



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/politeknik>



Savunma sanayinde kalite yönetim sistemi olgunluğunun çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi

Quality management system maturity in defense industry evaluation with multi criteria decision making methods

Yazar(lar) (Author(s)): Özge Nur DEMİR¹, Aylin ADEM²

ORCID¹: 0000-0003-4315-8644

ORCID²: 0000-0003-4820-6684

To cite to this article: Demir Ö. N. ve Adem A., “Savunma sanayinde kalite yönetim sistemi olgunluğunun çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi”, *Journal of Polytechnic*, *(*) : *, (*).

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz: Abuşka M., Akgül M. B. ve Altıntaş V., “Yutucu plaka üzerine konik yayların yerleştirildiği güneş enerjili hava kollektörünün bulanık mantık ile modellenmesi”, *Politeknik Dergisi*, *(*) : *, (*).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.org.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.1468860

Savunma Sanayinde Kalite Yönetim Sistemi Olgunluğunun Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi

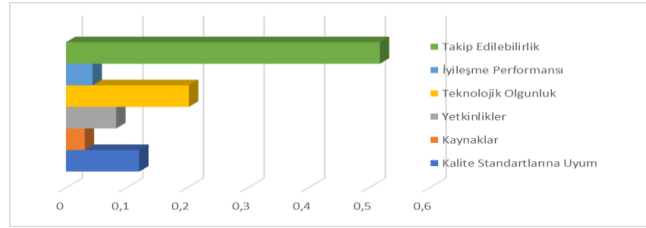
Quality Management System Maturity in Defense Industry Evaluation with Multi Criteria Decision Making Methods

Önemli noktalar (Highlights)

- ❖ Olgunluk değerlendirme kriterleri, savunma sanayine özgü standartlardan hareketle belirlenmiştir./ Maturity assessment criteria are based on standards specific to the defense industry.
- ❖ Olgunluk kriterleri AHP yöntemi ile önceliklendirilmiş, tedarikçiler AHP, ARAS ve EDAS yöntemleri kullanılarak sıralanmıştır./ Maturity criteria were prioritized with AHP method and suppliers were ranked using AHP, ARAS and EDAS methods.
- ❖ En önemli ve en az önemli kriterler sırasıyla "takip edilebilirlik", ve "kaynaklar" olarak belirlenmiştir./ The most and the least important criterion was determined as "traceability and "resources", respectively

Grafik Özet (Graphical Abstract)

Bu makalede Tedarikçilerin Kalite Yönetim Sistemi (KYS) olgunluklarının değerlendirilmesine yönelik birden fazla Çok Kriterli Karar Verme tekniğinin kullanılması ile bütünlük bir karar modeli önerisi yapılmıştır./ In this paper, an integrated decision model for the evaluation of suppliers' Quality Management System (QMS) maturity is proposed by using multiple Multi-Criteria Decision Making techniques.



Şekil. Kriter ağırlıkları /Figure. Criteria weights

Amaç (Aim)

Çalışmanın amacı; savunma sanayinde tedarikçilerin KYS olgunluklarının değerlendirilmesinde kullanılacak bir model önermektir. / The aim of the study is to propose a model to be used in the assessment of QMS maturity of suppliers in the defense industry.

Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

Kriterlerin önceliklendirilmesi için AHP yöntemi kullanılmıştır. Seçilen 4 tedarikçi, AHP, ARAS ve EDAS yöntemleri kullanılarak KYS olgunluklarına göre sıralanmıştır. / AHP method was used to prioritize the criteria. The four selected suppliers were ranked according to their QMS maturity using AHP, ARAS and EDAS methods.

Özgünlük (Originality)

Çalışma, savunma sanayinde KYS olgunluğunun değerlendirmesinde kullanılacak kriterlerin belirlenmesi ve önceliklendirilmesine yönelik olması açısından özgündür. / The study is original in terms of identifying and prioritizing the criteria that can be used in the assessment of QMS maturity in the defense industry.

Bulgular (Findings)

Takip edilebilirliğin en önemli değerlendirme kriteri olduğu görülmüştür. / Traceability was found to be the most important evaluation criteria.

Sonuç (Conclusion)

Bu çalışmada, tedarikçilerin KYS olgunluklarının belirlenmesinde kullanılacak bir olgunluk değerlendirme modeli önerilmiştir. / In this study, a maturity assessment model that can be used to determine the maturity of suppliers' QMS is proposed.)

Etik Standartların Beyanı (Declaration of Ethical Standards)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler. / The author(s) of this article declare that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

Savunma Sanayinde Kalite Yönetim Sistemi Olgunluğunun Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi

Araştırma Makalesi / Research Article

Özge Nur DEMİR^{1*}, Aylin ADEM²

¹Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Türkiye

²Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 15.04.2024 ; Kabul/Accepted : 27.05.2024 ; Erken Görünüm/Early View :07.06.2024)

ÖZ

Savunma sanayi, tüm dünyada stratejik öneme sahip bir sektördür. Savunma sanayi ürünleri hassas ve kritik ürünler olduğundan, bu sektörde kalite, kusursuzluk ve güvenilirliğin temelini oluşturur. Savunma sanayinde doğru tedarikçilerin seçilmesi ürün kalitesi, güvenilirlik ve ulusal güvenlik açısından oldukça önemlidir. Tedarikçiler için ürün kalitesinin sürekli olarak izlenmesini, değerlendirilmesini ve iyileştirilmesini sağlayan kalite yönetim sistemi, savunma sanayindeki tedarikçilerin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve yönetilmesinde önemli bir rol oynar. Bu sistem, tedarikçilerin kalite odaklı yaklaşımlarını destekler ve son ürünlerin kalitesini artırmaya katkıda bulunur. Dolayısıyla savunma sanayinde tedarikçi seçim sürecine tedarikçilerin kalite yönetim sisteminin de dahil edilmesi gerekmektedir. Mevcut çalışmanın amacı, savunma sanayindeki kurumlara tedarikçilerinin kalite yönetim sistemi olgunluğunun değerlendirilmesi hususunda yol göstermektir. Bu amaç dahilinde ilk olarak, savunma sanayi için kalite yönetim sistemi olgunluk değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. Ardından, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP (Analytic Hierarchy Process) kullanılarak kriterler ağırlıklandırılmıştır. Son olarak, seçilen örnek tedarikçilerin AHP, ARAS (Addictive Ratio Assessment) ve EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) yöntemleri kullanılarak kalite yönetim sistemi olgunluklarına göre sıralanması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kalite yönetim sistemi, tedarikçi değerlendirme, olgunluk değerlendirme, çok kriterli karar verme

Quality Management System Maturity in Defense Industry Evaluation with Multi Criteria Decision Making Methods

ABSTRACT

The defense industry is a sector of strategic importance all over the world. Since defense industry products are sensitive and critical products, quality is the basis of perfection and reliability in this sector. Choosing the right suppliers in the defense industry is very important in terms of product quality, reliability and national security. The quality management system, which ensures continuous monitoring, evaluation and improvement of product quality for suppliers, plays an important role in the identification, evaluation and management of suppliers in the defense industry. This system supports suppliers' quality-oriented approaches and contributes to improving the quality of end products. Therefore, the quality management system of suppliers should be included in the supplier selection process in the defense industry. The aim of the present study is to guide defense industry organizations in assessing the quality management system maturity of their suppliers. For this purpose, firstly, quality management system maturity assessment criteria for the defense industry were determined. Then, the criteria were weighted using AHP (Analytic Hierarchy Process), one of the multi-criteria decision making methods. Finally, the selected sample suppliers were ranked according to their quality management system maturity using AHP, ARAS (Addictive Ratio Assessment) and EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) methods.

Keywords: Quality management system, supplier assessment, maturity assessment, multi criteria decision making

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

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 [1]. Savunma sanayi, silahlı kuvvetlerinin ihtiyaç duyduğu özgün ürünlerin karşılanabilmesi için devletler tarafından

desteklenmektedir. [2]. Ulusal güvenlik ve bağımsızlıkla ilgili stratejik bir sanayi olduğu için de yönetimi etkin bir şekilde gerçekleştirilmelidir [3].

Son zamanlarda tüm dünyada teknolojik ve siyasi gelişmelere bağlı olarak savunma sanayinin kritikliği artarken, bu sektörde faaliyet gösteren firmalar ve ürün çeşitliliği de gün geçtikçe artmaya başlamıştır. Savunma sanayindeki firmalar diğer firmalara göre bazı farklılıklara sahiptir. Yüksek performans ve ürün kalitesi, bu firmalar için her zaman düşük maliyet ve yüksek kardan daha önceliklidir [1]. Savunma sanayi firmaları

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)

e-posta : ozge.aksoy@tubitak.gov.tr

tarafından üretilecek ürünler, bu ürünlerin sağlayacağı gereksinimler, üretim süreleri, ürün adetleri ve potansiyel müşteriler devletin onay ve kontrolüne tabiidir. Ayrıca bu firmalar, kendi faaliyetlerini sürdürürken yan ve alt sanayinin gelişmesine de katkıda bulunmaktadır [1].

Savunma sanayi firmaları için yönetim sistemlerinin ve süreç yaklaşımının benimsenmesi, kalite araçlarının (kaizen, yalın üretim vb.) kullanılması ve sektöre özgü standartların temel alınması; faaliyetlerini iyileştirmek ve geliştirmek için kullanabilecekleri fırsatlardır [4]. Yönetim sistemi, kuruluşun süreçlerinin tanımlanması, bu süreçlerin girdilerinin ve çıktılarının belirlenmesi, bunlar için gerekli kaynakların sağlanması ve olası risklerin tanımlanması faaliyetlerini içerir [4]. Tam anlamıyla uygulanan ve işleyen bir kalite yönetim sistemi (KYS) ise müşterilere, firmanın belirtilen gereksinimlere uyan ürünler üretip tedarik edebileceğine dair bir garanti verir. Toplam kalite yönetimi ilkelerini takip etmek, firmaları müşterilerin gereksinimlerini sürekli olarak analiz etme, belirtilen özelliklere sahip bir ürünün oluşturulmasını doğrudan etkileyen ana süreçleri belirleme ve bunları yönetme konusunda motive eder [4].

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 [5]. Bu nedenle savunma sanayi firmaları için KYS etkinliği oldukça önemlidir. İç denetimler, yetkili kurumlar tarafından yapılan belgelendirme denetimleri ve müşteri değerlendirmeleri KYS'yi ölçülebilmek için sıklıkla tercih edilen yöntemlerdir [5].

Denetimler, uygulanması gereken süreçlerin nasıl uyguladığı hakkında bilgi toplamak ve sistemin etkinliğini değerlendirmek, başarı için kritik olan iyileştirme fırsatlarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilir [6].

Müşteri denetimlerinde ise genellikle, müşteri tarafından belirlenen özel şartlara ilişkin değerlendirmeler yapılmaktadır.

Etkin bir tedarik zinciri yönetmek ve güçlü tedarikçilerle iş birliği yapmak, diğer sektörlerde olduğu gibi savunma sanayi için de stratejik öneme sahiptir [7]. Savunma sanayinde tedarik zinciri boyunca güvenilir tedarikçilere sahip olmak, üretim ve operasyonel süreçlerin güvenliğini sağlamak için oldukça kritiktir. Tedarikçi seçimine gösterilen özen ise, tedarik zinciri yönetiminin etkinliğine katkı sağlamaktadır [7]. Tedarikçi seçimi; birden fazla karar vericinin olması, hem tedarikçi alternatiflerinin hem de seçim kriterlerinin çokluğu nedeniyle karmaşık bir karar problemidir [8]. Problemin en doğru şekilde çözümlenebilmesi için, karar verme sürecinde bilimsel yöntemlerin kullanılması gerekmektedir [8]. Tedarikçi seçim problemlerinin çözümünde çok kriterli karar verme yöntemleri sıklıkla kullanılmaktadır [7]. Karar vericiler için kriterlerin ağırlıklandırılması/önem derecelerinin belirlenmesinde

ve alternatiflerin kriterlere göre sıralandırılması/önceliklendirilmesinde literatürdeki çalışmalar incelendiğinde farklı çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulandığı gözlenmiştir.

Buradan hareketle, savunma sanayinde hizmet veren tedarikçilerin KYS olgunluklarının değerlendirilebilmesi için kriterlerin belirlenmesi ve ağırlıklarının çok kriterli karar verme yöntemleriyle hesaplanmasına yönelik bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmanın başında yapılan literatür araştırmasına yönelik özet sonuçlar Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Özet literatür araştırması (Summary of literature review)

| Yazar | Uygulama Alanı | Yöntem |
|--------------------------|---|----------------------------------|
| Dağdeviren vd. [9] | Tedarikçi seçimi | PROMETHEE |
| Dağdeviren vd. [10] | Silah seçimi | AHP ve bulanık TOPSIS |
| Kapar [11] | Üretim işletmesinde tedarikçi seçimi | AHP |
| Yüksel vd. [12] | Kimya eğitimi hedeflerinin belirlenmesi | AHP ve PROMETHEE |
| Aydın ve Eren [13] | Savunma sanayinde tedarikçi seçimi | Bulanık AHP ve hedef programlama |
| Akman vd. [7] | Savunma sanayinde tedarikçi seçimi | AHP ve ORESTE bütünlük yöntemi |
| Adem [14] | Risk analizi tekniklerinin değerlendirilmesi | AHP |
| Rasmussen vd. [15] | Havacılık ve savunma sanayinde tedarikçi seçimi | AHP, bulanık TOPSIS ve SECA |
| Yerli ve Öztürk [16] | Ahşap sektöründe tedarikçi seçimi | AHP ve TOPSIS |
| Ecer [17] | Kurumsal kaynak planlama yazılımı seçimi | ARAS |
| Yıldırım vd. [18] | Personel seçimi | ARAS |
| Adem ve Dağdeviren [19] | Gösterge paneli alternatiflerinin değerlendirilmesi | ARAS |
| Ghorabae vd. [20] | Çok kriterli envanter sınıflandırma | EDAS |
| Ulutaş [21] | Dikiş makinesi seçimi | EDAS |
| Özçelik [22] | Medikal cihaz seçimi | EDAS |
| Güneri ve Deveci [23] | Savunma sanayinde tedarikçi seçimi | Bulanık küme tabanlı EDAS |
| Demirtaş ve Akdoğan [24] | Savunma sanayi tedarikçi seçimi | Bulanık TOPSIS |

Çalışmada; KYS olgunluğunun değerlendirilmesi için belirlenen kriterlerin göreceli önem ağırlıkları, AHP (Analytic Hierarchy Process) yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Seçilen dört örnek tedarikçi AHP, ARAS (Addictive Ratio Assessment) ve EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) yöntemleri kullanılarak KYS olgunluğu açısından sıralanmıştır.

Bu çalışma ile elde edilen sonuçların savunma sanayinde faaliyet gösteren firmalar için önem arz edeceği öngörülmektedir. Değinilen konunun literatürde önceden yer almamış olması bu çalışmanın özgün değerini oluşturmaktadır.

Makalenin ikinci bölümünde, çalışmada kullanılan yöntemler tariflenmiştir. Üçüncü bölümde KYS olgunluğunun değerlendirmesinde kullanılacak ve uzman görüşü ile belirlenen kriterler ve kriterlerin açıklamaları verilmiştir. İlk olarak AHP yöntemi ile kriterlerin göreceli önem ağırlıkları hesaplanmış, tedarikçiler kriterlere göre değerlendirilmiş ve tüm değerlendirmeler için tutarlılık analizi yapılmıştır. Ardından ARAS ve EDAS yöntemleri de uygulanmış ve tedarikçiler KYS olgunluklarına göre sıralanmıştır. Bu bölümde ayrıca, üç yöntemden elde edilen sonuçlar da yorumlanmıştır. Son olarak dördüncü bölümde genel bir değerlendirme yapılarak çalışmadan elde edilen sonuç ve kazanımlar tartışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL and METHOD)

Tedarikçilerin KYS olgunluklarının değerlendirilebilmesi için kriter ağırlıklarının belirlenmesinde AHP yöntemi, tedarikçilerin olgunluklarına göre sıralanmasında ise AHP, ARAS ve EDAS yöntemleri kullanılmıştır. Yöntemlere ilişkin açıklamalar ve hesaplama adımları izleyen bölümlerde verilmiştir.

2.1. AHP Yöntemi (Analytic Hierarchy Process Method)

Bu çalışmada, tedarikçiler için KYS olgunluğunun değerlendirilebilmesinde kullanılacak kriterlerin önem derecelerini (ağırlıklarını) belirleyebilmek için Saaty tarafından geliştirilen AHP yöntemi kullanılmıştır [25]. AHP yönteminde; problem (amaç), kriterler ve alternatiflerden oluşan karar hiyerarşisi tanımlanmaktadır. Bu yapıda kriterlerin birbirlerine etki etmediği varsayılmaktadır [10]. AHP yöntemi, karar problemini oluşturan elemanlar arasında ikili karşılaştırmalar yaparak sonuca ulaşmaya çalışan bir karar verme yöntemidir ve mantığı lineer cebire dayanmaktadır [14]. Çalışmada ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında Saaty tarafından önerilen ve Çizelge 2’de verilen 1-9 ölçeği kullanılmıştır.

AHP yönteminin temel aşamaları şu şekilde tanımlanabilir [14, 26]:

- Karar hiyerarşisinin tanımlanması,

- Karar hiyerarşisindeki elemanlar arasında ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ve bu matrislerin tutarlılıklarının analiz edilmesi
- Önceliklerin (ağırlıkların) hesaplanması.

AHP yönteminin temel adımlarına yönelik hesaplama adımları izleyen şekilde özetlenmiştir [14, 25, 27, 28]:

Birinci adımda, karar problemi doğru ve tam bir şekilde tanımlanır. Amaca uygun şekilde kriterler belirlenir. Alternatifler söz konusu ise aralarındaki farklılıkların çok fazla olmamasına dikkat edilir. Problem (amaç), ana ve alt kriterler (varsa) ve seçeneklerden oluşan karar hiyerarşisi oluşturulur.

İkinci adımda, kriterler arasında Eş. (1)’de örneklendiği gibi ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Alternatifler varsa, her bir kriter için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Karşılaştırma matrisi, nxn boyutlu kare matristir. Matrislerdeki aij değerleri, Tablo-1’de verilen ölçeğe uygun olarak belirlenir. Köşegen üzerinde yer alan değerler, yani i=j olduğunda, 1 değerini alır.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Çizelge 2. Önem ölçeği (Scale of importance) [19]

| Önem Derecesi | Açıklama |
|---------------|------------------------------|
| 1 | Eşit önem |
| 3 | Orta derecede önemli |
| 5 | Kuvvetli derecede önemli |
| 7 | Çok kuvvetli derecede önemli |
| 9 | Kesin önemli |
| 2, 4, 6, 8 | Ara değerler |

İKM’ler oluşturulurken, ikili karşılaştırmalar için matrisin üst üçgensel bölgesi kullanılır. Alt üçgensel bölgede yer alan değerler, Eş. (2)’de belirtildiği şekilde hesaplanır.

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (2)$$

Üçüncü adımda, İKM’lerden hareketle kriterlerin ağırlıkları hesaplanır. Bunun için ilk olarak İKM’deki her bir değer, Eş. (3) kullanılarak bulunduğu sütundaki sütun toplamına bölünmesiyle, Eş. (4)’te verilen normleştirilmiş İKM (C) elde edilir.

$$c_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (3)$$

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & \dots & c_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Kriter öncelikleri/ağırlıklarını ifade eden Eş. (5)'teki W vektörü, Eş. (6) kullanılarak normalleştirilmiş İKM'deki karşılık gelen ilgili satır ortalamalarının alınması ile hesaplanır.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (6)$$

AHP yöntemi için, İKM'lerdeki tutarlılık oranının hesaplanması, doğru sonuçlara yaklaşabilmek için önemli bir aşamadır. İlk olarak herhangi bir İKM için, Eş. (7)'de verilen ağırlıklı toplam vektörü (D) hesaplanır. Vektörün, Eş. (9) kullanılarak hesaplanan öncelik/ağırlıklara bölünerek Eş. (8) elde edilir.

$$D = \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$E = \begin{bmatrix} e_1 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$e_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (9)$$

Eş. (10) kullanılarak λ_{max} elde edilir. Tutarlılık indeksi (CI) Eş. (11) ile hesaplanır.

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (10)$$

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (11)$$

Son olarak Eş. (12) kullanılarak İKM'ler için tutarlılık oranı hesaplanır. Eşitlikteki RI ifadesi ilgili matrisin boyutuna göre Çizelge 3'deki değerleri alan standart bir düzeltme değeridir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (12)$$

Çizelge 3. RI Değerleri (RI values)

| n | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

Hesaplanan tutarlılık oranı 0,1'den küçükse, söz konusu İKM tutarlı kabul edilir. Aksi takdirde İKM'ler yeniden düzenlenmeli ve tüm adımlar tekrar edilmelidir [14].

2.2. ARAS Yöntemi (Addictive Ratio Assessment Method)

ÇKKV yöntemlerinden biri olan ARAS (Addictive Ratio Assessment), 2010 yılında Zavadskas ve Turksis tarafından geliştirilen ve alternatifleri fayda fonksiyonlarının aldığı değerler özelinde sıralayan bir yöntemdir [29, 18]. ARAS yönteminde fayda derecesi,

alternatiflerin optimallik fonksiyonu değeri ile optimal kabul edilen alternatifin optimallik fonksiyonu değerinin karşılaştırılmasıyla belirlenir. Alternatifler bu değerlerin büyüklüğüne göre sıralanır [17].

ARAS yöntemi 4 adımdan oluşmaktadır [29, 19]:

Birinci adımda, m alternatifleri (satur), n de kriterleri (sütun) göstermek üzere Eş. (13) ile gösterilen karar matrisi oluşturulur. Diğer yöntemlerden farklı olarak, karar matrisinin en üst satırında kriterlerin optimal değerleri eklenir. Optimal değerler, Eş. (14) ve Eş. (15)'e göre belirlenir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & \dots & x_{0j} & \dots & x_{0n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{i1} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = 0, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (13)$$

$$\text{Eğer } j.\text{kriterin yönü maksimizasyon ise,} \\ x_{0j} = \max_i x_{ij} \quad (14)$$

$$\text{Eğer } j.\text{kriterin yönü minimizasyon ise,} \\ x_{0j} = \min_i x_{ij}^* \quad (15)$$

İkinci adımda: kriterlerin optimizasyon yönleri farklı ise yönlerin aynı olması için Eş. (16)'da verilen normalize karar matrisi oluşturulur. Normalizasyon işlemi; maksimizasyon yönlü kriterler için Eş. (17), minimizasyon yönlü kriterler için Eş. (18) kullanılarak yapılır.

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{01} & \dots & \bar{x}_{0j} & \dots & \bar{x}_{0n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \bar{x}_{i1} & \dots & \bar{x}_{ij} & \dots & \bar{x}_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \bar{x}_{m1} & \dots & \bar{x}_{mj} & \dots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix}; i = 0, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (16)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (17)$$

$$x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^*}; \quad \bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (18)$$

Üçüncü adımda, Eş. (19)'da verilen ağırlıklı normalize karar matrisi Eş. (21)'deki denkleme göre oluşturulur. Kriter ağırlıkları w_{ij} ile temsil edilir ve Eş. (20)'deki gibi toplamları 1'dir.

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{01} & \dots & \hat{x}_{0j} & \dots & \hat{x}_{0n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \hat{x}_{i1} & \dots & \hat{x}_{ij} & \dots & \hat{x}_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \hat{x}_{m1} & \dots & \hat{x}_{mj} & \dots & \hat{x}_{mn} \end{bmatrix}; i = 0, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (19)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (20)$$

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij} w_j; i = 0, \dots, m \quad (21)$$

Dördüncü adımda, her bir alternatif için optimallik fonksiyonunun değerleri (S_i) Eş. (22) kullanılarak belirlenir. S_i değerinde en büyük değer en iyiyi temsil

eder. Alternatifler için bu değerin yüksek olması alternatifin üst sıralara taşırken, düşük olması da alternatifin tercih edilebilirliğini düşürür.

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij}; i = \overline{0, \dots, m} \quad (22)$$

Son olarak; Eş. (23) kullanılarak alternatiflerin S_i değerlerinin, S_0 optimal fonksiyon değerine oranı o alternatif için fayda değerini (K_i) verir. Fayda değerleri [0-1] aralığında olup, büyükten küçüğe sıralandığında alternatifler de önem derecesine göre sıralanmış olur.

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}; i = \overline{0, \dots, m} \quad (23)$$

2.3. EDAS Yöntemi (Evaluation based on Distance from Average Solution Method)

ÇKKV yöntemlerinden biri olan EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution), 2015 yılında Ghorabae ve arkadaşları tarafından geliştirilen ve alternatifleri ortalama çözüme uzaklıkları bakımından değerlendiren bir yöntemdir [20]. EDAS yönteminde hesaplanan ortalama pozitif uzaklık (PDA) ve ortalama negatif uzaklık (NDA) değerleri, ortalama çözüm ile alternatifin arasındaki farkı işaret eder. Alternatifler yüksek PDA ve düşük NDA değerlerine göre tercih edilir [20, 22].

EDAS yöntemi 4 adımdan oluşmaktadır [20, 22, 21, 23]:

Birinci adımda; alternatiflerin değerlendirileceği kriterler belirlenir.

İkinci adımda; Eş. (24)'teki gibi karar matrisi oluşturulur.

X_{ij} = j. kriter için i. alternatifin performans değeri;

$$X = [X_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & \dots & X_{nm} \end{bmatrix} \quad (24)$$

Üçüncü adımda; her bir kriter için alternatif değerlerinin ortalamaları Eş. (25)'e göre hesaplanarak Eş. (26)'da gösterilen Ortalama çözüm matrisi (AV) oluşturulur.

$$AV_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{n} \quad (25)$$

$$AV = [AV_j]_{1 \times m} \quad (26)$$

Dördüncü adımda; fayda ve maliyet temelli kriterler için ortalama pozitif (PDA) ve negatif (NDA) uzaklık matrisleri Eş. (27) ve Eş. (28)'e göre oluşturulur. PDA ve NDA arasındaki ilişki Eş. (30) ile verilmiştir.

PDA_{ij} ; alternatifin kriter için ortalama pozitif uzaklığı

$$PDA = [PDA_{ij}]_{n \times m} \quad (27)$$

NDA_{ij} ; alternatifin kriter için ortalama negatif uzaklığı

$$NDA = [NDA_{ij}]_{n \times m} \quad (28)$$

$$PDA_{ij} > 0 \text{ ise } NDA_{ij} = 0 \text{ ve}$$

$$NDA_{ij} > 0 \text{ ise } PDA_{ij} = 0; \forall i \quad (29)$$

j. kriter fayda temelli ise PDA_{ij} ve NDA_{ij} değerleri sırasıyla Eş. (30) ve Eş. (31)'e göre hesaplanır.

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (X_{ij} - AV_j))}{AV_j} \quad (30)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j} \quad (31)$$

j. kriter maliyet temelli ise PDA_{ij} ve NDA_{ij} değerleri sırasıyla Eş. (32) ve Eş. (33)'e göre hesaplanır.

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j} \quad (32)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (X_{ij} - AV_j))}{AV_j} \quad (33)$$

Beşinci adımda; her bir alternatifin PDA_{ij} ve NDA_{ij} değerlerinin kriter ağırlıkları (w_j) ile çarpılmasıyla, ağırlıklı toplam pozitif (SP_i) ve negatif uzaklıklar (SN_i) Eş.(34) ve Eş.(35)' e göre hesaplanır.

$$SP_i = \sum_{j=1}^m w_j \times PDA_{ij} \quad (34)$$

$$SN_i = \sum_{j=1}^m w_j \times NDA_{ij} \quad (35)$$

Altıncı adımda; alternatifler için SP ve SN değerleri Eş. (36) ve Eş. (37)'ye göre normalize edilerek NSP_i ve NSN_i hesaplanır. Her bir alternatif için değerlendirme puanı (AS) Eş. (38) kullanılarak hesaplanır.

$$NSP_i = \frac{SP_i}{\max_i(SP_i)} \quad (36)$$

$$NSN_i = 1 - \frac{SN_i}{\max_i(SN_i)} \quad (37)$$

$$AS_i = \frac{1}{2}(NSP_i + NSN_i) \quad (38)$$

Yedinci ve son adımda; her bir alternatif için hesaplanan puanlar büyükten küçüğe sıralanır. En iyi alternatif, AS değeri en büyük olan alternatiftir.

3. UYGULAMA VE SONUÇLAR (APPLICATION AND RESULTS)

3.1. Değerlendirme Kriterleri (Evaluation Criteria)

Çalışmanın bu aşamasında ilk olarak tedarikçilerin KYS olgunluğunun değerlendirilmesinde kullanılacak kriterlere yönelik bir araştırma yapılmıştır. Kriterler uzman görüşü ile belirlenmiş olup sektöre göre farklılık göstermediği varsayılmıştır. Belirlenen altı adet kriter ve kriterlere yönelik açıklamalar aşağıda verilmiştir:

Kalite Standartlarına Uyum (KSU); tedarikçinin kabul edilebilir bir KYS sertifikasyonuna sahip olması ve sözleşmede belirtilen özel KYS gerekliliklerini sağlamasıdır. Çalışılacak tedarikçilerin en az ISO 9001:2015 standardı kapsamında sertifikalandırılmış olması beklenmektedir. Tedarikçilerin aynı zamanda müşteri gereksinimlerini anlaması ve bu gereksinimleri karşılayacak uygun süreçleri, prosedürleri ve kaynakları sağlaması gerekmektedir.

Kaynaklar (K); tedarikçilerin, ürünlerin üretimi ve hizmetlerin sunumu için uygun bir altyapı ve çalışma ortamı sağlamasıdır. Altyapı ve ortamın etkin bir şekilde yönetilmesi, iş süreçlerinde ve teknolojideki değişikliklere uyum sağlamak için sürekli olarak iyileştirilmesi tedarikçilerin güvenilir ve kaliteli ürünler üretmesine katkıda bulunur.

Yetkinlikler (Y); çalışanların eğitim seviyesi ve yetkinliklerinin, yapacakları iş ile uyumlu olmasıdır. Kalite ile ilgili çalışanların oranı, çalışanların kalite konusundaki bilgi düzeyi, süreçleri etkin bir şekilde yönetme kabiliyetleri ve kalite hedeflerine bağlılıkları KYS olgunluğuna etki eden önemli hususlardır. Ayrıca kalibrasyon ve test süreçlerinin doğru bir şekilde gerçekleştirilmesi ve sonuçlarının güvenilir olması için çalışanların yetkinliği oldukça önemlidir. Tedarikçilerin bu sorumluluklar için yeterli sayıda çalışan istihdam etmesi ve uygun kaynakları sağlaması beklenmektedir.

Teknolojik Olgunluk (TO); ürün kalitesini artırmak, süreçlerin daha verimli hale gelmesini sağlamak ve kalite standartlarına uyumu kolaylaştırmak için yazılımlardan (kurumsal kaynak planlama yazılımları, test/analiz

yazılımları vb.) faydalanılmasıdır. Yazılım, kalite yönetimi süreçlerinin daha etkin bir şekilde yönetilmesine ve izlenmesine yardımcı olur. Yazılım sayesinde ürün kalitesiyle ilgili verilerin toplanması ve analiz edilmesi kolaylaşacağından; kalite performansının izlenmesi, olası sorunların önceden tespit edilmesi ve sürekli iyileştirme fırsatlarının belirlenmesi de kolaylaşır.

İyileştirme Performansı (İP); mevcut süreç ve uygulamaların iyileştirilmesi, hata ve uygunsuzlukların etkin şekilde çözülmesi ve gelecekte de tekrar etmesinin önlenmesidir. Bu faaliyetler, ürün kalitesinin artırılması, müşteri memnuniyetinin sağlanması ve iş süreçlerinin verimliliğinin artırılmasına katkıda bulunur. Kalite yönetim araçlarının kullanılması (örn. kaizen, altı sigma, istatistiksel süreç kontrolü, üretim parçası onay süreci vb.), sürekli iyileştirme faaliyetlerinin sıklığı, iyileştirme önerilerinin uygulanma oranı gibi faktörler bu değerlendirmede dikkate alınmalıdır.

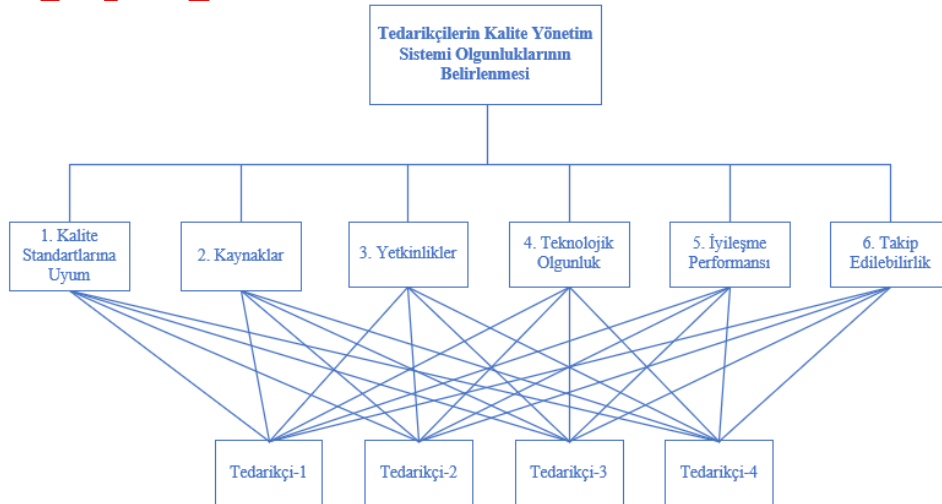
Takip Edilebilirlik (TE); tedarik zinciri boyunca malzemelerin, bileşenlerin ve ürünlerin gerektiğinde geri çağırılabilir şekilde izlenebilirliğinin sağlanmasıdır. Bunun için ürün ve bileşenler benzersiz bir şekilde tanımlanmalı (kimliklendirme), nereden geldiği, hangi süreçlerden geçtiği ve nereye gittiğine ilişkin kayıtlar tutulmalı ve bu kayıtlar uygun ortam ve sürelerde muhafaza edilmelidir. Takip edilebilirlik, sadece tedarikçilerde değil, tedarik zinciri boyunca etkili olmalıdır. Seçilen tedarikçilerin de kendi alt tedarikçilerinde bu izlenebilirliği sağlaması beklenmektedir.

Değerlendirmek üzere, dört tedarikçi firma seçilmiştir. Tedarikçilerin her biri talaşlı imalat alanında üretim hizmeti vermektedir. Tedarikçilerin ürettiği parçalar, mühimmatların kritik alt sistemlerinde kullanılmaktadır.

Tedarikçilerin KYS olgunluklarının belirlenmesi için uygulanan AHP, ARAS ve EDAS yöntemlerine ilişkin adımlar, izleyen başlıklarda verilmiştir.

3.2. AHP Yöntemi Sonuçları (Results of AHP Method)

Karar hiyerarşisi, Şekil 1'deki gibi oluşturulmuştur.



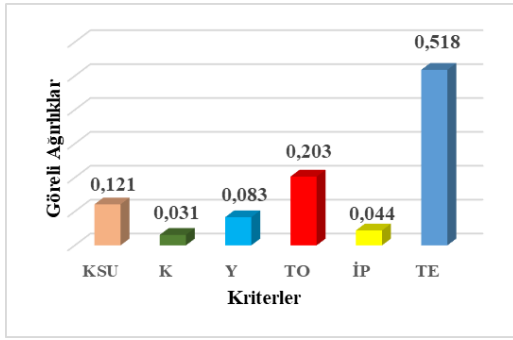
Şekil 1. Karar Hiyerarşisi (Hierarchy of decisions)

Kriterler için Çizelge 4’de verilen İKM oluşturulmuştur.

Çizelge 4. Kriterler için ikili karşılaştırma matrisi (Pairwise comparison matrix for criteria)

| | KSU | K | Y | TO | İP | TE |
|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|
| KSU | 1 | 6 | 2 | 1/2 | 3 | 1/7 |
| K | 1/6 | 1 | 1/5 | 1/4 | 1/2 | 1/9 |
| Y | 1/2 | 5 | 1 | 1/5 | 2 | 1/7 |
| TO | 2 | 4 | 5 | 1 | 7 | 1/5 |
| İP | 1/3 | 2 | 1/2 | 1/7 | 1 | 1/9 |
| TE | 7 | 9 | 7 | 5 | 9 | 1 |

Kriterler için hesaplanan göreceli ağırlıklar **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Kriterlerin göreceli ağırlıkları (Relative weights of criteria)

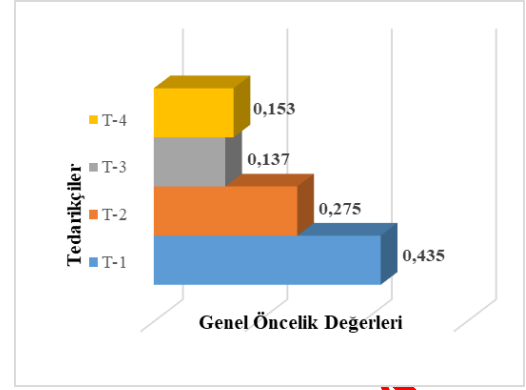
Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.’den hareketle, KYS uygunluğunun değerlendirilmesinde en önemli kriterin takip edilebilirlik olduğu ve onu sırasıyla teknolojik uygunluk, kalite standartlarına uyum, yetkinlik, iyileşme performansı ve kaynakların izlediği görülmektedir.

n=6 için Eş. (7)-Eş. (12) ile verilen formüller uygulandığında kritiklik oranı CR 0,08 olarak hesaplanmış ve 0,1’den küçük olduğu için matris tutarlı kabul edilmiştir.

Her bir kriter için tedarikçilerin değerlendirildiği toplam altı adet İKM oluşturulmuş, tutarlılık analizleri yapılarak değerlendirmelerin tutarlı olduğu görülmüştür. Çizelge 5’te verilen tedarikçiler için kriterler kapsamında belirlenen öncelik değerleri matrisi, 3. Adımda hesaplanan ağırlıklar ile çarpılmış ve tedarikçiler için Şekil 3’te gösterilen genel öncelik değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 5. Tedarikçiler için öncelik değerleri matrisi (Matrix of priority values for suppliers)

| | KSU | K | Y | TO | İP | TE |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T-1 | 0,511 | 0,432 | 0,340 | 0,413 | 0,151 | 0,465 |
| T-2 | 0,108 | 0,135 | 0,181 | 0,346 | 0,281 | 0,310 |
| T-3 | 0,079 | 0,124 | 0,093 | 0,159 | 0,462 | 0,121 |
| T-4 | 0,302 | 0,310 | 0,385 | 0,082 | 0,107 | 0,104 |



Şekil 3. Tedarikçiler için genel öncelik değerleri (Overall priority values for suppliers)

Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.’ten hareketle KYS uygunluğu açısından en iyi tedarikçiler sırasıyla Tedarikçi-1, Tedarikçi-2, Tedarikçi-4 ve Tedarikçi-3 olarak belirlenmiştir.

3.3. ARAS Yöntemi Sonuçları (Results of ARAS Method)

Çizelge 6’da yer alan karar matrisi oluşturulmuştur. Kriterlerin hepsi maksimizasyon yönlü olduğundan ayrıca düzenleme yapılmamıştır. Alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesinde Çizelge 5’te hesaplanan değerler kullanılmıştır.

| | KSU | K | Y | TO | İP | TE |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T0 | 0,511 | 0,432 | 0,385 | 0,413 | 0,462 | 0,465 |
| T1 | 0,511 | 0,432 | 0,340 | 0,413 | 0,151 | 0,465 |
| T2 | 0,108 | 0,135 | 0,181 | 0,346 | 0,281 | 0,310 |
| T3 | 0,079 | 0,124 | 0,093 | 0,159 | 0,462 | 0,121 |
| T4 | 0,302 | 0,310 | 0,385 | 0,082 | 0,107 | 0,104 |

Çizelge 6. Karar matrisi (Matrix of decision)

Karar matrisinde Eş. (17) kullanılarak normalizasyon yapılmıştır. Eş. (21) kullanılarak Çizelge 7’de verilen ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulmuştur.

Çizelge 7. Ağırlıklı normalize karar matrisi (Weighted normalized decision matrix)

| | KSU | K | Y | TO | İP | TE |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T0 | 0,041 | 0,009 | 0,023 | 0,059 | 0,014 | 0,164 |
| T1 | 0,041 | 0,009 | 0,020 | 0,059 | 0,005 | 0,164 |
| T2 | 0,009 | 0,003 | 0,011 | 0,050 | 0,009 | 0,109 |
| T3 | 0,006 | 0,003 | 0,006 | 0,023 | 0,014 | 0,043 |
| T4 | 0,024 | 0,007 | 0,023 | 0,012 | 0,003 | 0,037 |
| Kriter Ağırlıkları | 0,121 | 0,031 | 0,083 | 0,203 | 0,044 | 0,518 |

Her bir alternatif için S_i ve K_i değerleri hesaplanmış ve

Çizelge 8’de verilmiştir. Fayda değerleri büyükten

| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
|---|-------|--------------|-------|-------|-------|
| S | 0,311 | 0,299 | 0,190 | 0,094 | 0,106 |
| K | 1,000 | 0,961 | 0,611 | 0,303 | 0,340 |

küçüğe doğru sıralandığında, tedarikçi öncelik sırası Tedarikçi-1, Tedarikçi-2, Tedarikçi-4 ve Tedarikçi-3 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 8. Sonuç matrisi (Result matrix)

| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
|---|-------|--------------|-------|-------|-------|
| S | 0,311 | 0,299 | 0,190 | 0,094 | 0,106 |
| K | 1,000 | 0,961 | 0,611 | 0,303 | 0,340 |

3.4. EDAS Yöntemi Sonuçları (Results of EDAS Method)

Çizelge 5’te verilen karar matrisi kullanılarak ortalama çözüm matrisi (AV) hesaplanmış; ortalama pozitif (PDA) ve negatif uzaklık (NDA) matrisleri Çizelge 9 ve Çizelge 10’daki gibi belirlenmiştir.

Çizelge 9. Pozitif Uzaklık Matrisi (Average Positive Distance Matrix-PDA)

| | KSU | K | Y | TO | İP | TE |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T1 | 1,044 | 0,728 | 0,360 | 0,652 | 0,000 | 0,000 |
| T2 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,383 | 0,123 | 0,000 |
| T3 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,846 | 0,514 |
| T4 | 0,209 | 0,239 | 0,541 | 0,000 | 0,000 | 0,584 |

Çizelge 10. Negatif Uzaklık Matrisi (Average Negative Distance Matrix -NDA)

| | KSU | K | Y | TO | İP | TE |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T1 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,397 | 0,000 |
| T2 | 0,570 | 0,461 | 0,275 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| T3 | 0,684 | 0,506 | 0,626 | 0,363 | 0,000 | 0,514 |
| T4 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,672 | 0,572 | 0,584 |

Her bir alternatif için ağırlıklı toplam pozitif (SP_i) ve negatif uzaklıklar (SN_i) hesaplanmış, normalizasyon sonucu

Çizelge 11’de verilen NSP_i ve NSN_i değerleri belirlenmiştir. Alternatifler için hesaplanan değerlendirme puanları (AS) da

Çizelge 11’de gösterilmiştir.

Çizelge 11. Tedarikçiler için normalize uzaklıklar ve değerlendirme puanları (Normalized distances and evaluation scores for suppliers)

| | NSP_i | NSN_i | AS_i |
|----|---------|---------|--------|
| T1 | 0,8193 | 0,9641 | 0,8917 |
| T2 | 0,2191 | 0,7834 | 0,5013 |

| | | | |
|----|--------|--------|--------|
| T3 | 0,7994 | 0,0000 | 0,3997 |
| T4 | 1,0000 | 0,0535 | 0,5267 |

Her bir alternatif için hesaplanan puanlar büyükten küçüğe sıralandığında, en iyi alternatif AS değeri en büyük olan Tedarikçi-1’dir. Tedarikçi öncelik sırası ise Tedarikçi-1, Tedarikçi-2, Tedarikçi-4 ve Tedarikçi-3 olarak belirlenmiştir.

4. TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Tedarik zinciri yönetimi savunma sanayi için kritik öneme sahiptir. Bu süreçte ana yükleniciler için ürün ve hizmet sunumu yapan tedarikçilerin de birtakım kriterlere göre değerlendirilmesi, performanslarının izlenmesi ve belirli periyotlarda iyileştirilmesi gerekmektedir.

Savunma sanayinde tedarikçi seçiminde KYS, birçok açıdan kritik bir rol oynamaktadır. KYS, tedarikçilerin ürünlerinin ve hizmetlerinin kalitesini sağlamak için önemli bir araçtır. Kaliteli tedarikçilerle iş yapmak, son ürünlerin kalitesini artırır ve müşteri memnuniyetini sağlar. Bu da savunma sanayinde kullanılan ekipmanların güvenilirliği ve performansı için oldukça önemlidir. Savunma sanayi ürünleri genellikle belirli askeri standartlara, gereksinimlere ve yönetmeliklere uymak zorundadır. KYS, tedarikçilerin bu standartlara ve gereksinimlere uygunluğunu değerlendirmek ve sağlamak için bir çerçeve sunar ve böylece, ürün uygunluğunu ve güvenliğini sağlar. KYS, tedarikçilerin iş süreçlerini ve ürünlerini sistematik olarak değerlendirir. Tedarikçi seçiminde riskleri azaltarak ürünlerdeki kusurların ortaya çıkma olasılığını düşürür. Bu da savunma sanayinde kullanılan ekipmanların güvenliği ve işlevselliği için önemlidir. KYS ayrıca tedarikçilerle olan iş süreçlerini iyileştirmeye ve standartlaştırmaya yardımcı olur. Bu da işbirliği yapılan tedarikçilerle daha verimli bir şekilde çalışmayı sağlar ve maliyetleri düşürür.

Bu çalışmada, savunma sanayinde ana yüklenicilere hizmet veren tedarikçilerin KYS olgunluklarının belirlenmesine yönelik bir model önerilmiştir. Bu modelde yer alan değerlendirme kriterleri, alanında uzman kişilerin görüşü alınarak belirlenmiştir. Bu kriterlerden ilki “kalite standartlarına uyum”, tedarikçilerin KYS standart gereksinimleri ile müşteri gereksinimlerini karşılamaını ifade etmektedir. İkinci kriter olarak belirlenen “kaynaklar” ile tedarikçilerin ürün ve hizmet sunumu için sahip olduğu altyapı ve ortam kastedilmektedir. Üçüncü kriter olan “yetkinlikler” ile çalışanların yapılacak işle uyumlu yetkinliklerinin olması gerektiği belirtilmiştir. Yönetim sisteminin yönetilmesini ve takibini kolaylaştıracak yazılım kullanımını “teknolojik olgunluk” ile dördüncü kriter olarak belirlenmiştir. Beşinci kriter olan “iyileşme performansı” tedarikçilerce yürütülen aktif düzeltici-önleyici faaliyetleri ifade etmektedir. Altıncı ve son kriter olarak takip edilebilirlik ise ürün ve hizmetlerin

tedarikçilerin kendi tedarikçilerini de kapsayacak şekilde izlenebilir olması anlamına gelmektedir.

Bu kriterler uzman görüşü alınarak AHP yöntemi aracılığıyla birbirlerine göre değerlendirilmiş ve kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Ağırlıklar büyükten küçüğe sıralandığında; en yüksek önem derecesine sahip kriter takip edilebilirlik, en düşük önem derecesine sahip kriter ise kaynaklar olarak belirlenmiştir. Belirlenen dört örnek tedarikçi kriterler kapsamında değerlendirilmiş ve tutarlılık analiziyle değerlendirmelerin tutarlı olduğu görüldükten sonra tedarikçilerin öncelik değerleri hesaplanmıştır. Böylece KYS olgunluğu açısından en iyi tedarikçi Tedarikçi-1 seçilirken, en düşük olgunluğa sahip olan tedarikçinin Tedarikçi-2 olduğu tespit edilmiştir.

AHP yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıkları ve yöntemde kullanılan kriterler bazındaki tedarikçi değerlendirmeleri ARAS ve EDAS yöntemlerinde de aynı kullanılmıştır. Bu yöntemlere ilişkin hesaplamalar tamamlandığında, elde edilen sonuçların AHP yöntemindeki ile aynı olduğu görülmüştür.

Literatürde benzer bir çalışmaya rastlanmaması bu çalışmanın okuyuculara yeni ufuklar açabileceğini düşündürmektedir. Çalışmada olgunluk kriterlerinin havacılık, uzay ve savunma sanayine yönelik bir KYS standardı olan AS9100'e göre genişletilmesi, geliştirmeye açık yönlerden ilkidir. Gelecekteki çalışmalarda, belirsizlikleri dikkate almak için bulanık mantık yaklaşımları kullanılabilir. Ayrıca, farklı ÇKKV teknikleri kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir. Gelecek çalışmalarda karar verme sürecine daha fazla uzmanın katılımı da sağlanabilir.

KISALTMALAR (ABBREVIATIONS)

| | |
|-----------|--|
| AHP | : Analytic Hierarchy Process |
| ARAS | : Addictive Ratio Assessment |
| ÇKKV | : Çok Kriterli Karar Verme |
| EDAS | : Evaluation based on Distance from Average Solution |
| Eş. | : Eşitlik |
| İKM | : İkili Karşılaştırma Matrisi |
| KYS | : Kalite Yönetim Sistemi |
| ORESTE | : Organisation, rangement et synthèse de donnéesrelationnelles |
| PROMETHEE | : Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation |
| QMS | : Quality Management System |
| RI | : Random Index |
| SECA | : Simultaneous Evaluation of Criteria and Alternatives |
| T-1 | : Tedarikçi-1 |
| T-2 | : Tedarikçi-2 |
| T-3 | : Tedarikçi-3 |
| T-4 | : Tedarikçi-4 |
| TOPSIS | : Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution |

ETİK STANDARTLARIN BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

YAZARLARIN KATKILARI (AUTHORS' CONTRIBUTIONS)

Özge Nur DEMİR: Makalenin hazırlanmasına ve içeriğin oluşturulmasına katkı sağlamıştır./ Contributed to the preparation of the article and the creation of the content.

Aylin ADEM: Makalenin hazırlanmasına ve içeriğin oluşturulmasına katkı sağlamıştır./ Contributed to the preparation of the article and the creation of the content.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur. / There is no conflict of interest in this study.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Baran T., "Türkiye'de savunma sanayi sektörünün incelenmesi ve savunma sanayi sektörü harcamalarının ekonomi üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi", *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 4: 58-81, (2018).
- [2] Eren H., Kılıç A., "Örgütlerde yenilikçilik ortamı ve özel bir sektör olarak savunma", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27:221-244, (2013).
- [3] Mayori E., Bura R. O. and Siahaan T., "Potency of manufacturing readiness level assessment from defense industry", *2019 IEEE 4th International Conference on Technology, Informatics, Management, Engineering & Environment (TIME-E)*, Bali, Indonesia, 132-137, (2019).
- [4] Aleksandrov M. N., Aleksandrova S. V., Vasiliev V. A., "Development, implementation and certification of a new generation of quality management systems for organizations of the aviation and space industries", *2022 International Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies*, Saint Petersburg, Russian Federation, 62-65, (2022).
- [5] Garza-Reyes J. A., "A systematic approach to diagnose the current status of quality management systems and business processes", *Business Process Management Journal*, 24: 216-233, (2018).
- [6] Refaat R., El-Henawy I. M., "Innovative method to evaluate quality management system audit results using single value neutrosophic number", *Cognitive Systems Research*, 57: 197-206, (2019).
- [7] Akman G., Pamuk Ç., Karabıçak Ç., "Yeni ürün geliştirme sürecinde bulanık AHP & ORESTE bütünlük yöntemi ile tedarikçi seçimi: savunma sanayisinde bir uygulama", *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 8: 788-807, (2021).
- [8] Rasmussen A., Sabic H., Saha S. and Nielsen I. E., "Supplier selection for aerospace & defense industry

- through MCDM methods”, *Cleaner Engineering and Technology*, 12:100590, (2023).
- [9] Dağdeviren M., Eraslan E., “Promethee sıralama yöntemiyle tedarikçi seçimi”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23:69-75, (2008).
- [10] Dağdeviren M., Yavuz S., Kılınç N., “Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment”, *Expert systems with applications*, 36:8143-8151, (2009).
- [11] Kapar K., “Bir üretim işletmesinde analitik hiyerarşi süreci ile tedarikçi seçimi”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28: 197-231, (2013).
- [12] Yüksel M., Dağdeviren M., Kabak M., “An analysis of the factors determining the effectiveness of chemistry education by using fishbone analysis and AHP-PROMETHEE Techniques”, *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12: 442-472, (2018).
- [13] Aydın Y., Eren T., “Hava savunma sanayii alt yüklenici seçiminde bulanık mantık altında çok kriterli karar verme ve hedef programlama yöntemlerinin kullanılması”, *Journal of Aviation*, 2:10-30, (2018).
- [14] Adem A., “İş sağlığı ve güvenliğinde kullanılan risk analizi tekniklerinin değerlendirilmesi için bir rehber önerisi”, *Politeknik Dergisi*, 25:1319-1328, (2022).
- [15] Rasmussen A., Sabic H., Saha S. and Nielsen I. E., “Supplier selection for aerospace & defense industry through MCDM methods”, *Cleaner Engineering and Technology*, 12:100590, (2023).
- [16] Yerli M., Öztürk D., “AHP-TOPSIS yöntemine dayalı tedarikçi seçimi: ahşap sektöründe bir uygulama”, *ODÜSOBİAD 13 (Sosyal Bilimler Lisansüstü Öğrenci Sempozyumu Özel Sayısı)*, 147-168, (2023).
- [17] Ecer F., “ARAS yöntemi kullanılarak kurumsal kaynak planlaması yazılımı seçimi”, *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8: 89-98, (2016).
- [18] İlğaz Yıldırım B., Uysal F., İlğaz A., “Havayolu işletmelerinde personel seçimi: ARAS yöntemi ile bir uygulama”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2: 219-231, (2019).
- [19] Adem A., Dağdeviren M., “İnsan makine etkileşimine yönelik çok kriterli bir analiz: ARAS tekniği uygulaması”, *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri: Ms. Excel Çözümlü Uygulamalar*, Nobel, Ankara, (2020).
- [20] Keshavarz Ghorabae M., Zavadskas E. K., Olfat L. and Turskis Z., “Multi-criteria inventory classification using a new method of evaluation based on distance from average solution (EDAS)”, *Informatca*, 26: 435-451, (2015).
- [21] Ulutaş A., “EDAS yöntemi kullanılarak bir tekstil atölyesi için dikiş makinesi seçimi”, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 9: 169-183, (2017).
- [22] Özçelik G., “EDAS yöntemi ile medikal cihaz seçimi”, *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri: Ms. Excel Çözümlü Uygulamalar*, Nobel, Ankara, (2020).
- [23] Güneri B., Deveci M., “Evaluation of supplier selection in the defense industry using q-rung orthopair fuzzy set based EDAS approach”, *Expert Systems With Applications*, 222:119846, (2023).
- [24] Demirtaş Ö., Akdoğan A. A., “Bulanık ortamda tedarikçi seçimi: Savunma sanayii'ne yönelik bir uygulama”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 43: 203-222, (2014).
- [25] Saaty T. L., “How to make a decision: the analytic hierarchy process”, *European Journal of Operational Research*, 48: 9-26, (1990).
- [26] Dağdeviren M., “Decision making in equipment selection: an integrated approach with AHP and PROMETHEE”, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 19: 397-406, (2008).
- [27] Saaty T. L., “What is the analytic hierarchy process?”, *Mathematical models for decision support*, Springer, Berlin/Heidelberg, Germany, (1988).
- [28] Dağdeviren M., Eren T., “Analytical hierarchy process and use of 0-1 goal programming methods in selecting supplier firm”, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 16: 41-52, (2001).
- [29] Zavadskas E. K., Turskis Z., “A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making”, *Technological and Economic Development of Economy*, 16: 159-172 (2010).