekte, diğer Avrupa ülkeleri için de örnek teşkil etmektedir. Bunun yanında, İsveç'in düşük karbon emisyon hedeflerine ulaşmak için yaptığı yatırımlar ve çevresel koruma politikaları hem ekonomik büyümeyi desteklemekte hem de çevresel sürdürülebilirlik ile ekonomik kalkınma arasındaki dengeyi sağlamaktadır.

Genel olarak, Avrupa'daki diğer kümelere bakıldığında, Kuzey Avrupa ülkelerinin çevresel sürdürülebilirlik ve yenilikçi tarım uygulamalarında öncü olduğu görülmektedir. İsveç'in bireysel olarak bu kümede yer alması hem ekonomik gelişmişlik seviyesi hem de çevresel politikalarının ileri düzeyde olmasını yansıtmaktadır. Orta ve Doğu Avrupa ülkeleri ise tarımsal altyapılarını geliştirme ve çevresel performanslarını iyileştirme konusunda daha fazla potansiyele sahiptir. Aynı zamanda, Batı Avrupa'nın gelişmiş ekonomileri hem tarımsal üretim kapasiteleri hem de çevresel sürdürülebilirlikteki başarılarıyla dikkat çekmektedir.

İsveç ve diğer kümelerden elde edilen sonuçlar, ülkelerin güçlü ve zayıf yönlerini belirlemenin ötesinde, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için hangi alanlarda iyileştirmelere ihtiyaç duyulduğunu net bir şekilde göstermektedir. Bu durum, Avrupa ülkelerinin farklı koşullarını göz önünde bulundurarak daha hedefe yönelik ve etkili politika stratejilerinin geliştirilmesi için rehberlik edici bir temel oluşturmaktadır. İsveç'in liderlik ettiği bu model, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik kalkınma arasındaki dengeyi sağlama konusunda kritik bir örnek teşkil etmektedir.

Aday ülkelerin kümelerdeki yerleri ayrıntılı olarak aşağıda yorumlanmıştır.

Arnavutluk (Küme 2):

Arnavutluk, Batı Avrupa'nın gelişmiş ülkeleriyle aynı kümede yer almasıyla dikkat çekmektedir. Ancak bu durum, ülkenin ekonomik ve çevresel performansının bölgesel özelliklerinden ziyade, benzer tarımsal emisyon oranları ve enerji kullanımıyla ilişkilidir. Arnavutluk, tarımın ekonomide önemli bir yer tuttuğu bir ülke olarak, sürdürülebilir tarım uygulamalarını benimseme potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, tarım altyapısını modernize etmek ve yenilenebilir enerji kullanımını artırmak, ülkenin çevresel performansını iyileştirmek için kritik öneme sahiptir. AB üyeliği yolunda, çevresel standartları karşılamaya yönelik çalışmalar, Arnavutluk'un sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasını destekleyecektir.

Bosna Hersek (Küme 2):

Bosna Hersek, Balkanlar'ın karmaşık ekonomik ve çevresel yapısına sahip bir ülkesi olarak, düşük ila orta düzeyde tarımsal

emisyron oranlarıyla Küme 2’de yer almaktadır. Enerji verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik konularında ciddi bir gelişim potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, AB  yeliği sürecinde, özellikle enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve tarımsal üretimde modernizasyon gereksinimi  ne çıkmaktadır. Çevresel koruma politikalarının güçlendirilmesi, Bosna Hersek’in bu kümedeki diğer ülkelerle olan uyumunu artıracaktır.

Karadağ (Küme 2):

Karadağ, küçük    ekli ekonomisi ve tarımsal üretim yapısıyla Küme 2’nin diğer üyeleriyle benzerlik göstermektedir. Tarım, Karadağ ekonomisinde hala önemli bir sektör olmasına rağmen, modernizasyon gereksinimi bulunmaktadır. Enerji kullanımında yenilenebilir kaynaklara geçiş, sera gazı emisyonlarını azaltma hedeflerine ulaşmada etkili bir strateji olabilir. Karadağ’ın çevresel performansını iyileştirmek için, AB normlarına uygun çevresel düzenlemeleri hızlandırması ve bu alandaki yatırımları artırması gerekmektedir.

Kuzey Makedonya (Küme 2):

Kuzey Makedonya, ekonomik olarak tarıma dayalı bir yapıya sahiptir ve bu durum, ülkenin enerji kullanımı ve çevresel performansında belirgin bir etkiye sahiptir. AB  yelik sürecinde, çevresel düzenlemeler ve sürdürülebilir tarım politikalarının uygulanması, Kuzey Makedonya’nın öncelikleri arasında yer almalıdır. Küme 2’de yer alan diğer gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında, altyapı yatırımlarının artırılması ve çevresel standartların güçlendirilmesi gereklidir. Bu, ülkenin çevresel performansını önemli ölçüde iyileştirebilir.

Sırbistan (Küme 5):

Sırbistan, Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinin yer aldığı Küme 5'te bulunmaktadır. Tarımsal üretimdeki orta seviyedeki verimlilik, enerji kullanımındaki yüksek bağımlılık ve sera gazı emisyonlarının yönetimi, ülkenin karşılaştığı temel zorluklar arasında yer almaktadır. AB adaylığı sürecinde, Sırbistan'ın tarım sektöründeki altyapıyı modernize etmesi ve çevresel sürdürülebilirliği artırmaya yönelik reformları uygulaması gerekmektedir. Enerji verimliliğini artırmak ve yenilenebilir kaynaklara yönelmek, bu kümedeki konumunu iyileştirebilir.

Ukrayna (Küme 5):

Ukrayna, geniş tarım arazileri ve güçlü bir tarımsal üretim kapasitesi ile dikkat çekmektedir. Ancak, enerji kullanımı ve çevresel sürdürülebilirlik konularında önemli zorluklarla karşı karşıyadır. Sera gazı emisyon oranlarının yüksek olması, enerji sektörünün yapısal sorunlarından kaynaklanmaktadır. AB adaylık sürecinde, tarım sektörünün modernizasyonu ve enerji verimliliğini artırmaya yönelik yatırımlar, Ukrayna'nın sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasında önemli bir rol oynayacaktır. Ayrıca, karbon emisyonlarının azaltılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının artırılması, ülkenin çevresel performansını güçlendirebilir.

Aday ülkelerin iki farklı kümede yer alması, bu ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeyleri, tarımsal yapı ve çevresel performansları arasındaki farklılıkları yansıtır. Balkan ülkeleri (Küme 2), nispeten küçük ölçekli ekonomilere ve daha düşük emisyon oranlarına sahip olmaları nedeniyle daha gelişmiş Avrupa ülkelerine yakın bir profil sergilemektedir. Bunun aksine, Sırbistan

ve Ukrayna (Küme 5), geniş tarım arazilerine ve yüksek üretim kapasitelerine rağmen, enerji kullanımı ve çevresel performans açısından daha fazla zorluk yaşamaktadır. Bu durum, bölgesel dinamiklerin ve AB üyelik sürecinin farklı ülkelerde farklı etkiler yaratabileceğini göstermektedir. Balkan ülkeleri, tarihsel bağları ve coğrafi yakınlıkları nedeniyle çevresel sürdürülebilirlikte benzer bir yol izlerken, Sırbistan ve Ukrayna gibi daha büyük tarımsal ekonomilere sahip ülkeler, altyapı ve enerji yönetimi konularında daha büyük zorluklarla karşı karşıyadır. Bu farklılıklar, AB'nin aday ülkeler için uyguladığı politikaların ve destek mekanizmalarının her ülkenin özel ihtiyaçlarına göre şekillendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada, AB üyesi ve aday ülkelerin tarımsal, çevresel ve ekonomik performansları K-means kümeleme analizi yöntemiyle incelenmektedir. Analiz sonucunda ülkeler altı farklı kümeye ayrılmakta ve her kümenin kendine özgü karakteristik özellikleri ortaya konulmaktadır. Bu kapsamlı analiz, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma yolunda ülkeler arasındaki farklılıkları ve benzerlikleri açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Kümeleme analizi sonuçları, Avrupa'da belirgin bir kuzey-güney ve doğu-batı ayrımının varlığını göstermektedir. Kuzey Avrupa ülkeleri, özellikle İsveç ve Finlandiya, çevresel sürdürülebilirlik ve yenilikçi tarım uygulamalarında öncü konumdadır. Bu ülkeler, düşük karbon emisyonları ve yüksek enerji verimliliği ile karakterize edilmektedir. Batı Avrupa ülkeleri ise yüksek tarımsal verimlilik ve gelişmiş teknoloji kullanımıyla öne çıkmaktadır. Almanya, Fransa ve Hollanda gibi ülkeler, tarımsal

Üretimde yüksek katma değer yaratırken, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği de gözetmektedir.

Orta ve Doğu Avrupa lkeleri, tarımsal modernizasyon ve çevresel performans açısından gelişim potansiyeline sahiptir. Bu bölgedeki ülkeler, özellikle enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımında iyileştirmelere ihtiyaç duymaktadır. Balkan lkeleri ve diğer aday ülkeler ise tarımsal yapılarını AB standartlarına uyumlaştırma sürecindedir. Bu ülkelerde, sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması ve çevresel koruma önlemlerinin güçlendirilmesi öncelikli hedefler arasında yer almalıdır.

Aday ülkelerin kümelerdeki dağılımı, bu ülkelerin farklı gelişmişlik düzeylerini ve karşılaştıkları zorlukları yansıtmaktadır. Örneğin, Batı Balkan lkeleri olan Arnavutluk, Bosna Hersek, Karadağ ve Kuzey Makedonya, Küme 2'de yer alırken, Sırbistan ve Ukrayna Küme 5'te bulunmaktadır. Bu durum, aday ülkelerin AB'ye uyum sürecinde farklı stratejiler ve politikalar geliştirmeleri gerektiğini göstermektedir.

Çalışmanın bulguları doğrultusunda, kısa vadede tarımsal emisyon izleme sistemlerinin modernizasyonu ve çiftçilere yönelik sürdürülebilir tarım eğitimlerinin yaygınlaştırılması öncelikli hedefler olarak belirlenmelidir. Orta vadede ise tarımsal altyapının modernizasyonu için finansman mekanizmalarının oluşturulması ve akıllı tarım teknolojilerinin yaygınlaştırılması önem kazanmaktadır. Uzun vadeli hedefler arasında tarım sektöründe karbon nötrlüğüne geçiş planlaması ve iklim değişikliğine dirençli tarım sistemlerinin yaygınlaştırılması yer almalıdır.

Bu hedeflere ulaşmak için güçlü bir kurumsal yapılanma gerekmektedir. Sürdürülebilir tarım koordinasyon merkezlerinin kurulması, çevresel performans izleme birimlerinin oluşturulması ve uluslararası iş birliği ofislerinin kurulması bu yapılanmanın temel unsurları olmalıdır. Finansman açısından AB uyum fonlarının etkin kullanımı ve yeşil tarım kredilerinin yaygınlaştırılması önem taşımaktadır. Ayrıca, düzenli performans değerlendirmeleri ve uluslararası denetim mekanizmalarına entegrasyon, politikaların başarısını güvence altına alacaktır.

Gelecekteki araştırmalar için, önerilen politikaların uygulanmasının etkinliğinin değerlendirilmesi ve ülkelerin performanslarındaki değişimin izlenmesi önerilmektedir. Özellikle aday ülkelerin AB standartlarına uyum sürecinde karşılaştıkları zorlukların ve başarı faktörlerinin analizi, literatüre önemli katkılar sağlayacaktır. Ayrıca, iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkilerinin ve uyum stratejilerinin incelenmesi, gelecek çalışmalar için verimli bir araştırma alanı olacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma AB üyesi ve aday ülkelerin tarımsal ve çevresel performanslarının iyileştirilmesi için kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Kümeleme analizi sonuçları, ülkelerin mevcut durumlarını ve gelişim potansiyellerini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Önerilen politika ve uygulama mekanizmaları, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada yol gösterici niteliktedir. Çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik kalkınma arasındaki dengenin sağlanması hem AB üyesi hem de aday ülkeler için kritik öneme sahiptir. Bu dengenin kurulması, ancak sistematik ve bütüncül bir yaklaşımla mümkün olacaktır.

Referanslar

Akcaraca Köse, M. (2012). Agricultural policy reforms and their implications on rural development: Turkey and the EU. *Ankara Avrupa  alışmaları Dergisi*, 11(2), 75-98. https://doi.org/10.1501/Avraras_0000000180

Arthur, D., & Vassilvitskii, S. (2007). k-means++: The advantages of careful seeding. *Proceedings of the Eighteenth Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms*, 1027-1035.

Bryson, R. (2022). Evaluating the contribution of synthetic fungicides to cereal plant health and CO2 reduction targets against the backdrop of the increasingly complex regulatory environment in Europe. *Plant Pathology*, 71(1), 170-186.

Bulut, H.,  ner, Y., & S zen,  ağlar. (2017). Clustering of Member and Candidate Countries of the European Union. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 36(7), 18–25.

European Commission (EU). (2019). The European Green Deal. Retrieved from https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_en.pdf

European Commission (EU). (2022). *The European Green Deal: Achieving environmental targets through cooperation with candidate countries*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/environment>

Fanelli, R. (2019). The (un)sustainability of the land use practices and agricultural production in EU countries. *International Journal of Environmental Studies*, 76, 1-22.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2020). Transforming food and agriculture to achieve the SDGs: 20 interconnected actions to guide decision-makers. Retrieved from <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/en/>

Forgy, E.W. (1965). Cluster analysis of multivariate data : efficiency versus interpretability of classifications. *Biometrics*, 21, 768-769.

Giannakis, I., & Bruggeman, A. (2015). The highly variable economic performance of European agriculture. *Land Use Policy*, 45, 26-35. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.12.009>

Güteryüz, D. (2020). Evaluation of waste management using clustering algorithm in megacity Istanbul. *Environmental Research and Technology*, 3(3), 102-112. <https://doi.org/10.35208/ert.764363>

Herman, E. (2024). Sustainable Agriculture and Its Impact on the Rural Development in EU Countries: A Multivariate Analysis. *Land*, 13(7), 947. <https://doi.org/10.3390/land13070947>

Lloyd, S. (1982). Least squares quantization in PCM. *IEEE Transactions on Information Theory*, 28(2), 129-137. <https://doi.org/10.1109/TIT.1982.1056489>

Martinho, D. P. J. V. (2018). Characterization of agricultural systems in the European Union regions: A farm dimension – Competitiveness – Technology Index As Base. *Regional Science Inquiry*, 10(2), 135–152.

Olesen, J. E., & Bindi, M. (2002). Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European journal of agronomy*, 16(4), 239-262.

Rađenović, Ž., Krstić, B., & Marković, M. (2022). Economic Performance of Agriculture in the European Union Countries. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, 370, 5 - 21. <https://doi.org/10.30858/zer-145686>.

Repiská, R., Grisáková, N., & Štetka, P. (2022). Hierarchical Clustering Based on International Sustainability Indices of EU Countries. *Ekonomické rozhl'ady – Economic Review*. <https://doi.org/10.53465/er.2644-7185.2022.2.149-170>.

United Nations (UN). (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. Retrieved from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>

Ungureanu, C. I., & Ersöz, F. (2010). Commonalities and disparities among the EU candidate countries. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, (3), 173-186.

BÖLÜM V

Elektronik Radar Harp Sistemleri: Kavramlar, Teknolojiler ve Mevcut Trendler

N. Bera CERAN DİNAR¹

Giriş

Radar sistemlerinin askeri uygulamalardaki rolü, özellikle elektronik harp (EH) bağlamında giderek daha kritik hale gelmiştir. Her şeyin elektronik olduğu yaklaşımıyla harplerin, çatışmaların da elektronik olacağını düşünmek kaçınılmaz bir hale gelmiştir.

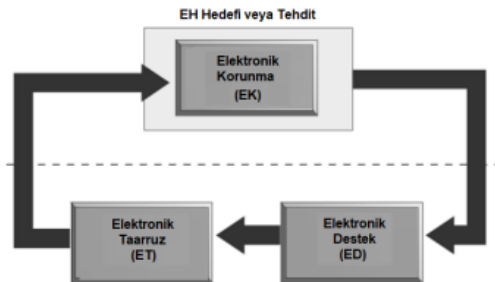
Elektronik Harp'in en genel tanımı elektromanyetik spektrumu (EMS) kontrol etmek amaçlı askeri eylemler olarak tanımlanır. Daha geniş anlamda EH, tehdit kuvvetlerin elektronik sistemlerinin varlıklarının ve yerleşimlerinin tespiti, tehdit sistemlerin yok edilmesi veya etkinliklerinin azaltılması, dost kuvvetlerin elektronik sistemlerinin tehdit tarafından tespitine veya etkisizleştirilmesine engel olunması maksadıyla elektronik sistem ve tekniklerin kullanılması olarak ifade edilebilir.

EH, dost birliklerin elektromanyetik spektrumu (EMS) etkin bir şekilde kullanması, dūřmanın kullanımının engellenmesi veya en az derecede kullanmasını sağlamak üzere bilimsel, teknolojik ve askeri faaliyetlerin bütünü olarak da ifade edilmektedir.

Elektronik Harp Sistemleri Kapsamındaki Faaliyetler

- **Elektronik Destek (ED)** (Electronic Support, ES): Dost veya dūřman birliklere ait elektronik sistem yayınlarının tespit edilmesi, sınıflandırılması, kimliklendirilmesi ve konumlarının belirlenmesi işlemleridir.
- **Elektronik Taarruz (ET)** (Electronic Attack, EA): Elektromanyetik enerji kullanarak dūřmanın sistemlerine müdahale edip onlara hasar vermeyi veya geçici olarak etkisiz kılmayı amaçlar.
- **Elektronik Korunma (EK)** (Electronic Protection, EP): Dost birliklerin elektronik sistemlerinin ET'den korunması amacıyla kullanılan teknik ve taktikler olarak bilinir.

şekil.1. ED, ET ve EK Etkileşimi



ED, ET ve EK süreçleri birbiriyle ilişkilidir. Etkin bir ET için ED sistemleri ile muharebe sahasında operasyon öncesi ve operasyon sırasında bilgilerin toplanması önemlidir. Ayrıca uygulanacak ET tekniğine bağlı olarak seçilecek EK yöntemi birbiriyle ilişkilidir. Düşmanın EK amaçlı uygulayacağı usul ve teknikler ED sürecini etkiler.

Araştırma ve Bulgular

Elektronik Destek (ED)

Anlık tehdit tanıma, hedefleme, planlama ve gelecekteki operasyonların icrası maksadıyla; bilerek veya istem dışı olan EM yayınların, bir harekât komutanının doğrudan komutasıyla veya görevlendirmesiyle tespiti, kimliklendirilmesi ve konumlandırılması faaliyetlerini içeren EH'in bölümü Elektronik Destek (ED) olarak adlandırılır.

ED için toplanan bilgiler sinyal istihbaratı (Signal Intelligence, SIGINT) oluşturulması veya muharebe sahasında ET için anlık hedefleme bilgisinin sağlanması maksadıyla kullanılabilir. ED sistemleri, ET ve EK uygulama, hedefleme ve kuvvetlerin diğer taktik kullanımları için bilgi kaynağı olarak görülürler. ED sistemleri topladıkları verilerden aşağıda belirtilen amaçlar için bilgi ve istihbaratı üretirler.

- Diğer bilgi ve istihbarat kaynaklarının doğrulanması,
- ET operasyonlarının icrası veya yönetilmesi,
- Kendini koruma tedbirlerinin başlatılması,
- Silah sistemlerinin görevlendirilmesi,

- EK uygulamasının desteklenesi,
- EH veritabanlarının oluşturulması veya güncellenmesi ve
- Bilgi harekâtı görevlerine destek.

Elektronik harp destek faaliyetleri üç ana başlık altında toplanmaktadır

- **Elektronik Keşif (Electronic Reconnaissance):**
Düşman elektronik manyetik radyasyonun tespit, konumlandırma, tanımlama ve değerlendirme faaliyetlerini kapsamaktadır.
- **Elektronik İstihbarat (Electronic Intelligence):**
Düşmanın nükleer, radyoaktif veya iletişim amaçları dışında başvurduğu elektromanyetik radyasyonun teknik ve konumlandırma istihbaratı faaliyetlerini kapsamaktadır.
- **Elektronik Güvenlik (Electronics Security):**
Yetkisiz kişilerin değerli bilgilere erişiminin önlenmesi için alınan önlemleri kapsamaktadır. Yetkisiz kişilerin bu bilgilere erişme girişimlerinin ve iletişim amaçları dışında başvuru alan elektromanyetik radyasyonun tespiti bu kapsamda değerlendirilmektedir.

Tablo 1: TSK Envanterinde Bulunan ED Sistemleri

TSK Envanterindeki ED Sistemleri	Açıklama
MİLKED – 3S3	MİLKED-3S3 Sabit V/UHF Kestirme ve Dinleme Sistemi, V/UHF bandında 20-3000 MHz frekans aralığında bulunan yayınların kriptosuz ise dinlenmesi, yönlerinin bulunması, konumlarının belirlenmesi amacıyla ASELSAN tarafından geliştirilmiştir. MİLKED-3S3, özel tasarlanmış kestirme anteni sayesinde hedef yayınlar için doğru ve kararlı yön bilgisi sağlamaktadır. İki veya daha fazla sistemin kullanımıyla hedef yayınlar için sayısal harita üzerinde konum belirleme yapabilmektedir.
ARES-2LC/T	Hava, kara ve deniz platformlarında bulunan radarları tespit, teşhis, sınıflandırma özelliklerine sahiptir. Sadece dört, beş personel tarafından taşınabilir ve kısa zamanda kullanıma alınabilir özellikteki sistem, harp sahasında mobil sistemlerin ulaşamadığı bölgelere kolaylıkla aktarılabilir. ASELSAN tarafından geliştirilmiştir.
Radar Elektronik Destek Sistemi	Radar Elektronik Destek Sistemi; tehdit radarları tespit, teşhis etmek ve yönlerini bulmak amacıyla kullanılmaktadır. Hedef radarların teşhisi, sistem tarafından ölçülen tehdit parametrelerinin kütüphaneden alınan verilerle karşılaştırılmasıyla anlık olarak yapılabilir.
ARES-2N	ARES-2N, bir Deniz Platformu Radar Elektronik Destek sistemidir. Tespit, teşhis, sınıflandırma, izleme, yön bulma, yer belirleme, sesli uyarı, platform ilişkilendirme ve elektromanyetik yayın kaydı yeteneklerine sahiptir. Geniş bant yapısı sisteme çok yüksek tespit olasılığı yeteneği kazandırmaktadır. Yüksek işlem hızı ve hassasiyet seviyesi, uzak mesafede tespit ve düşük çıkış güçlü radarları algılaya yeteneği sağlamaktadır.
ARES-2SC/NS	LPI Radarlar dahil 2-18 GHz bandında yayın yapan radar sistemlerine yönelik olarak; tespit, teşhis, tanımlama, uygun formatta gösterim, otomatik ve manuel kayıt ve oynatma kabiliyeti gibi fonksiyonları yerine getirebilmek amacıyla ASELSAN tarafından tasarlanmıştır.

Kaynak: STM Teknolojik Düşünce Merkezi, Elektronik Harbin Yeniden Yükselişi

Elektronik Taarruz

Elektronik Taarruz (ET), EM enerjinin, yönlendirilmiş enerji silahlarının ve özgüdümlü (homing) füzelerin kullanılarak düşmana ait personel, sistem ve tesislerinin etkisizleştirilmesi veya yok edilmesi amacıyla kullanılması olarak ifade edilebilir. ET faaliyeti taarruz veya savunma amaçlı olarak kullanılır. Taarruz faaliyetleri genellikle dost kuvvetlerin girişimiyle gerçekleşir ve aşağıdaki gibi örnekleri içerir.

- Düşmanın radar ve komuta kontrol (Command and Control, C2) sistemlerinin karıştırılması,
- Düşman hava savunmasının ışımaya giden füzeler (Anti-radiation Missiles, ARM) ile bastırılması,
- Düşmanın istihbarat, gözetleme ve keşif (Intelligence Surveillance nad Reconnaissance, ISR) sistemlerinin aldatılması,
- Düşman cihaz ve kabiliyetlerinin yönlendirilmiş enerji silahlarıyla (Directed Energy Weapon, DEW) etkisiz kılınması.

Savunma maksatlı ET tedbirleri personeli, tesisleri, yetenekleri ve cihazları korumak amacıyla uygulanır. Örnek olarak kendi koruma ve kuvvet (force) koruma amaçlı şu uygulamalar verilebilir.

- Sarfedilebilirler (ör. Chaff, flare ve aktif dekoylar),
- Radar karıştırıcılar
- Çekilebilir dekoylar

- Kızılötesi (KÖ) karıştırıcılar
- Radyo kontrollu el yapımı patlayıcıya karşı kullanılan (RC-IED) karıştırıcılar.

Saldırı Amaçlı Elektronik Taarruz Sistemleri

Karıştırma Sistemleri (Jammer)

Sinyal karıştırmak, “düşmanın muharebe kapasitesini azaltmak veya etkisiz kılmak; bir başka deyişle düşmanın elektromanyetik spektrumu etkin biçimde kullanmasını önlemek veya azaltmak amacıyla radyasyon, yeniden ışıma veya elektromanyetik enerjiyi kasten kullanma faaliyeti” olarak tanımlanmaktadır. Karıştırıcılar, günümüzde EH faaliyetlerinde en çok başvurulan yöntem ve sistemler arasındadır. Kullanım amacına yönelik olarak çok sayıda karıştırıcı çeşidi bulunmaktadır.

- **Radar Karıştırıcıları (Radar Jammers):** Düşman radarlarının müttefik güçleri algılamasını kısıtlamaya yönelik olarak gizleme ve aldatma faaliyetlerinde kullanılmaktadır.
- **Gürültü Karıştırıcıları (Noise Jammers):** Düşman vericilerine yüksek güçlü sinyaller göndermektedir. Böylece düşmanın karıştırma faaliyetinin nereden kaynaklandığını algılaması zorlaşmaktadır.
- **Kendini Koruma Karıştırıcıları (Self-Protection Jammers):** Müttefik unsurların tespit ve takibini engellemektedir. Üzerinde bulunduğu platformu koruyan sistemlerdir.

- **Uzaktan Karıştırıcılar (Stand-off Jammers):** Uzaktaki bir harp platformunu korumak amacıyla geliştirilmiştir.

Elektronik Aldatma (Electronic Deception) Sistemleri

Elektronik aldatma, hedef radar sistemlerinin, aldıkları sinyalleri yanlış yorumlamasına yol açma faaliyetine denilmektedir. Elektronik aldatmada, hedef radarın sinyalleri alınır, dönüştürülür ve tekrar gönderilir. Yeniden üretilen bu sinyallerin düşman radarlarının sinyal özelliklerini taşıması gerekmektedir. Elektronik aldatmaya, müttefik unsurların kimliklerinin saklanması veya değiştirilmesi, hızları, rotaları ve açıları konusunda kasıtlı olarak yanlış bilgi aktarılması amacıyla başvurulur. Aldatma tekniklerinden bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- **Sahte Hedef Aldatması:** Özellikle erken uyarı radarlarına karşı etkilidir. Radar operatörleri bu aldatma nedeniyle düşman unsurun gerçek bir hedef olup olmadığını çözümleyemez.
- **Menzil Aldatması (Range Deception):** Darbe Doppler radarları, hedefin mesafesini izlemek için menzil kapısı (Range Gate) kullanmaktadır. Menzil aldatma karıştırması, menzil kapısı devrelerinin zafiyetinden yararlanarak yapılmaktadır. Radardan arka arkaya gelen darbeler alınarak, bu darbelerin genişliği arttırılarak belirli bir miktar zaman gecikmesiyle radara geri gönderilmektedir. Radar, gönderilen bu aldatıcı sinyali kendi sinyali zannederek mesafe kapısını aldatma sinyali üzerine oturtmaktadır.

Böylece mesafe kapısı uçak üzerinden sahte bir hedefe doğru çekilmiş olur ve farkında olmaksızın radar gerçek hedefin takip yeteneğini kaybetmektedir.

- **Hız Aldatması (Velocity Deception):** Radarların hız kapısı sistemlerindeki zafiyetlerin kullanılmasıyla yapılır. Düşman radarlarına müttefik unsurların hızı konusunda sahte bilgi gönderilir.
- **Açı Aldatması (Angle Deception):** Radarların açı takibini bozmayı amaçlayan sistemlerdir.
- **Tek Darbe Aldatması (Mono Pulse Deception):** Klasik karıştırma teknikleriyle aldatılması güç tek darbe radarlarını aldatmak üzere geliştirilmiş, hata mesajları veya yanıltıcı görüntülere başvuran karmaşık yönleme denilmektedir.
- **DFRM Tabanlı Aldatma Sistemleri:** DRFM teknolojisiyle sinyalleri bozulmadan saklamak ve bu sinyallerin bazı parametrelerini değiştirerek yeniden geri gönderilmesiyle düşman radar sistemlerinin aldatılmasına olanak sağlamaktadır.

Yönlendirilmiş Enerji Silahları (Directed-Energy Weapons)

Yönlendirilmiş Enerji, yoğunlaştırılmış elektromanyetik enerji veya atom ya da atom parçacıklarından ışın üretilmesi teknolojisidir. Yönlendirilmiş enerji silahları, çok yüksek seviyede enerji üretebilen ve bu enerjiyi bir yönlendiriciyle hedefe göndererek, düşmanın personel ve teçhizatına zarar vermek suretiyle performansını düşüren veya imha/tahrip eden silahlardır. Yönlendirilmiş enerji

silahları türleri aşağıda sıralanmıştır. “Geleceğin silahları” olarak adlandırılan yönlendirilmiş enerji silahları konusunda aralarında Türkiye’nin de bulunduğu çok sayıda ülke yüksek araştırma bütçeleri ayırmaktadır. 2015’te yayınlanmış bir raporda, 2020 yılında yönlendirilmiş enerji silahları pazarının büyüklüğünün 24 milyar 310 milyon dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Lazer Silahları

Yüksek enerjili lazer ışınlarıyla hedefi yok etmek veya etkisiz hale getirmek için geliştirilen silahlardır. Başta ABD ve Rusya olmak üzere az sayıda ülke, 1980’lerden beri, hedefini ışık hızında mükemmel isabetle vuran, hedef üzerinde istenilen etkiyi verebilecek miktarda aktarılabilen bir lazer silahı geliştirmek için yoğun çaba sarf etmektedir. Ancak çeşitli sebeplerle bu çalışmalar sonuçsuz kalmıştır. Günümüzde yüksek enerjili lazer silahları henüz muharebe alanlarının vazgeçilmez unsuru olmaktan uzaktır. Geliştirilen silahlar genellikle İHA ve küçük gemiler gibi tehditleri bertaraf etmek, istihbarat ve keşif çalışmaları için kullanılmaktadır. Yine de lazer silahları orduların ilgi alanındadır ve bu konudaki araştırma ve geliştirme faaliyetleri yoğunlaşmaktadır. ABD, Rusya, Çin, İngiltere, Almanya ve İsrail’in etkisi yüksek, yüksek enerjili lazer silahları geliştirdiklerine dair haberler yayınlanmaktadır. 2014’teki Singapur Airshow’a katılan İsrailli savunma sanayii şirketi Rafael, “Demir Işın” (Iron Beam) adını verdiği lazerli hava savunma sistemini tanıtmıştır. ABD ordusunun Basra Körfezi’ndeki donanmasında yer alan USS Ponce gemisine bir lazer silahı konuşlandırılmıştır.

ABD Donanması ve kara ordusunun ayrı lazer silahı programları bulunmaktadır ve bunlar, gemiler, zırhlı araçlar ve

helikopterlerin özellikle insansız hava araçlarını ve kendilerini hedef alan roketleri etkisiz kılmasını amaçlamaktadır. ABD’li savunma şirketi Lockheed Martin’in geliştirdiği HELIOS adı verilen yüksek enerjili lazer silahının, hem düşman İHA’larını durdurmak hem de uzun menzilli istihbarat, gözetim ve keşif amaçlarıyla kullanılabileceği ifade edilmektedir. HELIOS 2020 yılında Arleigh Burke sınıfı destroyerlere konuşlandırılacaktır. Türkiye’de de savunma amaçlı kısa menzilli bir lazer silahı geliştirilmiştir. ASELSAN’ın Lazer Savunma Sistemi (LSS), 500 metre menzile kadar insansız araçlarla yapılacak saldırılara, 200 metre ve üzeri mesafede EYP’lere (el yapımı patlayıcı) ve yol kenarı şüpheli paketlere karşı kullanılmak üzere geliştirilmiştir.

Akustik Silahlar

Hedefleri ses enerjisiyle etkisiz hale getiren silahlardır. Kulağın algılayabileceğinden düşük seviyelerde (Infrasonic), işitme seviyesinde (Audible) ve işitme seviyesinin üstünde desibellerde yüksek güçte ses üretmektedirler. Hedefleri düşman personeldir ve hem psikolojik nem de fiziksel sorunlara yol açarlar. Infrasonic silahlar doğrudan beyne etki ederler ve bir yandan depresyon gibi psikolojik, kusma ve ağrı gibi fiziksel sorunlara yol açarlar. Fransa, İngiltere ve Rusya’nın bu silahları siviller üzerinde denediğine dair iddialar dile getirilmektedir. ABD, Küba’daki diplomatik personeline bu tür bir silahla saldırıldığını iddia etmektedir.

İnsan kulağının algılayabileceğinin üstündeki frekanslarda ses üreten ultrasonik silahlar ise infrasonik silahların etkilerinin yanı sıra aşırı ısınma ve yanıklara da yol açmaktadır. Yüksek desibelde üretilen seslerin ölümcül yanıklara yol açabileceği de belirtilmektedir. Kullanımı uluslararası anlaşmalarla yasaklandığı

için gerek infrasonik gerekse ultrasonik silahların geliştirildiğine dair kayıt bulunmamaktadır. Buna karşılık ABD donanması Uzun Menzilli Akustik Cihaz (LRAD) adı verilen bir akustik silahı envanterine kattığını duyurmuştur. Çok sayıda modeli bulunan LRAD, son derece dar bir noktaya odaklanmış duyulabilir ses huzmesini 1 kilometre ötedeki kişi veya gruplara yöneltebilmektedir. Bu silahın hedeflerin dengesini yitirmesine, migren ağrılarına, bulantı ve kusmaya yol açtığı belirtilmektedir.

Yüksek Güçlü Mikrodalga Silahları (HighPowered Microwave Weapons)

Yüksek Güçlü Mikrodalga Silahları, hem radyo frekansı hem de elektromanyetik spektrumun mikrodalga bölümünü kullanarak bir hedefe enerji yöneltmekte ve hedefi etkisiz kılabilmektedir. Ölümcül bir silah değildir. Mikrodalgalarla, motorlu kara taşıtları, insansız hava araçları ve sürat botlarının alıştırma sistemlerini fel ederek onların hareketsiz kalmasına yol açarlar.

Anti Radyasyon Silahları

Radar sistemlerini tahrip etmek veya RF ile çalışan sistemlerin belli bir süre kapatılmasını sağlamak, bu sayede düşmanın, hava savunma sistemlerini baskı altına almak için kullanılan tahrip güçlü silahlardır. Düşman radarlarını ve radar tabanlı hava savunma sistemlerini imha etmek üzere geliştirilmişlerdir. Türk Hava Kuvvetleri envanterinde bu sınıfta, ABD’li Raytheon firması tarafından geliştirilen AGM-88 HARM AntiRadyasyon Füzesi bulunmaktadır. HARM, uçak hedefe yaklaşırken kendisini hedef alan tehdide atılmaktadır. HARM nereden RF enerji yayılıyorsa oraya doğru -yani RF kaynağına doğru- yönelip ve çarparak kaynağı imha etmektedir. Eğer hedef sistem HARM atıldığını algılayabilirse,

korunma için RF yayını kesmekte, bu sırada RF gönderemediği için hedefi takip edemeyeceğinden hedefe olan kilit kırılmaktadır. Bu sayede uçak kendisine füze atamayacak şekilde köreltilen tehdit sistemine taarruz etme imkânı bulmaktadır.

Savunma Amaçlı Elektronik Taarruz Sistemleri (Defensive Electronic Attack)

Savunma amaçlı elektronik taarruz sistemleri, müttefik güçlerin personel, tesis, kabiliyet ve ekipmanlarını elektromanyetik spektruma başvurarak korumaktadır. Bu tür sistemlere örnek olarak; Kendini Koruma Sistemleri (Self Protection), Sarfedilebilir Malzeme Fırlatıcı Sistemler ve El Yapımı Patlayıcılara karşı geliştirilen sistemler sayılabilir. Hava taarruzları sırasında düşmanın elektromanyetik kabiliyetlerini etkisiz kılmak ve yanıltmak amacıyla da sistemler geliştirilmiştir. Aşağıda bu tür sistemlerden bazıları incelenmiştir:

Kendini Koruma Sistemleri (Self Protection Systems)

Üzerinde bulundukları platformu korumayı amaçlayan sistemlerdir. Genellikle Radar İkaz Almacı ve Radar Karıştırıcı Sisteminden oluşur. Bazı platformlarda Sarf Edilebilir Malzeme Fırlatıcı Sistemler, Füze İkaz Sistemleri gibi sistemler de Kendini Koruma sisteminin bir alt sistemi olarak yer alırlar.

Sarf Edilebilir Malzeme Fırlatıcı Sistemler (Expandables – Chaff/Flare/Decoy - Dispensing Systems)

Tespit edilen düşman EH sistemlerini etkisiz kılmak veya yanıltmak amacıyla sahte hedef (dekoy), çaf (Chaff) ve/ veya ısı fişegi (Flare) fırlatan sistemlerdir. Dekoy, düşman radarlarını yanıltmak amacıyla onların menzillerine bırakılan paraşüt veya

küçük bir İHA gibi hareketli sahte hedeflere denilmektedir. Isı Fişegi, uçak ve gemilerden atılan, kızılötesi (IR) güdümlü füzelere karşı kullanılan işaret fişegine benzer sarf edilebilir malzemelerdir. Uçağın egzozundan çıkan ısıya yönelen füzeler, atıldığında yüksek ısı yayan flare'e yönelerek uçağın kilit kırmasına olanak sağlamaktadırlar. İnce ve küçük metal tellerden oluşan Çaf ise, radar sinyallerini yansıtarak yanılsamaya yol açmaktadır. Havaya atılan çaf bir bulut oluşturur, uçağinkinden daha büyük bir radar yansıması oluşturarak füzenin çaf bulutuna yönlenmesi sağlanır ve uçaklar manevra yaparak radar kilidinden çıkma imkânı bulmaktadır.

Görünmezlik (Stealth) Teknolojisi

Elektromanyetik teknikler ve genellikle hava araçlarının fiziksel özelliklerinin değiştirilerek müttefik unsurların tespit edilebilirliğinin azaltılması olan görünmezlik teknolojisi, teorik olarak 1966'da Rus bilim insanları tarafından ortaya atılmış ancak ABD'li mühendislerce 1970'li yılların ortasında istihbarat amaçlı uçaklardan başlayarak hayata geçirilmiş bir teknolojidir. Rusya da 1990'lardan itibaren bu teknolojiye sahip uçaklar geliştirmektedir. Bu teknolojilerde hava araçlarının düşman radarları tarafından tespitinin engellemesi için radar izleri azaltılmaktadır. Hedefin yüksek yansıma yapan bölgeleri, gelen dalgayı soğuracak materyallerle kaplanmaktadır. Ayrıca hava unsurları, aerodinamik yapılarında değişiklikler yapılarak, radar sinyal dalgalarının geldikleri yönden farklı yönlere yansımasını sağlayacak şekilde düzenlenmektedir. Bunun dışında müttefik unsurların termal radarlara yakalanmaması için yaydığı ısının azaltılması sağlanmaktadır. ABD donanmasının, stealth teknolojisine karşı geliştirilen elektronik harp tekniklerine karşı savaş uçaklarına

elektronik harp savunma sistemleri de eklemek üzere çalışma başlattığı bildirilmiştir. ABD ve İngiltere’de, tank ve diğer kara muharebe vasıtalarının stealth teknolojisine sahip olması için çalışmalar yürütüldüğü belirtilmektedir. Türkiye’de Savunma Sanayii Başkanlığının 2016 yılında askerlerimizi termal kamera ve kızılötesi dürbünlerde fark edilmeyecek hale getirecek bir boya için çalışma başlattığı bildirilmiştir. Hacettepe Teknokent’te yapılan denemelerde başarı sağlandığı da belirtilmektedir.

Uzaktan Kumandalı El Yapımı Patlayıcı Önleyici Sistemler (Counter-Radio-Controlled Improvised-Explosive-Device Systems)

El yapımı patlayıcılar son yıllarda terör yapılanmalarının en çok başvurduğu, ciddi ölçüde sivil ve askeri kayıplara yol açan bir silah haline gelmiştir. Bu tehditler uçaktan elektromanyetik veya radyo frekans kullanılarak patlatılabilmektedir. Son yıllarda aralarında Türkiye’nin de bulunduğu çok sayıda ülkede elektromanyetik spektrum kullanılarak bu tür patlayıcıları etkisiz hale getiren sistemler geliştirilmiştir.

TSK Envanterindeki ET Sistemleri

TSK’nın tüm unsurları modern elektronik harp sistemlerine sahiptir. TSK envanterinde ve milli sanayi tarafından geliştirilmekte olan çok sayıda ve çeşitte elektronik taarruz sistemi (ET) bulunmaktadır.

Tablo 2: TSK Envanterinde Bulunan ET Sistemleri

TSK Envanterindeki ET Sistemleri	Açıklama
KORAL	Modern Karıştırıcı sistemdir. ASELSAN tarafından geliştirilmektedir.
REDET	Hem elektronik destek hem de elektronik taarruz işlevlerine sahiptir. ASELSAN tarafından üretilmektedir.
HAVA SOJ	Düşman haberleşme sistemleri ve radarlarının (hava savunma, erken ihbar vb.) tespit/ teşhis edilmesi, konumlarının bulunması ve bu sistemlerin özellikle sınır ötesi harekâta dost unsurlara karşı kullanılamaması amacıyla karıştırılması ve aldatılmasını hedeflemektedir.
KARA SOJ	Kara Konuşlu Uzaktan Elektronik Destek (ED)/ Elektronik Taarruz (ET) Kabiliyeti Kazanımı Projesi'nin kısaltması olan KARA SOJ, hedef ülke erken ihbar ve hava savunma radar sistemlerinin harekât bölgesindeki tespit, teşhis ve takip yeteneğinde zafiyet yaratmayı; bu sayede düşmanın komuta kontrol ve hava savunma zafiyetinden yararlanmasını sağlamayı amaçlamaktadır. ASELSAN tarafından geliştirilen Kara SOJ elektronik destek sistemi radar yayınlarının tespit, teşhis, yön bulma fonksiyonlarını yerine getirirken Kara SOJ ET Sistemi hedef radarların karıştırılıp aldatılması ve iş yapamaz hale getirilmesi fonksiyonlarını yerine getirmektedir. Kara SOJ, her biri 8X8 askeri taktik araç üzerine entegre edilmiş bir adet Radar Elektronik Destek Sistemi ve dört adet Radar Elektronik Taarruz Sisteminden oluşmaktadır. KARA SOJ sistemi görevli operatörlerin de içinde yerleşik bulunduğu, NATO standartlarına uygun, nükleer, biyolojik ve kimyasal (NBC) tehditlere karşı korumalı Operasyon Kontrol Ünitesinden yönetilmektedir.
RFKS	Radar İkaz Alıcısı Sistemi ile koordineli çalışarak hava platformlarının radar tehditlerinden korunmasını sağlamaktadır. I-J frekans bandında tehdit takibi ve tehdiye özel karıştırma ve aldatma sağlamaktadır. DRFM tabanlı bir sistemdir. ASELSAN tarafından üretilmektedir.
SPEWS-II	SPEWS –II, Türk Hava Kuvvetlerinin envanterindeki F-16C Blok-50 uçakları için geliştirilmiş kendini koruma sistemidir. ASELSAN ve BAE Systems tarafından geliştirilen SPEWS-II, bir radar ikaz sistemi (Radar İkaz Alıcısı -RİA) ve buna entegre olarak çalışan radar aldatıcı ve karıştırıcıdan oluşmaktadır.

EHPOD	TÜBİTAK BİLGEM tarafından geliştirilen EHPOD F-16 Uçağı Kendini Koruma Amaçlı Elektronik Harp Podu Sistemi, düşman radarlarını karıştırmak veya yanıltmak için kullanılmaktadır. EHPOD, radar ekranında çok sayıda sahte hedef oluşturabilmekte, gerçek hedefleri gizleyebilmekte ya da rastgele hareket ettirebilmektedir.
HEHSİS (HEWS)	Helikopter Elektronik Harp Kendini Koruma Sistemi entegre bir Elektronik Harp Kendini Koruma Sistemi'dir. Katı Hal Güç Yükseltici ve DRFM (sayısal RF hafıza) teknolojisinin kullanıldığı RF Karıştırıcı sistemi sayesinde HEHSİS, RF spektrumda kapsama ve gelişmiş karşı tedbir tekniklerinin uygulanmasını sağlamaktadır. Üreticisi ASELSAN'dır.
GERGEDAN	Taşınabilir RF Aktif Köreltme/Karıştırma Sistemi ile, Radyo Frekans (RF) Kontrollü (amatör telsiz, cep telefonu, vb.) El Yapımı Patlayıcı (RFEYP) madde düzeneklerinin patlatılması, aktif karıştırma uygulamasıyla engellenerek, bunların etkisiz hale getirilmesi sağlanabilmektedir. ASELSAN tarafından geliştirilmiştir.
SAPAN	Radyo Frekans (RF) Kontrollü (amatör telsiz, cep telefonu vb.) El Yapımı Patlayıcı (RFEYP) madde düzeneklerinin aktif/ pasif karıştırma uygulamalarıyla patlatılmasını engellemektedir. SAPAN, havadaki anlık tetikleme sinyallerini tespit edip algoritmasıyla tetikleme sinyalini etkisiz hale getiren karıştırma sinyalini yaymaktadır. SAPAN taşınabilir bir sistemdir. Üreticisi ASELSAN'dır.
KİRPİ	ASELSAN Yazılım Tabanlı Karıştırma Sistemi uzaktan kumandalı bombalarla olası saldırılara karşı geliştirilmiştir. KİRPİ, programlanabilme yeteneği sayesinde taktik ve operasyonel ihtiyaçlara en etkili çözümü sağlayabilmektedir.
İHASAVAR	Düşman unsurlar tarafından keşif, casusluk, taciz, silahlı saldırı ve bombalama amaçlı olarak kullanılabilen insansız hava araçlarını etkisiz hale getirmek üzere tasarlanmıştır. İHASAVAR, Anti-Drone RF Karıştırma ve Köreltme Sistemi, askeri tesislerin/üslerin, devlet kurum binalarının, üst düzey yetkili konutlarının, tören alanlarının, nizamiye ve kontrol noktalarının yakınlarında drone/mini-İHA uçurulmasını aktif karıştırma uygulamasıyla engelleyerek koruma sağlamaktadır. ASELSAN tarafından geliştirilmiştir.
KANGAL	KANGAL, uzaktan kumandayla kontrol edilen el yapımı patlayıcı düzeneklerine karşı araçların korunması amacıyla geliştirilmiştir. taşınabilir araç bağımsız bir sistem olup, farklı tipte entegre edilebilmekte ve araçtan araca kolaylıkla taşınabilmektedir.
AKKOR	ALTAY ana muharebe tankına yaklaşan roket ve anti tank mühimmatlarını tespit ederek havada imha etmek amacıyla

	geliştirilen AKKOR, 360 derecelik tam bir koruma kalkanı oluşturmaktadır. ASELSAN tarafından üretilmiştir.
DAKA	Türkiye'nin ilk denizaltı torpido karşı tedbir sistemidir.
ZOKA	ASELSAN tarafından geliştirilen ZOKA, denizaltı torpidolarına karşı akustik bir karıştırıcı ve aldatıcı sistemdir. ASELSAN tarafından geliştirilmiştir.
LSS	ASELSAN'ın Lazer Savunma Sistemi (LSS) yüksek enerjili lazerli sistemleriyle 500 metreye kadar İHA'ları bertaraf etmek ve 200 metreye kadar yola döşeli patlayıcıları etkisiz kılmak için geliştirilmiştir.
ŞAHİ 209	ŞAHİ 209, yüksek akımla oluşturulan manyetik alanı, mühimmat ya da mermiyi ses hızının beş katı gibi çok yüksek hızlarla itebilmektedir.
EJDERHA	ASELSAN tarafından üretilenEjderha, özel olarak tasarlanmış yönlü anten/reflektör seti kullanılarak tek darbe veya bir dizi darbe aracılığı ile, kısıtlı bir süre boyunca, yüksek güçlü elektromanyetik (EM) ışıma yapabilmektedir. Yüksek Güçlü Mikrodalga kaynakları tarafından üretilen elektromanyetik enerji, hedef alınan elektronik cihazların çalışmasının engellenmesi, hatalı çalışmaya sevk edilmesi veya hasara uğratarak çalışamaz hale getirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Ejderha özellikle el yapımı patlayıcıları etkisiz kılmakta başarı göstermiştir. Ejderha istihbarat amacıyla kullanılan elektronik cihazları da yok edebilmektedir.

Kaynak: STM Teknolojik Düşünce Merkezi, Elektronik Harbin Yeniden Yükselişi

Elektronik Korunma (EK)

Elektronik korunma (EK), düşmanın, dost birliklerin veya istem dışı enterferansların yaptıklarından bağımsız olarak, EM spektrumu etkin (aktif veya pasif) kullanmayı sağlayan eylemleri içeren EH'in bölümü olarak tanımlanır. EK tedbirleri ED'ye karşı yapılan veya ET'ye karşı yapılan olmak üzere iki grupta değerlendirilebilir.

ED'ye karşı yapılan EK tedbirleri, düşmanın kendi ED sistemleri vasıtasıyla bize ait yayınların tespitlerini (intercept), gözlemlerini, elektronik izleme ve analizlerini engellemeye yönelik

faaliyetlerdir. EM yayının (Emission) kontrol edilmesi (Emission Control, EMCON), spektrum yönetimi, savaş zamanı modlarının kullanımı ve çalışma usullerinin düzenlenmesi gibi EK yöntemleri bu sınıfta düşünülebilir. ET'ye karşı yapılan EK tedbirleri, düşmanın doğrudan ET tedbirlerinin veya dost birliklerin ET uygulamasının yan etkilerini azaltmaya yönelik faaliyetlerdir.

Elektronik Koruma faaliyetlerinden bazıları şöyledir:

- **Frekans Atlama (Frequency-hopping Spread Sprektrum- FHSS):** Düşmanın radyo sinyallerini tespit etmesinin engellenmesi için sinyallerin çok sayıda frekansa rastgele paylaşılması veya kanalın değiştirilmesi faaliyetidir. FHSS faaliyeti düşmanın sinyal karıştırma faaliyetleri karşısında tek kanaldan yapılan telsiz iletişime göre çok daha güvenlidir.
- **Otomatik Kazanç Kontrolü (Automated Gain Control – AGC):** AGC, almaç çıkış gücünü izleyerek kazancı, çıkış gücü her zaman aynı seviyede olacak şekilde ayarlar.
- **Elektronik Maskeleye (Electronic Masking):** Tehlikeli olmayan nitelikte elektromanyetik enerjinin ve müttefik iletişim ve elektronik sistemlerinin, düşman elektronik harp destek tedbirlerine karşı kontrollü olarak kullanılmasıdır.
- **Emisyon (Yayın) Kontrolü:** Operasyonun güvenliği adına elektromanyetik, akustik ve diğer emisyon kaynaklarının seçmeli ve kontrollü biçimde kullanılmasıdır.

- **Yan Hüzme Bastırılması:** Faz kaymalı antenlerin kullanıldığı radar ve haberleşme sistemlerinin performansını düşüren gürültünün ve kasıtlı olarak yapılan karıştırmaların etkisini azaltmak amacıyla, antenin ışıma örüntüsüne ait sıfır noktalarının karıştırıcıların olduğu noktalara veya istenmeyen sinyallerin bulunduğu yönlere kaydırılarak bu sinyallerin bastırılması sağlanır.

Siber Uzay ve Elektronik Harp Arasındaki Bağlantılar

Siber uzay ve elektronik harp, birbirini tamamlayan ancak farklı alanlarda faaliyet gösteren iki savaş alanıdır. Elektronik harp, daha çok donanım ve elektromanyetik spektrumla ilgili faaliyetleri içerirken; siber uzay daha çok yazılım ve dijital sistemlere odaklanır. Ancak günümüzde bu iki alan giderek daha iç içe geçmektedir. Siber saldırılar, elektronik cihazlar ve iletişim ağları üzerinden gerçekleştirilebilecekken, elektronik harp yöntemleri de siber uzaydaki iletişim altyapılarını hedef alabilir.

Örneğin, bir siber saldırı, bir ülkenin elektrik şebekesini ya da iletişim ağlarını çökertmeye yönelik olabilirken, aynı zamanda elektronik harp araçları kullanılarak, düşman radarlarının yanıltılması ve izlerinin silinmesi de sağlanabilir. Bu entegre yaklaşım, bir devletin askeri ve sivil altyapılarına yönelik çok yönlü bir tehdit yaratır.

Siber Uzay ve Elektronik Harp Arasındaki Bağlantılara Günümüz Örnekleri

Birçok ülke, siber uzay ve elektronik harp alanında çeşitli operasyonlar yürütmektedir. Örneğin, 2007'de Estonya, kapsamlı bir

siber saldırıya uğradı. Bu saldırılar, Estonya'nın hükümet web sitelerini ve bankacılık sistemlerini hedef alarak büyük bir kaos yarattı. Aynı zamanda, 2015 yılında Ukrayna'nın elektrik şebekesine yapılan bir siber saldırı, ülke genelinde büyük kesintilere yol açtı. Bu tür saldırılar, siber uzayın artık bir savaş alanı olarak kabul edilmesini sağladı.

Elektronik harp alanında ise, modern savaşlarda kullanılan radar bozma, iletişim kesme ve yanıltma gibi yöntemler, askeri operasyonlarda belirleyici bir rol oynamaktadır. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri'nin F-22 ve F-35 gibi ileri teknolojiye sahip savaş uçakları, düşman radarlarını bozma ve izleme yeteneklerine sahiptir. Aynı zamanda, Rusya ve Çin gibi ülkeler de elektronik harp konusunda önemli yatırımlar yapmaktadır.

Siber Uzay ve Elektronik Harp Sistemleri Stratejileri

Siber uzay ve elektronik harp stratejileri, modern savaşlarda başarı sağlamak için büyük öneme sahiptir. Bir ülkenin savunma stratejisinde, siber güvenlik ve elektronik harp unsurlarının güçlü bir şekilde entegre edilmesi gerekmektedir. Bunun için, siber saldırılara karşı savunma altyapılarının güçlendirilmesi, askeri birliklerin ve devletin dijital altyapılarının korunması, elektronik harp taktiklerinin sürekli olarak geliştirilmesi önemlidir.

Savunma stratejilerinin yanı sıra, saldırı stratejileri de belirlenmelidir. Elektronik harp saldırıları, düşman sistemlerini bozmak ve zaaflarından yararlanmak için kullanılabilir. Ayrıca, siber saldırılarla düşmanın kritik altyapılarına zarar verilebilir. Ancak bu tür saldırılar, uluslararası hukuk ve etik açısından çeşitli tartışmalara yol açmaktadır.

Bilişsel Elektronik Harp

Bilişsel Elektronik Harp, sadece elektromanyetik spektrumda bilgiyle mücadele etmekle kalmaz, aynı zamanda düşmanın zihinsel süreçlerine de müdahale eder. Bu tür bir harp, bireylerin düşüncelerini, inançlarını, algılarını, dikkatlerini ve davranışlarını etkilemeye yönelik çeşitli teknolojiler kullanır. Bu bağlamda bilişsel elektronik harp, insan beynini hedef alarak, insan zihninin verdiği tepki ve kararları manipüle etmeyi amaçlar.

Bilişsel EH, psikolojik harp ile elektronik harp arasındaki bir birleşim olarak da tanımlanabilir. Düşmanı yanıltmak, yanlış bilgi yaymak, moralini bozmak ve stratejik kararlarını etkilemek için elektromanyetik araçlar kullanılır.

Bilişsel Elektronik Harp Teknolojileri

Bilişsel elektronik harp, çeşitli teknolojilerin bir araya geldiği bir alandır. Bu teknolojiler:

- **Elektromanyetik Etkiler (EMF):** Elektromanyetik dalgalar, belirli frekanslar kullanılarak hedeflenen bireylerin zihinsel durumlarını etkileyebilir. Beynin elektriksel faaliyetlerini hedef alan bu sinyaller, algı ve karar verme süreçlerini değiştirebilir.
- **Ses ve Görsel Manipülasyonlar:** Son teknolojiler, ses ve görsel uyarılarla insanların duyu sistemlerini manipüle edebilir. Örneğin, yüksek frekanslı sesler veya görsel bozukluklar, bireylerin dikkatini dağılabilir ve yanlış yönlendirebilir.

- **Sosyal Medya ve Bilgi Manipölasyonu:** Dijital çağda, sosyal medya platformları üzerinden yayılan yanlış bilgiler ve dezenformasyon, düşmanın moralini bozmak ve stratejik kararlarını etkilemek için kullanılır. Bu tür bir bilgi savaşı, bilişsel harp uygulamalarının önemli bir parçasıdır.
- **Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi:** Yapay zeka (YZ) ve makine öğrenmesi, düşmanın davranışlarını analiz etme ve manipüle etme açısından önemli araçlardır. Bu teknolojiler, düşmanların algılama süreçlerine müdahale ederek, onları doğru olmayan kararlar almaya zorlayabilir.
- **Nöro-teknolojik Cihazlar:** Beyin-bilgisayar arayüzleri (BCI) gibi teknolojiler, insanların zihinlerini okuma veya etkileme potansiyeline sahiptir. Bu tür cihazlar, özellikle düşman askerlerinin karar alma süreçlerini engelleme veya yönlendirme amacıyla kullanılabilir.

Bilişsel Teknolojik Harp Uygulama Alanları

Bilişsel elektronik harp çeşitli uygulama alanlarında kullanılmaktadır.

- **Savaş Alanı Manipölasyonu:** Askeri bir çatışma sırasında, düşman birliklerinin algılarını manipüle ederek, moral bozukluğu yaratmak veya kararsızlık oluşturmak amacıyla bilişsel elektronik harp teknikleri kullanılabilir. Düşmanın iletişim sistemlerini hedef

olarak, yanıltıcı bilgi verilebilir ya da düşmanın odaklanma yeteneği zayıflatılabilir.

- **Psikolojik Savaş:** Bilişsel elektronik harp, düşman psikolojisini hedef alır. Bu, düşmanı moral açısından yıpratarak, stratejik hatalar yapmalarına yol açabilir. Düşmanın yüksek stres altında karar alması sağlanabilir.
- **Bilgi Savaşları:** Düşmana yönelik yanıltıcı bilgiler yaymak, dezenformasyon kampanyaları düzenlemek ve kitleleri yanıltmak, bilişsel elektronik harp uygulamalarının bir parçasıdır. Bu, düşmanın yanlış stratejik kararlar almasına yol açabilir.
- **Hedefli İletişim Kesintileri:** Elektronik harp cihazları, düşmanın iletişim sistemlerini bozarak, onların haberleşme yeteneklerini engelleyebilir. Aynı zamanda düşmanın yanlış bilgi almasına yol açabilir, bu da onların doğru kararlar almasını engeller.

Bilişsel Elektronik Harp ve Etik Sorunlar

Bilişsel elektronik harp, yeni teknolojiler ve stratejiler kullanarak potansiyel olarak büyük bir etki yaratabilir. Ancak bu tür uygulamalar, etik soruları da beraberinde getirmektedir. Özellikle insanların bilinçli kararlar almasını manipüle etmek, psikolojik açıdan büyük zararlar verebilir. Bu da savaşın sınırlarını zorlayarak, sadece askeri değil, aynı zamanda toplumsal düzeyde de etkiler yaratabilir.

Dezenformasyon ve algı yönetimi gibi uygulamalar, bireylerin düşünsel ve bilişsel haklarına müdahale etmek anlamına gelebilir. Ayrıca, bu tür uygulamaların sivillere yönelik kullanımı, savaş suçu olarak değerlendirilebilecek bir durum oluşturabilir.

Bilişsel Elektronik Harp Uygulamalarında Gelecek Yaklaşımı

Bilişsel elektronik harp, gelecekte daha da gelişerek daha sofistike hale gelecektir. Yapay zeka, biyoteknoloji ve nörobilim alanlarındaki ilerlemeler, bu alandaki uygulamaların çok daha karmaşık ve etkili olmasını sağlayacaktır. Bu da askeri stratejilerin daha dinamik hale gelmesine yol açabilir.

Özellikle yapay zekanın ve makine öğrenmesinin entegrasyonu, bilişsel elektronik harp operasyonlarının verimliliğini artırabilir. Aynı zamanda sosyal medya ve dijital platformların askeri stratejilerde daha yoğun bir şekilde yer alması, bilişsel elektronik harp uygulamalarını daha geniş bir alana yayabilir.

Bilişsel elektronik harp, gelecekte savaşın şekil almasında kritik bir rol oynayabilir. Hem fiziksel hem de psikolojik unsurları hedef alarak, rakipleri zihinsel düzeyde etkileyebilir. Ancak bu tür uygulamalar, etik sorunları ve uluslararası hukukun sınırlarını zorlayabilir. Askeri stratejilerdeki bu gelişmeler, devletlerin ve uluslararası kuruluşların, bilişsel elektronik harp konusunda daha fazla düzenleme yapmalarını ve denetim mekanizmaları oluşturmalarını gerektirebilir.

Radar Harp Sistemlerinde Farklı Yetenek ve Yaklaşımlar

Milsoft, radar aldatma teknolojilerine yönelik doğrudan bir ürün geliştirmemiş olsa da, sunduğu dijital çözümler ve yazılımlar, aldatma sistemlerinde önemli bir rol oynayabilir. Bu çözümler,

özellikle enerji yönetimi ve şebeke izleme gibi alanlarda gösterdiği başarıyı, radar aldatma sistemlerine entegre etmek için kullanılabilir.

Sinyal İşleme ve Veri Analitiği

Milsoft'un veri analitiği ve sinyal işleme yetenekleri, radar aldatma sistemlerinde önemli bir rol oynayabilir. Şebeke ve enerji sistemlerindeki veriyi analiz etme yeteneği, radar aldatma sistemlerinde gerçek zamanlı sinyal manipülasyonları için de adapte edilebilir. Radar aldatma, yüksek hızlı veri işleme ve doğru analiz gerektirdiğinden, Milsoft'un dijital altyapıları bu alanda faydalı olabilir.

Gerçek Zamanlı İzleme ve Durum Analizi

Milsoft'un şebeke izleme sistemleri, gerçek zamanlı analiz yapabilen, hassas izleme yeteneklerine sahip çözümler sunmaktadır. Bu yetenek, radar aldatma sistemlerinde düşman radarlarının izlenmesi ve aldatılacak hedeflerin belirlenmesinde kullanılabilir. Gerçek zamanlı verilerin işlenmesi, aldatma sistemlerinin etkinliğini artırarak, olası tehditlere hızlı tepki verilmesini sağlar.

Veri Entegrasyonu ve Koordinasyonu

Radar aldatma sistemleri, genellikle çoklu platformlar ve çeşitli sensörlerden gelen verileri entegre eder. Milsoft, özellikle şebeke ve enerji yönetiminde kullanılan yazılımlarıyla büyük miktarda veriyi entegre edebilme yeteneğine sahiptir. Bu yetenek, radar aldatma sistemlerinde sinyal kaynağı ve hedef arasındaki etkileşimleri optimize etmek için kullanılabilir. Bu tür veri koordinasyonu, radar aldatma sistemlerinin doğruluğunu ve etkinliğini artırır.

Elektrik Dağıtım Şirketleri (EH) ve Radar Aldatma Sistemleri

Elektrik Dağıtım Şirketleri (EH), genellikle enerji şebekeleri üzerinde çalışırken, güvenlik ve şebeke koruma teknolojilerine de yatırım yapmaktadır. Bu şirketlerin dijital altyapıları, radar aldatma sistemleri gibi savunma uygulamalarında da önemli bir rol oynayabilir. EH şirketlerinin radar aldatma sistemlerine yönelik katkıları şu şekilde sıralanabilir:

Şebeke Güvenliği ve İleri Seviye İzleme Sistemleri

Elektrik Dağıtım Şirketleri, şebeke güvenliği için gelişmiş izleme teknolojilerine sahiptir. Bu izleme sistemleri, ağdaki potansiyel tehditleri tespit edebilir ve gerektiğinde sistemin korunmasına yönelik çözümler sunar. Radar aldatma sistemlerinde de benzer şekilde, tehditlerin izlenmesi ve etkisiz hale getirilmesi için bu güvenlik çözümleri adapte edilebilir.

Şebeke güvenliği, genellikle şu unsurlar üzerinde yoğunlaşır:

- **Veri Bütünlüğü:** Elektronik harp cihazlarının ilettiği verilerin doğru ve güvenilir bir şekilde iletilmesi sağlanmalıdır. Veri manipülasyonları, yanıltıcı sinyallerin yayılmasına yol açabilir.
- **Erişim Kontrolü:** Yalnızca yetkilendirilmiş cihazların ağlara bağlanabilmesi için erişim kontrol sistemleri oluşturulmalıdır. Bu, kötü niyetli saldırganların ağlara sızmasını engellemeye yardımcı olur.
- **Şifreleme:** İletilen verilerin şifrelenmesi, üçüncü şahısların bilgiye erişmesini engeller ve güvenli iletişim sağlar.

- **Ağ İzleme:** Ağa bağlı sistemlerin sürekli izlenmesi, potansiyel saldırıların tespit edilmesini ve zamanında önlem alınmasını sağlar.

Elektronik harp sistemlerinin başarısını artırmak için ileri seviye izleme sistemlerinin entegrasyonu, önemli bir strateji haline gelmiştir. Bu sistemler, radar sinyallerinin ve iletişim ağlarının her aşamasını izleyerek, olası tehditleri erken aşamada tespit etmeyi sağlar. İleri seviye izleme sistemleri, genellikle şu özellikleri barındırır:

- **Gerçek Zamanlı İzleme:** İzleme sistemleri, radar sinyallerini ve ağ trafiğini gerçek zamanlı olarak analiz ederek, tehditlere hızlı bir şekilde yanıt verir.
- **Sinyal Analizi ve Görselleştirme:** Sinyallerin ayrıntılı analizi, düşman unsurlarının radar sinyallerini anlamak ve doğru stratejiler geliştirmek için önemlidir. Bu analizler, görsel araçlar aracılığıyla izleyicilere sunulur.
- **Uydu Tabanlı İzleme:** İleri seviye izleme sistemlerinde uydu teknolojileri kullanılarak, geniş alanlarda yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilebilir ve radar sinyallerinin daha geniş bir alanda izlenmesi sağlanabilir.
- **Veri Madenciliği ve Yapay Zeka:** Yapay zeka ve veri madenciliği, radar sinyallerindeki anormallikleri ve potansiyel tehditleri daha verimli bir şekilde tespit etmek için kullanılabilir.

Bu izleme sistemleri, yalnızca radar sinyallerinin tespiti ve bozulmasının yanı sıra, genel ağ güvenliğini sağlamada da önemli bir rol oynar. Bir ağın ve sistemin sürekli izlenmesi, tehditlerin hızlıca tespit edilmesine ve engellenmesine olanak tanır.

Dijital Entegrasyon ve Uzaktan Yönetim

EH şirketlerinin kullandığı dijital platformlar, uzak mesafelerdeki sistemlerin yönetimini sağlar. Bu teknoloji, radar aldatma sistemlerinde de uzak konumlardaki aldatma cihazlarının etkin bir şekilde yönetilmesini sağlayabilir. Uzaktan kontrol, radara yönelik aldatma stratejilerinin etkinliğini artırır ve operasyonel riskleri minimize eder.

Dijital Entegrasyonun Temel Unsurları

Dijital entegrasyon, farklı sistemlerin birbirleriyle iletişim kurmasını ve birlikte çalışabilmesini sağlayan bir süreçtir. Elektronik radar harp sistemlerinde dijital entegrasyon, şu unsurları içerir:

- **Veri Paylaşımı ve Uyumluluk:** Radar ve harp cihazları, dijital sistemler üzerinden veri paylaşımı yaparak birbirlerinin hareketlerini, sinyallerini ve durumlarını takip edebilir. Bu, farklı radar sistemlerinin ortak bir hedef doğrultusunda çalışmasına olanak tanır.
- **Modüler Yapı:** Elektronik harp sistemleri genellikle modüler yapıya sahip olup, çeşitli dijital bileşenlerle donatılabilir. Modüler entegrasyon, sistemin esnekliğini artırır, aynı zamanda yeni teknolojilerin entegre edilmesini sağlar.

- **Otomatik Karar Destek Sistemleri:** Dijital entegrasyon, yapay zeka ve algoritmalar aracılığıyla sistemin kendi başına kararlar alabilmesine olanak tanır. Elektronik harp sistemleri, düşman radarlarını tespit edip, en uygun şekilde engelleme veya yanıltma stratejilerini dijital ortamda belirler.
- **Veri Toplama ve Analiz:** Dijital entegrasyon sayesinde, radar sinyalleri ve diğer çevresel veriler dijital ortamda toplanır. Bu veriler daha sonra işlenir ve analiz edilerek, hedeflere yönelik en uygun elektronik karşı önlemler (countermeasures) geliştirilir.

Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi

EH şirketleri, yapay zeka ve makine öğrenimi teknolojilerini kullanarak şebeke verilerini analiz edebilir ve anomali tespiti yapabilir. Radar aldatma sistemlerinde, benzer şekilde, makine öğrenimi algoritmaları, radar sinyallerini gerçek zamanlı olarak analiz edip sahte hedefler oluşturma ve yanıltıcı sinyaller üretme görevini üstlenebilir.

Elektronik Radar Harp Sistemlerinde Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi Uygulamaları

Radar Sinyali Analizi ve Tespiti

Radar sinyalleri, genellikle karmaşık ve gürültü ile karışık olabilir. Geleneksel yöntemlerle sinyallerin analiz edilmesi zaman alıcı ve hata payı yüksek olabilir. Yapay zeka ve makine öğrenimi, radar sinyallerindeki anormallikleri hızlı ve doğru bir şekilde tespit edebilir. Bu sistemler, belirli bir radar sinyalinin düşman radarına ait

olup olmadığını, hangi frekansta çalıştığını ve hangi özelliklere sahip olduğunu öğrenebilir ve bu bilgiyi doğru bir şekilde sınıflandırabilir.

- **Özellik Çıkartma:** Makine öğrenimi algoritmaları, radar sinyallerinin çeşitli özelliklerini (frekans, modülasyon türü, darbe aralığı vb.) çıkararak bu bilgileri analiz eder. Bu, radarın kimliğini belirlemeye ve olası tehditleri sınıflandırmaya yardımcı olur.
- **Anomali Tespiti:** YZ ve MÖ, radar sinyallerindeki normal dışı davranışları tespit ederek, potansiyel bir tehdit konusunda önceden uyarı verebilir.

Sinyal Jamming ve Spoofing Stratejilerinin Geliştirilmesi

Yapay zeka, düşman radarlarının sinyallerini analiz ederek, en uygun sinyal engelleme (jamming) veya yanıltma (spoofing) stratejilerini geliştirmek için kullanılabilir. Makine öğrenimi algoritmaları, düşman radarlarının değişen davranışlarına adapte olarak, sürekli olarak en etkili karşı hamleleri belirler. Bu adaptif yaklaşım, savaş alanındaki değişken koşullara hızla yanıt verilmesini sağlar.

- **Adaptif Jamming:** Yapay zeka, düşman radarının davranışını sürekli izleyerek, en uygun sinyal engelleme stratejisini belirleyebilir. Örneğin, bir radarın sinyal modülasyonunda yapılan değişikliklere hızlıca yanıt verilebilir.
- **Spoofing Teknikleri:** YZ, düşman radarlarına yanıltıcı sinyaller göndererek, radarların yanlış hedefler

algılamasını sağlayabilir. Makine öğrenimi, bu yanıltıcı sinyallerin doğru bir şekilde tasarlanmasına yardımcı olabilir.

Veri Madenciliği ve Analitik

Elektronik radar harp sistemlerinde çok büyük veri setleri kullanılır. YZ ve makine öğrenimi, bu büyük verileri analiz ederek, radar sinyallerindeki örüntüleri tanıyabilir ve daha etkin kararlar alabilir. Bu teknolojiler, savaş alanındaki çeşitli cihazlardan gelen verileri birleştirerek, operasyonel verimliliği artırabilir ve stratejik karar alma süreçlerini destekleyebilir.

- **Veri Kümeleme ve Sınıflandırma:** Makine öğrenimi, radar sinyallerini kümeleyerek benzer türdeki sinyalleri gruplar. Bu, radar sistemlerinin daha hızlı ve doğru bir şekilde hedefleri sınıflandırmasını sağlar.
- **Tahmin ve Önceden Uyarı:** YZ, radar sinyalleri üzerine tahminler yaparak, düşmanın hangi bölgelerde yoğunlaşacağına dair önceden uyarılar oluşturabilir.

Otomatik Karar Destek Sistemleri

Elektronik radar harp sistemlerinde, yapay zeka kullanılarak otomatik karar destek sistemleri oluşturulabilir. Bu sistemler, çevresel verileri (radar sinyalleri, hava durumu, düşman hareketleri vb.) analiz eder ve en etkili elektronik karşı önlemi seçer. İnsan müdahalesi en aza indirgenir, bu da daha hızlı ve doğru kararlar alınmasını sağlar.

- **Karar Ağacı Modelleri:** Yapay zeka algoritmaları, çeşitli senaryolar için en iyi yanıtları belirlemek üzere karar ağaçları kullanabilir. Bu sayede, karmaşık ve dinamik ortamlarda, en uygun strateji hızlıca belirlenebilir.

Yapay Zeka ve Makine Öğreniminin Elektronik Radar Harp Sistemlerine Sağladığı Avantajlar

- **Hız ve Verimlilik:** YZ ve makine öğrenimi, radar sinyallerini gerçek zamanlı olarak analiz eder ve tehditleri hızla tespit eder. Bu, elektronik harp sistemlerinin daha hızlı ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlar.
- **Adaptasyon ve Esneklik:** Elektronik harp sistemleri, düşman radarlarının stratejileri değiştiğinde, YZ sayesinde otomatik olarak adaptif hale gelir. Bu, daha esnek ve uzun vadede başarılı bir strateji oluşturulmasına yardımcı olur.
- **Hata Azaltma:** İnsan faktöründen kaynaklanabilecek hatalar minimize edilir. YZ, sürekli öğrenen bir sistem olarak, zamanla daha doğru ve güvenilir kararlar alır.
- **Optimizasyon:** Makine öğrenimi algoritmaları, farklı senaryolar için en uygun sinyal engelleme veya yanıltma stratejilerini optimize eder. Bu, daha az kaynakla daha fazla etki yaratılmasını sağlar.

Elektronik Radar Harp Sistemlerinde Mevcut Trendler ve Gelişmeler

Elektronik Harp, günümüz konjonktüründe yeniden önem kazanırken, daha gelişmiş ve verimli sistemlerin geliştirilmesi için araştırma ve geliştirme faaliyetleri hızlanmıştır. Teknolojide yaşanan hızlı gelişmelerin EH’in geleceğini de etkilediği bir gerçektir. Özellikle düşük görünürlük arzu edilen her platform için bazı zel EH uygulamalarının da kullanılmaya başlandığı bilinmektedir. rnek olarak 5nci Nesil Uçak teknolojisi kapsamında çıkış gücü yüksek ve uzak mesafeli kendini koruma uygulamaları ile düşük görünürlük parametreleri ciddi manada desteklenmektedir. Bu noktada EH’nin gücü son anda ihtiyaç duyulan acil uygulamalar ile değil ancak taktik harektın her evresindeki özel teknikler ile kendini göstermeye başlamıştır. Dünyadaki çeşitli ülkelerdeki geliştirilen veya yeni kullanılmaya başlayan EH sistemleri ve kabiliyetlerine bakıldığında şu teknolojik yenilikler gözlemlenebilir:

- Yüksek performanslı RF vericilerinin üretiminde geleneksel galyum arsenitten (GaAs) daha yüksek performanslı GaN yarı iletken bileşenlere geçiş vardır. GaN teknolojisi soğutma gereksinimlerini azaltır ve EH/radar sistemlerinde daha yüksek güç çıkışı (kW) sağlar. GaN teknolojisini kullanarak EH sistemleri uzun mesafeli karıştırma gerçekleştirebilir, daha az soğutma gerektirir ve aynı anda birden fazla tehdide karşı devreye girmesine izin verir.
- Yazılım veya donanımı değiştirmeden/güncellemeden RF tehditlerine karşı önlemleri (tehditlere dayalı en iyi karıştırma tekniğine uyum sağlamak) toplamak, analiz

etmek ve uygulamak için AI/AML algoritmaları kullanılmaktadır. Şu anda geleneksel EH sistemleri, veri tabanlarında önceden programlanmış olduğu bilinen tehditlere otomatik yanıtlar vermektedir. AI/AML sistemleri veri tabanındaki mevcut bilgilere veya önceki görevlerden yeni toplanan verilere dayanarak bilinmeyen tehditlerle başa çıkmayı sağlar. Çünkü bunlar AI/AML tarafından gerçek zamanlı olarak analiz edilerek detaylandırılır. Bu özellik anında değiştirilebilen ve mevcut tehdit veri tabanı tarafından bilinmeyen düşman yazılım tanımlı EH sistemlerine karşı koymaya olanak tanır. Yeni EH sistemleri her görev için en iyi yapılandırmaya izin vermek, gerçek zamanlı olarak bir işlevden diğerine geçebilmek ve AI/AML'yi entegre etmek için kolayca yeniden programlanabilir ve yeni nesil bilişsel ve uyarlanabilir EH sistemlerinin yolunu açar.

- Eski sistemlere kıyasla yeteneklerin artmasını sağlayan minyatür RF vericilerinin/alıcılarının geliştirilmesine olanak sağlayan mikrodalga monolitik entegre devre (MMIC) teknolojisi kullanılmaktadır. Özellikle AESA radarları ve EH sistemi MMIC'ye dayanmaktadır. Dahası bu alıcılara sinyalin analog alıcıların kalite bozulmasının üstesinden gelen yüksek kaliteli ve yüksek hızlı geniş bant analog-dijital dönüştürücüler ve eski antenlerin bir derecelik doğruluğu yerine 0,05 derecelik bir doğrulukla bir tehdidin yönünü belirleyebilen yeni interferometre anten sistemleri

eşlik etmektedir. Yüksek doğruluk ve tehdit konumunu tam olarak işaret edebilme, RF enerjisini doğru yöne daha verimli bir şekilde yönlendirerek EH sistemlerinin görev başarısını artırır.

- DRFM teknolojisi yanlış hedef dönüşleri oluşturmak için tehdit radarı sinyalini değiştirerek EH korumasına daha karmaşık bir yaklaşım sağlar. DRFM; alınan, dijital olarak işlenen, gerçek zamanlı olarak değiştirilen ve daha sonra yeniden iletilen bir tehdit radarı sinyalinin alınmasını içerir. EH sistemi sinyal bozulmasını önlemeli ve değiştirilmiş RF sinyalini orijinal sinyalin kaynağıyla tutarlı hale getirmelidir. DRFM örneğin karıştırıcılarda oldukça etkilidir. Basit bir ifadeyle açıklanan sistem alınan sinyali dijitalleştirir ve dijital bellekte tutarlı bir şekilde değiştirilmiş bir kopyasını saklar, gerektiğinde çoğaltır ve yeniden iletir. Bu, orijinal sinyalin tutarlı bir temsili olduğundan düşmanın radarı onu diğer meşru sinyallerden ayırt edemez ve gerçek bir hedef olarak tanır. DRFM, koruduğu sistemin hem arkasında (reaktif karıştırma) hem de öncesinde (tahmine dayalı karıştırma) yanlış mesafe hedefleri oluşturmak için kullanılabilir¹.
- EH sistemleri hava platformlarına daha fazla entegre edilecek. Minyatürleştirme ve daha iyi elektromanyetik karıştırma yönetimi sayesinde EH

¹ D'urso, "Let's Talk About the Digital Evolution of Electronic Warfare".

ekipmanları karaya konuşlu ekipmanlardan, hava platformları ekipmanlarına doğru evrilmektedir. Daha küçük ve daha hafif hale getirilecek olan sistemler, ayrıca daha az enerji tüketecektir. Bu da EH sistemlerinin İHA, uçak veya helikoptere yerleştirilmesini kolaylaştıracaktır. Bu sistemlerin uçan platformlara yerleştirilmesi, hava operasyonlarında hassasiyet ve güvenliğini artırırken, maliyetinin de düşmesine neden olacaktır.

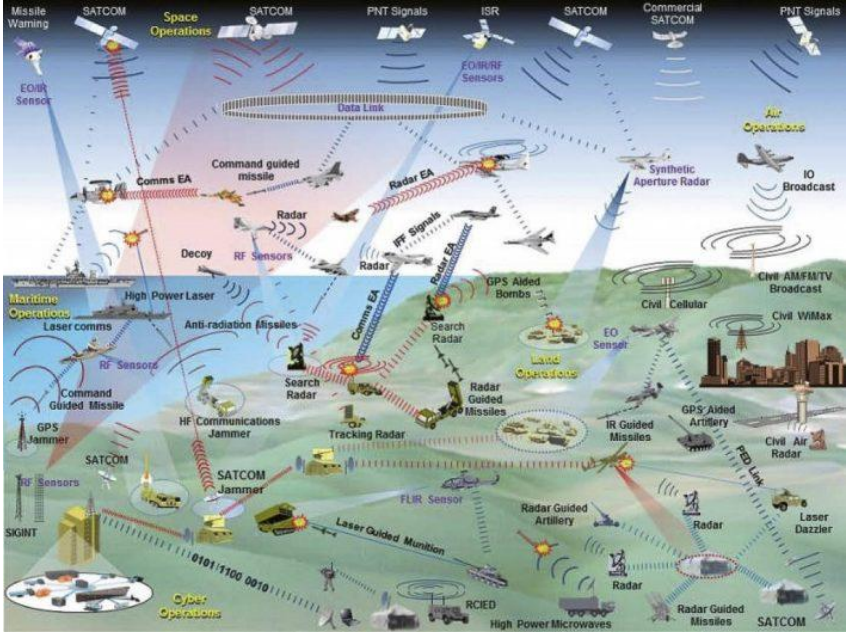
- Elektromanyetik spektrum giderek daha fazla kullanılıp EH teknik ve sistemlere daha sık başvurulurken, komutanların karar almaları güçleşmektedir. Bu nedenle EH sistemlerinin görselleştirme kabiliyetlerine kavuşması gerektiği görüşü savunulmaktadır. Bu yolla komutanların karar almalarında hızlandırıcı etkide bulunacağı kaydedilmektedir.

EH'in gelecekte daha etkin biçimde kullanımı için ihtiyaç duyulacak teknolojiler olarak:

- Hesaplama gücü yüksek, boyut ve ağırlık olarak daha küçük ve maliyet açısından düşük sistemler,
- Çok fonksiyonlu ve yeniden programlanabilir sistemler,
- Geniş spektrumlu sistemler,
- ET açısından yönlendirilmiş enerji silahları,
- EH ve siber harbin ortak bir konseptte birleşmesi,

- Bilişsel ve yapay zekâ tabanlı EH sistemleri,
- Klasik sistemlere ilave olarak sürü zekâsı ve konseptine uygun EH sistemleri sayılabilir.

Şekil 1: Bugün Elektronik Harp Sistemi



Kaynak: D'urso, Let's Talk About the Digital Evolution of Electronic Warfare

Sonuç

Elektronik savaş sistemleri günümüzde çok taraflı olarak artan gerilimlerle birlikte önem kazanmaya başlamıştır. Birçok ülke savunma sanayisi elektronik harp sistemleri geliştirmektedir. Dünyanın her yerinde ordular, elektronik harp sistemlerinin üretilmesine ve geliştirilmesine önem vermektedir. Devletin savaş

meydanında üstünlük elde edebilmesi için elektronik harp sistemlerinin kullanımı büyük önem taşımaktadır.

Elektronik harp sistemleri, radar, iletişim sistemi, komuta kontrol sistemi, veri ağları ve diğer dijital altyapılar gibi silah sistemlerini tespit etmek, yanlış yönlendirmek ve bozmak kabiliyetleriyle savaş meydanında üstünlük kurmak için çok etkili silahlardır. Bu teknolojilerin üretimi ve savaş meydanlarında korunması ciddi önem taşımaktadır. Elektronik harp savaş sistemlerinin yerli üretimi milli güvenlik sebepli ayrıca önemlidir. ABD, İsrail, Rusya ve Çin gibi büyük askeri güçler EH sistemlerinin tasarımı ve üretiminde lider ülkelerdir. Bu kitapta söz edilen TSK envanterindeki birçok sistem aktif olarak TSK tarafından kullanılmaktadır. TSK, milli olarak tasarlanmış ve üretilmiş sofistike EH sistemlerini kullanırken bölgesindeki birçok ülkeye karşı açıkça avantaj sağlamaktadır.

Radar sistemlerinin evrimi, teknoloji ve stratejik ihtiyaçların paralel bir şekilde gelişmesiyle şekillenmiştir. Geleneksel radar teknolojilerinden dijital sinyal işleme ve yapay zeka destekli radar çözümlerine kadar uzanan bu süreç, sistemlerin verimliliğini ve doğruluğunu arttırırken, aynı zamanda saldırılara karşı daha dirençli hale gelmesini sağlamıştır.

Bugün gelinen noktada, radar sistemlerinin temel işlevselliği, yalnızca düşman unsurlarını tespit etmek değil, aynı zamanda bu unsurların faaliyetlerini engellemek, yanıltmak veya onları devre dışı bırakmak gibi stratejik hedeflere de hizmet etmektedir. Elektronik harp yeteneklerinin radar teknolojileriyle entegrasyonu, özellikle frekans manipülasyonu, sinyal bozma, yanıltma ve sahte

hedef üretme gibi operasyonel alanlarda büyük bir avantaj sağlamaktadır. Bu entegrasyon, radar sistemlerinin düşman tarafından tespit edilmesi, izlenmesi ve hedef alınması gibi tehditlere karşı dirençli olmasını da güçlendirmektedir.

Teknolojik gelişmelerin etkisiyle radar sistemlerinin yapısında önemli değişiklikler yaşanmıştır. Çift fonksiyonlu radarlar, çok sayıda hedefin aynı anda takip edilmesi, yüksek çözünürlükte görüntüleme ve sinyal işleme kapasitesinin artırılması gibi yenilikler, radar harp sistemlerinin etkinliğini ve çevikliğini önemli ölçüde artırmıştır. Ayrıca, yapay zeka ve makine öğrenmesi gibi ileri teknolojilerin bu sistemlere entegrasyonu, radar sinyallerinin doğru şekilde analiz edilmesini ve daha önce tespit edilemeyen tehditlerin belirlenmesini mümkün kılmaktadır.

Mevcut trendler, radar sistemlerinin daha da miniaturize edilmesini, yazılım tabanlı çözümlerin çoğalmasını ve çeşitli sensörlerin bir arada çalışmasını içermektedir. Ayrıca, radar sistemlerinin daha az enerji harcayarak daha yüksek performans göstermesi, mobilite ve taşınabilirlik gibi faktörlerin de ön plana çıkması, gelecekteki savaş teknolojilerinin seyrini şekillendirecektir. Bu gelişmelerin yanı sıra, radar sistemlerinin güvenlik açıkları ve siber saldırılara karşı daha dayanıklı hale getirilmesi, önemli bir araştırma ve geliştirme alanı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sonuç olarak, elektronik radar harp sistemlerinin geleceği, mevcut teknolojilerin birleşimi ve yenilikçi stratejilerin geliştirilmesiyle şekillenecektir. Bu sistemler, sadece askeri alanda değil, aynı zamanda sivil uygulamalarda da daha fazla kullanım alanı bulmaktadır. Ancak bu gelişmelerin getirdiği fırsatlar kadar, radar

sistemlerinin karşı karşıya olduğu tehditler ve zorluklar da göz önünde bulundurulmalıdır. Gelecekte, radar sistemlerinin daha hassas, güvenilir ve esnek hale gelmesi, askeri stratejilerin etkinliğini doğrudan etkileyecektir. Bu nedenle, radar teknolojilerinin sürekli olarak gelişmesi, hem mevcut hem de gelecekteki askeri ve sivil operasyonlar için hayati önem taşımaktadır.

Kaynakça

- Mahafza B. Radar Systems Analysis and Design Book, 2003
- Adamy D. L., Electronic Warfare in the Information Age Book, 2024
- Ding Z., Lathi B.P., Introduction to Modern Radar Systems, Oxford University, 4-9
- Aroca R., Handbook of Military Communications and Electronic Warfare, 2017
- IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems.
- Skonik M. I., Radar Handbook, 2008.
- D'Urso S. Let's Talk About the Digital Evolution of Electronic Warfare
- Joint EW Training System, MilSOFT, 2007.
- Schleher, C., *EW in the Information Age* (1st ed.). Norwood: Artech House, 1999.
- Adamy, D., *EW 101: A First Course in EW* (1st ed.). Norwood: Artech House, 2001.
- JP 3 -13.1. *Electronic Warfare*, Joint Publications, USA, Feb. 2012.
- FM3 -36, *EW in Operations*, Field Manual, Hq., Department of the Army, USA, Nov. 2012.
- Taştan F., Elektronik Harp: Türkiye'nin Kabiliyetleri ve Küresel Yönelimler, 2022

Victoria, A., “Electronic Warfare”,
www.researchgate.net/publication/336473867, Oct., 2019.

Haig, Z., “EW in Cyberspace”,
www.researchgate.net/publication/288871386, June, 2015.

Defense Premier : Electronic Warfare”, Cogressional Research
Service, December, 2019.

S. Türe ve S. Topuz, “Yapay Zeka ve Askeri Uygulamaları”,
MilSOFT Web sayfası, 2020.

Sole, S., “Cognitive electronic warfare : Countering threats
posed by adaptive radars”

Seffers, G. I., “Smarter AI for Electronic Warfare”,
<https://www.afcea.org/content/smarter-aielectronic-warfare> , 2017.

Knowles, J. , “Regaining the Advantage - Cognitive Electronic
Warfare ", JED, December, 2016.

Aselsan, GERGEDAN Taşınabilir RF Aktif
Köreltme/Karıştırma Sistemi, 2019

Aselsan, SAPAN Programlanabilir Aktif/Reaktif Elektronik
Karıştırma Sistemi, 2019

Aselsan, “KİRPİ Yazılım Tabanlı RFEYP Karıştırma Sistemi,
2019

Aselsan, “LSS Laser Defence System, 2019

Elsworth, Adam T., Electronic Warfare, Nova Science
Publishers, Inc., 2010

Pomerleau, M., Visualization Tools Could Be The Future Of Electronic Warfare, C4ISRNET, 2018

Kalata P., Chmielewski T., Range gate pull off (RGPO): detection, observability and α - β target tracking, in Proceedings of the Twenty- Ninth Southeastern Symposium on System Theory, mar 1997, pp. 505 -508.

BÖLÜM VI

Personel Seçme ve Değerlendirme Sürecinde Bulanık Topsis Uygulaması

Ulviye POLAT¹

Giriş

Uygun personel seçimi, bir organizasyonun başarısını etkileyen en kritik faktörlerden biridir. Doğru kişilerin doğru pozisyonlara yerleştirilmesi, yalnızca işletme verimliliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda çalışanların memnuniyetini ve iş performansını da olumlu yönde etkiler. Bu nedenle, etkili bir personel seçimi süreci, kurumların stratejik hedeflerine ulaşmasında büyük bir öneme sahiptir.

Günümüz işletmelerinde, artan rekabet ortamı ve değişen çalışma koşulları, personel seçim sürecini daha karmaşık hale getirmiştir. Geleneksel yöntemler, özgeçmiş incelemeleri ve yüz

¹ Doç. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ/Türkiye, Orcid: 0000-0002-0199-9237, upolat@nku.edu.tr

yüze mülakatlarla sınırlıyken, teknolojik gelişmeler ve veri analitiği sayesinde bu süreç önemli ölçüde yenilik kazanmıştır. Özellikle yapay zeka destekli algoritmalar, adayların yetkinliklerini ve iş uyumlarını daha doğru bir şekilde değerlendirme konusunda insan kaynakları uzmanlarına büyük avantajlar sağlamaktadır.

Her organizasyonun temel varlığı insan gücüdür; çünkü işletmelerin başarılı olmasını sağlayan en önemli faktör, kalifiye ve yetkin çalışanlardır. Bu nedenle, işletmeler insan kaynakları yönetimi süreçlerinde dikkatli ve özenli bir yaklaşım sergilemek zorundadır. Bu süreçlerin en kritik ve zorlu aşamalarından biri ise personel tedariki ve seçimidir (Gürbüz, 2002).

Çalışanların, organizasyona katkı sağlamak için uygun pozisyonlarda görev alması, verimli bir iş gücü için temel bir şarttır. Katma değer yaratan, ekip çalışmasına uyum sağlayabilen ve kendi gelişimine önem veren çalışanlar günümüzde tercih edilmektedir. Personel seçiminde önemli faktörler arasında, işletmenin yasal düzenlemeleri, organizasyonel yapısı, iç ve dış aday havuzları ve sektörün kamu ya da özel sektördeki konumu bulunmaktadır (Bingöl, 2014).

İşletmeler, personel ihtiyaçlarını iç kaynaklardan ya da dış kaynaklardan karşılayabilirler. İç kaynaklardan personel temini, terfi ve kıdem gibi yöntemlerle yapılabilir. Dış kaynaklardan temin ise ilanlar, kariyer siteleri, üniversite işbirlikleri, iş gücü bulma ajansları ve danışmanlık firmaları gibi çeşitli kanallarla gerçekleştirilebilir. İç kaynaklardan sağlanan iş gücü, daha kısa oryantasyon süreleri ve yüksek motivasyon gibi avantajlar sunarken, dış kaynaklar

organizasyona yeni fikir ve beceriler kazandırma imkânı sağlar (Dursun, 2014).

Personel seçimi sürecinde başvuru formu inceleme, dil ve genel yetenek sınavları, mülakatlar, odak grup görüşmeleri, sağlık kontrolleri ve referans kontrolü gibi aşamalar yer almaktadır. Bu süreçler yapılandırılmış ya da yapılandırılmamış görüşmeler, psikoteknik testler ve çeşitli değerlendirme yöntemleriyle desteklenebilir. Personel seçimi ile ilgili çok sayıda bilimsel araştırma mevcuttur. Chamorro-Premuzic & Salgado (2017), dijital inovasyonun işe alım süreçlerindeki etkilerini ele alan çalışmalarında, yapay zekâ ve otomasyonun iş gücü seçiminde artan önemine dikkat çekmektedir. Smith, Brown & White (2018), yapay zekâ tabanlı algoritmaların personel seçimi süreçlerinde kullanılabilirliğini araştırmıştır. Araştırmada, makine öğrenimi algoritmalarının özgeçmiş tarama ve aday değerlendirmede %30 daha hızlı ve doğru sonuçlar ürettiği belirlenmiştir. Hofstede (2020), çok uluslu şirketlerde kültürel uyumun personel seçimi üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada, kültürel uyum faktörünün, özellikle farklı coğrafyalarda operasyon yürüten şirketlerde, iş gücü verimliliğini artırdığı vurgulanmıştır. Lee, Kim & Park (2020), psikometrik testlerin personel seçimi süreçlerinde ne derece güvenilir ve geçerli olduğunu incelemiştir. Sonuçlar, bu testlerin yalnızca teknik becerilerin değil, aynı zamanda kişilik özelliklerinin de ölçümünde etkili olduğunu göstermektedir. Woods, Nikolaou & Tippins (2020), insan kaynakları yönetiminde teknolojinin yükselişiyle dijital araçların işe alım süreçlerine entegrasyonunu analiz eden bu makale, gelecekteki araştırmalara yönelik öneriler sunmaktadır. Ramos-Villagrasa, Fernández-del-Rio, & Castro

(2022) alışmalarında, oyunlaştırma temelli personel seçimi yöntemlerinin geçerliliği ve uygulama potansiyelini incelerken, bu tür değerlendirmelerin geleneksel yöntemlere kıyasla avantajlarını ve sınırlamalarını vurgulamaktadır.

Bu alışma, personel seçim sürecinde kullanılan temel ilkeleri incelemekte ve TOPSIS yöntemi ile bulanık mantık çerçevesinde bir uygulama rneği sunmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Personel seçim sürecinde çok sayıda yöntem kullanılmakla birlikte, bu süreç aynı zamanda genellikle grup kararının verildiği bir çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) sürecidir. ÇKKV sürecinde alternatiflerin arasından uygun olanın belirlenebilmesi için, seçim ve değerlendirme kriterlerinin doğru ve yeterli olarak belirlenmesi çok önemlidir. Personel seçme ve değerlendirilmesinde, seçim kriterlerinin ÇKKV yaklaşımlarında kullanıldığı çalışmalar araştırılmıştır. Dağdeviren (2013), bir işletmenin ithalat ve ihracat departmanında st düzey bir pozisyon için personel seçimi yaparken Bulanık AHP yöntemini kullanmıştır. Bu çalışmada, kambiyo bilgisi, dış ticaret bilgisi, mevzuat bilgisi, insiyatif alma becerisi, analitik düşünme yeteneği ve fiziksel görünüm gibi kriterler değerlendirilmiştir. Yıldız ve Deveci (2013) ise bir teknoloji firmasında ÇKKV yöntemiyle yürütülen personel seçim sürecinde iş tecrübesi, eğitim düzeyi, alan bilgisi, yabancı dil bilgisi ve sosyal hizmet deneyimi gibi faktörleri dikkate almıştır. Ayrıca alışmada, AHP ve VIKOR yöntemleri kullanılarak personel seçimi süreci analiz edilmiştir.

Doğan ve Önder (2014), bilişim sektöründeki perakende zincir mağazalar için satış temsilcisi seçiminde TOPSIS yöntemini uygulamışlardır. Bu süreçte tecrübe, iş deneyimi, eğitim durumu, mesleki yeterlilikler, bireysel özellikler ve dış görünüm gibi seçim kriterleri öne çıkmıştır. Değermeci ve Ayvaz (2016) ise personel seçiminde Bulanık TOPSIS yöntemini tercih etmişlerdir. Analitik düşünme becerisi, özgüven, takım çalışmasına yatkınlık, kurum kültürüne uyum, yaş, bankacılık bilgisi, bilgisayar bilgisi, yabancı dil bilgisi, mezun olunan üniversite veya bölüm ve iş tecrübesi gibi unsurlar seçim kriterleri olarak belirlenmiş ve çalışma bankacılık sektöründe uygulanmıştır. Özgörmüş, Yılmaz ve Kocaman (2015) gıda sektöründe personel seçim sürecini incelemiş ve eğitim düzeyi, yabancı dil bilgisi, bilgisayar bilgisi, referans durumu ve yetkinlikler gibi kriterlere odaklanmışlardır.

Bazı durumlar ve sistemler, kesin matematiksel modeller kullanılarak tanımlanması güç olabilir. Belirsiz durumlar, sezgisel yaklaşımlara ve davranışsal çeşitliliğe sahip olan olaylar bu durumlara örnek olabilir. Bu tip problemlerin incelenmesinde ve çözümlenmesinde Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) yaklaşımı kullanılabilir. ÇKKV yaklaşımları Bulanık Mantık disiplini altında geliştirilmiş olup, bilimsel çalışmalar ve pratik uygulamalarda kullanılabilir.

Bulanık mantık genel prensipleri aşağıda özetlenmiştir:

- Bulanık mantık, kesin neden-sonuç ilişkileri yerine yaklaşık değerler üzerinden düşünme yaklaşımını benimser.
- Bu mantık sisteminde her şey, $[0,1]$ aralığında belirli bir derecelendirme ile ifade edilir.

- Bulanık mantıkta, bilgiler ve değişkenler genellikle büyük, küçük, çok az gibi sözel ifadelerle tanımlanır.
- Sözel ifadeler arasındaki ilişkiler, bulanık çıkarım kuralları kullanılarak modellenir.
- Tüm mantıksal sistemler, bulanık mantık çerçevesinde ifade edilebilir.
- Matematiksel modeli oluşturulması zor olan sistemler için bulanık mantık son derece uygundur (Baykal ve Beyan,2004).

Bulanık ÇKKV yöntemlerinden biri olan Bulanık TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), alternatifler arasında en uygun seçimi yapmaya olanak sağlayan bir tekniktir. Bu yöntem, Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında geliştirilmiştir. Karmaşık matematiksel modellere ve kompleks algoritmalara ihtiyaç duymadan, kolay uygulanabilir bir yapı sunar. Basitliği ve sonuçlarının kolayca anlaşılabilir olması nedeniyle farklı alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Gerçek dünya problemlerinin çözümünde sıklıkla tercih edilen Bulanık TOPSIS, tedarik zinciri yönetimi, tedarikçi seçimi, lojistik, mühendislik, üretim sistemleri, işletme ve pazarlama uygulamaları, insan kaynakları yönetimi, finans, enerji yönetimi, kimya mühendisliği ve su kaynakları yönetimi gibi çeşitli disiplinlerde başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (Behzadian ve ark., 2012).

Bulanık TOPSIS yönteminde, öncelikle alanında uzman olan bir grup karar verici oluşturulur. Ardından, değerlendirme sürecinde kullanılacak alternatifler $A=\{A_1,A_2,...,A_k\}$ ve bu alternatiflerin inceleneceği kriterler $C=\{C_1,C_2,...,C_k\}$ tanımlanır. Alternatiflerin değerlendirilmesinde ve kriterlerin önem derecelerinin

belirlenmesinde kullanılacak sözel değişkenler seçilir. Karar vericiler, bu sözel değişkenleri kullanarak alternatifleri ve kriterleri değerlendirir.

Bu aşamada, karar vericilerin yaptığı değerlendirmeler bulanık sayılarla ifade edilir. Birden fazla karar vericinin bulunduğu durumlarda, alternatifler ve kriterlere ilişkin sözel değerlendirmelerden elde edilen bulanık değerler, ortak bir değere indirgenmek üzere belirli bir yöntem izlenir. Bu işlem, aşağıda detaylandırılmış bir süreçle gerçekleştirilir (Chen, 2000):

Adım 1:

$\check{x}_{ij}^k$ = j. karar kriterinin önem ağırlığını göstermek üzere,

K tane karar vericiden oluşan bir grupta karar kriterlerinin önem ağırlıkları,

$$\tilde{w}_{ij}^k = \frac{1}{K} [\tilde{w}_{ij}^1 + \tilde{w}_{ij}^2 + \dots + \tilde{w}_{ij}^k]$$

ile hesaplanır. Matris olarak gösterimi ise aşağıda gösterilmektedir.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \check{x}_{11} & \check{x}_{12} & \dots & \check{x}_{1n} \\ \check{x}_{21} & \check{x}_{22} & \dots & \check{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \check{x}_{m1} & \check{x}_{m2} & \dots & \check{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (2) \quad \tilde{W} = [\tilde{w}_j^1, \tilde{w}_j^2, \dots, \tilde{w}_j^k]$$

Her i, j için $\check{x}_{ij}$, j=1,...,n dilsel değişkenlerini temsil etmektedir. Bu dilsel değişkenler, A₁, A₂,..., A_m alternatiflerini ve

$K_1, K_2, \dots, K_n$ karar kriterlerini ifade etmektedir. Burada $\check{x}_{ij}$, K_j kriterlerinin bulanık önem ağırlığını göstermektedir.

Dilsel değişkenler $\check{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ ve $\check{w}_{ij} = (a_{j1}, b_{j2}, c_{j3})$ şeklinde üçgen bulanık sayılar ile tanımlanır. Bu bağlamda $\check{D}$ matrisine ‘bulanık karar matrisi’, $\check{W}$ matrisine ise ‘bulanık ağırlıklar matrisi’ adı verilir.

Adım 2:

Normalize bulanık karar matrisi, aşağıdaki eşitsizlikler yardımıyla hesaplanmaktadır. Bu hesaplamada, B fayda kriter kümesini, C ise maliyet kriter kümesini ifade eder. Eğer karar kriteri bir fayda kriteri ise, her sütundaki elemanlar, aynı sütundaki elemanların en büyük değerine bölünerek normalize edilir.

$$\check{r}_{ij} = \left(\frac{\check{a}_{ij}}{c_j^*}, \frac{\check{b}_{ij}}{c_j^*}, \frac{\check{c}_{ij}}{c_j^*} \right), j \in B, c_j^* = \max_i c_{ij}, \text{ yada}$$

$$\check{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) j \in B, a_j^- = \min_i a_{ij},$$

Adım 3:

Karar kriterlerinin ağırlıklarına göre, ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulur. Bu işlem, her karar kriterinin normalize değerinin, o kriterin ağırlığıyla çarpılmasıyla gerçekleştirilir. $\check{x}_{ij} = \check{r}_{ij} \times \check{w}_j$ eşitsizliğinden hesaplanır.

Adım 4:

Bulanık pozitif ideal çözüm $A^* = (\check{v}_1^*, \check{v}_2^*, \dots, \check{v}_n^*)$, bulanık negatif ideal çözüm $A^- = (\check{v}_1^-, \check{v}_2^-, \dots, \check{v}_n^-)$ olarak tanımlanır. Burada

$\check{V}_1^* = (1,1,1)$ ve $\check{V}_1^- = (0,0,0)$ 'dır. Karar kriteri kadar $(1,1,1)$ ve $(0,0,0)$ vardır.

Her alternatfin, bulanık pozitif ve negatif ideal çözümlerden uzaklıkları, aşağıdaki eşitsizlikler kullanılarak hesaplanır.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\check{v}_{ij}, \check{v}_j^*), i=1,2,...,m$$

Ve

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\check{v}_{ij}, \check{v}_j^-), i=1,2,...,m$$

Eşitsizlikleri ile hesaplanır. İki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklık aşağıda belirtilen Vertex yöntemi ile hesaplanır: $\check{\alpha} = (a_1, a_2, a_3)$ ve $\check{\beta} = (b_1, b_2, b_3)$ olmak üzere Vertex metodu aşağıda gösterilmektedir:

$$D(\check{\alpha}, \check{\beta}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]}$$

Adım 5:

Yakınlık katsayısı $CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^*}$ $i=1,2,...$, eşitliğinden

hesaplanır. Yakınlık katsayısı 0 ve 1 arasında değer alır. Yakınlık katsayısının büyük olması, alternatfin karar vericiler tarafından tercih edilmesinin bir göstergesidir (Chen, 2000).

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada bir bankanın, insan kaynakları departmanında aynı çalışma pozisyonuna başvuran 5 adayın ön değerlendirme aşamasında Bulanık TOPSIS uygulaması gerçekleştirilmiş ve sonuçları incelenmiştir. Bulanık TOPSIS uygulama adımları için,

insan kaynaklarında görevli üç uzmanın değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıklarının belirlenmesi ve adayların kriterlere göre durumunun belirlenmesinde görüşleri alınmıştır.

TOPSIS yönteminin uygulamasında, değerlendirme kriterlerinin değerlendirilmesi için oluşturulan dilsel (sözel) değişkenler ve bulanık karşılıkları Tablo 1’de, adayların kriterlere göre değerlendirilmesinde kullanılan dilsel değişkenler ve bulanık karşılıklar Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 1: Kriterlerin belirlenmesinde kullanılan dilsel değişkenler ve bulanık karşılıklar

Dilsel Değişkenler	Bulanık Karşılık
Çok Düşük	(0,0,0.1)
Düşük	(0,0.1,0.3)
Kısmen Düşük	(0.1,0.3,0.5)
Orta	(0.3,0.5,0.7)
Kısmen Yüksek	(0.5,0.7,0.9)
Yüksek	(0.7,0.9,1.0)
Çok Yüksek	(0.9,1.0,1.0)

(Karakaşoğlu, 2004)

Tablo 2: Adayların değerlendirilmesinde kullanılan dilsel değişkenler ve bulanık karşılıklar

Dilsel Değişkenler	Bulanık Karşılık
Çok Düşük	(0,1,1)
Düşük	(0,1,3)
Kısmen Düşük	(1,3,5)
Orta	(3,5,7)
Kısmen Yüksek	(5,7,9)
Yüksek	(7,9,10)
Çok Yüksek	(9,10,10)

(Karakaşoğlu, 2004)

Çalışmada değerlendirme kriterleri literatür araştırmalarının incelenmesi ve uzmanlarla yapılan görüşmelerle oluşturulmuştur. Her uzman tarafından oluşturulan kriterler Tablo 1'e göre değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmelerin ortalamaları alınarak kriterlerin önem ağırlıkları oluşturulmuştur. Örneğin Kriter 1 için birinci karar verici 'Yüksek', ikinci karar verici 'Çok Yüksek', üçüncü karar verici ise 'Yüksek' puan vermiştir. (0.7, 0.9, 1.0), (0.9, 1.0, 1.0), (0.7, 0.9, 1.0) sayılarının aritmetik ortalaması alınarak (0.83, 0.6, 1) elde edilmiştir. Oluşturulan kriterler ve kriterlerin önem ağırlıkları Tablo 3'de gösterilmektedir.

Tablo 3: Kriterler ve kriterleri önem ağırlıkları

Kriter Kodu	Kriter	Önem Ağırlığı	Kriter Kodu	Kriter	Önem Ağırlığı
K1	Mesleki Deneyim	0.83, 0.6, 1	K7	Sosyal Etkinlikler	0.43, 0.63, 0.83
K2	Yabancı Dil Düzeyi	0.83, 0.6, 1	K8	Ekip Çalışmasına Uyum	0.63, 0.83, 0.96
K3	Teknolojik Bilgi Seviyesi	0.7, 0.9, 1	K9	Analitik Düşünme	0.83, 0.6, 1
K4	Katıldığı Kurslar	0.5, 0.7, 0.9	K10	Dış Görünüm	0.7, 0.86, 0.96
K5	İletişim Becerisi	0.56, 0.76, 0.93	K11	Özgüven	0.63, 0.8, 0.9
K6	Eğitim Seviyesi	0.83, 0.6, 1			

Uzmanlar tarafından Tablo 2'deki dilsel değişkenler ve bulanık karşılıkları kullanarak her alternatifin kriterlere karşılık gelen değerlendirilmeleri yapılmıştır. Üç uzmanın değerlendirdikleri bulanık karşılığın ortalaması alınarak değerlendirme sonuçları oluşturulmuştur. Örneğin A1 alternatifinin K1 açısından değerlendirilmesinde birinci karar verici 'Düşük', ikinci karar verici 'Çok Düşük', üçüncü karar verici 'Kısmen Düşük' olarak değerlendirilmiştir. (0,1,3), (0,1,1), (1,3,5) bulanık sayılarının ortalaması 0.3,1.3, 3 olarak değerlendirme sonucu oluşmuştur.

Değerlendirme sonuçlarına göre oluşturulan Bulanık Topsis başlangıç değerlendirme matrisi sonuçları Tablo 4 ve Tablo 5’de gösterilmektedir.

Tablo 4: Bulanık TOPSIS değerlendirme matrisi-1

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	0.3,1.3,3	1.2,3.4,3	3.6,5.6,8.6	4.3,6.3,8.3	3,5,7	0,0,1
A2	0.3,1.3,3	1.6,3.6,5.6,	3,5,7	3.6,5.6,8.6	1,2,3,3	0,0,1
A3	2.6,4.3,6	4.3,6.3,8.3	4.3,6.3,8.3	2.3,4.3,6.3	3.6,5.6,8.6	0,0,1
A4	1.6,3,5	3,5,7	5,7,8.6	3.6,5.6,8.6	1,2,3,3	0,0,1
A5	1.6,3,5	1.6,3.6,5.6	5,7,8.6	5,7,8.6	1,2,3,3	0,0,1

Tablo 5: Bulanık TOPSIS değerlendirme matrisi-2

	K7	K8	K9	K10	K11
A1	0,0.3,1.6	6.3,8.3,9.6	5,7,8.6	5,7,9	4.3,6.3,8.3
A2	1.6,2.3,3.6	5.6,7,9.3	5,7,9	4.3,6.3,8.3	4.3,6.3,8.3
A3	5.6,7,9.3	5,7,8.6	5,7,9	4.3,6.3,8.3	4.3,6.3,8.3
A4	4.3,6.3,8.3	4.3,6.3,8.3	5,7,8.6	4.3,6.3,8.3	4.3,6.3,8.3
A5	5,7,8.6	5.6,7,9.3	5.6,7,9.3	5.6,7,9.3	5.6,7,9.3

Tablo 4 ve Tablo 5’de gösterilen bulanık karar matrisindeki her kritere ilişkin sütundaki bulanık sayılar, sütundaki en büyük üst sınıra bölünerek normalize karar matrisi oluşturulmuştur. K1 için 6, K2 için 8.3, K3 için 8.6, K4 için 8.6, K5 için 8.6, K6 için 1, K7 için 9.3, K8 için 9.6, K9, K10, K11 için 9.3’e bölünmüştür. Örneğin K1 için A1 alternatifinin normalize değeri 0.3, 1.3, 3 değerinin 6 değerine bölünmesi ile normalize edilmiş değer 0.05, 0.22, 0.5 olarak bulunmuştur.

Normalize edilen değerlerin Tablo 3’de gösterilen kriterlerin önem ağırlıkları ile çarpılması ile ağırlıklı normalizasyon değerleri bulunmuştur. Elde Edilen sonuçlar Tablo 6 ve Tablo 7’de gösterilmektedir.

Tablo 6: Ağırlıklı normalizasyon matrisi-1

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	0.05,0.13,0.5	0.1,0.15,0.5	0.3,0.6,1	0.2,0.45,0.7 5	0.2,0.4,0.75	0,0,1
A2	0.05,0.13,0.5	0.15,0.25,0.65	0.25,0.35,0.8	0.2,0.4,0.75	0.06,0.2,0.3	0,0,1
A3	0.36,0.45,1	0.4,0.45,0.95	0.85,0.65,0.9 5	0.1,0.3,0.6	0.25,0.5,0.95	0,0,1
A4	0.22,0.3,0.85	0.25,0.35,0.8	0.4,0.65,1	0.2,0.4,0.75	0.06,0.2,0.3	0,0,1
A5	0.22,0.3,0.85	0.15,0.25,0.65	0.4,0.65,1	0.25,0.5,0.8	0.06,0.2,0.3	0,0,1

Tablo 7: Ağırlıklı normalizasyon matrisi-2

	K7	K8	K9	K10	K11
A1	0,0.01,0.15	0.4,0.7,0.95	0.45,0.45,0.9	0.3,0.6,0.9	0.25,0.45,0.8
A2	0.07,0.15,0.3	0.4,0.6,0.9	0.45,0.45,0.9	0.3,0.6,0.9	0.25,0.45,0.8
A3	0.25,0.45,0.8	0.3,0.6,0.9	0.45,0.45,0.9	0.3,0.6,0.9	0.25,0.45,0.8
A4	0.2,0.45,0.75	0.25,0.45,0.8	0.45,0.45,0.9	0.3,0.6,0.9	0.25,0.45,0.8
A5	0.25,0.45,0.75	0.4,0.6,0.9	0.5,0.45,1	0.4,0.65,0.95	0.4,0.6,0.9

Ağırlıklı normalizasyon matrisi sonuçlarına göre, Her bir alternatifin pozitif ideal(d_i^*) (1,1,1) ve negatif ideal(d_i^-) (0,0,0)’a olan uzaklıkları hesaplanmıştır. Pozitif ve negatif ideale olan uzaklık değerlerinden Yakınlık Katsayısı değerleri bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 8’de gösterilmektedir.

Tablo 8: Pozitif-negatif ideale uzaklıklar ve yakınlık katsayısı

Alternatifler	d_i^*	d_i^-	Yakınlık Katsayısı	Adayların Sıralaması
A1	6.3	5.5	0.45	4
A2	6.95	5.2	0.40	5
A3	5.1	6.15	0.55	1
A4	6.35	5.9	0.50	3
A5	6.4	6.2	0.51	2

Tablo 8’de gösterildiği gibi, yakınlık katsayısı değerlerine göre en yüksek değerden en düşük değere göre Bulanık Topsis sonuçları sıralanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre alternatiflerin seçim sıralaması A3- A5- A4- A1- A2 olarak elde edilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Personel seçme süreci, bir organizasyonun başarısı için kritik bir öneme sahiptir. Doğru adayların doğru pozisyonlara yerleştirilmesi, işletmenin performansını ve verimliliğini doğrudan etkiler. Bu süreçte kullanılan bilimsel yöntemler ve yenilikçi teknolojiler, daha objektif ve adil bir seçim süreci sağlayarak hem işverenlerin hem de adayların memnuniyetini artırmaktadır.

Araştırmalar, yetkinlik bazlı değerlendirme, psikometrik testler ve mülakat tekniklerinin etkin bir şekilde bir araya getirilmesinin, doğru işe alım kararlarını büyük ölçüde desteklediğini göstermektedir. Bunun yanı sıra, yapay zeka ve büyük veri analitiği gibi teknolojilerin entegrasyonu, aday havuzunun daha

iyi analiz edilmesine ve gizli yeteneklerin ortaya çıkarılmasına olarak tanımaktadır.

Sonuç olarak, organizasyonlar personel seçme süreçlerini sürekli olarak gözden geçirerek ve geliştirerek, değişen iş dünyası dinamiklerine uyum sağlayabilir ve rekabet avantajını sürdürebilir. Doğru seçim kararlarının uzun vadede çalışan bağlılığı, organizasyon kültürü ve finansal başarıya önemli katkılar sunduğu unutulmamalıdır.

Yapılan çalışmada bir bankada insan kaynakları bölümünde, adayların n değerlendirme sürecinde Bulanık TOPSIS yöntemi uygulanmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Bulanık TOPSIS, uygulama kolaylığı ve sonuçlarının doğruluğu açısından pratik ve bilimsel çalışmalarda tercih edilen bir yöntemdir. Farklı iş alanlarında alternatif seçim ve sıralama amacı ile kullanılmaktadır.

Kaynakça

Baykal, N. & Beyan, T. (2004). Bulanık mantığın genel özellikleri. *Bulanık Mantık, Uzman Sistemler ve Denetleyiciler*, 9–26.

Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M. & Ignatius, J. (2012). A state-of the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, 39(17), 13051–13069. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.056>

Bingöl, D. (2014). *İnsan kaynakları yönetimi: Seçim, yerleştirme ve planlama*. Legal Kitabevi.

Chamorro-Premuzic, T. & Salgado, J. F. (2017). Digital innovation in recruitment and selection: Implications for HR. *Journal of Personnel Psychology*.

Chen, C. T. (2000). Extension of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 1–9. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00377-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00377-1)

Dağdeviren, M. (2013). Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Personel Seçimi ve Bir Uygulama. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(4), 791–799. Doi: <https://doi.org/10.17341/gummfd.6674>

Değermenci, A. & Ayvaz, B. (2016). Bulanık ortamda TOPSIS yöntemi ile personel seçimi: Katılım bankacılığı sektöründe bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 15(30), 77–93. Doi: <https://doi.org/10.21324/ticaretfbd.334467>

Doğan, A. & Önder, E. (2014). İnsan kaynakları temin ve seçiminde çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanılması ve bir

uygulama. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 9(34), 5796–5819. Doi: <https://doi.org/10.19168/jyu.90784>

Doğanalp, A. (2012). İnsan kaynakları temin ve seçiminde çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanılması ve bir uygulama. *Journal of Yaşar University*, 9(34), 5796-5819.

Dursun, M. & Karsak, E. (2010). Akademik personel seçiminde çok kriterli karar verme sürecinin Bulanık TOPSIS yöntemiyle analizi. 2(1), 25–38.

Dursun, S. (2014). *İşgören Tedarik ve Seçimi*. In *İnsan Kaynakları Yönetimi* (pp. 205-214). Legal Kitabevi.

Hofstede, G. (2020). Cultural dimensions in multinational personnel selection. *International Journal of Cross-Cultural Management*, 19(3), 202–218.

Gürbüz, G. Ö. (2002). Personel araştırmaları ve işgören seçme süreci. Literatür Yayıncılık.

Karakaşoğlu, N. (2004). *Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ve uygulama*, Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi.

Lee, H., Kim, S. & Park, J. (2020). Psychometric assessments in HRM: Reliability and validity reconsidered. *Journal of Psychological Assessment*, 28(2), 80–98.

Özgörmüş, A., Yılmaz, B. & Kocaman, D. (2015). Gıda sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin tedarik planlama mühendisi seçimi: Bulanık AHP yöntemi ile bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(7), 113–130. Doi: <https://doi.org/10.21324/ticaretfbid.862152>

Ramos-Villagrasa, P. J., Fernández-del-Río, E. & Castro, Á. (2022). Game-related assessments for personnel selection: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 13, 952002.

Smith, J., Brown, R. & White, T. (2018). The role of machine learning in modern personnel selection processes. *Journal of Human Resource Management*, 15(4), 123–135.

Woods, S. A., Nikolaou, I. & Tippins, N. (2020). Technological advancements in selection and assessment: A review and future research agenda. *International Journal of Selection and Assessment*. 28(2), 123–136. Doi: <https://doi.org/10.1111/ijsa.12276>

Yıldız, A. & Deveci, M. (2013). AHP ve VIKOR yöntemleri ile personel seçimi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(23), 1–20. Doi: <https://doi.org/10.21324/ticaretfbid.1138897>