





## Türk Savunma Sanayiinde Dijital Olgunluk Seviyelerinin Karşılaştırılması

Bülent Eren Demirel<sup>1</sup> , Gülbahar Tınmaz<sup>1</sup> , Emel Güven<sup>1</sup> , Tamer Eren<sup>1</sup> 

### ÖZET

**Amaç:** Günümüz rekabetçi ekonomisinde firmaların ayakta kalabilmeleri için dijital olgunluk seviyelerinin değerlendirilmesi önemlidir. Bu çalışmada, Türk savunma sanayii kapsamındaki dört firmanın dijital olgunluk düzeyleri incelenmiştir. Değerlendirme, firmaların eksikliklerini belirleyip çözümler sunarak rekabet avantajı, sürdürülebilirlik ve verimlilik sağlamayı hedeflemektedir.

**Yöntem:** Problemden kullanılan kriterlerin ağırlıklandırılmasında Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kullanılmıştır. Ardından alternatif seçimlerinde ise çok kriterli karar verme yöntemlerinden Technique for Order Preference By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS) ve Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) yöntemleri tercih edilmiştir.

**Bulgular:** Dijital olgunluk, akıllı üretim sistemleriyle verimliliği artırma kapasitesi olarak tanımlanmıştır. AHP ile ağırlıklandırılan kriterler arasında "Endüstri 4.0 Teknolojileri Kullanma Süreçleri" en öncelikli kriter olarak belirlenmiştir. TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleriyle yapılan sıralamalarda 1. Firma en üst sırada yer almıştır. Çalışma, firmaların dijital dönüşüm süreçlerindeki güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koymuştur. Gelecek araştırmalar için sektörel analizler ve yeni yöntemler önerilmektedir.

**Özgünlük:** Bu çalışma, AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerini kullanarak Türk savunma sanayiindeki firmaların dijital olgunluk seviyelerini analiz eden özgün bir metodolojik yaklaşım sunmaktadır. Analiz, sektördeki firmaların dijital dönüşüm stratejilerini optimize etmelerine katkı sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Dijital Olgunluk, AHP, TOPSIS, PROMETHEE.

**JEL Kodları:** D20, O32, Q55.

## Comparison of Digital Maturity Levels in The Turkish Defense Industry

### ABSTRACT

**Purpose:** In today's competitive economy, evaluating the digital maturity levels of companies is crucial for their survival. This study examines the digital maturity levels of four companies within the scope of the Turkish defense industry. The evaluation aims to identify the deficiencies of the companies and provide solutions to enhance their competitive advantage, sustainability, and efficiency.

**Methodology:** Analytical Hierarchy Process (AHP) method was used in weighting the criteria used in the problem. Then, in the selection of alternatives, Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) and Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) methods, which are multi-criteria decision-making methods, were preferred.

**Findings:** Digital maturity is defined as the capacity to increase efficiency through smart production systems. Among the criteria weighted by AHP, the "Processes of Using Industry 4.0 Technologies" was identified as the top priority. The rankings using TOPSIS and PROMETHEE placed the 1st Company at the top. The study highlighted the strengths and weaknesses of the companies' digital transformation processes. Future research is recommended to include sectoral analyses and new methodologies.

**Originality:** This study presents a unique methodological approach by analyzing the digital maturity levels of companies in the Turkish defense industry using AHP, TOPSIS, and PROMETHEE. The analysis contributes to optimizing digital transformation strategies within the sector.

**Keywords:** Digital Maturity, AHP, TOPSIS, PROMETHEE.

**JEL Codes:** D20, O32, Q55.

<sup>1</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale, Türkiye

Sorumlu Yazar-Corresponding Author: Tamer Eren, tamereren@gmail.com

DOI: 10.51551/verimlilik.1500552

Araştırma Makalesi / Research Article | Geliş / Submitted: 13.06.2024 | Kabul / Accepted: 19.08.2024

Atıf/Cite: Demirel, B.E., Tınmaz, G., Güven, E. ve Eren, T. (2024). "Türk Savunma Sanayiinde Dijital Olgunluk Seviyelerinin Karşılaştırılması", *Verimlilik Dergisi*, 58(4), 555-572.

## EXTENDED ABSTRACT

Digital maturity is a critical concept in assessing how advanced an organization is in its digital transformation journey, particularly in integrating digital technologies and strategies into its business processes. High digital maturity indicates that a company not only adopts digital technologies but also integrates them into its business model, leading to strategic advantages. This comprehensive transformation involves the effective use of advanced technologies such as data analytics, cloud computing, the Internet of Things (IoT), big data and cyber-physical systems. The Turkish defense industry, due to its strategic importance for national security and independence, requires a high level of digital maturity to manage its defense systems more effectively and independently. This study focuses on evaluating and comparing the digital maturity levels of four companies within the Turkish defense industry, identifying their strengths and weaknesses, and providing recommendations for enhancing their digital maturity.

In today's rapidly changing global economy, companies must continuously innovate and enhance their production capacities to remain competitive. The Turkish defense industry, due to its strategic role, needs to increase its digital maturity levels to manage its defense systems more independently and effectively. This study aims to evaluate the digital maturity levels of four defense companies in Turkey, identify the deficiencies and areas for improvement, and propose strategies to enhance their digital maturity. The research questions focus on how digital maturity levels can be measured, how they can be increased, and what impact digital maturity levels have on the defense industry.

The study employs multi-criteria decision-making (MCDM) methods, including the Analytic Hierarchy Process (AHP), Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), and Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE), to evaluate the digital maturity levels of the selected companies. Expert opinions from six professionals, including engineers and a manager, with experience in digital transformation and Industry 4.0 projects, were gathered to assess the criteria and alternatives. The AHP method was used to weight the criteria, while TOPSIS and PROMETHEE were used to rank the companies based on their digital maturity levels.

The study identified the "Processes of Using Industry 4.0 Technologies" as the highest priority criterion, highlighting the importance of technological competence, strategic planning, and adaptability in achieving digital maturity. The 1st company was ranked highest in digital maturity by both TOPSIS and PROMETHEE methods, indicating its strong emphasis on technology and digital transformation processes. The study also revealed the strengths and weaknesses of each company, providing insights into their digital transformation capabilities.

The findings suggest that companies in the Turkish defense industry must focus on strategic steps to enhance their digital maturity, including adopting smart operational processes, improving security protocols, and fostering a culture of innovation and continuous learning. The study contributes to the literature by providing a unique methodological approach to assessing digital maturity in the defense industry and offers practical recommendations for companies to optimize their digital transformation strategies. Future research should focus on sector-specific analyses and the development of new methods to further enhance digital maturity in the defense industry.

## 1. GİRİŞ

Dijital olgunluk, bir organizasyonun dijital dönüşüm sürecinde ne kadar ileri olduğunu, dijital teknolojileri ve stratejileri ne kadar etkin bir şekilde entegre ettiğini ve bu entegrasyonun iş süreçlerine ve performansına nasıl yansıdığını belirleyen bir kavramdır (Saçak vd. 2020). Dijital olgunluk seviyesinin yüksek olması, firmanın dijital teknolojileri sadece uygulamakla kalmayıp, aynı zamanda bu teknolojileri iş modeline entegre ederek stratejik avantajlar elde ettiğini gösterir. Bu süreç, veri analitiği, bulut bilişim, nesnelerin interneti (IoT), büyük veri, yapay zekâ (AI) ve siber fiziksel sistemler gibi ileri teknolojilerin etkin kullanımı ile karakterizedir. Yüksek dijital olgunluk seviyesine sahip firmalar, operasyonel verimliliği artırır, maliyetleri düşürür, müşteri memnuniyetini yükseltir ve piyasa koşullarına hızla uyum sağlayabilme yeteneğini geliştirir. Bu nedenle, dijital olgunluk, sadece teknolojik yatırımlarla sınırlı olmayan, aynı zamanda organizasyonel kültür, strateji ve süreçlerle de entegre olan kapsamlı bir dönüşümü ifade eder (Özkaya vd. 2019). Özellikle savunma sanayii gibi rekabetin yoğun olduğu sektörlerde, dijital olgunluk seviyesinin yüksek olması, firmaların rekabet avantajını sürdürebilmeleri ve yenilikçi çözümler geliştirebilmeleri için hayati öneme sahiptir (Bibby ve Dehe, 2018).

Türk savunma sanayii, ulusal güvenlik ve bağımsızlık açısından stratejik bir öneme sahiptir. Dijital olgunluk seviyelerinin artırılması, Türkiye'nin kendi savunma sistemlerini daha etkin ve bağımsız bir şekilde yönetmesine olanak tanır. Dünya siyasetinin hızlı ve sık değişen doğası, ülkeler arasındaki ilişkilerin dinamiklerini de etkilemektedir. Bir ülkenin savunma sistemlerini dış kaynaklardan temin etmesi, siyasi ve askerî bağımlılık riskini beraberinde getirir. Bu durum, savunma sistemlerini ithal eden ülkenin, karşı tarafın taleplerine uygun tavizler vermeye zorlanmasına neden olabilir ve ülkenin bağımsızlığını tehlikeye atabilir. Dolayısıyla, Türk savunma sanayiinin dijital olgunluk seviyelerini artırarak kendi savunma sistemlerini geliştirmesi, ulusal güvenlik ve bağımsızlık açısından kritik öneme sahiptir. (Oktay,2021)

Savunma sanayiinde Endüstri 4.0'a geçiş için yapılan yatırımlar giderek artmaktadır. Özellikle gelişmiş ülkeler, Endüstri 4.0 dönüşümünü sağlamak için büyük adımlar atmıştır. Bu ülkelerde, genel bütçenin önemli bir kısmı savunma bütçesine ayrılmaktadır. Savunma bütçesinin verimli kullanılması, Endüstri 4.0 teknolojileri ile mümkün olmaktadır. Otomasyon, veri analitiği ve yapay zekâ gibi yenilikler, savunma sanayiindeki üretim süreçlerini daha etkin hale getir ve kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayabilir. Bu durum savunma sistemlerinin daha sık güncellenmesine olanak tanır ve gelişmiş ülkeler, bu güncel teknolojileri kullanarak hızla değişen tehditlere karşı daha hazırlıklı olabilirler. (Oktay,2021)

Bu çalışmada Ankara'da Savunma Sanayi alanında faaliyetlerine devam eden kendi alanlarında uzman ve Endüstri 4.0'a geçiş aşamasında olan dört firmanın dijital olgunluk seviyeleri belirlenerek karşılaştırma yapılmıştır. Dijital olgunluk seviyeleri ölçülürken 5 mühendis, 1 müdür olmak üzere toplamda 6 uzman görüşü alınmıştır. Aynı uzmanların ortak grup karar vermesi ile karar matrisleri oluşturularak yöntemler uygulanmıştır. Uzman görüşleri ile belirlenen kriterlerin değerlendirilip alternatiflerin sıralanmasında Analytic Hierarchy Process (AHP), Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) ve Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE) yöntemleri kullanılmıştır.

Çalışmanın motivasyonu, Türk savunma sanayiinde dijital olgunluk seviyelerinin belirlenmesi ve bu seviyelerin artırılmasına yönelik stratejilerin geliştirilmesidir. Çalışma, mevcut literatürdeki boşlukları doldurmayı hedeflemektedir; özellikle Türk savunma sanayiinin dijital dönüşüm sürecinde karşılaştığı zorluklar ve fırsatlar üzerine odaklanmaktadır. Araştırma soruları, Türk savunma sanayiinde dijital olgunluk seviyelerinin nasıl ölçülebileceği, bu seviyelerin nasıl artırılabilir ve dijital olgunluk seviyelerinin savunma sanayiindeki etkilerinin neler olduğu üzerine odaklanmıştır. Bu çalışma, Türk savunma sanayiinde dijital olgunluk seviyesinin ölçülmesi ve analiz edilmesi sürecinde literatürdeki boşlukları doldurarak, sektöre önemli katkılar sunmaktadır. Diğer çalışmalardan farklı olarak, bu araştırma savunma sanayiine özgü bir değerlendirme modeli geliştirerek, firmaların dijital dönüşüm kapasitelerini objektif bir şekilde ölçmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada kullanılan AHP, TOPSIS ve PROMETHEE gibi çok kriterli karar verme yöntemleri, dijital olgunluk seviyesinin güvenilir bir şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bu çalışma, savunma sanayiindeki firmaların dijital dönüşüm süreçlerini optimize etmelerine yardımcı olacak yeni stratejiler ve yöntemler geliştirerek, rekabet avantajlarını sürdürebilmelerine olanak tanımaktadır. Sonuç olarak, sektördeki uygulamaların iyileştirilmesine, yenilikçi çözümlerin geliştirilmesine ve gelecekteki araştırmalara ışık tutacak önemli bulgular sağlamaktadır. Ayrıca, çalışmanın odak noktası, Türk savunma sanayiinin dijital dönüşüm sürecindeki özgün dinamiklerini ve bu süreçteki stratejik öncelikleri incelemektedir.

Çalışmada dikkate alınan kriterler ve bu kriterlere yönelik sorular da oldukça kapsamlıdır. Akıllı operasyon süreçleri kapsamında işletmelerin operasyonel verimliliklerini artırarak rekabet avantajı elde etme stratejileri, Endüstri 4.0 kültürünü benimseme süreçleri ile teknolojik altyapı, stratejik planlama ve esneklik gibi kriterlerin nasıl uygulandığı incelenmiştir. Endüstri 4.0 teknolojileri kullanma süreçleri kapsamında ise

nesnelerin interneti, büyük veri ve robotik sistemlerin kullanımı değerlendirilmiştir. Savunma sanayiinde güvenlik süreçleri, fiziksel güvenlik önlemleri, veri güvenliği protokolleri ve siber güvenlik adımlarıyla ele alınmıştır. Müşteri isteklerini karşılama süreçleri, teknik sorunların çözümü, mevcut ürün yelpazesi ve büyüme yeteneği, ürün dayanıklılığı için uygulanan yöntemler, lojistik ve ulaşım yönetim yeteneği, bilgi paylaşımı ve takım çalışması yeteneği gibi kriterler de analiz edilmiştir. Ayrıca, çalışanların Endüstri 4.0 araçlarına yetkinliği, Ar-Ge kültürünü benimseme ve çalışanların eğitim durumu gibi kriterler, işletmelerin dijital dönüşüm sürecinde ne kadar başarılı olduklarını belirlemek için değerlendirilmiştir. Bu kriterleri değerlendirmek için sorulan sorular arasında, akıllı operasyon süreçlerini nasıl yürüttükleri, Endüstri 4.0 dönüşümünü başarıyla gerçekleştirmek için hangi kriterleri yerine getirdikleri, Endüstri 4.0 teknolojileri olarak nesnelerin interneti, büyük veri, bulut bilişim, 3D yazıcı, robot ve otomasyon sistemlerini kullanıp kullanmadıkları, savunma sanayiinde güvenlik süreçleri ve siber güvenlik adımlarının neler olduğu gibi konular yer almaktadır. Ayrıca, müşteri isteklerini karşılama yolları, karşılaşılan teknik sorunların çözümü, ürün yelpazesinin genişletilmesi ve ürün dayanıklılığı için uygulanan yöntemler de sorulan sorular arasında bulunmaktadır. Lojistik ve ulaşım yönetimi, bilgi paylaşımı ve takım çalışması yeteneği, çalışanların Endüstri 4.0 araçlarına yetkinliği, Ar-Ge kültürünü benimseme ve çalışanların eğitim durumu gibi konular da değerlendirme sürecinde ele alınmıştır.

Bu kriterlere dayanarak, savunma sanayiindeki firmaların dijital olgunluk seviyeleri değerlendirilmiş ve bu seviyelerin artırılmasına yönelik stratejiler önerilmiştir. Çalışmanın devamı şu şekildedir: İkinci bölümde literatürde yapılan çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü bölüm, AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerini açıklamaktadır. Dördüncü bölümde uygulama ve detayları verilmiştir. Beşinci bölümde yapılan çalışma değerlendirilmiştir.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Tutkunca (2020), çalışmasında; günümüzde hızla gelişen teknoloji ve bilgi yönetim sistemlerinin getirmiş olduğu dijitalleşme kavramını ele almıştır. İşletmeler, dijital dönüşüm sürecine uyum sağlamak için teknolojilerini, iş modellerini ve süreçlerini yenilemeye çalışmaktadır. Ancak işletmelerin karşılaştığı kavramlar tam anlamıyla anlaşılabilir değildir. Buna istinaden yapılan araştırmanın temel amacı, dijital dönüşümün işletmeler açısından dijital dönüşümün temel unsurlarını ve bileşenlerini derinlemesine incelemektir. Araştırmada, ilişkisel yaklaşım, makine öğrenmesi, nicel içerik analizi ve tematik analiz gibi yöntemler kullanılmıştır. Sonuç olarak 568 araştırma incelenmiş ve kavramlar birbirine bağlanmıştır. İşletmeler perspektifinden dijital dönüşüm aşamalarında karşılaşılan kavramlar ve bu kavramlar arasındaki bağlar detaylıca raporlandırılmıştır. Yıllara göre değişmekte olan dijital dönüşüm kavramları incelenmiş ve kavramlar teoriden uygulamaya geçişte görsel gösterimle ele alınmıştır. Baltacı (2020), günümüzde Endüstri 4.0'ın hızla sektöre yayılması ile bilgiye erişim ve bilginin analizi gibi kavramlar işletmeler için önem kazanmaya başlamasını ele almıştır. Bu durum işletmelerin, rekabet, küresel pazarlarda yer alma ve finansal kontrol gibi alanlarda yeni yol haritalarına ihtiyaç duymalarına neden olmuştur. Özellikle lojistik sektöründe, dijital dönüşüm uygulamaları ile iş planlaması ve organizasyonel yapılar dijitalleştirilmiştir. Bu tezde lojistik firmaların dijital olgunluk seviyelerinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Araştırmada AHP yöntemi kullanılmış ve beş ana kriter belirlenmiştir. Elde edilen bulgular raporlanmıştır.

Baki ve Serdar (2020b), yeni teknolojilerin kullanılmaya başlanmasıyla Endüstri 4.0'ın hayatımıza girişi sonucu işletmelerin mevcut yapılarından yeni teknolojiye ayak uydurması ve eski yapılarından sıyrılabilmesine yardımcı olmayı hedeflemiştir. Olgunluk modelleri gibi çeşitli yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğu ve olgunluk modellerinin, firmaların mükemmellik seviyelerini tanımlayarak daha iyi konumlanmalarına ve kendilerini geliştirmelerine yardımcı olacaktır. Çalışmanın amacı, Endüstri 4.0 olgunluk modelleriyle ilgili uygulamalı çalışmaları, literatür araştırması yaparak eksiklerini tespit etmektir. Sonuç olarak literatürdeki modellerin değerlendirilme yöntemleri ve olgunluk ölçüm özelliklerinde eksiklerin olduğu ve araştırmacılar tarafından yeni modeller önerildiği tespit edilmiştir. Oktay (2021), çalışmasının amacı Türk savunma sanayiine yönelik özgü bir olgunluk modeli geliştirmektir. Türk savunma sanayiinde çalışan kişilerin görüşleri doğrultusunda MACBETH yöntemi kullanılarak 17 farklı kriterin ağırlığı belirlenmiştir. Ardından, kriter ağırlıkları temel alınarak beş farklı firmanın Endüstri 4.0'a geçiş durumunu hangi kriterlerde ne kadar ilerlediğini TOPSIS yöntemi ile değerlendirmiştir. Sonuç olarak bu çalışma ile Endüstri 4.0 geçiş sürecinin değerlendirilmesi ve firmaların performanslarının ölçülmesine katkı sağlamıştır.

Arslan ve Şensoy (2022), çalışmalarında uygun modellerle uygun adımların atılması üzerine çalışmışlardır. Üretim işletmeleri Endüstri 4.0'a uyumlu dijital seviyeye ulaşabilmek için çaba göstermektedirler. Bu teknolojilerin sabit maliyetleri azalttığı gözlemlenmiştir. Üretim işletmeleri gelişimlere ayak uydurarak Endüstri 4.0'a uyumlu yapılar sahip olmak için çalışmaktadırlar. Ancak bu uyum sürecinde bilinçsiz atılacak adımlar çok yüksek maliyetlere sebep olabilir. Bunun önlenmesi adına dijital olgunluk düzeyleri belirlenip uygun modeller uygun yatırımlar yapılması gerekmektedir. Aksi takdirde işletmeler teknolojiye ayak uyduramayabilir ve iflas riskiyle karşı karşıya kalabilir. Bu çalışmada Aarhus Üniversitesi tarafından geliştirilen DMAT ölçeği kullanılarak Bursa'da çalışmasını sürdüren 85 işletmenin kapsadığı bir dijital

olgunluk çalışması yapılmıştır. SPSS22.0 kullanılarak istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Sonuç olarak Endüstri 4.0'a geçiş sürecindeki işletmelere rehber niteliği taşımaktadır.

Olgun ve Turan (2022) bu çalışmasında Endüstri 4.0'ın imalat tekniklerindeki dijital dönüşüm, pek çok sektörde iş yapış şekillerini ve çalışma kültürünü değiştirmesi öngörülen bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, İstanbul'daki tekstil firmalarının çalışanlarıyla yapılan bir anketle Endüstri 4.0 kavramsal farkındalık düzeyi ve etkileyen temel faktörler incelenmiştir. Ankete katılan 358 gönüllü üzerinde yapılan istatistiksel analizler sonucunda, Türk tekstil sektöründeki firmaların Endüstri 4.0 farkındalık düzeyinin orta seviyede olduğu belirlenmiştir. Bu düzeyin, firmanın faaliyet süresi, büyüklüğü, üretim yapısı ve ihracat durumu gibi faktörlere göre önemli ölçüde farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca, çalışan bireyler açısından, Endüstri 4.0 farkındalık düzeyinin yaş, eğitim seviyesi, pozisyon ve çalışma süresine göre belirgin bir şekilde değiştiği ancak cinsiyetin bu farklılıkta önemli bir etkiye sahip olmadığı gözlemlenmiştir. Kasnak ve Özkara (2022) Bu çalışmasında, Türkiye'de imalat yapan endüstri 4.0 için firmaların olgunluk düzeylerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla, ISO 500/1000 listesinde yer alan ve Endüstri 4.0 araçlarını kullanan çok sayıda imalat işletmesinin üst düzey yöneticileri, operasyonel yöneticiler, mühendisler ve teknik uzmanlar üzerinde geliştirilmiş bir anket uygulanmıştır. Sonuçlar, genel olarak işletmelerin Endüstri 4.0 olgunluk düzeyinin "deneyimli" seviyesine yakın olduğunu göstermektedir (3,92/5,00). Ancak, örgütsel yönlerin iyi seviyede olduğu, teknolojik yönlerin geliştirilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu bulgular, Türkiye'deki imalat sektöründeki firmaların Endüstri 4.0'a uyum sağlama sürecindeki durumu ve iyileştirme gerekliliklerini belirlemeye ışık tutmaktadır.

Sağbaş ve Dermenci (2023), beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede; endüstri 4.0 teknolojik olgunluk seviyesinin ölçülebilmesi için, dört ana boyutun (fabrika 4.0, lojistik 4.0, yönetim 4.0 ve operatör 4.0) olgunluk seviyeleri karşılaştırılmıştır. Verilerin toplanması için 2 ayrı anket yapılmıştır. Modelin değerlendirmesinde AHP ve TOPSIS yöntemleri uygulanmıştır. Kriterler işletmenin dinamiklerine ve yönetim süreçlerine uygun olarak seçilmiştir. Sonuca göre en yüksek olgunluk seviyesi için sıralama yönetim 4.0, fabrika 4.0, lojistik 4.0 ve operatör 4.0 olarak belirlenmiştir.

Gökcan (2023), sektörlerin endüstri 4.0 olgunluklarının hesaplanması için ana boyutların ve alt boyutların önem ağırlıkları her sektör için farklılık göstermektedir. Bu çalışmada savunma sanayii sektöründeki farklılıkları saptayabilmek için sektörde tecrübe ve bilgi birikimi yüksek kişilere önem derecelerinin karşılaştırılması istenmiştir. Tutarlık testi analizleri sonrası 8 kişinin vermiş olduğu cevaplar çalışmaya dahil edilmiştir. 9 ayrı işletmeye sorulan 37 soru ile elde edilen verileriyle AHP ve TOPSIS yöntemleri uygulanmıştır. Değerlendirmenin son sonucu olarak, havacılık savunma sanayinde Endüstri 4.0 entegrasyonunun başlangıç seviyesinde olduğu görülmüştür.

Erdoğan ve Aydın (2023), çalışma için endüstri 4.0 için en temel öğelerden bir model oluşturulmuş. Anket çalışması ile Türkiye'nin lider 1000 sanayi işletmesinin Endüstri 4.0 farkındalık ve olgunluk seviyesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın sonucunda 459 işletmeden dönüş alınmış olup analizler SPSS ve AMOS programları kullanılmıştır. Analizler sonucunda Türk sanayiinin, oluşturulan modele göre Endüstri 4.0 farkındalık seviyesi 3,74/5 (tecrübeli, uzman seviyesine yakın) ve olgunluk seviyesi ise 3,16/5 (tecrübeli) olarak tespit edilmiştir.

Bibby ve Dehe (2018), Endüstri 4.0'ın karmaşık özelliklerinin firmalar tarafından tam olarak anlaşılmadığını ve bu nedenle belirsizlik yaşandığını belirtmektedir. Bu çalışmada, Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanma seviyesini ölçmek için üç boyutta bir değerlendirme modeli geliştirilmiştir: 'Geleceğin Fabrikası', 'İnsan ve Kültür' ve 'Strateji'. 'Geleceğin Fabrikası' boyutu, Katmanlı Üretim, Bulut, Üretim Yürütme Sistemi, Nesnelerin İnterneti ve Siber Fiziksel Sistemler, Büyük Veri, Sensörler, e-Değer Zincirleri ve Otonom Robotlar gibi sekiz özelliği içermektedir. Savunma sektöründe bir üretim firması üzerinde yapılan çalışmada, firmanın Endüstri 4.0 olgunluk seviyesinin 59,35 olduğu ve bu değer sektör ortalaması olan 55,58'in üzerinde olduğu bulunmuştur. Bu araştırma, savunma tedarik ağı içindeki büyük firmaların analizini yaparak ve ampirik bir model geliştirerek literatüre katkıda bulunmaktadır.

Ataman (2018), endüstri 4.0'ın savunma sanayiindeki önemi ve etkilerini ele almış, teknolojik ilerlemelerin nasıl daha etkin bir şekilde benimsenebileceği üzerinde durmuştur. Çalışmada savunma sanayiindeki firmaların bu teknolojileri nasıl kullanabilecekleri ve bu sürecin nasıl yönetilebileceği üzerine stratejik öneriler sunulmaktadır. Savunma sanayiindeki Endüstri 4.0 dönüşümünün yönetilmesi için analitik bir yaklaşım sunulmaktadır. Tez çalışmasında kullanılan tereddütlü bulanık AHP yöntemi, karmaşık ve belirsiz ortamlarda karar verme süreçlerine yönelik etkili bir araç olarak değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada savunma sanayi firmalarına yönelik olup literatür taraması ile belirlenen kriterlerin AHP yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Kriter ağırlıklandırma hem grup kararlarının alınabilmesinde sağladığı yarar hem de kurulan hiyerarşi ile karmaşık problemlerin daha basit hale getirilebilmesi nedeniyle AHP yöntemi seçilmiştir (Sever ve diğerleri, 2024). TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri aynı anda kullanılarak savunma sanayiinde hizmet veren dört firmanın değerlendirildiği başka

bir çalışmaya rastlanmamıştır. TOPSIS yöntemi, basitliği ve gerçek hayattaki problemlere uygunluğu nedeniyle alternatiflerin sıralanmasında tercih edilmiştir (Sever ve diğerleri, 2024). Kullanım kolaylığına sahip, kriterlerin birbirleriyle orantılı olması gerektiğine bağlı olmayan birçok alanda kullanılan, bu zaman diliminde iterasyonları geliştirilen ve etkin sonuçlar üreten PROMETHEE yöntemi öne çıkan avantajları nedeniyle tercih edilmiştir (Kara ve diğerleri, 2022). Sektörde uygulanan yöntem açısından farklılık getiren çalışma aynı zamanda savunma sanayiinde yer alan dört firmanın karşılaştırılması ile de literatüre katkı sağlayacaktır.

### 3. YÖNTEM

Çalışma kapsamında çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden olan AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerinden yararlanılacaktır. Karar verme süreci; problem tanımlanarak farklı alternatifler arasından, belirli kısıtlara göre bir karar ile sonuçlanan sürece denilir. Karar verici, kriterler, alternatifler, çevresel faktörler, karar vericinin öncelikleri ve sonuçlar; karar verme sürecinin elemanlarını oluşturmaktadır (Kutlu ve diğerleri, 2012). ÇKKV, karar sürecini belirlenen kriterlere göre modelleyen ve başka perspektiften yaklaşımları bir arada bünyesinde barındıran yöntemlerdir. ÇKKV yöntemleri; seçim, sınıflandırma ve sıralama problemlerinde kullanılmaktadır. Proje içeriğinde teknoloji kullanımı, ürün geliştirme, insan, Ar-Ge, strateji ve yönetim gibi birden fazla kriteri göz önüne aldığımızdan dolayı çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmıştır. Birden çok seçeneğin bulunduğu seçim problemlerinde, en iyi seçeneğin belirlenmesi, seçim problemlerinin amacını oluşturmaktadır (Değirmenci, 2016). AHP yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiştir. TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile en uygun alternatif seçilmektedir. AHP, TOPSIS VE PROMETHEE yöntemlerinin adımları aşağıda verilmiştir.

#### 3.1. AHP

AHP, karar verme süreçlerinde karmaşık problemleri analiz etmek ve önceliklendirmek için kullanılan çok kriterli karar verme yöntemidir. AHP, öncelikleri belirlemek için karşılaştırmalı ölçeklemeleri kullanır. Bu, karar verme sürecini daha yapılandırılmış hale getirir. Özellikle proje yönetimi, pazarlama stratejileri ve stratejik planlama gibi alanlarda kullanılır. AHP'nin temel amacı, karmaşık sorunları çözmek için sistematik bir yaklaşım sunarak en uygun kararları almaya yardımcı olmaktır. Aşağıda AHP yönteminin adımları verilmiştir (Arslan ve diğerleri, 2023).

**Adım 1: Hiyerarşik Yapının Tespit Edilmesi:** AHP'de öncelikle amaç ve kriterler belirlenir. Tablo 1'de verilen Saaty önem skalasına göre karşılaştırma yapılmaktadır (Saaty, 1977).

**Tablo 1. Önem skalası**

Önem Derecesi	Tanımı
1	Eşit Derecede Önemli
3	Orta Derecede Önemli
5	Kuvvetli Derecede Önemli
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli
9	Kesin Önemli

Kaynak: Saaty, 1977

**Adım 2: İkili Karşılaştırma Matrisinin Düzenlenmesi:** Adım 1'de bulunan Önem derecelerinin belirlenmesiyle kriterlerin karşılaştırılarak ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmaktadır.

**Adım 3: İkili Karşılaştırma Matrislerinin Normalleştirilmesi ve Görelî Önem Ağırlıkları:** Her bir matrisin sütunlarındaki toplamının o sütundaki tüm değerlere bölünmesiyle normalleştirilmiş karar matrisi Eşitlik 1'de verilmiştir. Karşılaştırma matrisleri  $A$  uzman kişiler tarafından oluşturulan ve kriter ağırlıkları matrisi olarak ifade edilen  $w$  ile  $A x w = \lambda_{max} x w$  eşitliğini sağlayan  $\lambda_{max}$  öz vektörü elde edilmektedir. Eşitlik 2 ile gösterilmiştir.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (1)$$

$$w_i = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{n} \quad (2)$$

**Adım 4: Tutarlılık Oranının Hesaplanması:** Tutarlılık indeksi hesaplamak için en büyük öz değer Eşitlik 3 ile hesaplanmıştır. Tutarlılık indeksi(CI) Eşitlik 4 ile hesaplanmıştır. Tutarlılık oranı Eşitlik 5 ile gösterilmiştir. CI, tutarlılık indeksini ve RI' da rassallık göstergesini ifade etmektedir. Tutarlılık oranı (CR)  $<0,1$  ise karşılaştırma matrisi tutarlı demektir. Sonuç  $0,1$ 'den büyük ise ikili karşılaştırma matrisi tekrar gözden geçirilir ve tutarlı olması sağlanır.

$$\lambda_{max} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{w_i}\right)}{n} \quad (3)$$

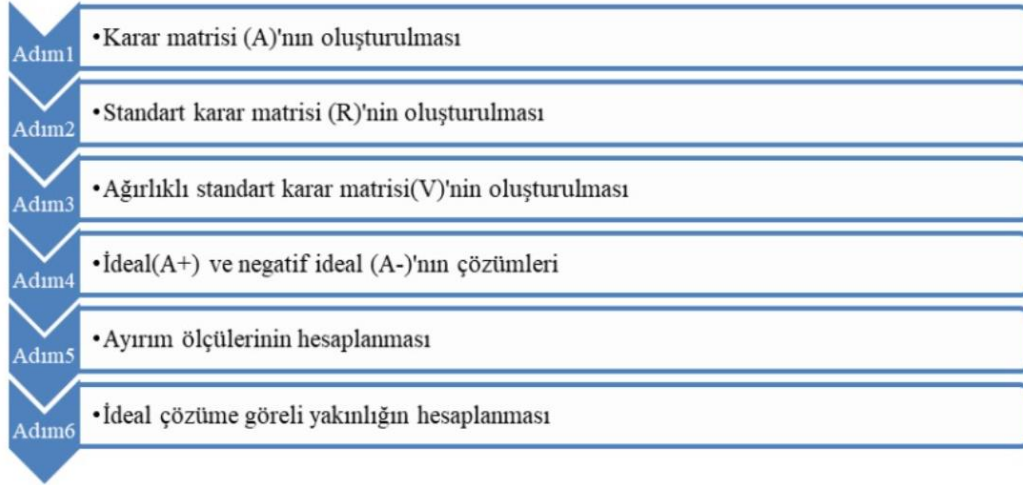
$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad (4)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5)$$

**Adım 5: Nihai Sıranın Tespit Edilmesi:** Özvektörlerin toplamı 1 olmaktadır. En iyi seçenek, özvektör en yüksek değere sahip olan seçenektir.

### 3.2. TOPSIS

Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen TOPSIS yöntemi, ÇKKV yöntemlerinden biridir. Bir süreci seçmek için bir ÇKKV yöntemi olan TOPSIS yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır (Hwang ve Yoon, 1981). Bu yöntem, bir dizi seçenek arasında seçim yapmanın yanı sıra, seçeneklerin her birinin birbirleriyle olan benzerliklerine göre sıralanmasını sağlar. Bu nedenle en iyi seçenek belirlenir. Arslan (2023) Şekil 1'de TOPSIS yönteminin uygulama aşamalarını göstermektedir.



**Şekil 1. TOPSIS uygulama adımları**

TOPSIS yöntemi, seçenekleri sıralayarak en iyi çözüme en yakın uzaklıkta ve en kötü çözüme en uzaklıktaki seçeneklerin seçilmesidir.

**Adım 1: Karar Matrisi (A)'nin Oluşturulması:** Karar matrisi, sütunlarda kriterler ve satırlarda öncelikleri sıralanmak istenen alternatifler bulunarak oluşturulur.

**Adım 2: Standart Karar Matrisi (R)'nin Oluşturulması:** Karar matrisinin elamanları, standart karar matrisinin formülünü hesaplamak için kullanılır (Eşitlik 6).

$$R_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}}, \quad i = 1, \dots, m; j = 1 \dots, n \quad (6)$$

**Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisi (V)'nin Oluşturulması:** Öncelikle, değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları belirlenmesi gerekir. Her sütunun ağırlık değeri V matrisini oluşturur.

**Adım 4: İdeal (A\*) ve Negatif İdeal (A-) Çözümleri:** İdeal çözüm, ağırlıklı standart matrisinde en yüksek ve en düşük değerleri alır. Bu değerler Eşitlik 7 ve 8 kullanılarak hesaplanır.

$$A^* = \{(max V_{ij} | j \in J), (min V_{ij} | j \in J')\}, \quad (7)$$

$$A^- = \{(min V_{ij} | j \in J), (max V_{ij} | j \in J')\} \quad (8)$$

**Adım 5: Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması:** Aşağıdaki formüller, negatif ideal ( $S_i^-$ ) çözümlerden ve ideal çözümlerden ( $S_i^*$ ) sapma değerlerini hesaplamak için kullanılır (Eşitlik 9 ve 10).

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^*)^2} \quad (9)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad (10)$$

**Adım 6: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması:** İdeal çözüme göreli yakınlığı ( $C_i^*$ ) hesaplamak için Eşitlik 11 kullanılır. En yüksek değer, ideal çözüme en yakın alternatif olarak bulunur.

$$C_i^* = \frac{s_i^-}{s_i^- + s_i^+} \quad (11)$$

### 3.3. PROMETHEE

Birden fazla kriter altında farklı seçenekler arasında tercih yapmak için kullanılan bir karar verme yöntemidir. Seçenekler arasındaki avantaj ve dezavantajları değerlendirerek en iyi seçeneği belirlemeye yardımcı olur. Bu yöntem, karmaşık karar verme süreçlerini sistemli bir şekilde ele almak için kullanılır ve çeşitli uygulama alanlarında kullanılabilir. Karar vericinin karar matrisini oluşturmasının ardından, çözüm sırasıyla PROMETHEE yönteminin aşamalarını izleyerek gerçekleştirilir.

**Adım 1: Veri Matrisi Tablosunun Oluşturulması:** Değerlendirme faktörleri, karar noktaları ve değerlendirme faktörlerinin önem ağırlıkları veri tablosuna dahil edilir. Kriter ağırlığı  $w = (w_1, w_2, \dots, w_k)$  ve kriterler  $c = (f_1, f_2, \dots, f_k)$  ile birlikte değerlendirilen alternatiflere  $a = (A, B, C, \dots)$  ilişkin veri matrisi, Tablo 2'de gösterildiği şekilde belirlenmektedir.

**Tablo 2. Veri matrisi (Değerlendirme faktörleri)**

	$f_1$	$f_2$	$f_3$	... $f_k$
A	$f_1(A)$	$f_2(A)$	$f_3(A)$	$f_4(A)$
B	$f_1(B)$	$f_2(B)$	$f_3(B)$	$f_4(B)$
C	$f_1(C)$	$f_2(C)$	$f_3(C)$	$f_4(C)$
Ağırlıklar	$w_1$	$w_2$	$w_3$	... $w_k$

**Adım 2: Kriterler İçin Tercih Fonksiyonlarının Tanımlanması:** Kriterin tercih ettiği fonksiyonlar belirlenir. Tablo 3 tercih fonksiyonlarını içerir.

**Tablo 3. Tercih fonksiyonları**

Tip	Parametre	Fonksiyon
Birinci Tip (Olağan)	-	$p(d) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$
İkinci Tip (U-tipi)	$l$	$p(d) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x > l \end{cases}$
Üçüncü Tip (V-tipi)	$m$	$p(d) = \begin{cases} x/m, & x \leq m \\ 1, & x > m \end{cases}$
Dördüncü Tip (Seviyeli)	$q, p$	$p(d) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1/2, & q < x \leq q + p \\ 1, & x > q + p \end{cases}$
Beşinci Tip (Lineer)	$s, r$	$p(d) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ (x - s)/2, & s \leq x \leq s + r \\ 1, & x \geq s + r \end{cases}$
Altıncı Tip (Gaussian)	$\sigma$	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & x > 0 \end{cases}$

Kaynak: Asoğlu ve Eren, 2018

**Adım 3: Ortak Tercih Fonksiyonlarının Tespit Edilmesi:** Kriterler için ortak tercih fonksiyonları belirlenir (Eşitlik 12).

$$f(x) = \begin{cases} 0, & f(a) \leq f(b) \\ P[f(a) - f(b)], & f(a) > f(b) \end{cases} \quad (12)$$

**Adım 4: Tercih İndekslerinin Tespit Edilmesi:** Ortak tercih fonksiyonlarını kullanarak alternatif çiftlerin tercih indeksleri Eşitlik 13 ile elde edilir.

$$\pi(a, b) = \frac{\sum_{i=1}^k w_i \cdot P_i(a, b)}{\sum_{i=1}^k w_i} \quad (13)$$

**Adım 5: Alternatifler İçin Pozitif ve Negatif Üstünlükler Tespit Edilmesi:** Pozitif ( $\Phi^+$ ) ve negatif ( $\Phi^-$ ) üstünlükler Eşitlik 14 ve 15'e göre hesaplanır.

$$\Phi^+(a) = -\frac{1}{n-1} \sum \pi(a, b) \quad (14)$$

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum \pi(b, a) \quad (15)$$

**Adım 6: PROMETHEE I ile Alternatifler İçin Kısmi Önceliklerin Tespit Edilmesi:** Alternatifler için pozitif ( $\Phi^+$ ) ve negatif ( $\Phi^-$ ) üstünlüklerin karşılaştırılması için üç durum vardır.

1. durum: A seçeneği aşağıdaki koşullara uyuyorsa B seçeneği seçilir.



$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (16)$$

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad (17)$$

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (18)$$

2.durum: Aşağıdaki koşula uyuyorsa  $a$  alternatifi ile  $b$  alternatifi farksızdır.

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad (19)$$

3.durum: Aşağıdaki koşullardan birine uyuyorsa,  $a$  alternatifi  $b$  alternatifi ile karşılaştırılmaz.

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) > \Phi^-(b) \quad (20)$$

$$\Phi^+(a) < \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (21)$$

**Adım 7: PROMETHEE II- Tam Önceliklerin Tespit Edilmesi:** Bu adımda,  $\Phi(a)$  değeri kullanılarak alternatiflerin pozitif ve negatif akımları arasındaki fark hesaplanır ve bu fark, alternatiflerin sıralanmasında kullanılır. Eğer  $\Phi(a) > \Phi(b)$  ise,  $a$  alternatifi daha üstündür;  $\Phi(a) = \Phi(b)$  ise,  $a$  ve  $b$  alternatifleri arasında fark yoktur.

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (22)$$

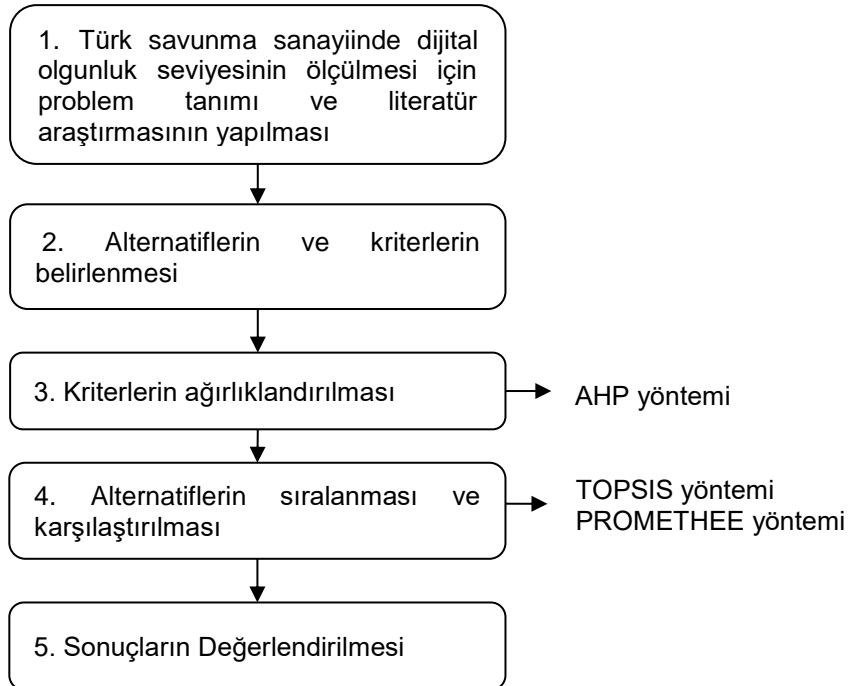
Eğer;  $\Phi(a) > \Phi(b)$  ise,  $a$  alternatifi daha üstündür,

$\Phi(a) = \Phi(b)$  ise,  $a$  ve  $b$  alternatifi farksızdır.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Problemin Tanımı

Endüstri 4.0'ın hayatımıza girmesiyle birlikte firmalar bu uygulamalara yönelmeye başlamıştır. Ancak, gözlemlenen birçok firma bu uygulamaları bilinçsiz bir şekilde faaliyete geçirmektedir. Bilinçsiz yapılan çalışmalar para ve zaman kaybına neden olabilmektedir. Bilinçli bir şekilde hareket edilerek, eksiklere yönelik önem sırasına göre yol haritaları çizilmesi, başarılı bir Endüstri 4.0 geçişini hızlandırmak için önemli bir adım olacaktır. Bu çalışmada, Ankara'da faaliyetlerini sürdüren ve Endüstri 4.0'a geçiş için çabalamakta olan dört firmanın dijital olgunluk seviyeleri ölçülmüştür. Öncelikle AHP yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiş, ardından PROMETHEE ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak firmaların dijital olgunluk seviyeleri değerlendirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sürecin daha verimli ve anlaşılır bir şekilde yönetilmesine yardımcı olması için iş akış şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. İş akış şeması

Şekil 1'de gösterilmiş olan iş akış şemasında ilk olarak problem tanımlanmıştır. Probleme yönelik kapsamlı bir literatür taraması yapılmış ve veriler toplanmıştır. Veri toplama süreci Ankara'da faaliyet gösteren

savunma sanayi firmalarından uzman görüşleri alınarak gerçekleştirilmiştir. Dijital dönüşüm ve Endüstri 4.0 konularında en az 3 yıllık deneyime sahip, mühendislik veya bilgi teknolojileri alanında lisans veya yüksek lisans derecesi olan ve stratejik pozisyonlarda bulunan kişiler arasından yapılmıştır. Seçilen uzmanlar, 5 mühendis ve 1 müdürden oluşmaktadır: 5 yıllık dijital dönüşüm deneyimine sahip Üretim Müdürü, 4 yıllık Endüstri 4.0 projeleri deneyimi olan Kalite Mühendisi, 3 yıllık siber güvenlik ve büyük veri analitiği deneyimi olan BT Uzmanı, 3 yıllık Ar-Ge deneyimi olan Ar-Ge Mühendisi, 4 yıllık lojistik yönetimi deneyimi olan Lojistik Yöneticisi ve 5 yıllık stratejik planlama deneyimi olan Dijital Dönüşüm Uzmanı olmak üzere 6 uzman görev yapmıştır. Literatür taraması ve uzman görüşmeleri sonrasında literatürden de destek alınarak 13 kriter belirlenmiştir.

Uzman görüşlerinin entegrasyonu, verilerin toplanması ve analiz edilmesi için çeşitli aşamalardan oluşmuştur. İlk olarak, uzmanlarla yapılan birebir görüşmeler ve ortak grup karar verme yoluyla veriler elde edilmiştir. Toplanan veriler, ÇKKV teknikleri ile analiz edilmiştir. Uzmanlar karar matrislerinin oluşturulmasında ortak karar verme tekniğini kullanmışlardır. Öncelikle uzmanlar tarafından oluşturulan karar matrisi sonrasında AHP yöntemi için gerekli işlem adımları yapılarak kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Daha sonra, kriterlere göre firmaların sıralanması noktasında firmaların değerlendirilmesinde kullanılacak karar matrisi uzmanlar tarafından oluşturulmuştur. TOPSIS ve PROMETHEE yöntem adımları uygulanarak firmaların sıralamaları belirlenmiştir. Bu süreçler, çalışmanın metodolojik sağlamlığını ve güvenilirliğini artırmış, dijital olgunluk seviyelerinin objektif ve kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini sağlamıştır. Uzman görüşlerinin entegrasyonu, çalışmanın bulgularını zenginleştirerek daha derin ve güvenilir sonuçlara ulaşılmasını mümkün kılmış, savunma sanayi firmalarının dijital dönüşüm süreçlerindeki güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesine katkı sağlamıştır.

#### 4.2. Dijital Olgunluk Seviyesinin Ölçülmesi İçin Kullanılan Kriterler

Dijital olgunluk seviyelerinin ölçülmesi için kullanılacak 13 kriter literatür taraması sonucunda çalışmalarından yararlanılarak oluşturulmuştur. Oluşturulan kriterlerin açıklamaları aşağıda verilmiştir.

*K-1 Akıllı Operasyon Süreçleri:* Günümüzde işletmeler, operasyonel verimliliklerini artırarak rekabet avantajı elde etmeye odaklanmaktadır. Bu bağlamda, akıllı operasyon süreçleri giderek daha önem kazandığı görülmektedir. Akıllı operasyonlar, verimlilik, inovasyon ve müşteri memnuniyeti gibi faktörleri bir araya getirerek işletmelerin rekabet gücünü artırmaktadır (Oktay, 2021).

*K-2 Endüstri 4.0 Kültürünü Benimseme Süreçleri:* Endüstri 4.0, işletmeler için büyük fırsatlar sunan dijital dönüşümün bir parçası olmaktadır. Ancak, bu dönüşümü başarıyla gerçekleştirmek için belirli kriterlerin yerine getirilmesi gerekmektedir. Teknolojik altyapı ve yetkinlik, stratejik planlama, vizyon, yatırım, esneklik ve hızlı adaptasyon, iş birliği gibi kriterler, işletmelerin Endüstri 4.0'ü etkili bir şekilde benimsemesine ve uygulamasına yardımcı olmaktadır (Biby ve Dehe, 2018).

*K-3 Endüstri 4.0 Teknolojileri Kullanma Süreçleri:* Endüstri 4.0 dönüşümüne adım atmak, işletmeler için zorunluluk haline gelmiştir. Ancak, bu dönüşümü başarıyla gerçekleştirmek için belirli kriterlerin karşılanması gerekmektedir. Teknolojik yetkinlik, stratejik planlama, yatırım kapasitesi, esneklik ve adaptasyon yeteneği ile iş birliği oluşturma gibi kriterler, işletmelerin bu dijital dönüşümü etkili bir şekilde yönetmelerine yardımcı olmaktadır (Ayyıldız, 2022).

*K-4 Savunma Sanayiinde Güvenlik Süreçleri:* Savunma sanayiinde güvenlik kriteri oldukça kritiktir çünkü savunma endüstrisi, hassas bilgilerin ve teknolojilerin işlendiği bir alandır ve ulusal güvenliği doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, fiziksel güvenlik önlemleri, veri güvenliği protokolleri, personel güvenliği ve yetkilendirme prosedürleri, tedarik zinciri güvenliği ve yazılım güvenliği gibi kriterler sıkı bir şekilde uygulanmalıdır (Ustaoğlu, 2019).

*K-5 Savunma Sanayiinde Müşteri İsteklerini Karşılama Süreçleri:* Savunma sanayiinde müşteri isteklerini karşılama kriteri, savunma kuruluşlarının ve son kullanıcıların taleplerini, ihtiyaçlarını ve beklentilerini dikkate alarak ürün ve hizmetlerin tasarlanması, geliştirilmesi ve sunulması sürecinde kritik bir rol oynamaktadır (Ayyıldız, 2022).

*K-6 Savunma Sanayiinde Karşılaşılan Teknik Sorunların Çözümü ya da Gelişen Teknoloji ile İlave Edilecek Ek Özellikler Karşılayabilme Becerisi:* Savunma sanayiinde karşılaşılan teknik sorunların çözümü veya gelişen teknoloji ile ilave edilecek ek özellikler kriteri, ürünlerin ve sistemlerin sürekli olarak iyileştirilmesi ve güncellenmesi gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu, savunma endüstrisi firmalarının müşteri ihtiyaçlarına daha etkili bir şekilde cevap verebilmesi ve rekabet avantajı elde etmesi için önemlidir (Ustaoğlu, 2019).

*K-7 Mevcut Ürün Yelpazesi ve Büyütme Yeteneği:* Ürün yelpazesi kriteri, bir firmanın sunduğu ürün ve hizmet çeşitliliğini belirtmektedir. Bu kriter, firmanın rekabet edebilirliğini ve müşteri ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini göstermektedir. Savunma sanayiinde bu kriter, firmanın askeri teçhizat, savunma sistemleri ve lojistik destek gibi alanlarda sunmuş olduğu ürün ve hizmetlerin çeşitliliğini ifade etmektedir (Kılıç vd, 2023).

*K-8 Ürün Dayanıklılığı İçin Uygulanan Yöntemler:* Savunma sanayiinde, ürünlerin dayanıklılığını artırmak için yapılan testler, kalite kontrol yöntemleri ve mühendislik standartları bu kriterin altında değerlendirilmektedir. Bu yöntemler, ürünlerin zorlu çevresel koşullara ve operasyonel gereksinimlere dayanıklılığını sağlamak için önemli olmaktadır (Demir, 2022).

*K-9 Lojistik ve Ulaşım Yönetim Yeteneği:* Savunma sanayiinde ürünlerin ve hizmetlerin etkin bir şekilde dağıtımını ve ulaştırılmasını sağlama yeteneğini ifade etmektedir. Bu kriter, askeri ekipmanların, malzemelerin ve personelin doğru zamanda ve doğru yerde olmasını temin etmek için lojistik planlama, taşıma, depolama ve dağıtım süreçlerinin etkin bir şekilde yönetilmesini gerektirmektedir (Öztürk, 2021).

*K-10 Bilgi Paylaşımı ve Takım Çalışması Yeteneği:* Savunma sanayiinde iş birliği ve iletişimi vurgulamaktadır. Bu kriter, farklı ekiplerin ve kuruluşların bilgi ve deneyimlerini paylaşarak birlikte çalışmalarını gerektirmektedir. Savunma sanayiinde, bu kriter inovasyonu teşvik etmek, verimliliği artırmak ve proje başarılarını maksimize etmek için kritiktir (Oktay, 2021).

*K-11 Çalışanların Endüstri 4.0 Araçlarına Yetkinliği:* İşletmenin çalışanlarının yeni dijital teknolojileri kullanma becerilerini değerlendirilmektedir. Bu kriter, işletmenin dijital dönüşümünde başarılı olabilmesi için çalışanların gerekli bilgi ve becerilere sahip olması gerektiğini vurgulanmaktadır. Çalışanların yetkinliği, eğitim ve işletmenin dijital dönüşüm stratejisi ile desteklenmektedir. Bu kriterin sağlanması, işletmenin verimliliğini artırmasına ve rekabet avantajı elde etmesine yardımcı olmaktadır. (Yılmaz, 2022).

*K-12 AR-GE Kültürünü Benimseme:* Savunma sanayii için kritik öneme sahip olmaktadır. Bu kriter, firmaların teknolojik yeniliklere öncülük etmesini ve rekabet edebilirliklerini artırmasını sağlamaktadır. Ar-Ge kültürünün benimsenmesi, yeni teknolojilerin keşfedilmesini ve uygulanmasını teşvik etmektedir. Ayrıca, çalışanların sürekli eğitim almalarını ve yenilikçi fikirlere açık olmalarını teşvik etmektedir. Bu, savunma sanayii firmalarının daha etkili ve güçlü ürünler geliştirmesine yardımcı olmasıyla, ulusal savunma kapasitesini de güçlendirmektedir (Oktay, 2021).

*K-13 Çalışanların Eğitim Durumu:* Savunma sanayiinde, çalışanların eğitim durumu kriteri, teknik bilgi ve becerilerin yanı sıra askeri standartlar, güvenlik protokolleri ve endüstri spesifik bilgiler gibi faktörleri içerebilmektedir. Çalışanların eğitim durumunun yüksek olması, işletmenin yenilikçiliği teşvik etmesine, verimliliği artırmasına ve rekabet avantajı elde etmesine yardımcı olabilmektedir. (Johnson, 2020).

### 4.3. Alternatifler (Ankara'da Dijital Dönüşüm Sürecinde Olan Firmalar)

Dijital olgunluk seviyeleri ölçülecek dört firma yakın bölgede olan kendilerini bazı konularda kanıtlamış ancak tam Endüstri 4.0 süreçlerini tamamlayamamış firmalar seçilmiştir.

*1.Firma:* 2000 yılının başlarında kurulmuş ve günümüze kadar savunma sanayi, otomotiv, inşaat ve benzeri endüstrilere hizmet vermiştir. 2013 yılında faaliyete geçen üretim bölümü, Ankara'daki fabrikasında özellikle AR-GE tasarımları olmak üzere seri üretim ve talaşlı imalat faaliyetlerine devam etmektedir. Firma, tüm ortaklarıyla sürekli gelişimi ilke edinmiş ve müşteri memnuniyetini hedefleyen bir firmadır.

*2.Firma:* 2016 yılında Sincan Organize Sanayi Bölgesi'nde kurulmuş olup burada faaliyet gösteren ve askeri silah ve parçalarının imalatı konusunda uzmanlaşmış bir firmadır. Kurulduğu günden bu yana sektördeki konumunu koruyan firma, teknik bilgi birikimi ve yenilikçi yaklaşımıyla dikkat çekmektedir. Savaş araçları, füze atarlar, torpil kovanları, ağır makineli tüfekler ve büyük toplar gibi çeşitli askeri ekipmanların tasarımı, üretimi ve montajı konularında hizmet vermektedir.

*3.Firma:* 2013 yılında Ostim Organize Sanayi Bölgesi'nde küçük çapta üretime başlamış ve 2016 yılında otomasyonu da bünyesine katarak müşteri talep ve isteklerini karşılamayı hedefleyen bir firmadır. Süre gelen zamanda savunma sanayiinde kendini geliştirmiş belli başlı projelerde yer almıştır.

*4.Firma:* Ankara İvedik Organize Sanayi Bölgesi'nde operasyonlarını talaşlı imalat üzerine kurmuş havacılık ve savunma sanayiine ürün üretmekte olan bir firmadır

### 4.4. AHP ile Kriter Ağırlıklarının Elde Edilmesi

Kriterlerin belirlenmesiyle Saaty'nin önem skalası ve ara değerler kullanılarak (2,4,6,8) ikili karar matrisi Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 1'de Saaty önem skalasına göre karşılaştırma yapılarak ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Örneğin; K2- Endüstri 4.0 kültürünü benimseme kriteri, K7-Ürün yelpazesi kriterinden Çok Kuvvetli Derecede Önemli olduğu varsayılarak karşılaştırma matrisinde 7 yazılmıştır. Normalize edilmiş hali Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5'de her bir kriterde normalleştirme işlemi yapabilmek için seçilen hücre, sütun toplamına bölünür. Normalleştirme işleminden sonra AHP işlem adımları tamamlanarak kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Tutarlılık oranı 0,098 olarak bulunmuş ve 0,10 değerinden düşük olduğu için matris tutarlı kabul edilmiştir. Elde edilen Kriter ağırlıkları

Tablo 6'da verilmiştir. Tablo 6'da AHP yöntemi ile elde edilen kriter değerlendirilmeleri sonucunda öncelikli olarak en fazla önem ağırlığına sahip kriter K3 (Endüstri 4.0 Teknolojileri Kullanma Süreçleri) 'dür. İkinci önem ağırlığına sahip olan kriter K8 (Ürün Dayanıklılığı İçin Uygulanan Yöntemler)'dir. Önem ağırlığına göre sıralama K3, K8, K12, K5, K4, K13, K9, K2, K10, K11, K6, K1ve K7'dir.

**Tablo 4. İkili karar matrisi**

	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13
K-1	1	1/2	1/3	1/3	1/5	1/2	5	1/3	1/3	1/2	1/2	1/5	1/3
K-2	2	1	3	1/2	1/3	3	7	1/5	1/4	1/3	3	1/7	1/3
K-3	3	1/3	1	3	5	7	7	1/2	3	3	5	1/2	5
K-4	3	2	1/3	1	3	3	5	1/3	2	2	3	1/3	2
K-5	5	3	1/5	1/3	1	5	7	1/2	3	1/3	2	1/3	5
K-6	2	1/3	1/7	1/3	1/5	1	3	1/5	2	1/3	1/5	1/2	2
K-7	1/5	1/7	1/7	1/5	1/7	1/3	1	1/5	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5
K-8	3	5	2	3	2	5	5	1	3	2	3	5	1/2
K-9	3	4	1/3	1/2	1/3	1/2	3	1/3	1	2	1	3	1
K-10	2	3	1/3	1/2	3	3	3	1/2	1/2	1	2	1/2	1/2
K-11	2	1/3	1/5	1/3	1/2	5	5	1/3	1	1/2	1	2	1
K-12	5	7	2	3	3	2	3	1/5	1/3	2	1/2	1	1/2
K-13	3	3	1/5	1/2	1/5	1/2	5	2	1	2	1	2	1
Toplam	34	29,6	10,2	13,5	18,9	35,83	59	6,63	17,8	16,3	22,4	15,84	19,4

**Tablo 5. Normalize karar matrisi**

	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13
K-1	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,014	0,08	0,05	0,02	0,03	0,02	0,013	0,02
K-2	0,06	0,03	0,29	0,04	0,02	0,084	0,12	0,03	0,01	0,02	0,13	0,009	0,02
K-3	0,09	0,01	0,1	0,22	0,26	0,195	0,12	0,08	0,17	0,18	0,22	0,032	0,26
K-4	0,09	0,07	0,03	0,07	0,16	0,084	0,08	0,05	0,11	0,12	0,13	0,021	0,1
K-5	0,15	0,1	0,02	0,02	0,05	0,14	0,12	0,08	0,17	0,02	0,09	0,021	0,26
K-6	0,06	0,01	0,01	0,02	0,01	0,028	0,05	0,03	0,11	0,02	0,01	0,032	0,1
K-7	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,009	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,021	0,01
K-8	0,09	0,17	0,2	0,22	0,11	0,14	0,08	0,15	0,17	0,12	0,13	0,316	0,03
K-9	0,09	0,13	0,03	0,04	0,02	0,014	0,05	0,05	0,06	0,12	0,04	0,189	0,05
K-10	0,06	0,1	0,03	0,04	0,16	0,084	0,05	0,08	0,03	0,06	0,09	0,032	0,03
K-11	0,06	0,01	0,02	0,02	0,03	0,14	0,08	0,05	0,06	0,03	0,04	0,126	0,05
K-12	0,15	0,24	0,2	0,22	0,16	0,056	0,05	0,03	0,02	0,12	0,02	0,063	0,03
K-13	0,09	0,1	0,02	0,04	0,01	0,014	0,08	0,3	0,06	0,12	0,04	0,126	0,05

**Tablo 6. Kriter ağırlıkları**

Kriter	Kriter Ağırlığı
K-1	0,0280
K-2	0,0667
K-3	0,1491
K-4	0,0871
K-5	0,0951
K-6	0,0388
K-7	0,0141
K-8	0,1478
K-9	0,0684
K-10	0,0641
K-11	0,0557
K-12	0,1037
K-13	0,0813

#### 4.5. TOPSIS Yöntemi ile Alternatiflerin Seçimi

İlk olarak kriterler ve alternatifler için çalışmada yer alan uzmanlar tarafından Tablo 7'deki karar matrisi oluşturulmuştur.

**Tablo 7. Karar matrisi**

Alternatifler	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13
1.Firma	8	7	7	6	9	7	7	6	6	6	7	8	6

2.Firma	5	7	4	4	6	5	5	5	6	5	5	4	5
3.Firma	4	5	4	3	7	5	5	4	4	4	5	3	4
4.Firma	3	5	3	3	5	4	4	3	4	4	5	3	4

Tablo 7'de bulunan karar matrisi 1-10 arası (1: en az, 9: en çok olacak şekilde) skala belirlenerek oluşturulmuştur (Altın vd. 2024). Normalleştirilmiş Matris Tablo 8'de verilmiştir.

**Tablo 8. Normalize karar matrisi**

Alternatifler	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13
1.Firma	0,749	0,575	0,738	0,717	0,651	0,653	0,653	0,647	0,588	0,622	0,629	0,808	0,622
2.Firma	0,468	0,575	0,422	0,478	0,434	0,466	0,466	0,539	0,588	0,518	0,449	0,404	0,518
3.Firma	0,375	0,411	0,422	0,359	0,507	0,466	0,466	0,431	0,392	0,415	0,449	0,303	0,415
4.Firma	0,281	0,411	0,316	0,359	0,362	0,373	0,373	0,324	0,392	0,415	0,449	0,303	0,415

Seçili hücre, karekök içerisinde sütundaki hücrelerin karesine bölünmüştür. Tablo 9'da İdeal çözüme yakınlık verilmiştir.

**Tablo 9. İdeal çözüme yakınlık**

	İdeal Uzaklık	Negatif İdeal Uzaklık	İdeal Çözüme Yakınlık	Sıralama
$S_1^*$	0,0000	$S_1^-$ 0,1089	$C_1^*$ 1,0000	1
$S_2^*$	0,0737	$S_2^-$ 0,0443	$C_2^*$ 0,3757	2
$S_3^*$	0,0903	$S_3^-$ 0,0267	$C_3^*$ 0,2281	3
$S_4^*$	0,1089	$S_4^-$ 0,0000	$C_4^*$ 0,0000	4

Sonuca göre 1.Firmanın ideal çözüme yakınlık derecesi 1, 2.Firmanın ideal çözüme yakınlık derecesi 0,3756543, 3. Firmanın yakınlık derecesi 0,2380809 ve 4. Firmanın yakınlık değeri 0 olarak bulunmuştur. Buna göre ilk sırada 1.Firma yer almaktadır. Bu sonucun çıkmasındaki başlıca sebebi nispeten diğer firmaya göre kriterlerin uygulanması ve Endüstri 4.0 Teknolojileri Kullanma Süreçlerine oldukça önem vermesinden kaynaklanmaktadır.

#### 4.6. PROMETHEE Yöntemi ile Alternatiflerin Seçimi

İlk olarak kriterler ve alternatifler için uzmanlar tarafından Tablo 10'daki karar matrisi oluşturulmuştur.

**Tablo 10. Karar matrisi**

Alternatif	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13
1.Firma	8	7	7	6	9	7	7	6	6	6	7	8	6
2.Firma	5	7	4	4	6	5	5	5	6	5	5	4	5
3.Firma	4	5	4	3	7	5	5	4	4	4	5	3	4
4.Firma	3	5	3	3	5	4	4	3	4	4	5	3	4
MAX X <sub>ij</sub>	8	7	7	6	9	7	7	6	6	6	7	8	6
MIN X <sub>ij</sub>	3	5	3	3	5	4	4	3	4	4	5	3	4

Tablo 10'da bulunan karar matrisi 1-10 arası (1: en az, 9: en çok olacak şekilde) skala belirlenerek matris oluşturulmuştur (Altın vd. 2024). Karar Matrisine göre Max  $X_{ij}$  ve Min  $X_{ij}$  belirlenmiştir. PROMETHEE işlem adımları uygulanmış ve Tablo 11'de yer alan sıralama elde edilmiştir.

**Tablo 11. PROMETHEE yöntem sonucu**

	q+ Pozitif Akış	q- Negatif Akış	q(a)
1.Firma	0,8125755	-0,114216	0,9267918
2.Firma	0,4050992	0	0,4050992
3.Firma	0,0968297	0,0604772	0,0363524
4.Firma	0,1338944	0,0968297	0,0370648

$Q(a)$  sonuca göre sıralama yapılmaktadır.  $Q(a)$  sonucu 1'e daha yakın olan firma seçilmez. Buna göre 0,9267918 çıkan sonucuyla 1.Firma seçilmektedir. 0,0363524 çıkan sonuç ile 3. Firma sonuncu seçilmiştir.

## 5. TARTIŞMA

Türk savunma sanayiinde dijital olgunluk seviyesinin ölçülmesi, literatürdeki yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında önemli benzerlikler ve katkılar sunmaktadır. Tutkunca (2020) ve Baltacı (2020) gibi çalışmalar dijital dönüşümün temel unsurlarını ve uygulamalarını derinlemesine inceleyerek firmaların dijital dönüşüm süreçlerine rehberlik etmektedir. Türk savunma sanayiindeki bu çalışma da benzer şekilde teorik

temellerden yola çıkarak pratik uygulamaları analiz etmekte ve dijital olgunluk kavramının işletmeler üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır.

Ayrıca, Baki ve Serdar (2020a, 2020b) ve Arslan ve Şensoy (2022) gibi çalışmaların da belirttiği üzere, dijital dönüşüm sürecinde kullanılan olgunluk modelleri ve kriterler, firmaların dijital dönüşüm süreçlerini daha bilinçli ve etkili bir şekilde yönetmelerine yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada kullanılan AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri, Baltacı (2020) ve Kasnak ve Özkara (2022) gibi çalışmalarla paralellik göstermekte ve dijital olgunluk seviyelerini belirlemede kullanılan yöntemlerin geçerliliğini pekiştirmektedir.

Türk savunma sanayiindeki firmaların dijital olgunluk seviyelerini değerlendirirken belirlenen kriterlerin ağırlıklandırılması ve firmaların sıralanması, Gökcan (2023) ve Erdoğan ve Aydın (2023) gibi çalışmaların bulgularıyla da örtüşmektedir. Bu bağlamda, Türk savunma sanayiindeki firmaların dijital dönüşüm süreçlerinde karşılaştıkları güçlü ve zayıf yönlerin belirlenmesi, literatürdeki diğer sektörlere yönelik çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Bu çalışma, dijital olgunluk seviyesinin ölçülmesi ve analiz edilmesi sürecinde literatürdeki boşlukları doldurarak, savunma sanayiinin dijital dönüşüm süreçlerine önemli katkılar sunmaktadır. Literatürde mevcut olan benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında, Türk savunma sanayiinde dijital dönüşümün etkin bir şekilde yönetilmesine yönelik yeni yöntemlerin ve stratejilerin geliştirilmesine zemin hazırlamaktadır. Bu bağlamda, sektörel dinamiklerin daha iyi anlaşılmasına ve gelecekteki çalışmalara ışık tutacak değerli akademik katkılar sunulmasına yardımcı olmaktadır.

## 6. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Dijital olgunluk, akıllı üretim sistemlerinin kullanımıyla ortaya çıkan bir kavramdır. Bu kavram, verilerin dijitalleştirilmiş biçimini kullanarak firma ve sektörel süreçlerin verimliliğini ve etkinliğini arttırmakta büyük bir öneme sahiptir. Günümüz ekonomisinde, firmaların rekabet ortamında ayakta kalabilmesi için hızlı değişen müşteri taleplerine, insan kaynaklı hataların azaltılmasına ve üretim kapasitesinin artırılmasına yönelik çalışmaları ön plana çıkmaktadır.

Bu çalışmada Türk savunma sanayiinde belirlenen firmaların Dijital Olgunluk Seviyesi ölçülmesinde dikkat ettikleri kriterlerin belirlenmesi ve belirlenen kriterler doğrultusunda alternatifler arasında değerlendirilme yapılmıştır. Gerçekleştirilen bu çalışmanın ilk amacı, Dijital Olgunluk Seviyesi ölçülmesinde etkili olan kriterlerin tespit edilmesidir. Belirlenen kriterler AHP yöntemiyle ağırlıklandırılmıştır. AHP sonuca göre K3 kriteri en önemli önceliğe sahip kriter olarak belirlenmiştir. Endüstri 4.0 Teknolojileri Kullanma Süreçleri Teknolojik yetkinlik, stratejik planlama, yatırım kapasitesi, esneklik ve adaptasyon yeteneği ile iş birliği oluşturma gibi kriterler, işletmelerin bu dijital dönüşümü etkili bir şekilde yönetmelerine yardımcı olduğu için oldukça önemlidir.

Firmalar, bu kriterleri yerine getirebilmek için stratejik adımlar atmalıdır. Akıllı operasyon süreçlerini benimsemek için otomasyon ve veri analitiği kullanımını artırarak iş süreçlerini hızlandırmalı ve hata oranını azaltmalıdır. Endüstri 4.0 kültürünü benimsemek için dijital dönüşüm stratejisi belirlenmeli ve çalışanlara bu teknolojiler hakkında eğitimler verilmelidir. Ayrıca, ileri teknolojilere yatırım yaparak ve pilot projeler başlatarak bu teknolojilerin uygulanabilirliği test edilmelidir.

Savunma sanayiinde güvenlik süreçlerini iyileştirmek için veri güvenliği ve fiziksel güvenlik protokolleri oluşturulmalı ve personel bu konularda eğitilmelidir. Müşteri odaklı yaklaşımlar benimsenerek müşteri ihtiyaçlarına uygun ürün ve hizmetler geliştirilmeli, bu sayede memnuniyet ve sadakat artırılmalıdır. Ürün dayanıklılığı, dayanıklılık testleri ve kalite kontrol yöntemleri ile sağlanmalı, lojistik ve ulaşım yönetiminde verimlilik artırılmalıdır. Bilgi paylaşımı ve takım çalışması teşvik edilerek problemlerin hızlı ve yenilikçi çözümleri bulunmalı, Ar-Ge kültürü ile sürekli yenilikler yapılmalıdır.

Kriter ağırlıklarının belirlenmesinin ardından sonra alternatifler TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile firma önceliği sıralanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında en öncelikli firmanın hem TOPSIS hem de PROMETHEE yöntemine göre 1.Firma olduğu bulunmuştur.1.Firma diğer firmaya göre nispeten teknolojiye oldukça önem vermektedir. Diğer kriterler bazında da 1.Firma nispeten daha önem vermektedir. 2. Firma sırasını korumaktadır. 3.firma TOPSIS yönteminde biraz farklı olarak PROMETHEE metodunda 4. sırada yer almış, 4. firmada 3. sırada yer almıştır.

Bu çalışmada, her bir alternatifin dijital olgunluk seviyeleri değerlendirilmiştir ve bu değerlendirme sonucunda firmaların güçlü ve zayıf yönleri ortaya konulmuştur. Buna göre:

1. Alternatif, yüksek teknoloji yatırımı, güçlü Ar-Ge kapasitesi, ürün dayanıklılığına önem verme ve operasyonel verimlilik gibi güçlü yönlere sahiptir. Ancak, esneklik ve adaptasyon eksiklikleri ile çalışan eğitimi yetersizliği gibi zayıf yönlere sahiptir.

2. Alternatif, teknik bilgi ve yenilikçi yaklaşım, etkin lojistik ve ulaşım yönetimi, müşteri isteklerini karşılama yetkinliği gibi güçlü yönleri sahiptir. Ancak, teknolojik yetkinlik eksikliği ve Ar-Ge ile inovasyon ihtiyaçları gibi zayıf yönleri sahiptir.
3. Alternatif, müşteri taleplerini karşılama başarısı, güvenlik süreçlerine önem verme ve bilgi paylaşımı ile takım çalışması yetenekleri gibi güçlü yönleri sahiptir. Ancak, operasyonel verimlilik eksiklikleri ve teknolojik adaptasyon zayıflığı gibi zayıf yönleri sahiptir.
4. Alternatif, ürün dayanıklılığı, etkin lojistik yönetimi ve güvenlik protokollerine uyum gibi güçlü yönleri sahiptir. Ancak, teknolojik yetkinlik eksikliği, çalışan eğitiminde eksiklikler ve Ar-Ge faaliyetlerinde yetersizlik gibi zayıf yönleri sahiptir.

Bu çalışma ile hedeflenen amacı, literatürde mevcut olan boşlukları doldurmak ve sektörün ilerlemesine katkıda bulunmaktır. Türk savunma sanayiinde dijital olgunluk seviyesinin bilinçli şekilde ölçülerek eksiklerin çözüme kavuşarak, gelişmesine fayda sağlanacaktır.

Bu çalışmanın ardından, sektör bazında kapsamlı bir analiz yapılarak yeni yöntemlerin kullanıldığı bir araştırma gerçekleştirilebilir. Belirlenen bir firma için dijital olgunluk kriterlerinin değerlendirildiği daha özel çalışmalar gerçekleştirilebilir. Dijital olgunluk seviyelerini artıracak uygulamalara dair çalışmalar gerçekleştirilebilir. Elde edilen bulguların derinlemesine incelenmesi ve literatüre katkı sağlayacak şekilde genişletilmesi önerilmektedir. Yeni yöntemlerin uygulanması, sektördeki yapılan uygulamaların iyileştirilmesi ve yenilikçi çözümler geliştirilmesi açısından önemlidir. Bu sayede, sektör dinamikleri daha iyi anlaşılacak ve gelecekteki çalışmalara ışık tutacak değerli akademik katkılar sunulabilecektir.

#### **Yazar Katkıları / Author Contributions**

*Bülent Eren Demirel: Literatür Taraması, Kavramsallaştırma, Veri Derleme, Metodoloji, Makale Yazımı-oriijinal taslak Gülbahar Tınmaz: Literatür Taraması, Kavramsallaştırma, Veri Derleme, Metodoloji, Makale Yazımı-oriijinal taslak Emel Güven: Biçimsel Analiz, Metodoloji, Makale Yazımı-inceleme ve düzenleme Tamer Eren: Makale Yazımı-inceleme ve düzenleme*

*Bülent Eren Demirel: Literature Review, Conceptualization, Data Curation, Methodology, Writing-original draft Gülbahar Tınmaz: Literature Review, Conceptualization, Data Curation, Methodology, Writing-original draft Emel Güven: Formal Analysis, Methodology, Writing-review and editing Tamer Eren: Writing-review and editing*

#### **Çatışma Beyanı / Conflict of Interest**

Yazarlar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemiştir.  
*No potential conflict of interest was declared by the authors.*

#### **Fon Desteği / Funding**

Bu çalışmada herhangi bir resmi, ticari ya da kâr amacı gütmeyen organizasyondan fon desteği alınmamıştır.  
*Any specific grant has not been received from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.*

#### **Etik Standartlara Uygunluk / Compliance with Ethical Standards**

Yazarlar tarafından, çalışmada kullanılan araç ve yöntemlerin Etik Kurul izni gerektirmediği beyan edilmiştir.  
*It was declared by the authors that the tools and methods used in the study do not require the permission of the Ethics Committee.*

#### **Etik Beyanı / Ethical Statement**

Yazarlar tarafından bu çalışmada bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan edilmiştir.  
*It was declared by the authors that scientific and ethical principles have been followed in this study and all the sources used have been properly cited.*



Yazarlar, Verimlilik Dergisi'nde yayımlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.  
*The authors own the copyright of their works published in Journal of Productivity and their works are published under the CC BY-NC 4.0 license.*

#### **KAYNAKÇA**

- Altın, B., Özer, B., Güven, E. ve Eren, T. (2024). "Acil Durum ve Afetler İçin Destek İl Atanması ve Alternatif Güzergâh Seçimi: Kocaeli İlinde Bir Uygulama", *Türk Deprem Araştırma Dergisi*, 6(1), 215-235. DOI: 10.46464/tdad.1441663
- Arslan, B.E., Eren, T. ve Güven, E. (2023). "Afet Durumunda Arama Kurtarma Malzemelerinin Sevkiyatı İçin İnsansız Hava Araçlarının Seçimi", *Resilience*, 7(2), 293-303. DOI: 10.32569/resilience.1268208
- Arslan, H.M. ve Şensoy, Y. (2022). "Üretim İşletmelerinde Endüstri 4.0 Uyumlu Dijital Olgunluk Düzeyinin Belirlenmesi", *Turkish Academic Research Review*, 7(2), 356-372. DOI: 10.30622/tarr.1078971
- Asoğlu, İ., & Eren, T. (2018). "AHP, TOPSIS, PROMETHEE Yöntemleri İle Bir İşletme İçin Kargo Şirketi Seçimi", *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(16), 102-122.
- Ataman, A. C. (2018). "Savunma Sanayinde Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Tereddütlü Bulanık AHP Yöntemi İle Önceliklendirilmesi" (Yayımlanmamış doktora tezi), Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ayyıldız, M. E., & Demir, A. O. (2022). "Dijital Dönüşüm Olgunluk Seviyesinin Ölçülmesine Yönelik Modellerin İncelenmesi", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Girişimcilik Dergisi*, 6(12), 61-80. DOI: 10.55830/tje.1165670
- Baki, B., & Serdar, D. (2020a). "Sanayi 4.0 Olgunluk Modeli Uygulamaları Üzerine Literatür İncelemesi", *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(22), 766-787. DOI:10.36543/kauibfd.2020.033
- Baki, B., & Serdar, D. (2020b). "Sanayi 4.0 Olgunluk Düzeyinin Değerlendirilmesine Yönelik Çok Kriterli Bir Yaklaşım: Lojistik Sektörü Uygulaması", *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 38(4), 655-693. DOI:10.17065/huniibf.693578
- Baltacı, İ. (2020). "Lojistik Sektöründe Dijital Olgunluk Seviyesinin Ölçülmesi Ve Bir Uygulama" (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Bahçeşehir Üniversitesi.
- Bibby, L., & Dehe, B. (2018). "Defining And Assessing Industry 4.0 Maturity Levels—Case Of The Defence Sector.", *Production Planning & Control*, 29(12), 1030-1043. DOI: 10.1080/09537287.2018.1503355
- Değirmenci, A., & Ayvaz, B. (2016). "Bulanık Ortamda TOPSIS Yöntemi İle Personel Seçimi: Katılım Bankacılığı Sektöründe Bir Uygulama", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 15(30), 77-93.
- Demir, C. (2022). "Ürün Dayanıklılığı İçin Uygulanan Yöntemler Ve Etkinlikleri", *Türk Mühendislik Araştırmaları Dergisi*, 15(3), 112-130.
- Erdoğan, A., & Aydıntan, B. (2023). "Türk Sanayisinin Endüstri 4.0 Farkındalık Ve Olgunluk Seviyesi", *Third Sector Social Economic Review*, 58(2), 1415-1439. DOI: 10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.23.06.2155
- Gökcan, H. İ. (2023). "Havacılık Savunma Sanayiinde Endüstri 4.0 Entegrasyonunun Değerlendirilmesi" (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). "Multiple Attribute Decision Making: Methods And Applications", New York: Springer-Verlag. DOI: 10.1007/978-3-642-48318-9
- Johnson, A. (2020). "The Impact Of Employees' Education Level On Job Performance", *Journal of Organizational Behavior*, 25(3), 112-130.
- Kara, M., Yumuşak, R., & Eren, T. (2022). "Acil Yardım Müdahalesi Yapan Birimler İçin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Kargo Drone Seçimi", *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 4(2), 38-45. DOI:51534/tiha.1148876
- Kasnak, E., & Özkara, B. (2022). "Türkiye'deki İmalat Şirketlerinin Endüstri 4.0 Olgunluk Düzeyinin Belirlenmesi", *Verimlilik Dergisi*, 3, 365-380. DOI:10.51551/verimlilik.1069471
- Kılıç, H. S., Kalender, Z. T., Korkmaz, C., & Kaya, B. (2023). "An Integrated Methodology For The Assessment Of Industry 4.0 Maturity Level", *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 15(2). DOI: 10.13033/ijahp.v15i2.1096
- Kutlu, B., Abalı, Y., & Eren, T. (2012). "Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Seçmeli Ders Seçimi", *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2), 5-25.
- Olgun, B. A., & Turan, F. K. (2022). "Tekstil Sektöründe Dijital Dönüşüm Ve Tekstil Firmalarının Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Düzeyini Belirlemeye Yönelik Bir Çalışma", *Tekstil ve Mühendis*, 29(125), 28-40. DOI: 10.7216/1300759920222912504
- Oktay, U. (2021). "Türk Savunma Sanayisi İçin Endüstri 4.0 Olgunluk Modeli Geliştirilmesi" (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Sakarya Üniversitesi. DOI: 20.500.12619/97253
- Özkaya, A., Gür, Ş., & Eren, T. (2019). "Endüstri 4.0'a Geçiş Sürecinin Analitik Ağ Süreci İle Değerlendirilmesi", *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(2), 59-74.
- Öztürk, A. (2021). "Lojistik Ve Ulaşım Yönetim Yeteneği Üzerine Bir İnceleme", *Türk Lojistik Araştırmaları Dergisi*, 15(2), 78-92.
- Saaty, L. T. (1977). "A Scaling Method For Priorities In Hierarchical Structures", University Of Pennsylvania Wharton School, Philadelphia. DOI: 10.1016/0022-2496(77)90033-5



- Saaty, T. L. (1980). "*The Analytic Hierarchy Process*", New York: McGraw-Hill International Book Company.
- Saçak, R., Gür, Ş., & Eren, T. (2020). "Türkiye'nin Dijital Dönüşüm Yol Haritasında Yer Alan Stratejilerin TOPSIS Yöntemi İle Sıralanması", *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 21(2),335-346. DOI: 10.24889/ifede.839791
- Sağbaş, A., & Dermenci, M. S. (2023). "Dijital Dönüşüm Ekseninde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Endüstri 4.0 Olgunluk Modelinin Değerlendirilmesi", *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, 6(2), 74-85. DOI:10.55581/ejeas.1390175
- Sever, H., Aksungur, B. N., Güven, E., & Eren, T. (2024). "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Afetlerde İnsansız Hava Araçlarının Değerlendirilmesi", *Acil Yardım ve Afet Bilimi Dergisi*, 4(1), 15-22.
- Tutkunca, T. (2020). "İşletmelerde Dijital Dönüşüm Ve İlgili Bileşenlerinin Analiz Edilmesi Üzerine Kavramsal Bir Araştırma", *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(1), 65-75.
- Ustaoğlu, N. (2019). "A Maturity Model For Digital Transformation" (Yayımlanmamış doktora tezi). DOI: 10.46872/pj.508
- Yılmaz, A. (2022). "Çalışanların Endüstri 4.0 Araçlarına Yetkinliği Üzerine Bir Değerlendirme", *Türk Endüstri 4.0 Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 45-60.

