

SAVUNMA SANAYİNDE STRATEJİK ÜRÜN İÇİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Yunus AYDIN (ORCID: 0000-0003-0652-2136)

Tamer EREN (ORCID: 0000-0001-5282-3138)*

Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, Türkiye

Geliş / Received: 23.01.2017

Kabul / Accepted: 11.09.2017

ÖZ

Tedarikçi seçimi bir satın alma departmanın en önemli işlevlerinden biridir. Ayrıca, sonuçları incelendiğinde şirketin teslimat ve kalite performansını etkilemesi nedeniyle şirketler için stratejik bir öneme de sahiptir. Tedarikçi seçimlerini doğru yapan işletmeler pek çok alanda tasarruf sağlayıp, pazarda rekabet avantajı da elde edebilirler. Ancak bu seçimin teoriden pratiğe aktarılması çoklu çelişen kriterler ve kesin olmayan parametrelerden dolayı oldukça karmaşık bir hale gelebilir. Tüm bu nedenlerden dolayı, yaygın olarak kullanılan çok kriterli karar verme araçlarından biri olan Analitik Hiyerarşi Problemi (AHP) ve İdeal Çözüme Yakınlığa Göre Tercih Sıralama Tekniği (TOPSIS) algoritmaları bu tarz tedarikçi seçimi problemleri için uygun bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada, ülkemiz savunma sanayisi için kritik bir alt bileşen olan gövde parçası için en iyi tedarikçinin seçilmesi amacıyla, seçilen kriterlere göre en iyi tedarikçi belirleyen bir AHP-TOPSIS melez yöntemi üzerinde durulmuş; kalite, maliyet, teslimat, makina parkuru, kalifiye işçilik ve teknik yeterlilik kriterleri doğrultusunda bir seçim yapılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Savunma Sanayi, Tedarikçi Seçim Problemi, AHP, TOPSIS

SUPPLIER SELECTION WITH MULTI CRITERIA DECISION MAKING METHODS FOR STRATEGIC PRODUCTS IN DEFENSE INDUSTRY

ABSTRACT

Supplier selection is one of the most important functions of a purchasing department. Also, when the results are examined, it also has a strategic precaution for companies as it affects delivery and quality performance of the company. Businesses that make the right choice of suppliers can save a lot of space and gain a competitive edge on the market. However, the transfer of this choice in theory to practice may become quite complicated due to multiple conflicting criteria and uncertain parameters. For all these reasons, Analytical Hierarchy Process (AHP) and Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) algorithms, one of the widely used multi-criteria decision-making tools, are considered as a suitable approach for such supplier selection problems. In this study, we focus on the AHP-TOPSIS hybrid method, which determines the best supplier according to the selected criteria, in order to select the best supplier for the trunk component, which is a critical sub-component for the defense industry, and a selection has been made in line with the criteria of quality, cost, delivery, machine park, qualified *workmanship* and technical competence.

Keywords: Defence Industry, Supplier Selection Problem, AHP, TOPSIS

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 318 357 35 76; e-mail / e-posta: teren@kku.edu.tr

1. GİRİŞ

Son yıllarda dünyada özellikle güçlü ülkelerin başını çektiği teknolojik üstünlük ve bunun pazarda uygulanması birçok gelişmekte olan ülkeyi bir arayışa sokmuştur. Özellikle günümüzde ülkelerin küresel anlamda rekabet edebilecek düzeyde ürün veya hizmete ait belirli gereksinimlerini (kalite ve zaman gibi) doğru bir şekilde sağlayabilmelerinin bir tesadüf olmadığını, aksine sistemli bir çalışmanın eseri olduğunu göstermektedir. Bundan dolayı şirketler istenilen mal veya hizmetin istenilen kriterlerde sağlanabilmesi için uygun tedarikçileri seçmenin önemini fark etmişlerdir.

Tedarikçi seçiminin amacı, bir işletmenin ihtiyaç duyduğu ürün veya hizmeti istenilen zamanda, kabul edilebilir maliyetler ve kalite standartları ile yapmayı taahhüt eden tedarikçi ile kurum arasında sözleşme imzalanmasının sağlanmasıdır. Seçim işlemi, birbiriyle çelişen hem nicel hem de nitel kriterler dizisi kullanarak tedarikçilerin geniş bir karşılaştırılmasından oluşmaktadır. Potansiyel tedarikçilerin incelenmesinde kullanılan kriterler firmaların ihtiyaçlarına göre farklılık gösterebilir [1]. Tedarikçi seçiminde karar vericiler tarafından düşünülen en popüler kriterler; kalite, teslimat, fiyat/maliyet, üretim yeteneği, servis, yönetim, teknoloji, araştırma ve geliştirme, finans, esneklik, itibar, ilişki, risk, güvenlik ve çevredir [2]. Tedarikçi seçimi kararları farklı kriterlerin değerlendirilmesini içerdiği için bu süreç çok kriterli bir karar problemidir [3]. Seçim kriterleri ve yönteminin belirlenmesi tedarikçi seçiminin en önemli yanıdır.

Günümüzde işletmeler kalite, maliyet ve teslimat gibi birçok kritere göre performanslarının ölçülmesi neticesinde çeşitli metotlar kullanılarak karşılaştırılır ve karşılaştırma sonucunda elde ettikleri sonuçlar, işletmelerin uzun ya da kısa vadeli kararlarını vermek için gerekli girdileri oluşturmaktadır. Bu kapsamda, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri; belirlenen alternatifleri sıralama, alternatifler arasında seçme ve sınıflandırma yapabilen, nihayetinde de elde edilen sonuçların uygun ve uygulanabilir olması bakımından günümüz araştırmalarında oldukça sık kullanılan yöntemlerdir.

Bu çalışmada ülkemizde kritik öneme sahip çalışma alanlarından savunma sanayisinde AR-GE çalışmaları kapsamında faaliyet gösteren TS Firması, X projesinin riskli kalemleri arasında bulunan gövde parçası için tedarikçi seçimi yapmayı amaçlamaktadır. Bu parça için kalite, teslimat, maliyet, kalifiye personel, teknik yeterlilik ve makine parkuru gibi kriterler son derece büyük öneme sahip olup uygun yöntemlerle bu parça için en uygun tedarikçinin seçilmesi planlanmaktadır. Problemin çözülmesi için AHP ve TOPSIS çok kriterli karar verme yöntemleri bir arada kullanılmıştır.

2. LİTERATÜRDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Tedarikçi seçim problemi sıklıkla ele alınan ve işletmeler açısından büyük önem arz eden bir konu olup literatürde bu problem tipi ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Bu bölümde literatürde varolan çalışmalar hakkında kısaca bahsedilmiş ve çalışmalardaki farklı ve benzer yönler ele alınarak temel amaçlarına değinilmiştir.

Supçiller ve Çapraz [1], tedarikçi seçimi problemini ele almış ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Problemi (AHP) ve İdeal Çözüme Yakınlığa Göre Tercih Sıralama Tekniği (TOPSIS) yöntemleri birlikte bir işletmeye en uygun tedarikçinin seçilmesi amacıyla uygulamıştır. Çalışmada, literatür incelendiğinde yaygın olarak kullanıldığı tespit edilen kalite, maliyet, teslimat ve hizmet kriterleri ana kriterler olarak belirlenmiştir ve bunların alt kriterleri tanımlanmıştır. AHP yöntemi, ana kriterler ve alt kriterlerin önem derecesinin belirlenmesi için, TOPSIS yöntemi ise tedarikçilerin sıralanması için kullanılmıştır. Görener [2], çalışmasında, imalat endüstrisinde faaliyet gösteren bir firmada tedarikçi seçim problemini incelemiştir. Problem, Analitik Ağ Süreci (AAS) kullanılarak ele alınmış ve alternatif tedarikçiler için öncelik değerleri hesaplanmıştır. Tedarikçi seçim probleminin karmaşık yapısı, geri bildirimler, karşılıklı etkileşimler ve çok fazla kriter içermesi nedeniyle, problemin çözümünde etkili ve gerçekçi çözüm yöntemi olan AAS yöntemi kullanılmıştır. Belirtilen yöntem kullanılarak üç farklı alternatif tedarikçi firma değerlendirilmiş ve en iyi alternatif seçilmiştir. Ayrıca gelecekteki çalışmalar için öneriler sunulmuştur. Çakın ve Özdemir [3], makine sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için tedarikçi seçim problemini ele almıştır. Doğru tedarikçi seçimi için birçok nitel ve nicel kriterin birlikte dikkate alınması gerektiğinden, tedarikçi seçimi için çok kriterli karar verme tekniklerinden AAS ve ELECTRE yöntemleri bütünlük bir şekilde uygulanmıştır. AAS yöntemi ile probleme ilişkin tüm kriterler ağırlıklandırılmış ve ELECTRE yöntemi ile de 12 tane tedarikçi değerlendirilmiştir. Dağdeviren ve Eren [4], çalışmalarında AHP ve 0-1 Hedef Programlama tekniklerinin genel yapısını anlatmış ve her iki yöntemin kullanılmasında tedarikçi seçimine yönelik bir uygulama yapmışlardır. Aynı zamanda bu metotların bir arada kullanılmasının etkinliği de tartışılmıştır. Özyörük ve Özcan [5], tedarik zinciri yönetimi ve tedarikçi seçim problemini ve tedarikçi seçimi kararını verirken dikkat edilmesi gereken kriterleri incelemişlerdir. Türkiye’de büyük pazara sahip, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmada uygulama

SAVUNMA SANAYİNDE STRATEJİK ÜRÜN İÇİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

yapılmıştır. Uygulamada AHP için bir program hazırlanarak tedarikçi seçimi kararı verilmiştir. Ada ve ark. [6], çalışmalarında özel sektörden bir işletmenin tedarikçi firma seçimi süreci AHP ile incelenmiştir. Soner ve Öntüt [7], havalandırma ve klima üreten bir firmanın, belirli bir ürünü için, kullanacağı tedarikçileri değerlendirme ve seçme işlemi ELECTRE ve AHP yöntemleri ile ele almıştır. Dağdeviren ve Eraslan [8], çalışmalarında, bir işletmenin tedarikçi seçimi problemi, etkin bir sıralama yöntemi olan PROMETHEE ile ele almış ve alternatif tedarikçilerin öncelik sıraları bu yöntem ile hesaplamıştır. Çalışmanın sonucunda alternatif tedarikçiler için hem kısmi öncelikler hem de tam öncelikler belirlenmiş, böylelikle karar verme süreci ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir. Küçük ve Ecer [9], imalatçı bir KOBİ için tedarikçi seçme faktörlerinin önem düzeylerini, tedarikçilerin göreceli skor değerlerini ve uygun tedarikçileri, AHP ile belirlemeye çalışmıştır. Özdemir ve Seçme [10], çalışmalarında, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan bulanık TOPSIS yöntemi uygulamıştır. Bu amaçla Türkiye’de faaliyet gösteren bir mobilya fabrikasının mevcut tedarikçilerinin değerlendirmesini yaparak, hangi tedarikçileri ile işbirliği içinde olacağını bulanık TOPSIS yöntemini kullanarak belirlemiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda işletmenin belirlediği üç tedarikçisinin yakınlık indeksi bakımından sırası tedarikçi 1, tedarikçi 3 ve tedarikçi 2 şeklinde olduğu analizler sonucunda tespit edilmiştir. Özdemir [11], Türkiye’de otomotiv endüstrisinde faaliyet gösteren bir firmada ürün gruplarını dikkate alarak tedarikçi seçimi problemini ele almıştır. Farklı ürün gruplarına ait ürünlerin tedarikçilerinin seçiminde kullanılan kriterlerin ağırlıkları karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda ürün gruplarına göre uygun tedarikçi seçiminde kriterlerin ağırlıklarının değiştiği belirlenmiştir. Junior ve ark. [12], tedarikçi seçim probleminde karar verme bağlamında bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerinin karşılaştırmalı bir analizini sunmaktadırlar. Karşılaştırma faktörlere dayanarak yapılmıştır: alternatiflerin veya kriterlerin yeterliliği, karar sürecinde çeviklik, hesaplama karmaşıklığı, grup karar vermeyi destekleme yeterliliği, alternatif tedarikçilerin sayısı ve kriterleri ve belirsizliğin modellenmesi. Açıklayıcı bir örnek olarak, her iki yöntem otomotiv üretim zincirindeki bir şirketin tedarikçilerinin seçimine uygulanmıştır. Ayrıca, tedarikçi seçiminin çeşitli senaryolarını dikkate alarak hesaplama testleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçta her iki yöntemin tedarikçi seçimi problemi için, özellikle grup belirleme ve belirsizliğin modellenmesine destek vermek için uygun olduğu gösterilmiştir. Mani ve ark. [13], karar vermede AHP kullanarak toplumsal parametreler aracılığıyla toplumsal olarak sürdürülebilir tedarikçi seçimi üzerine odaklanmaktadır. Bu metodoloji, eşitlik, sağlık, güvenlik, ücretler, eğitim, hayırseverlik, çocuk ve bağlı emek gibi uzmanlarca doğrulanmış olan sosyal sürdürülebilirlik göstergelerinin gelişimini göstermektedir. Çalışma ayrıca, yukarıda belirtilen metriklerin, AHP’yi kullanarak karar verme seçeneklerini önceliklendirmek için nasıl kullanılabileceğini açıklamaktadır. Koç ve ark. [14], çalışmalarının temel amacı, Carglass isimli firma için gerçek bir tedarikçi seçim problemini AHP yöntemi ile çözmektir. Ayhan ve ark. [15], bir işletmede tedarikçi seçimi için bulanık AHP ve karma tam sayılı doğrusal programlama yöntemlerini bir arada kullanmıştır. Bulanık AHP de ağırlıklar belirlenmiş ve bu ağırlıklar doğrusal programlamaya girdi olarak kullanılarak tedarikçi seçimi yapılmıştır. Sultana ve ark. [16], bulanık Delphi metodunu bulanık AHP ve bulanık TOPSIS temelli yaklaşımla bütünleştirerek belirlenen kriterlere en yüksek memnuniyeti sağlayan en iyi tedarikçinin seçilmesini çalışmalarının temel amacı olarak belirtmektedir. Bulanık Delphi yöntemi en önemli ölçütleri tanımlamak için kullanılırken, değerlendirme kriterlerinin göreceli önemini elde etmek için bulanık AHP kullanılmıştır. En sonunda bunlardan en iyisini seçmek amacıyla tedarikçilerin sıralamasında bulanık TOPSIS kullanılmıştır. Büyüközkan ve Göçer [17], çalışmalarında, literatürde ilk kez kullanılan yeni bir entegre metodoloji önermektedir. Bu yaklaşım, tedarikçi değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarını belirlemek için birçok kriterli karar verme tekniği olan sezgisel bulanık analitik hiyerarşi süreci ve rekabetçi tedarikçi alternatiflerinin sıralamaya yönelik sezgisel bulanık aksiyomatik tasarım ilkelerinden oluşmaktadır. Bu yaklaşımda karar vericilerin değerlendirmesi ve görüşleri sezgisel bulanık ortamına genişletilirken, belirsizliklerin üstesinden gelmek, karar sürecinin tarafsızlığını en aza indirmek ve önyargıyı önlemek için grup karar verme yaklaşımı kullanılmıştır. Dweiri ve ark. [18], çalışmalarının amacı, bir karar destek teklif etmektir. Ayrıca çalışmalarında, Pakistan’ın gelişmekte olan bir bölgesinde otomotiv sanayinin bir örneğini kullanarak AHP yöntemine dayanan tedarikçi seçimi modeli ve ayrıca tedarikçi seçim kararının dayanıklılığını kontrol etmek için ise hassasiyet analizi yapılmıştır. Galankashi ve ark. [19], çalışmalarında, otomotiv sektöründe tedarikçileri değerlendirme ve seçmek için bulanık AHP modelini önermişlerdir. Tavana ve ark. [20], yöneticilere tedarikçilerin değerlendirme sürecinde yardımcı olması için melez bir Uyarlamalı Sinir Bulanık Çıkarım Sistemi (USBÇS)-Yapay Sinir Ağı modeli önermiştir. AHP aracılığıyla veri setini topladıktan sonra, tedarikçilerin performansı üzerindeki etkili kriterler USBÇS tarafından belirlenir. Ardından, tedarikçilerin performansını etkili ölçütlere dayalı olarak öngörmek ve derecelendirmek için Çok Katmanlı Algılayıcı kullanılır. Modelin ana adımlarını göstermek ve tahminin doğruluğunu göstermek için ise bir vaka çalışması yapılmıştır. Saaty [21], çalışmasında, AHP yöntemi ile karar verme problemi üzerinde çalışmıştır. Yoon ve Hwang [22], çok kriterli karar verme yöntemlerini ve uygulamalarını ele almıştır. Özder ve Eren [23], tedarikçi seçiminde AHP ve Hedef Programlama yöntemlerinin entegrasyonu ile çalışmış ve örnek bir uygulama yapmışlardır. Özder ve ark. [24], TOPSIS ve Hedef

Y. AYDIN, T. EREN

Programlama teknikleri ile tedarikçi seçimi problemini ele almıştır. Özder ve Eren [25], çalışmalarında, çok ölçütlü karar verme yöntemi ve hedef programlama teknikleri ile tedarikçi seçimi çalışması yapmıştır.

Bu çalışmada literatürde yapılan çalışmalardan farklı olarak gerçek bir problem üzerinde durulmuş olup daha önce manuel olarak yapılan tedarikçi seçim işlemini AHP ve TOPSIS yöntemleri ile sistemli bir şekilde yapılmasının önü açılmıştır. Kabul edilebilir seviye yöntemi çalışması ile de literatüre katkı sağlanmıştır.

3. TEDARİKÇİ SEÇİM PROBLEMİ

Tedarikçi seçimi konusu, kısa vadeli planlamalar ile ele alınan, ancak uzun vadeli etkileri ile şirketleri güçlü kılan, stratejik öneme sahip bir konudur. Ele alınan kriterler firmalar ve koşullar bazında değişiklik gösterse de, elde edilmek istenen sonuçlar değişmemektedir. Kar amacı güden bütün kuruluşlar, istenilen spesifikasyonları, istenilen zaman ve performans ile sağlayacak tedarikçileri ağına katarak, tedarik zincirlerini, dolayısıyla da kendilerini güçlendirmek istemektedir. Bu bir işletme için günümüz rekabet koşullarında hayatta kalabilmenin olmazsa olmazıdır. Bu kadar önemli bir konunun pratikte uygulamasında ise, teoriden yararlanmamak, yani ÇKKV yöntemlerinden faydalanmadan, subjektif kararlar vermek, büyük yatırımların çöpe atılmasına, firmaların büyük zararlar görmesine, hem mali açıdan zarara uğramasına hem de prestijlerinin sarsılmasına sebebiyet verebilecek türden ciddi bir hatadır. Bu tarz stratejik kararlarında bilimsel çalışmalara önem veren kuruluşlar, doğru tedarikçilerin seçimi ile arzu edilen yapıda bir tedarikçi ağı kurup, tedarik zincirini güçlendirebilirler.

İşletmelerin çalışmak istedikleri tedarikçi sayısını en aza getirerek onlarla stratejik ilişkiler geliştirme isteği, tedarikçi seçiminin önemini büyük oranda arttırmıştır. İşveren bu stratejiyi seçtiğinde bazı sorunlarda kaçınılmaz olmaktadır. Belirli bir tedarikçi ile çalışarak süreçlere ortak etmek işverenin tedarikçiye karşı bağımlılığını artırmakla kalmayıp yine işveren üzerinde kalite, maliyet ve teslimat gibi ürüne ve işletmeye doğrudan yansıyan belirli riskleri de beraberinde getirmektedir. Bundan dolayı tedarikçi seçim problemi önem kazanmaktadır.

İşletmeler birlikte çalıştıkları veya çalışmak istedikleri tedarikçileri artık satın alma boyutunda görmeyip, uzun süreli çalışabilecekleri bir çözüm ortağı olarak görmektedirler. Özellikle AR-GE yapan işletmeler bu süreç zarfında çalışmış oldukları tedarikçiler ile bunu bir adım ileriye götürerek yapılan AR-GE çalışmalarında sorunları birlikte çözüp yapılan işin tasarım süreçlerine de tedarikçileri ortak etmektedirler. Bundan dolayı işletmeler tedarikçileri anahtar teslim ürün aşamasına hazırlayıp yatırım yapmaya teşvik etmektedirler. Tedarikçi ilişkilerindeki bu değişim tedarikçi probleminin önemini ortaya koyan başka bir unsurdur. Tedarikçi seçim problemi genel anlamda, işveren ile tedarikçi firmalar arasında güvenli bir ilişki sağlayıp, düzenli, izlenebilir ve stratejik bir ilişkinin kurulmasını sağlar.

Tedarikçi seçim kararı bir üretim işletmesinin başarısı için büyük önem taşımaktadır. Uygun tedarikçilerin seçilmesi, işletmelerin başarısını olumlu yönde etkilemektedir. Bunun tam tersi durumda ise kalitesiz ürün, teslimatlarda uzama ve yüksek maliyetler gibi faktörler işletmelere olumsuz yönde yük getirmektedir. Tedarikçi seçimi, kalite, maliyet, teknoloji, performans vb. birçok kriteri içeren önemli bir karar verme problemidir. Sadece malzeme maliyeti değil, aynı zamanda işletme maliyetleri, bakım, geliştirme ve destekleme maliyetleri de bu seçimde göz önünde bulundurulması gereken unsurlardır. Bundan dolayı, sistematik bir tedarikçi seçimi sürecinde, kullanılacak tasarruf ve performans ile ilgili kriterlerin değerlendirilip, öncelik sırasına konulmasına ihtiyaç duyulmaktadır [8]. Kriterler belirlendikten sonra ön değerlendirme yapılır ve son aşamada tedarikçi/tedarikçiler seçilir.

Tedarikçi seçimi probleminde yaygın olarak AHP, AAS, ELECTRE, TOPSIS, PROMETHEE, VIKOR ve bu yöntemlerin entegrasyonu gibi birçok kriterli karar verme yaklaşımları kullanılmaktadır.

4. MATERYAL VE METOT

ÇKKV, birçok karmaşık kararlara uygulanabilecek değerli bir araçtır. Alternatifler arasında bir seçenek olarak nitelendirilen problemleri çözmek için en uygundur. Yararlı bir karar destek araçlarının tüm özelliklerine sahiptir. Önemli olana odaklanılmasına yardımcı olur. Mantıklı, tutarlı ve kullanımı kolaydır. Özünde ÇKKV şu amaçlar için kullanışlıdır:

- Kararı daha küçük, daha anlaşılır parçalara bölmek
- Her bir bölümü analiz etmek
- Anlamlı bir çözüm üretmek için parçaların bütünleştirilmesi

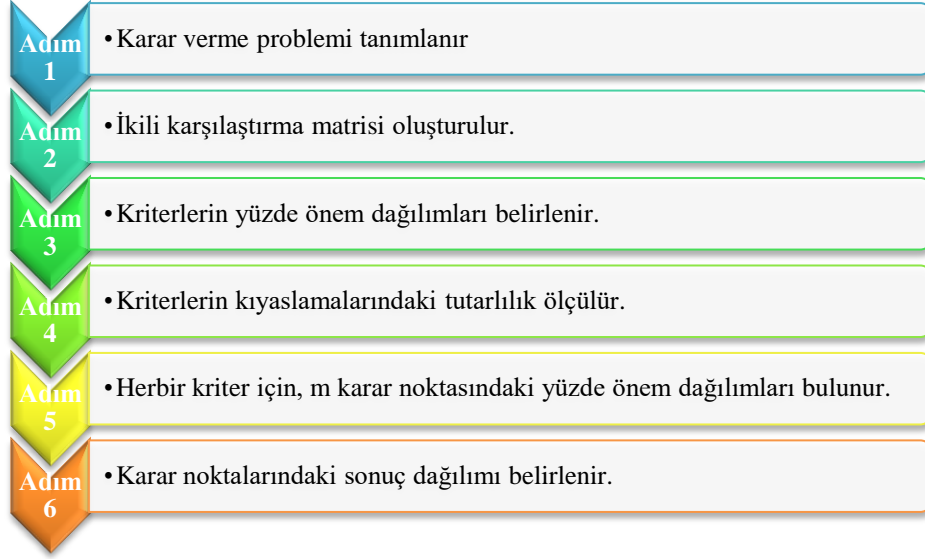
Uygulamada en çok kullanılan iki yöntem; AHP yöntemi ve TOPSIS algoritmasıdır.

SAVUNMA SANAYİİNDE STRATEJİK ÜRÜN İÇİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

4.1. AHP Yöntemi

Saaty [21] tarafından ortaya atılan AHP, karmaşık karar verme ile uğraşmak için etkili bir araçtır ve karar vericiye önceliklerini belirlemek ve en iyi kararı vermesine yardımcı olabilir. Karmaşık kararları bir dizi çift karşılaştırma ile azaltarak ve sonuçları sentezleyerek AHP, kararın öznel ve nesnel yönlerini yakalamaya yardımcı olur. Buna ek olarak, AHP, karar vericinin değerlendirmelerinin tutarlılığını kontrol etmek için yararlı bir teknik içerir ve böylece karar verme sürecindeki önyargı azaltılır.

Bir karar verme probleminin AHP ile çözümlenebilmesi için gerçekleştirilmesi gereken adımlar Şekil 1'de sıralanmıştır.



Şekil 1. AHP adımları

Adım 1: Karar Verme Problemi Tanımlanır

Karar verme probleminin tanımlanması, iki aşamadan oluşur. Birinci aşamada karar noktaları saptanır. Diğer bir deyişle karar kaç sonuç üzerinden değerlendirilecektir sorusuna cevap aranır. İkinci aşamada ise karar noktalarını etkileyen kriterler saptanır. Bu çalışmada karar noktalarının sayısı m, karar noktalarını etkileyen kriter sayısı ise n ile sembolize edilmiştir.

Özellikle sonucu etkileyecek kriterlerin sayısının doğru belirlenmesi ve her bir kriterin detaylı tanımlarının yapılması, ikili karşılaştırmaların tutarlı ve mantıklı yapılabilmesi açısından önemlidir.

Adım 2: İkili Karşılaştırma Matrisi Oluşturulur

Kriterler arası karşılaştırma matrisi, $n \times n$ boyutlu bir kare matristir. Bu matrisin köşegeni üzerindeki matris bileşenleri 1 değerini alır. Karşılaştırma matrisi A aşağıda verilmiştir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Karşılaştırma matrisinin köşegeni üzerindeki bileşenler, yani $i = j$ olduğunda, 1 değerini alır. Çünkü bu durumda ilgili kriter kendisi ile karşılaştırılmaktadır. Kriterlerin karşılaştırılması, birbirlerine göre sahip

Y. AYDIN, T. EREN

oldukları önem değerlerine göre birebir ve karşılıklı yapılıdır. Kriterlerin birebir karşılıklı karşılaştırılmasında Tablo 1’deki önem skalası kullanılır [26]. Karşılaştırmalar, karşılaştırma matrisinin tüm değerleri 1 olan köşegeninin üstünde kalan değerler için yapılıdır. Köşegenin altında kalan bileşenler için ise doğal olarak (2) formülünü kullanmak yeterli olacaktır.

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

Yukarıda verilen örnek dikkate alınırsa karşılaştırma matrisinin birinci satır üçüncü sütun bileşeni (i=1, j=3) 3 değerini alıyorsa, karşılaştırma matrisinin üçüncü satır birinci sütun bileşeni (i=3, j=1), (2) formülünden 1/3 değerini alacaktır.

Tablo 1. Saaty 1-9 ölçeği

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önemli	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur.
3	Birinin Diğereine Göre Çok Az Önemli Olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğereine çok az derecede tercih ettirir.
5	Kuvvetli Derecede Önemli	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğereine kuvvetli derecede tercih ettirir.
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür.
9	Aşırı Derecede Önemli	Bir faaliyetin diğereine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ortalama Değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasına düşen değerler.

Adım 3: Kriterlerin Yüzde Önem Dağılımları Belirlenir

Karşılaştırma matrisi, kriterlerin birbirlerine göre önem seviyelerini belirli bir mantık içerisinde gösterir. Ancak bu kriterlerin bütün içerisindeki ağırlıklarını, diğer bir deyişle yüzde önem dağılımlarını belirlemek için, karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılır ve n adet ve n bileşenli B sütun vektörü (3) oluşturulur.

Aşağıda bu vektör gösterilmiştir:

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix} \quad (3)$$

B sütun vektörlerinin hesaplanmasında (4) formülünden yararlanılır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (4)$$

Yukarıda anlatılan adımlar diğer değerlendirme kriterleri içinde tekrarlandığında kriter sayısı kadar B sütun vektörü elde edilecektir. n adet B sütun vektörü, bir matris formatında bir araya getirildiğinde ise aşağıda gösterilen C matrisi (5) oluşturulacaktır.

SAVUNMA SANAYİİNDE STRATEJİK ÜRÜN İÇİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

C matrisinden yararlanarak, kriterlerin birbirlerine göre önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları elde edilebilir. Bunun için (6) formülünde gösterildiği gibi C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınır ve Öncelik Vektörü olarak adlandırılan W sütun vektörü elde edilir.

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

W vektörü (7) aşağıda gösterilmiştir.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (7)$$

Adım 4: Kriter Kıyaslamalarındaki Tutarlılık Ölçülür

AHP kendi içinde ne kadar tutarlı bir sistematiğe sahip olsa da sonuçların gerçekçiliği doğal olarak, karar vericinin kriterler arasında yaptığı birebir karşılaştırmadaki tutarlılığa bağlı olacaktır. AHP bu karşılaştırmalardaki tutarlılığın ölçülebilmesi için bir süreç önermektedir. Sonuçta elde edilen Tutarlılık Oranı (CR) ile bulunan öncelik vektörünün ve dolayısıyla kriterler arasında yapılan birebir karşılaştırmaların tutarlılığının test edilebilmesi imkanı sağlamaktadır. AHP, CR hesaplamasının özünü, kriter sayısı ile Temel Değer adı verilen (λ) bir katsayının karşılaştırılmasına dayandırmaktadır. λ 'nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü (8) elde edilir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \cdot x \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (8)$$

(9) formülünde tanımlandığı gibi, bulunan D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme kriterine ilişkin temel değer (E) elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması ((10) formülü) ise karşılaştırmaya ilişkin temel değeri (λ) verir.

Y. AYDIN, T. EREN

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (9)$$

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

λ hesaplandıktan sonra Tutarlılık Göstergesi (CI), (11) formülünden yararlanarak hesaplanabilir.

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

Son aşamada ise CI, Random Index (rastgele tutarlılık indeksi) (RI) olarak adlandırılan ve Tablo 2’de gösterilen standart düzeltme değerine bölünerek ((12) formülü) CR elde edilir [21]. Tablo 2’den kriter sayısına karşılık gelen değer seçilir. Örneğin 3 kriterli bir karşılaştırmada kullanılacak RI değeri Tablo 2’den 0.58 olacaktır.

Tablo 2. RI değerleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

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

Hesaplanan CR değerinin 0,10’dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. CR değerinin 0,10’dan büyük olması ya AHP’deki bir hesaplama hatasını ya da karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını gösterir.

Adım 5: Her Bir Kriter için, m Karar Noktasındaki Yüzde Önem Dağılımları Bulunur

Bu aşama yukarıda anlatılan şekilde ancak bu kez, her bir kriter açısından karar noktalarının yüzde önem dağılımları belirlenir. Diğer bir deyişle birebir karşılaştırmalar ve matris işlemleri kriter sayısı kadar (n kez) tekrarlanır. Ancak bu kez her bir kriter için karar noktalarında kullanılacak G karşılaştırma matrislerinin boyutu mxm olacaktır. Her bir karşılaştırma işleminden sonra mx1 boyutlu ve değerlendirilen kriterin karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren S sütun vektörleri (13) elde edilir. Bu sütun vektörleri aşağıda tanımlanmıştır:

$$S_i = \begin{bmatrix} s_{11} \\ s_{21} \\ \vdots \\ \vdots \\ s_{m1} \end{bmatrix} \quad (13)$$

Adım 6: Karar Noktalarındaki Sonuç Dağılımının Bulunması

Bu aşamada öncelikle, yukarıda anlatılan n tane mx1 boyutlu S sütun vektöründen meydana gelen ve mxn boyutlu K karar matrisi (14) oluşturulur. Karar matrisi aşağıda tanımlanmıştır:

Sonuçta karar matrisi W sütun vektörü (öncelik vektörü) ile aşağıdaki gibi çarpıldığında ise m elemanlı L sütun vektörü (15) elde edilir. L sütun vektörü karar noktalarının yüzde dağılımını verir. Diğer bir deyişle vektörün elemanlarının toplamı 1’dir. Bu dağılım aynı zamanda karar noktalarının önem sırasını da gösterir.

SAVUNMA SANAYİİNDE STRATEJİK ÜRÜN İÇİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

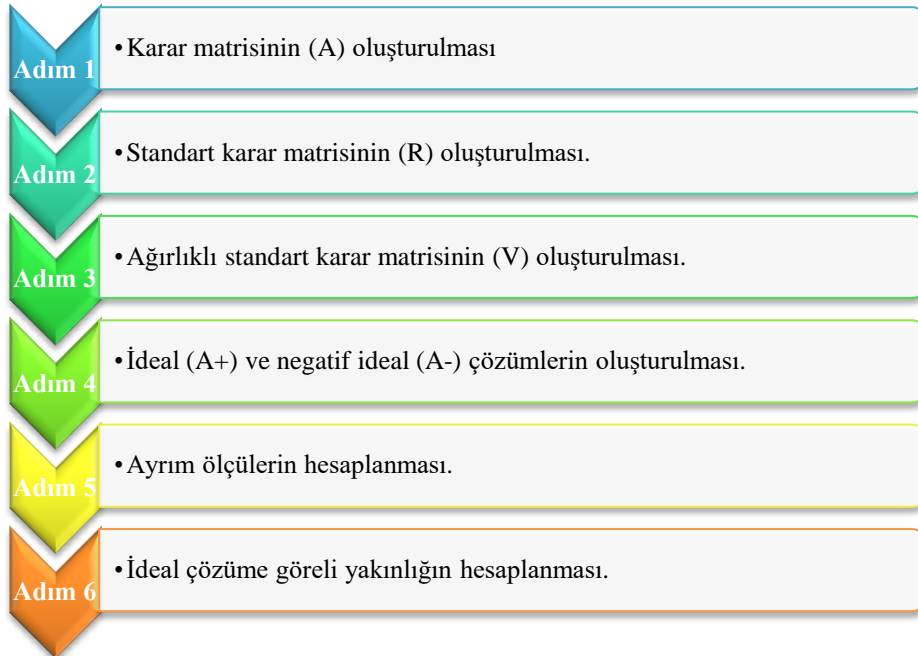
$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \quad (14)$$

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ l_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ l_{m1} \end{bmatrix} \quad (15)$$

Kriterler için yapılan işlemler alternatifler içinde kriter bazında tekrarlanıp elde edilen kriter ve alternatiflerin öz vektörlerinin çarpımları, alternatifler arasındaki sıralamayı verecektir.

4.2. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS Yoon ve Hwang [22] tarafından 1980 yılında geliştirilmiştir ve ELECTRE yönteminin temel yaklaşımlarını kullanır. Karar noktalarının ideal çözüme yakınlığı ana prensibine dayanır ve çözüm süreci ELECTRE yöntemine nazaran daha kısadır. TOPSIS yöntemi 6 adımdan oluşan bir çözüm sürecini içerir. Yöntemin ilk iki adımı ELECTRE yöntemi ile ortaktır. Bu adımlar Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. TOPSIS adımları

Adım 1: Karar Matrisinin (A) Oluşturulması

Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterleri yer alır. A matrisi (16) karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir. Karar matrisi aşağıdaki gibi gösterilir:

Y. AYDIN, T. EREN

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (16)$$

A_{ij} matrisinde m karar noktası sayısını, n değerlendirme kriteri sayısını ifade eder.

Adım 2: Standart Karar Matrisinin (R) Oluşturulması

Standart Karar Matrisi, A matrisinin elemanlarından yararlanarak ve aşağıdaki formül (17) kullanılarak hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (17)$$

R matrisi (18) aşağıdaki gibi elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (18)$$

Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması

Öncelikle değerlendirme kriterlerine ilişkin ağırlık değerleri (w_i) belirlenir ($\sum_{i=1}^n w_i = 1$). Daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili w_i değeri ile çarpılarak V matrisi (19) oluşturulur. V matrisi aşağıda gösterilmiştir:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (19)$$

Adım 4: İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Oluşturulması

TOPSIS yöntemi, her bir değerlendirme kriterinin monoton artan veya azalan bir eğilime sahip olduğunu varsaymaktadır.

SAVUNMA SANAYİİNDE STRATEJİK ÜRÜN İÇİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

İdeal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin yani sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme kriteri minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir. İdeal çözüm setinin bulunması aşağıdaki formülde (20) gösterilmiştir.

$$A^* = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \quad (20)$$

(20) formülünden hesaplanacak set $A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\}$ şeklinde gösterilebilir.

Negatif ideal çözüm seti ise, V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme kriteri maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur. Negatif ideal çözüm setinin bulunması aşağıdaki formülde (21) gösterilmiştir.

$$A^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \quad (21)$$

(21) formülünden hesaplanacak set $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$ şeklinde gösterilebilir.

Her iki formülde de J fayda (maksimizasyon), J' ise kayıp (minimizasyon) değerini göstermektedir. Gerek ideal gerekse negatif ideal çözüm seti, değerlendirme kriteri sayısı yani m elemandan oluşmaktadır.

Adım 5: Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması

TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme kriter değerinin ideal ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunabilmesi için Öklit uzaklık yaklaşımından yararlanılmaktadır. Buradan elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ise İdeal Ayırım (S_i^*) ve Negatif İdeal Ayırım (S_i^-) Ölçüsü olarak adlandırılmaktadır. İdeal ayırım (S_i^*) ölçüsünün hesaplanması (22) formülünde, negatif ideal ayırım (S_i^-) ölçüsünün hesaplanması ise (23) formülünde gösterilmiştir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (22)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (23)$$

Burada hesaplanacak S_i^* ve S_i^- sayısı doğal olarak karar noktası sayısı kadar olacaktır.

Adım 6: İdeal Çözüme Görelî Yakınlığın Hesaplanması

Her bir karar noktasının ideal çözüme görelî yakınlığının (C_i^*) hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payıdır. İdeal çözüme görelî yakınlık değerinin hesaplanması aşağıdaki formülde (24) gösterilmiştir.

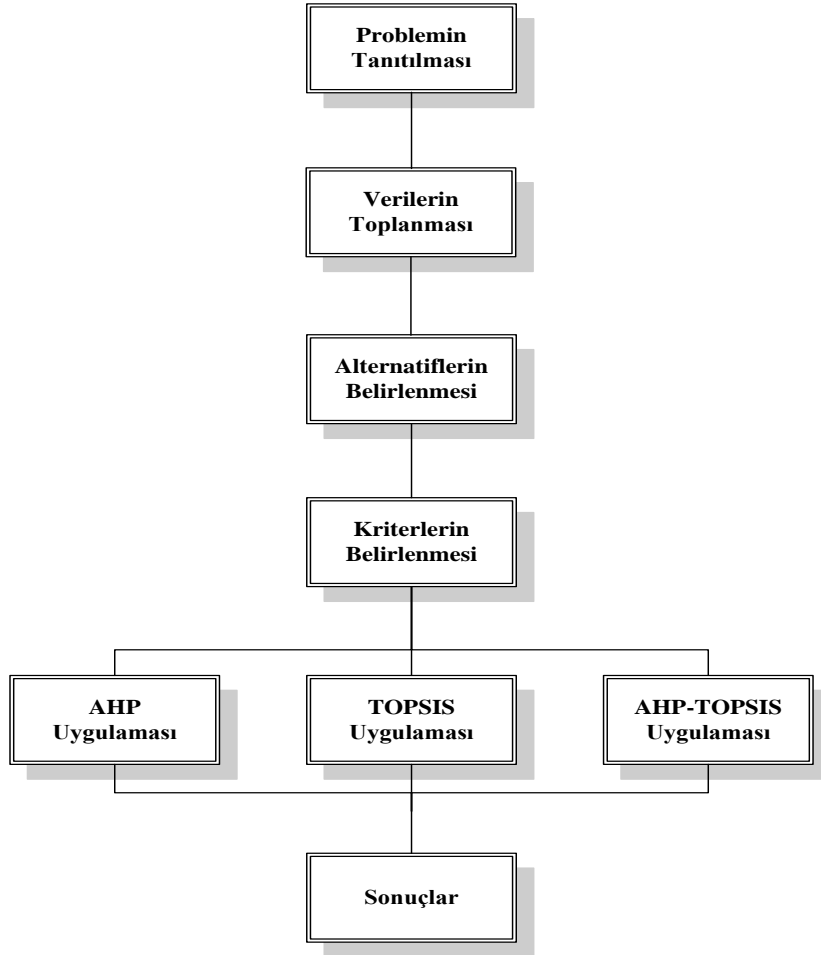
$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (24)$$

Burada C_i^* değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında bir değer alır ve $C_i^* = 1$ ilgili karar noktasının ideal çözüme, $C_i^* = 0$ ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir.

Y. AYDIN, T. EREN

5. UYGULAMA

Türkiye’de savunma sanayinin AR-GE üssü konumundaki TS Firması, sahip olduğu misyon ve üstlendiği vazifesi doğrultusunda yapmış olduğu Ar-Ge faaliyetleri ile rekabet gücü yüksek, ileri teknoloji, düşük maliyet ve istenilen kalite gereksinimlerine sahip ürünleri ülkeye kazandırmaktadır. Bu kapsamda TS Firması bünyesinde 2016 yılında başlatılan X projesi için öncelikle projenin fizibilite çalışmaları tamamlanmıştır. Kritik parçaların üretimi için, ülkemiz sanayisinin sahip olduğu yetkinlikler doğrultusunda, yine ülke ekonomisine maksimum katkı sağlanması açısından KOBİ’lerle çeşitli alt projeler oluşturulmuştur. Bu alt projelerde çalışılacak KOBİ’nin seçimi elbette ki ana yüklenici konumundaki TS Firması için kritik öneme sahiptir. Güvenilir tedarikçilerle, istenilen kalite standardında çalışmak ve projeyi sorunsuz yürütebilmek için titiz bir tedarikçi seçimi çalışması yürütülmüştür. X projesi için ülkemizde üretilmesi sağlanarak, millileştirilmesi amaçlanan gövde parçasının ileri talaşlı imalat yöntemleriyle üretimini gerçekleştirebilecek bir alt yüklenicinin seçiminin yapılması problemin temelini oluşturmaktadır. Parçanın üretilmesi için uygun altyapının TS Firması bünyesinde olmayışından dolayı, dışardan hizmet alımı yapılacaktır. Belirli kriterler çerçevesinde parçanın üretilmesi için tedarikçi seçimi önem arz etmektedir. Uygulama Şekil 3’te gösterilen adımlar çerçevesinde anlatılmıştır.



Şekil 3. Problemin akış şeması

5.1. Problemin Tanımlanması

Gövde parçası: X Projesinde kullanılan ham malzemesi, özel alaşımlı çelik bir parçadır. Ham malzemenin Türkiye’de üretilmeyişi ve özel izinlere tabii olarak yurt dışından temin edilmesinden dolayı bu parça ürün portföy modelinde darboğaz sınıfında yer almaktadır. Gövde parçası, bu parçayı sağlayabilecek özellikteki tedarikçi sayısının az olması ve finansal etkisinin büyüklüğü nedeniyle stratejik ürün sınıfında yer almaktadır.

SAVUNMA SANAYİNDE STRATEJİK ÜRÜN İÇİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Ayrıca, gövde parçası projenin tasarım doğrulama sürecinde gereksinim duyuldukça tasarımının kısa zaman aralıklarıyla revize edilmesi gereken bir parçadır.

Bu tür tasarım değişikliklerinin istenilen zamanda yapılabilmesi, parçanın mekanik özelliklerinin normal ham malzemelere göre üst düzey olmasından dolayı özel takım, tezgâh ve imalat yöntemleri gerektiriyor olması, yine parçanın üretimini yapacak teknik personelin gerekli donanımlara sahip olması gerekmektedir. Bu tarzda işi yönetecek tedarikçi sayısının sınırlı olması nedeniyle bu ürün, kritik bir üründür.

Üretilmesi düşünülen ürün için toplam adet ve buna bağlı olarak takvimlendirme Tablo 2’de gösterildiği gibidir. Bu tarihler ilgili ürünün proje kapsamında testlere girebilmesi için kritik tarihlerdir. S0, üretimin başlangıç tarihi olup 5 er hafta aralıklarla toplamda 17 kafiyle tamamlanması planlanmaktadır.

Bir adet parçanın Ham Malzeme + Üretim ortalama maliyeti aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

- Ham Malzeme Fiyatı: 35.000 TL
- Üretim Ortalama Maliyeti: 8.000 TL dir.
- Toplam Maliyet: $63 \times (35.000 + 8.000) : 2.709.000$ TL’dir.

Tablo 2. Teslim süreleri ve adetler

Parça İsmi	Toplam Adet	Sipariş Tarihleri ve Adetler					
		S0 5 hafta	S1 5 hafta	S2 5 hafta	S3 5 hafta	S4 5 hafta	S5 5 hafta
Gövde Parçası	63	4	4	4	4	4	4
		S6 5 hafta	S7 5 hafta	S8 5 hafta	S9 5 hafta	S10 5 hafta	S11 5 hafta
		4	4	4	4	4	4
		S12 5 hafta	S13 5 hafta	S14 5 hafta	S15 5 hafta	S16 5 hafta	S17 5 hafta
		4	4	4	3		
		Not: S0, S1 ve S ile devam eden kısımlar işletmenin sipariş tarihini ifade etmektedir. Sipariş süreleri o (S) tarihten başlamak koşulu ile 5 haftadır.					

TS Firması bünyesindeki satın alma süreci Şekil 4’te gösterildiği gibidir. Bu süreç firmada oluşan bir üretim talebinin tedarikçi seçimine kadar olan safhada nasıl bir yol izlendiğini göstermek adına hazırlanmıştır. Talep edilen ürünün istenilen kriterlerde yapılması için tedarikçi seçim öncesi yapılan çalışmalar önem arz etmektedir. Şekil 4’te gösterilen satın alma süreci doğrudan seçim sürecine etki sağlamıyor gibi görünse de dolaylı olarak girdi sağladığı aşikârdır.

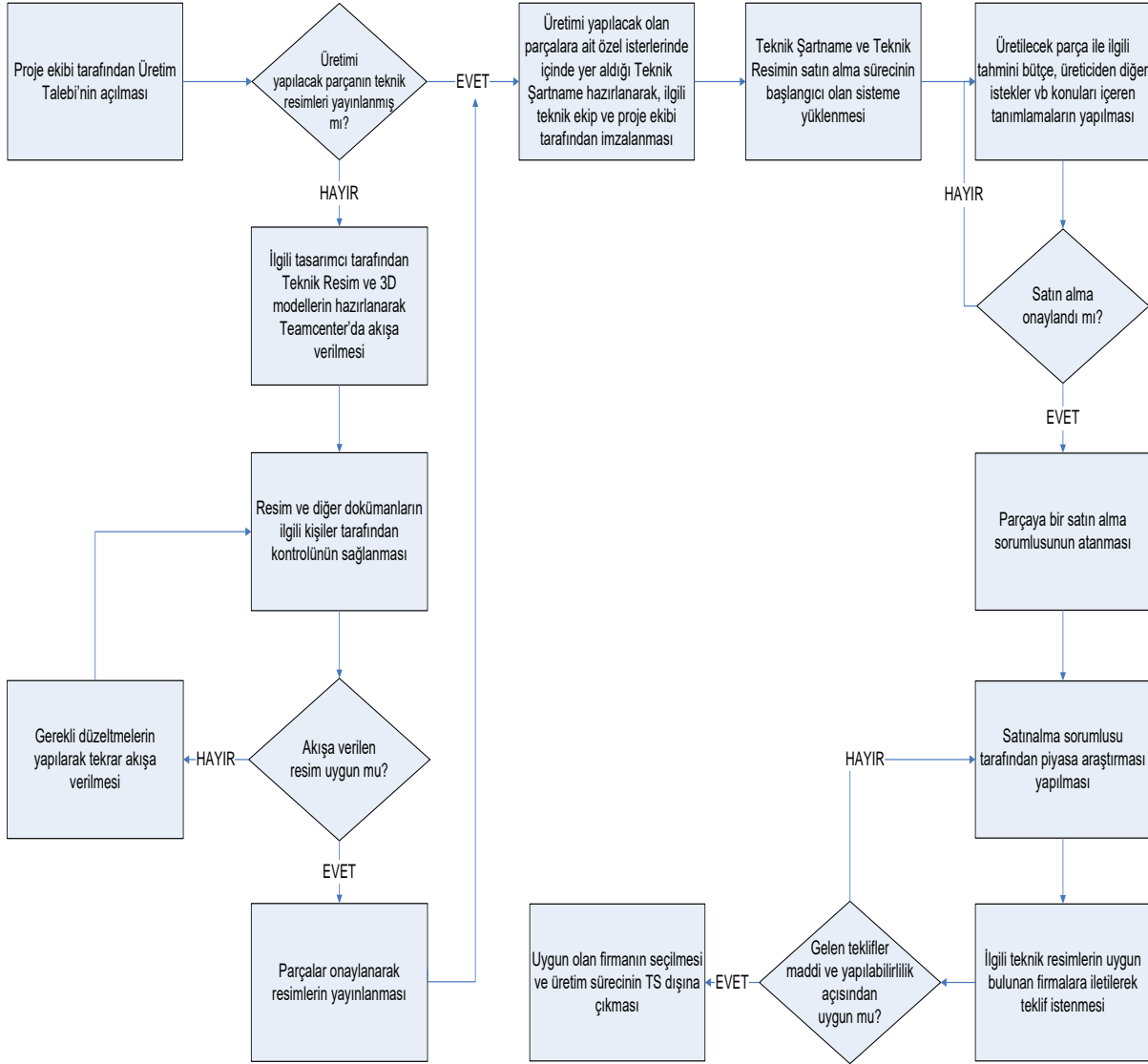
5.2. Verilerin Toplanması

Bu nitelikteki işi yapabilecek 10 adet alternatif olup tedarikçi değerlendirmesi yapılan bu firmalar 10 yıldan fazla süredir çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren imalat işletmeleridir. Firmalar; Havacılık, Savunma, Enerji sektörü, Otomotiv ve piyasanın ihtiyaç duyduğu nitelikli parçalar imal etmektedir. Çalışan sayısı ortalama 30-200 kişi. Ayrıca bitmiş parçalar son muayeneden geçmekte olup %100 kontrole tabi tutularak raporlar hazırlanmaktadır.

5.3. Alternatiflerin Belirlenmesi

Tedarikçi seçimi yapılacak alternatiflerin belirlenme aşamasında Kabul Edilebilir Seviye (KES) yöntemine başvurulmuştur [27]. Bu yöntemin uygulanmasındaki amaç çok fazla firma olması ve bunun sistematik bir şekilde 10 kriter ile en aza indirgenip sonrasında kalan alternatifler arasından belirli bir seçimin yapılması hedeflenmektedir. Yöntemde tedarikçilerin elenmesinde kullanılan puanlamalar 2 satın alma personeli ve 1 proje personeli olmak üzere 3 kişi tarafından 0-10 arasında verilen puanların ortalaması alınarak belirlenmiştir. Kabul edilebilir seviye değeri de yine bu personeller tarafından verilmiş olup ortak kabul değeri olarak belirlenmiştir. Tedarikçilere atanan bu değerler kabul edilebilir seviye değerine göre kıyaslanmış olup eleme işlemi yapılmıştır.

Y. AYDIN, T. EREN



Şekil 4. TS Firması satın alma süreci akış şeması

Seçimde kullanılacak 10 adet firma Tablo 3'de gösterildiği gibi kodlanmıştır. Bu yöntem Tablo 4'te gösterildiği gibi hesaplanmıştır. Bütün kriterler için bu yöntemde başarılı olan ortak firmalar arasında seçim işlemi yapılacaktır. Hesaplamalar sonucunda 4 adet firma için 6 ana kriter ile tedarikçi seçim çalışmasının yapılması ortaya çıkmaktadır. Bu 6 adet ana kriter 10 adet olan ön eleme kriterleri ile aynı değildir. 10 adet ön eleme kriteri parçanın yapılması için yeterli değildir. Sadece zayıf olan firmaları elemek için kullanılmıştır.

Kabul edilebilir seviye yöntemi ile yapılan çalışmalar sonucunda TS Firması bünyesinde çalışılmakta olan X projesinde gövde parçasının talaşlı imalat yöntemiyle ürettirilmesi için 4 adet alternatif elde edilmiştir. Bu 4 adet alternatif, çok fazla Savunma ve Havacılık firmaları arasından üretimi yapılacak olan parçanın Tablo 4'te belirtilen isteleri neticesinde bu sayıya düşürülmüştür. Özellikle parçanın özel bir ham malzemeye sahip olmasından kaynaklı, özel makine kısıtı ortaya çıkması ve bununla birlikte biten parçanın ölçümünü yapacak uygun ölçüm cihazının olmayışı da bu alternatiflerin seçilmesinin başlıca sebebidir.

Belirlenen Alternatifler; (KES yöntemine göre)

- Tedarikçi-1 (T1)
- Tedarikçi-7 (T7)
- Tedarikçi-3 (T3)
- Tedarikçi-10 (T10) olmak üzere dört tanedir.

SAVUNMA SANAYİNDE STRATEJİK ÜRÜN İÇİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Tablo 3. Firmaların Kodlanması

Kod	Firma İsmi
T1	Tedarikçi-1
T2	Tedarikçi-2
T3	Tedarikçi-3
T4	Tedarikçi-4
T5	Tedarikçi-5
T6	Tedarikçi-6
T7	Tedarikçi-7
T8	Tedarikçi-8
T9	Tedarikçi-9
T10	Tedarikçi-10

Tablo 4. Kabul Edilebilir Seviye (KES) yöntemiyle firmaların elenmesi

No	Özellikler	Tedarikçi										KES	Seçilen Tedarikçiler
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
1	Fire Oranı (%)	2	4	1	3	6	2	2	2	5	1	≤2	T1-T3-T6-T7-T8-T10
2	Esnek Çalışma	7	5	8	7	6	4	7	3	6	8	≥7	T1-T3-T4-T7-T10
3	Finansal Uygunluk	10	4	8	8	5	7	8	8	7	9	≥8	T1-T3-T4-T7-T7-T10
4	Teslim Sonrası Hizmet	8	6	7	5	4	4	7	5	6	8	≥6	T1-T2-T3-T7-T9-T10
5	Bilgi paylaşımı	7	4	9	6	3	5	8	3	2	6	≥5	T1-T3-T4-T6-T7-T10
6	Paketleme Olanakları	8	6	9	6	5	6	9	4	5	10	≥8	T1-T3-T7-T10
7	Tedarik Performansı (%)	7	6	9	4	7	6	8	3	4	8	≥7	T1-T3-T5-T7-T10
8	İşbirliği yapma	7	4	8	6	5	6	8	5	3	7	≥6	T1-T3-T4-T6-T7-T10
9	Sorumluluk Alma	8	5	9	7	5	7	9	6	4	7	≥7	T1-T3-T4-T6-T7-T10
10	Yeniliğe Açıklık	8	4	8	6	6	5	7	4	7	7	≥7	T1-T3-T7-T9-T10
Sonuç (Bütün kriterlerde ortak olan tedarikçiler)												T1-T3-T7-T10	

Not: Özellikler en az 10 yıl tecrübeli 3 personelin görüşlerinin ortalaması dikkate alınarak 10 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

5.4. Kriterlerin Belirlenmesi

Kriter ve skalalar satın alma biriminde çalışan en az 10 yıl tecrübeli 2 satın alma personeli ve 1 proje personelinin görüşü dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu kriterler;

- **Kalite (KA):** Üretici firmanın yıl içerisinde işveren tarafından geçirmiş olduğu denetimler. Bu denetimler uygunsuz ürün, izlenebilirlik, gizlilik ve taahhütlere uyma gibi başlıklar altında yapılır ve 100 üzerinden performans puanlaması yapılır.
- **Maliyet (MA):** Üreticilerin vermiş oldukları fiyat aralığı. En düşük maliyet en yüksek puana karşılık gelmektedir.
- **Teslim Süresi (TS):** Üretici firmanın işleri kaç gün geciktirdiğine bakılmıştır.
- **Makine Parkuru (MP):** Üretici firmanın yapılacak olan işe uygun tezgâh sayısını belirtmektedir. Tezgâh sayısının fazla olması üretim esnasında tezgâhta meydana gelebilecek bakım arıza gibi beklemeler için alternatif oluşturmaktadır. Dolayısıyla teslimatta herhangi bir aksama yaşanmayacaktır.
- **Teknik Yeterlilik (TY):** Üretici firmada çalışan personelin yapılacak iş için teknik ekipmanı kullanma durumu. Kaç personel bu işin yapılacağı makine ve ekipmanı kullanabilir?
- **Kalifiye Personel (KP):** Firmadaki toplam tecrübeli personel sayısı.

Kriter puanları hesaplaması için kullanılan skala değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

Y. AYDIN, T. EREN

5.5. Yöntemlerin Uygulanması

Bu kısımda üç farklı yöntem uygulanacaktır. Birinci yöntem AHP'nin uygulanması, ikinci yöntem TOPSIS yöntemi ve üçüncü yöntem ise AHP'de elde edilen ağırlıkların TOPSIS yöntemine girdi olarak alınıp uygulanmasıdır.

5.5.1. AHP Uygulanması

Elde edilen veriler ile kriterler için ikili karşılaştırma matrisi Tablo 6'daki gibi oluşturulur. Burada kritik nokta kriterlerin birbirine göre ağırlıklarıdır. Baskın olan kriter sonuca direkt etki edecektir. Kriterlerin puanlanmasında kullanılan skala değerleri 3 kişilik uzman proje ekibi tarafından daha önceki benzer çalışmalardan elde edilen tecrübeler doğrultusunda ortak görüş olmak kaydı ile belirlenmiştir. Bu değerler yöntemlerde kullanılmak üzere Tablo 5'te gösterildiği gibi 2 ile 10 arasında çift rakamlar baz alınarak uzmanlar tarafından puanlama yapılmıştır.

Tablo 5. Kriterlerin puanlandırılmasında kullanılan skala değerleri

Puan	KA (%)	MA (TL)	TS (Gün)	MP (Adet)	TY (Adet)	KP (Adet)
2	% 1-20	16000-17500	9-11	1-3	1-2	1-4
4	% 20-40	14500-16000	7-9	3-5	2-4	4-8
6	% 40-60	13000-14500	5-7	5-7	4-6	8-12
8	% 60-80	11500-13000	3-5	7-9	6-8	12-16
9	% 80-100	10000-11500	1-3	9-11	8-10	16-20

Kriterler arası karşılaştırma matrisi, kriterleri belirleyen 3 personelin ortak görüşü olup Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6. Kriterler arası karşılaştırma matrisi oluşturulması

Kriterler	Kalite	Maliyet	Teslimat	Makine Parkuru	Teknik Yeterlilik	Kalifiye Personel
Kalite	1,00	4,00	6,00	1,00	7,00	1,00
Maliyet	0,25	1,00	2,00	0,33	1,00	0,50
Teslimat	0,16	0,50	1,00	0,20	0,80	0,80
Makine Parkuru	1,00	3,00	5,00	1,00	1,50	2,00
Teknik Yeterlilik	0,14	1,00	1,25	0,66	1,00	1,00
Kalifiye Personel	1,00	2,00	1,25	0,50	1,00	1,00

AHP bu karşılaştırma matrisindeki tutarlılığın ölçülebilmesi için bir süreç önermektedir. Sonuçta elde edilen tutarlılık oranı (CR) ile bulunan öncelik vektörünün ve dolayısıyla kriterler arasında yapılan birebir karşılaştırmaların tutarlılığının test edilebilmesi imkanı sağlamaktadır. Şekil 5'te tutarlılık oranının (CR) 0-0,1 arasında geldiği görülmektedir. Hesaplanan CR değerinin 0,10'dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. CR değerinin 0,10'dan büyük olması ya AHP'deki bir hesaplama hatasını ya da karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını gösterir.

Lamda	λ	6,422
Tutarlılık İndeksi	CI	0,084
Tutarlılık Oranı	CR	0,075

Şekil 5. Tutarlılık oranı

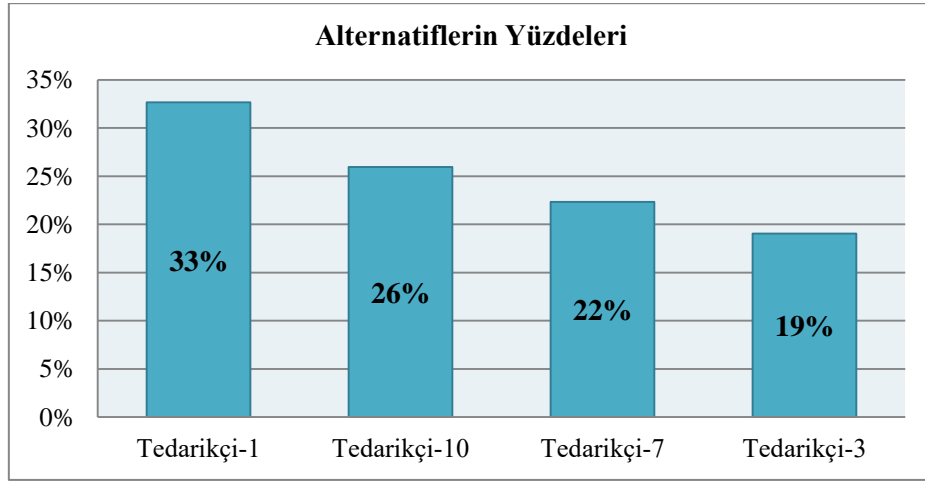
Tablo 7'de Kriter ve Alternatiflerin Özevktörleri (ağırlıkları) görülmektedir. Bu değerler Tablo 6'daki kriterler arası karşılaştırma matrisinin normalize edildikten sonra her bir kriterin aldığı değerlerin toplamının, toplam

SAVUNMA SANAYİNDE STRATEJİK ÜRÜN İÇİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

kriter sayısına bölünmesi ile elde edilmektedir. Tablo 7’de görüldüğü üzere kriter ve alternatif değerlerinin çarpımı ile sonuç elde edilir.

Tablo 7. Kriterlerin ve Alternatiflerin özvektörlerinin oluşturulması

		Kalite	Maliyet	Teslimat	Makine Parkuru	Teknik Yeterlilik	Kalifiye Personel	Sonuç
Alternatiflerin Özvektörleri (K)	Kriterlerin Özvektörleri (S)	0,33	0,09	0,07	0,26	0,10	0,15	
	Tedarikçi-1	0,29	0,11	0,44	0,39	0,43	0,30	0,33
	Tedarikçi-7	0,19	0,33	0,33	0,26	0,10	0,20	0,26
	Tedarikçi-3	0,26	0,11	0,11	0,09	0,19	0,30	0,22
	Tedarikçi-10	0,26	0,44	0,11	0,26	0,29	0,20	0,19



Şekil 6. AHP sıralama

Yapılan ikili karşılaştırma ve diğer adımlar sonucunda Şekil 6’da görüldüğü üzere Tedarikçi-1’in ilk sırada yer aldığı diğerleri ise onu izleyen Tedarikçi-10, Tedarikçi-7 ve Tedarikçi-3 firmalarıdır.

5.5.2. TOPSIS Uygulanması

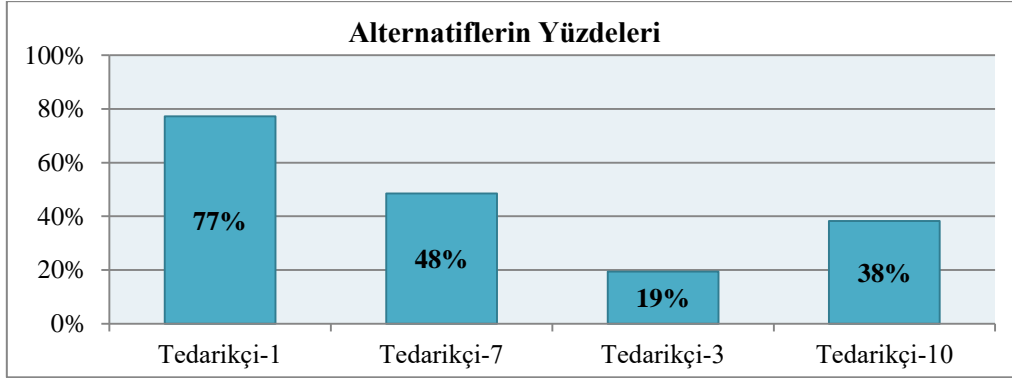
AHP’den farklı olarak kriterlerin ikili karşılaştırılması değil, alternatifler ile kriter bazında puanlanması ve ağırlıklandırılmasına dayalı bir yöntemdir. Ağırlıklandırma, kriterleri belirleyen 3 personel (AHP ile aynı personeller) tarafından ortak görüş olarak belirlenmiş olup Tablo 8’de gösterilmektedir.

Tablo 8. Karar Matrisi oluşturulması

Alternatifler	Ağırlıklar					
	0,25	0,10	0,25	0,15	0,15	0,10
	Kriterler					
	Kalite	Maliyet	Teslimat	Makine Parkuru	Teknik Yeterlilik	Kalifiye Personel
Tedarikçi-1	9,00	2,00	8,00	9,00	9,00	6,00
Tedarikçi-7	6,00	6,00	6,00	6,00	2,00	4,00
Tedarikçi-3	8,00	2,00	2,00	2,00	4,00	6,00
Tedarikçi-10	8,00	8,00	2,00	6,00	6,00	4,00

Y. AYDIN, T. EREN

Sonuca bakıldığında Tedarikçi-1'in TOPSIS yönteminde ilk sırada yer aldığı ikinci sırada ise Tedarikçi-7'nin yer aldığı Şekil 7'de görülmektedir. AHP ile TOPSIS yönteminin sonuçlarına bakıldığında birinci firmadan sonra sıralamaları değişmektedir. Şekil 7'deki yüzdesel ifade edilen değerler ideal çözüme yakınlıkları ifade etmektedir.



Şekil 7. TOPSIS sıralama

5.5.3. AHP-TOPSIS Uygulanması

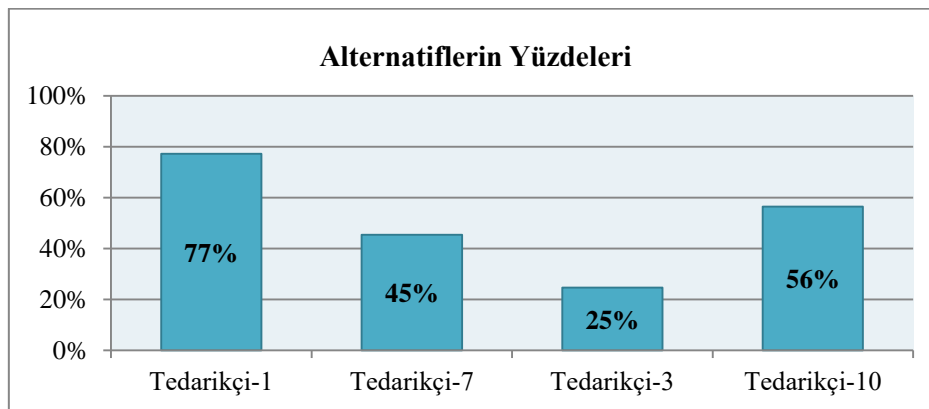
İki yöntemin birlikte kullanılması şu şekil olmaktadır; AHP yönteminden elde edilen özvektör (ağırlık) değerleri TOPSIS yöntemi için girdi alınmakta ve ağırlık olarak kullanılmaktadır.

Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi, Tablo 8'deki karar matrisi normalize edildikten sonra, AHP'den gelen Tablo 7'deki ağırlıklar ile çarpımından elde edilmektedir. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi Tablo 9'da gösterilmektedir.

Tablo 9. Ağırlıklandırılmış Normalize Martrisinin oluşturulması

Alternatifler	Kriterler					
	Kalite	Maliyet	Teslimat	Makina	Teknik Yeterlilik	Kalifiye Personel
Tedarikçi-1	0,19	0,02	0,05	0,19	0,08	0,09
Tedarikçi-7	0,13	0,05	0,04	0,12	0,02	0,06
Tedarikçi-3	0,17	0,02	0,01	0,04	0,03	0,09
Tedarikçi-10	0,17	0,07	0,01	0,12	0,05	0,06

Nihai sıralamanın AHP yöntemi ile aynı olduğu sadece alternatiflerin yüzdelik puan dağılımlarının değiştiği Şekil 6 ve Şekil 8'in karşılaştırmasından görülmektedir. Şekil 8'deki yüzdesel ifade edilen değerler ideal çözüme yakınlıkları ifade etmektedir.



Şekil 8. AHP-TOPSIS sıralama

*SAVUNMA SANAYİİNDE STRATEJİK ÜRÜN İÇİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ***5.6. Sonuçların değerlendirilmesi**

Uygulanan yöntemler neticesinde her üç yöntemde de ilk sırayı Tedarikçi-1'in aldığı, ikinci sırayı AHP ve AHP-TOPSIS yöntemlerinde Tedarikçi-10'nun, TOPSIS yönteminde ise Tedarikçi-7'nin aldığı Tablo 10'da görülmektedir.

Yöntemlere atanan değerler satın alma uzmanları ve proje mühendisleri tarafından proje isterilerine göre belirlenmiştir. Bundan dolayı yapılan değerlendirmeler neticesinde Tedarikçi-1'in bu işin yapılmasında uygun bir seçenek olduğu aşikardır. Sürecin değerlendirilmesi seçime girdi sağlayan satın alma ve proje personelleri ile tartışılmış ve yapılan seçimin tutarlı olduğu kararına varılmıştır.

Tablo 10. Sonuçların karşılaştırılması

Alternatifler	AHP	TOPSIS	AHP-TOPSIS
Tedarikçi-1	1 (%33)	1 (%77)	1 (%77)
Tedarikçi-7	3 (%22)	2 (%48)	3 (%45)
Tedarikçi-3	4 (%19)	4 (%19)	4 (%25)
Tedarikçi-10	2 (%26)	3 (%38)	2 (%56)

6. SONUÇLAR

Çok kriterli karar verme problemlerinden biri olan tedarikçi seçimi problemleri, iş hayatında sıklıkla rastlanan problemlerden biridir. Bu problemlerin çözümünde; uygun kriterlerin belirlenmesi, etkileşimlerin net olarak ifade edilmesi, karşılaştırmaların tutarlı şekilde yapılması oldukça önemlidir. İşletmelerin tercihlerini doğru belirleyebilmesi için tedarikçi seçiminde bilimsel metotların kullanılması önemlidir. Aksi durumda belirlenmiş amaçlar için uygun olmayan özelliklerde tedarikçiler seçilebilir.

Bu çalışmada ülkemizin savunma sanayisine katkı sağlamak amacıyla AR-GE çalışmaları yapan bir kurumda tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Makale kapsamında, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS metotları bir arada kullanılarak söz konusu işletme için en uygun tedarikçinin seçilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada, literatür incelendiğinde çeşitli alanlarda kullanıldığı tespit edilen kalite, maliyet, teslimat, makine parkuru, kalifiye personel ve teknik yeterlilik kriterleri ana kriterler olarak belirlenmiştir. Belirtilen yöntemler kullanılarak çalışmada dört alternatif tedarikçi firma değerlendirilmiş ve en iyi alternatif seçilmiştir. Yöntemlerin probleme uygulanması sonucu Tedarikçi-1 AHP ve TOPSIS yöntemlerinde ilk sırada yer almıştır.

Bu tarz stratejik kararlarında bilime son derece önem gösteren TS Firması, doğru tedarikçilerin seçimi ile arzu edilen yapıda bir tedarikçi ağı kurmuş ve tedarik zincirini güçlendirmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda, bu yöntemin geliştirilerek şirketin bütün tedarikçi seçimi süreçlerine yayılımının sağlanması hedeflenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] SUPÇİLLER, A.A., ÇAPRAZ, O., "AHP-TOPSIS Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması", İstanbul Üniversitesi İktisadi Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi, 13, 1-22, 2011.
- [2] GÖRENER, A., "Kesici Takım Tedarikçisi Seçiminde Analitik Ağ Sürecinin Kullanımı", Havacılık ve Uzun Teknolojileri Dergisi, 4(1), 99-110, 2009.
- [3] ÇAKIN, E., ÖZDEMİR, A., "Tedarik Seçiminin Kararında ANP ve ELECTRE Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama", Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi, 15(2), 339-364, 2013.
- [4] DAĞDEVİREN, M., EREN, T., "Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması", Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 16(2), 41-52, 2001.
- [5] ÖZYÖRÜK, B., ÖZCAN, E.C., "Otomotiv Sektöründe Tedarikçi Seçimine Etki Eden Faktörler ve Tedarikçi Seçimi", V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 625-629. İstanbul, Türkiye, 2005.
- [6] ADA, E., KAZANÇOĞLU, Y., ARACIOĞLU, B., "Stratejik Rekabet Üstünlüğü Sağlamada Tedarikçi Seçiminin Analitik Hiyerarşik Süreç ile Gerçekleştirilmesi", V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 605-611. İstanbul, Türkiye, 2005.
- [7] SONER, S., ÖNÜT, S., "Çok Kriterli Tedarikçi Seçimi Bir ELECTRE-AHP Uygulaması", Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi Sigma, 4, 110-120, 2006.

- [8] DAĞDEVİREN, M., ERASLAN, E., “PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi”, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(1), 69-75, 2008.
- [9] KÜÇÜK, O., ECER, F., “Tedarikçi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Bir Uygulama”, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 22(2), 435-450, 2008.
- [10] ÖZDEMİR, A.İ., SEÇME, N.Y., “İki Aşamalı Stratejik Tedarikçi Seçiminin Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Analizi”, Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 11(2), 79-112, 2009.
- [11] ÖZDEMİR, A., “Ürün Grupları Temelinde Tedarikçi Seçim Probleminin Ele Alınması ve AHP ile Çözülmesi”, Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 12(1), 55-84, 2010.
- [12] JUNIOR, F.R.L., OSIRO, L., CARPINETTI, L.C.R., “A Comparison Between Fuzzy AHP And Fuzzy TOPSIS Methods to Supplier Selection”, Applied Soft Computing, 21, 194–209, 2014.
- [13] MANI, V., AGRAWAL, R., SHARMA, V., “Supplier Selection Using Social Sustainability: AHP Based Approach in India”, International Strategic Management Review, 2, 98–112, 2014.
- [14] KOÇ, E., BURHAN, H.A., “An Analytic Hierarchy Process (AHP) Approach to A Real-World Supplier Selection Problem: A Case Study of Carglass Turkey”, Global Business and Management Research: An International Journal, 6(1), 1-14, 2014.
- [15] AYHAN, M.B., KILIÇ, H.S., “A Two Stage Approach for Supplier Selection Problem in Multi-Item/Multi-Supplier Environment with Quantity Discounts”, Computers & Industrial Engineering, 85, 1–12, 2015.
- [16] SULTANA, I., AHMED, I., AZEEM, A., “An Integrated Approach for Multiple Criteria Supplier Selection Combining Fuzzy Delphi, Fuzzy AHP & Fuzzy TOPSIS”, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 29, 1273–1287, 2015.
- [17] BÜYÜKÖZKAN, G., GÖÇER, F., “Application of A New Combined Intuitionistic Fuzzy MCDM Approach Based on Axiomatic Design Methodology for The Supplier Selection Problem”, Applied Soft Computing, 52, 1222-1238, 2017.
- [18] DWEIRI, F., KUMAR, S., KHAN, S.A., “Designing an Integrated AHP Based Decision Support System for Supplier Selection in Automotive Industry”, Expert Systems with Applications, 62, 273–28, 2016.
- [19] GALANKASHI, M.R., HELMI, S.A., HASHEMZAHI, P., “Supplier Selection in Automobile Industry: A Mixed Balanced Scorecard–Fuzzy AHP Approach”, Alexandria Engineering Journal, 55, 93–100, 2016.
- [20] TAVANA, M., FALLAHOPOUR, A., CAPRIO D.D., ARTEGA, F.J.S., “A Hybrid Intelligent Fuzzy Predictive Model with Simulation for Supplier Evaluation and Selection”, Expert Systems with Applications, 61, 129–144, 2016.
- [21] SAATY, T.L., Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process (First Edition), R W S Publications, New York, United States, 1996.
- [22] HWANG, C.L., YOON, K., Multiple Attributes Decision Making Methods and Application (First Edition), Springer, Berlin, Germany, 1981.
- [23] ÖZDER E.H., EREN T., “Tedarikçi seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Hedef Programlama Yöntemlerinin Entegrasyonu: Örnek Bir Uygulama”, 15. Üretim Araştırmaları Sempozyumu. İzmir, Türkiye, 2015.
- [24] ÖZDER E.H., EREN T., ÇETİN Ö.S., “Supplier Selection with TOPSIS and Goal Programming Methods: A Case Study”, Journal of Trends in the Development of Machinery and Associated Technology, 19(1), 109-112, 2015.
- [25] ÖZDER E.H., EREN T., “Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemi ve Hedef Programlama Teknikleri ile Tedarikçi Seçimi”, Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(3), 196-207, 2016.
- [26] GÜNGÖR, İ., İŞLER, D.B., “Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı ile Otomobil Seçimi”, ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 1(2), 21-33, 2005.
- [27] ÖZCAN, A.Y., Sağlık Kurumları Yönetiminde Sayısal Yöntemler (Birinci Baskı), Siyasal Kitabevi, Ankara, Türkiye, 2013.