

Araştırma Makalesi / Research Article

## NÖTROSOFİK AHP, WASPAS ve ABC YÖNTEMLERİ İLE STOK YÖNETİMİNİ OPTİMİZE ETME: YEDEK PARÇA SATIŞ FİRMASI ÖRNEĞİ

Beyza GÜLER<sup>1</sup> , Emine Elif NEBATI<sup>2</sup> 

### ÖZET

Stok yönetimi, bir işletmenin tedarik zinciri içindeki envanter akışını etkin bir şekilde kontrol etme, planlama ve iyileştirme süreçlerini kapsar. Günümüz dinamik iş dünyasında, firmaların etkin stok yönetimi, rekabet avantajı elde etmeleri açısından büyük bir öneme sahiptir. Doğru stratejilerin geliştirilmesi, maliyetleri minimize etmek ve müşteri taleplerine hızlı bir şekilde yanıt vermek stok yönetiminin en önemli konu başlıklarındandır. Bu çalışmada, ABC analizi, nütrosofik AHP ve WASPAS yöntemlerini kullanarak konteyner elleçleme donanımında aktif faaliyet gösteren bir yedek parça tedarikçisinin stok yönetimi süreçleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş ve iyileştirmeye yönelik öneriler sunulmuştur. Çalışmanın ilk aşamasında, ABC analizi yöntemi kullanılmış, belirlenen parçalara yıllık maliyet ve kullanım adetlerine göre sınıflandırma işlemi uygulanmıştır. Nütrosofik AHP yöntemi, stok yönetiminde kullanılan kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için kullanılmıştır. Bu adım, önemli performans kriterlerini belirlemek ve bu kriterlerin firma hedefleri ile uyumunu değerlendirmek için kullanılmıştır. Sonrasında WASPAS yöntemi ile belirlenen parça modelleri, her bir kriter açısından değerlendirilerek sıralamalar elde edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, stok yönetiminde “kalite güvencesi” kriterinin en önemli unsur olduğunu göstermiştir. ABC ve WASPAS sıralamaları karşılaştırıldığında ise, bazı farklılıklar gözlemlenmiştir. Ayrıca, entegre modelin stok yönetiminde daha etkili ve ölçülebilir bir yaklaşım sağladığını ortaya koymuştur. Literatür taraması sonucunda, önerilen metodolojinin, alanda ilk kez kullanılması ile yazına katkı sağlayacağı umulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Stok Yönetimi, ABC Analizi, Nütrosofik AHP, WASPAS.

**JEL Sınıflandırması:** M20, C02, C65

## OPTIMISING STOCK MANAGEMENT WITH NEUTROSOPHIC AHP, WASPAS AND ABC METHODS: THE CASE OF A SPARE PARTS SALES COMPANY

### ABSTRACT

Inventory management covers the processes of effectively controlling, planning and improving the inventory flow within the supply chain of an enterprise. In today's dynamic business world, effective inventory management is of great importance for companies to gain competitive advantage. Developing

<sup>1</sup> Lisans Öğrencisi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İstanbul, Türkiye  
guler.beyza@std.izu.edu.tr.

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İstanbul, Türkiye  
emine.nebati@izu.edu.tr.

*the right strategies, minimising costs and responding quickly to customer demands are the most important issues of inventory management. In this study, by using ABC analysis, neutrosophic AHP and WASPAS methods, the inventory management processes of a spare parts supplier active in container handling equipment were analysed comparatively and suggestions for improvement were presented. In the first stage of the study, ABC analysis method was used, and the classification process was applied to the identified parts according to their annual cost and usage numbers. Then, Neutrosophic AHP method was used to determine the criteria weights used in inventory management. This step was used to identify the important performance criteria and to evaluate the alignment of these criteria with the company objectives. The part models determined by the WASPAS method were evaluated in terms of each criterion and rankings were obtained. As a result, quality assurance" criterion is the most important factor in inventory management. ABC and WASPAS rankings were compared, some differences were observed. The findings revealed that the integrated model provides a more effective and measurable approach to inventory management. To the best of our knowledge, it is hoped that the proposed methodology will contribute to the literature by being used for the first time in the field.*

**Keywords:** Inventory Management, ABC Analysis, Neutrosophic AHP, WASPAS

**JEL Classification Codes:** M20, C02, C65

## EXTENDED SUMMARY

### Research Questions & Purpose

Inventory control is an important part of inventory management. It includes the necessary organisational processes such as fulfilment, storage and procurement. In this context, effective inventory control is critical to help companies succeed in increasing their market share. As a result of the literature review, it has been found that there has been little research into the inventory management problem with fuzzy logic and this problem has been the subject of research. For this reason, the inventory management problem of a spare parts distribution company is taken as the subject of the study, an attempt is made to improve inventory management through effective planning, and a model is proposed for the company to gain competitive advantage over its competitors in the spare parts distribution market. The aim of the study is to try to improve inventory management with the proposed methods in order to carry out accurate planning, like how much of what part to buy and where to place it in the warehouse, in inventory and warehouse organisation issues.

### Literature Review

An efficient inventory management model will play an effective role in solving these problems. There are many studies on inventory control and inventory planning in the literature (Muniz et al., 2020); (Bilgin & Tanyılmaz 2021); (Taşkın et al., 2022); (Ajrıpour, 2022). When evaluating the recent studies in the literature, the most common method used to classify the inventory being studied is the ABC Classification Method. It is seen that different methods such as multi-criteria decision making and VED analysis are integrated with this method. It is seen that the fuzzy logic approach is rare. The integrated inventory management model developed in this study presents a methodology to achieve competitive advantage, reduce costs and increase customer satisfaction. The proposed model is distinguished by its ability to address the complexities of inventory management in a fuzzy environment. It enables companies to make more strategic, sensitive, and information-oriented decisions.

## **Methodology**

Firstly, ABC analysis is presented. Secondly, neutrosophic AHP and WASPAS methods are presented. ABC analysis is a method for the classification of stocks in order of estimated importance (Özdemir, 2021). Decision makers cannot easily make reliable decisions under uncertainty using classical approaches. Neutrosophic set theory, introduced by Florentin Smarandache in 1995, is a theory developed to model decision problems with many uncertainties, inaccuracies, incompleteness and inconsistencies. In contrast to classical and fuzzy sets, inconsistency and uncertainty factors are included as parameters in Neutrosophic scales, thus offering an evaluation possibility closer to the logic of human thinking. The WASPAS method, developed in 2012, is a widely used method for evaluating and ranking alternatives (Nebati et al., 2023). WASPAS is a method that uses performance scores of alternatives according to criteria and criteria weights to solve the problem. As a result of the solution, it provides a ranking of the alternatives to the experts in the decision-making position. In the first stage of the study, the ABC analysis method was used to correctly classify the materials. The study took into account the inventory data of an active spare parts distribution company for 2024. The company is a supplier of equipment and spare parts for container handling equipment in the port services sector. In the second step of the analysis, the criteria weights were determined using the Neutrosophic AHP method and the parts identified as alternatives were ranked using the WASPAS method. The final step is to compare the results.

## **Results and Conclusion**

The results show that the most important criterion for the company is 'quality assurance' and less important is 'delivery time'. The quality of products in stock has a direct impact on customer satisfaction. Poor quality or defective products can lead to customer complaints and returns. Furthermore, establishing long-term relationships with suppliers that provide reliable and quality products provides an opportunity to create a more reliable supply chain for inventory management. Quality assurance improves compliance by ensuring that quality standards are met. After determining the weighting of the criteria, the WASPAS method was preferred. The alternatives were ranked. It was found that the most important alternative was the part with the code number 'A5'. In the last step, the results were evaluated by comparing the ABC and the neutrosophic AHP-WASPAS approaches in order to classify them correctly. According to the evaluations, the ABC analysis was found to be insufficient in some points and the neutrosophic AHP-WASPAS method helped to obtain a more consistent result.

## 1. Giriş

Sürekli değişen ve gelişen, rekabetin hızla arttığı, teknolojinin ilerlediği ve tüketici beklentilerinin sürekli evrildiği bir iş ortamında, işletmelerin operasyonel süreçlerini sürekli olarak iyileştirmeleri kaçınılmazdır. Özellikle yedek parça satış firmaları gibi dinamik sektörlerde faaliyet gösteren şirketler için sürekli değişmekte olan talepler ve tedarik zinciri karmaşıklıkları, etkili bir stok yönetimi yardımıyla bu problemlerin düzeltilmesine, daha verimli süreçlerin oluşturulmasına ve uygulanmasına yardımcı olmaktadır.

Stok kontrolü, envanter yönetiminin önemli bir alanını oluşturur ve ihtiyaçların giderilmesi, depolanması ve temin edilmesi gibi aşamalar arasında denge kurulması için gerekli organizasyon işlemlerini içerir (Özdemir & Özveri, 2004). Bu bağlamda işletmelerin pazar paylarını artırmadaki başarısı için etkili bir stok kontrolü, ürün kalitesi veya pazarlama stratejileri haricinde kritik bir önem arz etmektedir. Stok, bir işletmenin varlık yönetiminin yapı taşlarından biridir ve etkin bir şekilde yönetilmediğinde, maliyetlerin artmasına, müşteri memnuniyetsizliğine ve operasyonel verimlilik kayıplarına neden olmaktadır. Bu nedenle stok yönetimini iyileştirmek, işletmelerin rekabet avantajlarının artırılmasında, daha sürdürülebilir büyüme ve karlılık gibi önem taşıyan konularda etkin bir rol oynamaktadır. Optimize edilmiş stok yönetimi, maliyetleri minimize etme potansiyeli sağlamaktadır. Uygun miktarda stok bulundurmak, aşırı stoklamadan kaçınmak ve talep değişikliklerine hızlı bir şekilde uyum sağlamak; işletmelerin, depolama, sigorta ve fazla stok maliyetleri konusunda tasarruf etmesine yardımcı olurken aynı zamanda işletmenin finansal performansını güçlendirmesine ve kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılmasına olanak tanımaktadır. Özellikle satış firmaları, müşteri taleplerine anında cevap verebilmek, maliyetleri en aza indirebilmek ve stok düzeylerini optimize edebilmek adına etkili bir stok yönetimi stratejisine ihtiyaç duymaktadır. Ancak, geleneksel stok yönetimi yöntemleri genellikle değişen talep ve tedarik zinciri belirsizlikleriyle başa çıkmakta yetersiz kalmaktadır.

Bu noktada, çok kriterleri karar verme yöntemlerinin kullanılmasının problemi daha anlaşılabilir bir temele taşınmasında katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Taş & Karataş, 2021). Yaptığımız literatür çalışmasına dayanarak stok yönetimi probleminin bulanık mantıkla az çalışıldığı tespit edilmiş ve bu problem üzerinde durmaya özen gösterilmiştir. Bu nedenle, çalışmanın konusu olarak bir yedek parça satış firmasının stok yönetimi problemi ele alınmış, etkin bir planlama yapılarak stok yönetimi iyileştirilmeye çalışılmış, firmanın yedek parça satış pazarında rakiplerine karşı rekabet avantajı kazanması için bir model önerilmiştir. Çalışmanın amacı; envanter stoku yapma ve depo düzenlenmesi problemlerinde, hangi parçadan ne kadar alınacağı, depo içinde nereye konumlandırılacağı gibi planlamaları doğru bir şekilde gerçekleştirmek için önerilen yöntemlerle envanter yönetimini iyileştirmeye çalışmaktır.

Önerilen bu modelde, literatürdeki çeşitli çalışmalardan yararlanılarak stok yönetimini etkileyen kriterler belirlenmiştir. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde ABC analizi ile parçalar önem değerlerine göre sınıflandırılmış, nütrosifik AHP yöntemi ile belirlenen kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış, WASPAS yöntemi ile de her bir alternatifin her bir kriter açısından performansı değerlendirilerek en uygun alternatifler sıralanmıştır. Son adımda, ABC analizi ile nütrosifik AHP-WASPAS yaklaşımı karşılaştırılmış ve sonuçlar paylaşılmıştır. Bu çalışmanın özgünlüğü ise, bir yedek parça satış firmasının stok yönetimini ABC analizi ve nütrosifik AHP-WASPAS yaklaşımı ile karşılaştırmalı sunarak yazına katkı sağlamaktır. Önerilen meto-

dolojinin bildiğimiz kadarıyla alanda ilk kez kullanılacak olması ile literatüre katkı sunacağı düşünülmektedir.

Çalışma düzeni şu şekildedir; ikinci bölümde literatür taramasına, üçüncü bölümde tedarik zinciri ve stok yönetimi ilişkisine değinilmiştir. Dördüncü bölümde, önerilen metodoloji açıklanmıştır. Beşinci bölümde, uygulamaya yer verilmiştir. Son bölümde, sonuç yer almaktadır.

## **2. Literatür Taraması**

Tüketici isteklerinin hızla değişim göstermesi, ürün çeşitliliği artışı ve belirsiz talepler, geleneksel stok yönetim modelleri, işletmeleri zor durumda bırakmıştır. Rekabetli iş dünyasında, işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri için zamanında ve doğru kararlar almaları kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmiştir (Bilgin & Esengün, 2014). İşletmelere sağlanacak verimli bir stok yönetimi modeli bu problemlerin çözümünde etkili bir rol oynayacaktır. Literatürde stok kontrolü ve envanter planlaması ile yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır.

Özdemir & Özveri (2004), yaptıkları çalışmada çok kriterli envanter gruplandırmasında analitik hiyerarşi süreci (AHP) analizi kullanarak gerçekleştirilen ABC analizi yöntemini tartışmış ve AHP ile klasik ABC analizi metodunun sonuçları arasındaki farklılıkları tespit etmeye çalışmıştır. Kabir & Hasin (2011), çalışmalarında, AHP ve bulanık AHP yöntemlerini tanıtmış, etkili bir envanter sınıflandırması için en iyi yöntemi bulmak adına iki yöntemi karşılaştırdıkları analizleri sunmuşlardır. Olfat vd. (2015), çalışmalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) yöntemini tanıtır envanter yönetiminde kullanmışlardır. Daha sonra bu yöntemi VIKOR, TOPSIS, SAW ve COPRAS yöntemleriyle bir örnek kullanarak karşılaştırıp EDAS yönteminin iyi bir performans ortaya koyduğu çıkarımlarında bulunmuşlardır. Beğik vd. (2017), çalışmalarında bir ısı cihazı firmasının stok kontrolünü yapabilmek adına sınıflandırma yöntemlerinden biri olan ABC analizini uygulamış, çok kriterli stok sınıflandırması yapabilmek adına AAS yöntemine başvurup elde edilen sonuçların farklılıklarını tartışmışlardır. Kumar vd. (2017), SAW (Simple Additive Weighing method), TOPSIS (Technique of Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) gibi ÇKKV yöntemlerini kullandıkları, her bir yöntemin sonuçlarını grup karar verme tekniği ile entegre ettikleri tek bir etkin envanter sınıflandırması çalışmasında bulunmuşlardır. Dağsuyu (2019), çalışmasında klasik ABC ve VED analizlerini baz alarak bulanık ABC ve VED analizini bir arada kullandığı bir model geliştirip metal sektöründe yer alan bir firma için stok sınıflandırması yapmıştır. Mohammed & Workneh (2020), yaptıkları bu çalışmada ABC-VED matrisini kullanarak bir hastanenin ilaç stoku için kritik analizlerde bulunarak stok yönetimini optimize etmeye çalışmışlardır. Muniz vd. (2020), yedek parça stok yönetimini, kritiklik analizi ve optimizasyona dayalı olacak şekilde yeni bir hibrit yöntem kullanarak ele almışlardır. Bu hibrit yaklaşımda VED ve AHP yöntemlerini uygulayarak niteliksel ve niceliksel yöntemleri birleştirmeyi amaçlamışlardır. Özdemir (2021), etkili ve uygulanabilir bir ürün-stok yönetimi modeli geliştirip oluşabilecek stok problemlerinin önüne geçmeye çalışmaktadır. Bu doğrultuda ABC, KB-AHS ve ELECTRE metotlarını birlikte kullanarak stok analizi yaptığı dört aşamadan oluşan bir model önerisinde bulunmuştur. Bilgin & Tanyılmaz (2021), çok kriterli ABC analizinde AHS yöntemi kullanımına yönelik bir model önerisinde bulunmuş ve ÇKKV yöntemlerinin farklılıklarına değindiği bir çalışma ortaya koymuştur. Sert (2021), yaptığı çalışmada firmaya maksimum yarar sağlayacak ürünleri analiz edilebilmek amacıyla Analitik Ağ Süreci yöntemini kullanarak bir tekstil Firması için bütünlük stok

yönetimi uygulamasını gerçekleştirmiştir. Wulansari vd. (2021), geliştirdikleri metotta yedek parçaların ihtiyaç halinde hazır bulunması ve stok fazlalığından kaynaklı oluşabilecek maliyet problemlerine çözüm olarak AHP yönteminden yararlanmışlardır. Bu çalışmanın özgünlüğü ise, bir yedek parça satış firmasının stok yönetimini ABC analizi ve nütrosifik AHP-WASPAS yaklaşımı ile karşılaştırmalı sunarak yazına katkı sağlamaktır. Mogbojur vd. (2022), yaptıkları araştırmada gıda işleme endüstrisi için en uygun envanter yöntemini seçmek ve stok maliyetini en aza indirmek amacıyla AHP yöntemine dayanan bir uygulama gerçekleştirmişlerdir. Taşkın vd. (2022), yaptıkları çalışmada, ANP, PROMETHEE ve MAUT yöntemlerini kullanarak depo yönetimi için en etkili kriterleri belirleyip RFID teknolojileri için en iyi alternatifin bulunabileceği bir çalışma ortaya koymuşlardır. Ajripour (2022), kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için Best-Worst metodunu ve yedek parçaların son değerine ulaşmak adına AHS ve benzerliğe göre tercih sıralaması tekniği kullandığı çalışmasında İran'daki bir petrokimya şirketinin yedek parça sınıflandırmasını yapıp depo yönetimini optimize etmeye çalışmıştır.

Yazındaki son yıllardaki çalışmalar değerlendirildiğinde, Çalışmaya konu olan envanterin sınıflandırması konusunda en çok karşılaşılan yöntem ABC sınıflandırma yöntemidir. Bu yöntemin yanı sıra çok kriterli karar verme ve VED analizi gibi çeşitli yöntemler ile bütünleşik kullanıldığı görülmektedir. Bulanık mantık yaklaşımının ise az olduğu görülmektedir. Bu çalışmada geliştirilen bütünleşik stok yönetimi modeli ile işletmelere rekabet avantajı sağlamak, maliyetleri düşürmek ve müşteri memnuniyetini artırmak için bir metodoloji sunulmaktadır. Önerilen model, bulanık ortamda stok yönetimi konusundaki karmaşıklıkları ele alması ve işletmelere daha stratejik, duyarlı ve bilgi odaklı kararlar alma yeteneği ile öne çıkmaktadır.

### 3. Tedarik Zinciri Yönetiminde Stok Yönetimi

Günümüz rekabet ortamında, şirketler devamlı olarak pazar paylarını artırmak ve maliyetlerini düşürmek için çalışmaktadır. Bu sebeple, potansiyel müşterilere gereken zamanda ve doğru şekilde ürünleri ulaştırmak önemlidir. Bu hedefi gerçekleştirmek adına, tedarikçilerle etkili bir iş birliği içinde çalışarak gerekli hammadde veya malzemeyi uygun maliyetle ve zamanında temin etmek de büyük önem taşımaktadır (Eymen, 2007). Tedarik zinciri, malzeme temini süreçlerini kapsayan, bunları yarı mamul ve mamullere dönüştüren ve ardından bu ürünleri müşterilere ulaştırmak için dağıtım kanalları kullanan bir hizmet ve dağıtım seçenekleri ağıdır (Ataman, 2002). Tedarik zinciri, kaynak araştırma, satın alma işlemleri ve lojistik yönetimi gibi aşamaları içeren tüm süreçlerin planlanması ve yönetilmesini içerir (Külahlı & Çağlayan, 2022). Bu sebeple, gün geçtikçe karmaşıklaşan küresel ticaret dinamikleri ve hızla değişen tüketici talepleriyle başa çıkabilmek için şirketlerin, tedarik zinciri stratejilerini sürekli olarak gözden geçirmeleri ve iyileştirmeler yapmaları gerekmektedir.

Tedarik zinciri yönetimi ise, hammaddelerin temininden nihai ürün faaliyetlerine kadar olan süreçlerin yönetilmesini içeren bir yaklaşımdır. Bu yönetim felsefesi, firmaların tedarikçilerinin süreçlerinden, rekabet avantajlarına destek olacak teknoloji ve yeteneklerinden nasıl en iyi şekilde yararlanacaklarına odaklanmaktadır. Aynı zamanda geleneksel iç firma işlemlerini optimize etmek ve daha etkin hale getirmek amacıyla ticari ortaklar edinerek yayma prensibine dayanır (Özdemir, 2004). Tedarik zinciri yönetimi, müşteri taleplerini daha kısa sürede ve istenen şekilde karşılamak için uygulanan bir stratejidir. Bu yaklaşım, maliyetleri, katma değer yaratmayan faaliyetleri ve gereksiz malzemeleri ortadan kaldırarak azaltır. Sonuç olarak, etkili bir tedarik zinciri yönetimi stok azaltma, operasyonel maliyetleri düşürme ve ürünleri müşteri-

lere zamanında ulaştırma gibi faktörlere odaklanarak müşteri memnuniyetinin artmasına katkı sağlar (Eymen, 2007).

Stok, firmaların bilançosundaki önemli bir kalemi temsil ettiği için, etkili stok yönetimi ve kontrol, gelişmiş işletmelerin dağıtım, operasyonel ve üretim süreçlerinde kalıcı ve uzun süreli başarı elde etmelerine katkı sağlayan kritik bir fonksiyonu ifade eder (Kaya, 2020). Dış tedarikçilerden sağlanan veya alınan ürünlerin miktarı ve kalitesi, iç şirket süreçleri veya tedarikçi üretimindeki belirsizliklerden dolayı dalgalanabilir. Teslimat süreleri, üretim sürecindeki aksamalardan etkilenebilir ve tedarik zincirindeki belirsizlikleri artırabilir. Bu nedenle, tedarik zincirindeki belirsizlikleri dengelemek ve arz ile talep arasındaki boşluğu kapatmak amacıyla stoklar bulunmaktadır. (Kaya, 2020). Üretim sistemlerinde, üretime dolaylı ya da dolaysız bir şekilde dahil olan tüm somut varlıklar ve ürünler, stok kavramı olarak değerlendirilir. Bu bağlamda depolanan her varlık stok olarak kabul edilir. Stoklar, sözü edilen ürünlerin parasal değeri veya miktarı ile ilişkilendirilir (Tanrıverdi, 2010).

Stok yönetimi, stok seviyelerini izleme ve kontrol etme sürecini içerir ve müşteri taleplerini karşılamak için yeterli ürünü sağlama amacını taşımaktadır. Stok, işletmenin likiditesini etkileyen ve finansal kaynakları bağlayan bir unsurdur, bu nedenle uygun stok seviyelerinin belirlenmesi büyük önem taşır. Fazla stok bulundurma, işletme sermayesini azaltabilir ve likiditeyi olumsuz etkileyebilir. Diğer yandan, çok az stok bulundurma, stokların düşmesine ve potansiyel satış kayıplarına neden olarak daha düşük karlılığa yol açabilir (Kaya, 2020). Bu nedenle, işletmeler için optimal stok seviyelerini belirlemek ve sürdürmek, finansal başarı açısından kritik bir rol oynar.

Firmalar çeşitli sebeplerden kaynaklı olarak stok bulundurma işlemi uygulamaktadırlar. Bu sebepler aşağıdaki gibidir;

- **Zaman Kriteri:** Bir ürünün üretimi için gereken zaman süresi, üretim planlamasının geliştirilmesi, tedarikçiden firmanın elde ettiği hammaddelerin ulaştırılması, hammaddelerin siparişi ve kontrolü, ürünün üretimi ve nihayetinde bitmiş ürünün toptancıya veya müşteriye ulaştırılması süreçleri için gereken zamanı kapsar (Tanrıverdi, 2010). Zaman, müşteri taleplerine hızlı bir şekilde yanıt verebilmek için kritik bir faktördür. Hızlı değişen taleplere uyum sağlamak, rekabet avantajı elde etmek açısından önemlidir.
- **Belirsizlik Kriter:** İşletmeler, gerekli malzemeleri temin ederken tedarik süresini öngörü üzerine kurarlar. Gelecekteki belirsizlikler sebebiyle, üretimin gecikmesi halinde firma için kritik bir duruma karşı karşıya kalma riski vardır. Özellikle üretim araçlarının âtil kalması gibi durumlar, işletmelerin karşılaşılabileceği önemli sorunlar arasında yer alır (Tanrıverdi, 2010). Firmalar, olası hatalar, hava koşulları, ani talep değişiklikleri, üretimdeki gecikmeler gibi beklenmedik problemlerle daha iyi başa çıkabilmek için ellerinde stok bulundurmaları. Bu sayede müşteri isteklerine daha iyi uyum sağlayarak rekabet avantajını koruyabilir.
- **Ekonomi Kriteri:** Büyük miktarda satın alma yapmak, miktar indirimleri aracılığıyla işletmenin maliyetlerinde önemli ölçüde tasarruf etmesine olanak tanıyabilir. Ayrıca, büyük miktarlarda sipariş vermek, yıl boyunca daha az sayıda sipariş verilmesini sağlar ve bu da sipariş maliyetlerinde tasarruf sağlar. Bu nedenlerle, firmalar, ihtiyaçlarından daha fazla ürünü bir seferde tedarik ederek stok bulundurma faaliyetlerini gerçekleştirebilirler (Tanrıverdi, 2010).

## 4. Metodoloji

Bu bölümde, önerilen metodolojinin teorik bilgilerine yer verilmiştir. Çalışmada, öncelikle ABC analizi ve sonrasında nütrosifik AHP ve WASPAS yöntemlerine yer verilmiştir.

### 4.1. ABC Analizi

Çok çeşitli ürünleri içeren envanter süreçlerinde, tüm ürünler aynı ölçüde karlılık sağlamayabilir. Bu nedenle, kârlı olan ürünleri daha az kârlı olanlardan ayırmak önemlidir. İşletmenin envanterindeki her ürün aynı değere sahip değildir. ABC analizi, envanterleri tahmini önem sırasına göre sınıflandırmak için kullanılan bir yöntemdir (Özdemir, 2021). Temelde ABC analizi, envanteri üç sınıfa ayırır. Bunlar aşağıdaki gibidir;

- Titiz bir denetime tabi tutulması ve doğru kayıtlara sahip olması gereken “A sınıfı”,
- Daha az kapsamlı bir kontrol sürecine tabi tutulması sorun olmayan ve nispeten sağlam kayıtlara sahip olması gereken “B sınıfı”
- En temel kontrollere ve en az kayıtlara sahip olması gereken “C sınıfı”.

Bir firma için “A sınıfı” parçalar çok kritik öneme sahiptir. Bu maddelerin yüksek değeri sebebiyle daha fazla değer analizi yapılması gerekir. “B sınıfı” parçalar “A sınıfı” hammaddelerden daha az ama “C sınıfı” hammaddelerden biraz daha önem arz eden parçalardır. Bu nedenle, “B sınıfı” öğeleri gruplar arası öğelerdir. “C sınıfı” grubu kapsamında olan parçalar ise A ve B sınıflarında göre daha az öneme sahip öğelerdir (Özdemir, 2021). ABC sınıfları için örnek bir gösterge aşağıdaki gibi verilebilir: (Özdemir, 2021).

- “A” sınıfı parçalar, yıllık sipariş meblağının yaklaşık olarak %70’ini ve toplam ürün adedinin %20’sini kapsar.
- “B” sınıfı parçalar, yıllık sipariş meblağının yaklaşık olarak %20’sini ve toplam ürün adedinin %30’unu kapsar.
- “C” sınıfı parçalar, yıllık sipariş meblağının yaklaşık olarak %10’u ve toplam ürün adedinin %50’sini kapsar.

ABC analizi basit bir yapıya sahip olmasına rağmen gayet etkili bir metottur. Bu metodoloji, etkin bir tedarik zinciri yönetimi ve lojistik için, verimli bir stok yönetimi ve maliyet minimizasyonunu mümkün kılmaktadır.

### 4.2. Nütrosifik AHP Yöntemi

Çalışmanın ilk aşamasında, nütrosifik AHP yöntemi kullanılarak kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 1’den faydalanılarak nütrosifik önem ağırlıklarına çevrilmiştir.



**Tablo 1: Ağırlıklı Nötrosofik Önem Değerleri**

Sözel Ögeler	Nötrosofik Küme Ağırlıkları
Eşit ölçüde önemli	[0.5, 0.5], [0.5, 0.5], [0.5, 0.5]
Çok daha fazla önemli	[0.50, 0.60], [0.35, 0.45], [0.40, 0.50]
Orta ölçüde önemli	[0.55, 0.65], [0.30, 0.40], [0.35, 0.45]
Orta ölçüden daha fazla önemli	[0.60, 0.70], [0.25, 0.35], [0.30, 0.40]
Güçlü ölçüde önemli	[0.65, 0.75], [0.20, 0.30], [0.25, 0.35]
Çok daha önemli	[0.70, 0.80], [0.15, 0.25], [0.20, 0.30]
Çok güçlü ölçüde önemli	[0.75, 0.85], [0.10, 0.20], [0.15, 0.25]
Çok daha fazla önemli	[0.80, 0.90], [0.05, 0.10], [0.10, 0.20]
Aşırı ölçüde önemli	[0.90, 0.95], [0, 0.05], [0.05, 0.15]
Son derece yüksek önemli	[0.95, 1.0], [0.0, 0.0], [0.0, 0.10]
Kesinlikle daha fazla önemli	[1.0, 1.0], [0.0, 0.0], [0.0, 0.0]

Elde edilen verilere, dayanılarak ikili karar matrisleri oluşturulur. Sonrasında, bu matrislerin normalleştirme işlemleri Eşitlik (1) ve Eşitlik (2) kullanılarak yapılmaktadır.

$$\widetilde{S}_{ij} = \left\langle \left[ \sum_{k=1}^m T_{kj}^L, \sum_{k=1}^m T_{kj}^U \right], \left[ \sum_{k=1}^m I_{kj}^L, \sum_{k=1}^m I_{kj}^U \right], \left[ \sum_{k=1}^m F_{kj}^L, \sum_{k=1}^m F_{kj}^U \right] \right\rangle \quad j = 1, 2 \dots m \quad (1)$$

$$\widetilde{N}_{ij} = \left\langle \left[ \frac{T_{kj}^L}{\sum_{k=1}^m T_{kj}^U}, \frac{T_{kj}^U}{\sum_{k=1}^m T_{kj}^L} \right], \left[ \frac{I_{kj}^L}{\sum_{k=1}^m I_{kj}^U}, \frac{I_{kj}^U}{\sum_{k=1}^m I_{kj}^L} \right], \left[ \frac{F_{kj}^L}{\sum_{k=1}^m F_{kj}^U}, \frac{F_{kj}^U}{\sum_{k=1}^m F_{kj}^L} \right] \right\rangle \quad (2)$$

Normalleştirilmiş matrisin tek değişkenli bir hale gelebilmesi için normalleştirilmiş matriste bulunan değerler aralık değerlerinden tek bir değere dönüştürülmüştür. Bu dönüşümde eşitlik (3)'ten yararlanılmıştır. Bu değerler Tablo 4'te verilmiştir.

$$\widetilde{W}_A = \left( \left[ \frac{T_{1j}^L}{\sum_{k=1}^m T_{kj}^U}, \frac{T_{1j}^U}{\sum_{k=1}^m T_{kj}^L} \right], \left[ \frac{I_{1j}^L}{\sum_{k=1}^m I_{kj}^U}, \frac{I_{1j}^U}{\sum_{k=1}^m I_{kj}^L} \right], \left[ \frac{F_{1j}^L}{\sum_{k=1}^m F_{kj}^U}, \frac{F_{1j}^U}{\sum_{k=1}^m F_{kj}^L} \right] \right)_{j=1 \dots m} \quad (3)$$

Sonraki adımda, Eşitlik (4) ve Tablo 4'teki değerler kullanılarak matrisin nötrosofik durumundan çıkarma işlemi gerçekleştirilmiş ve kriter ağırlıkları hesaplanılıp Tablo 5'te gösterilmiştir.

$$\mathcal{D}(X) = \left( \frac{T_X^L + T_X^U}{2} + \left( 1 - \frac{I_X^L + I_X^U}{2} \right) * (I_X^U) - \left( \frac{F_X^L + F_X^U}{2} \right) * (1 - F_X^U) \right) \quad (4)$$

$$X_j = \langle [T_X^L, T_X^U], [I_X^L, I_X^U], [F_X^L, F_X^U] \rangle$$

### 4.3. WASPAS Yöntemi

2012’de geliştirilen WASPAS yöntemi alternatiflerin değerlendirilmesinde ve sıralanmasında oldukça kullanılan bir yöntemdir (Nebati vd., 2023). WASPAS yöntemi, problemin çözümünde alternatiflerin kriterlere göre performans değerlerini ve kriter ağırlıklarını kullandıkları bir yöntemdir. Çözüm sonucu olarak karar verici pozisyonunda olan uzmanlara, alternatiflere ilişkin bir sıralama sunmaktadır (Aytaç Adalı & Tuş Işık, 2017). Yöntemin adımlarındaki değişkenler şöyle tanımlanmıştır:

- $m$ : karar alternatif sayısı ( $i = 1, 2, 3, \dots, m$ )
- $n$ : değerlendirme kriteri sayısı ( $j = 1, 2, \dots, n$ )
- $x_{ij}$ : değerlendirme kriterine göre  $i$ . alternatifin aldığı değer ( $j=1, 2, \dots, n$ )
- $x_{ij}^*$ :  $j$ . değerlendirme kriterine göre  $i$ . alternatifin aldığı normalize edilmiş değer ( $j=1, 2, \dots, n$ )
- $w_j$ :  $j$ . değerlendirme kriterinin ağırlığı ( $j = 1, 2, \dots, n$ )

Birinci adımda, farklı alternatiflerin farklı kriterler ışığında performanslarını gösteren karar matrisi  $X$  oluşturulmuştur. Karar matrisi, Eşitlik (4)’te gösterildiği gibidir.

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

İkinci adımda karar matrisi normalize edilir. Maksimizasyon ve minimizasyon durumundaki kriterler sırasıyla Eşitlik (5) ve Eşitlik (6) kullanılarak normalize edilir.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\max_i(x_{ij})} \quad (6)$$

$$x_{ij} = \frac{\min_i(x_{ij})}{x_{ij}} \quad (7)$$

Üçüncü ve dördüncü adımda, WSM ve WPM’ye göre  $i$ . alternatifin toplam görece önemi ayrı ayrı hesaplanmaktadır. WSM’ye göre bir alternatifin toplam görece önemi, kriter değerlerinin ağırlıklı toplamı olarak belirlenir; WPM’ye göre ise bir alternatifin kriter bazındaki performans değerinin kriter ağırlığı kadar kuvvetinin çarpımı olarak elde edilir. WSM’ye göre  $i$ . alternatifin toplam görece önemi ( $Q_i^{(1)}$ ), Eşitlik (8) ve WPM’ye göre  $i$ . alternatifin toplam görece önemi ( $Q_i^{(2)}$ ), Eşitlik (9) ile hesaplanmaktadır (Aytaç Adalı & Tuş Işık, 2017):

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n w_j x_{ij}^* \quad (8)$$

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (x_{ij}^*)^{w_j} \quad (9)$$

Beşinci adımda, Eşitlik 10 yardımıyla ağırlıklandırılmış ortak genel kriter değeri ) hesaplanır.

$$Q_i = 0,5Q_i^{(1)} + 0,5 Q_i^{(2)} = 0,5 \prod_{j=1}^n x_{ij} w_j + 0,5 \prod_{j=1}^n (x_{ij}^*)^{w_{ij}} \quad (10)$$

Son adımda, WSM ve WPM metodlarına göre hesaplanan alternatiflerin toplam görece önemler, Eşitlik (11) ile genelleştirilebilir:

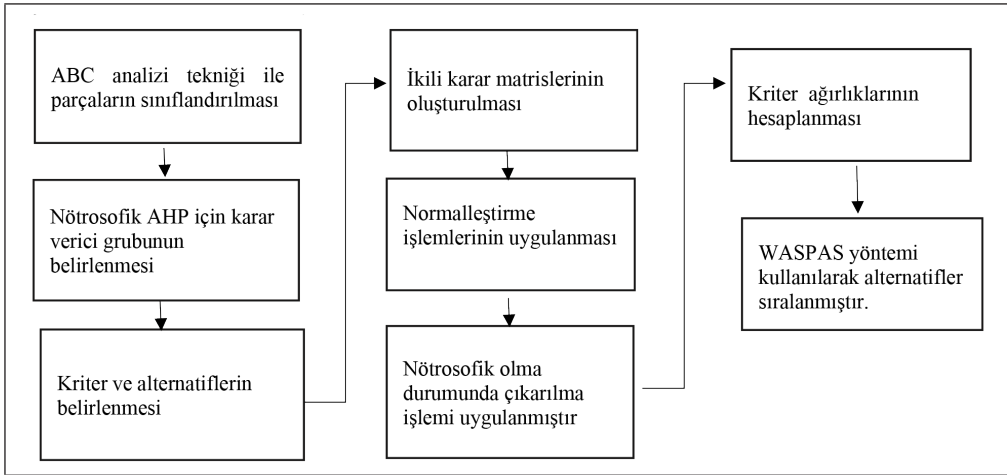
$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda)Q_i^{(2)} = \lambda \sum_{j=1}^n (x_{ij}^*) w_j + (1 - \lambda) \prod_{j=1}^n (x_{ij}^*)^{w_{ij}} \quad (11)$$

WASPAS yönteminde değerleri baz alınarak alternatifler sıralanır. En yüksek değerine sahip olan alternatif, problemin çözümü için en iyi alternatif olarak seçilir (Aytaç Adalı & Tuş Işık, 2017).

## 5. Uygulama

Çalışmanın ilk aşamasında, malzemelerin doğru bir şekilde sınıflandırılması için ABC analizi yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada, aktif faaliyet gösteren bir yedek parça satış firmasının 2024 yılı içindeki stok verileri göz önünde bulundurulmuştur. Firma, liman hizmetleri alanında konteyner elleçleme donanımı açısından donanım ve yedek parça tedarikçisidir. Analizin ikinci adımında, Nötrosifik AHP yöntemiyle kriter ağırlıkları belirlenmiş ve WASPAS yöntemiyle alternatif olarak belirlenen parçalar sıralanmıştır. Son adımda ise, sonuçlar karşılaştırılmıştır. Önerilen model Şekil 1’de verilmiştir.

Şekil 1: Önerilen Modelin Akış Şeması



### 5.1. Kriterlere ve Alternatiflere Karar Verilmesi

Stok yönetimi her işletme için büyük bir önem arz etmektedir. Özellikle satış firmalarında, iyi hesaplanmadan tedarik edilmiş ürünlerin birikmesi, depo yeri problemi, ya da ürünlerin geç tesliminden kaynaklı stokta ürünün kalmaması gibi problemler nedeniyle taleplerinin karşılanamaması, müşterine memnuniyetsizliğine yol açarak, müşterilerin farklı bir firma seçme-

sine neden olabilmektedir. Bu bağlamda, yazındaki çalışmalardan faydalanarak firma için en uygun 5 kriter belirlenmiştir. Tablo 2’de bu kriterlerin açıklamalarına yer verilmiştir. Alternatif olarak ise 10 yedek parça belirlenmiştir.

**Tablo 2: Yedek Parça Satış Sektörü İçin Belirlenen Kriterler**

Kriterler	Açıklamalar	Kaynak
İkame olanakları	Bir envanter kaleminin, başka bir envanter kalemi tarafından yerine konup konamayacağını ifade eder. İlgili kalemin fonksiyonu, başka bir kalem tarafından ikame edilemezse daha önemli hale gelir.	(Özdemir & Özveri, 2004)
Kalite Güvencesi	Soyut veya somut bir hizmetin, belirlenen kalite standartlarını karşılayarak pazar ortamında güven oluşturmaktır.	(Taşkın vd., 2022)
Teslim Süresi	Bir envanter kaleminin sipariş verildiği ve ürünün firman tarafından teslim alındığı zaman arasındaki gün bazında geçen süre olarak tanımlanır. Teslim süresi uzun olan parçalar daha fazla önem arz etmektedir.	(Özdemir & Özveri, 2004)
Fiyat Dalgalanması	Hammaddelerin çeşitli nedenlere bağlı olarak fiyatlarında meydana gelen dalgalanmalar anlamına gelir. Düşük değer, hammadde fiyatları üzerindeki dalgalanmanın az olduğunu, yüksek değerler ise dalgalanmanın daha fazla olduğunu gösterir.	(Özdemir, 2021)
Tedarikçi İtibarı	Tedarikçinin önceki başarıları, gelecekteki planları, misyonu ve vizyonu, uygun bir tedarik firmasını seçme konusunda önemli bir kriterdir.	(Taşkın vd., 2022)

## 5.2. ABC Analizi Uygulaması

**Adım 1:** Uygulamanın ilk aşamasında, firmanın satışını yaptığı 10 adet yedek parça seçilmiş ve numaralandırılmıştır. Tablo 3’te yıllık kullanım miktarları, kümülatif kullanım miktarları, kümülatif yüzde değerleri ve ABC analizine göre yapılan sınıflandırmalar gösterilmektedir.

**Tablo 3: ABC Analizi**

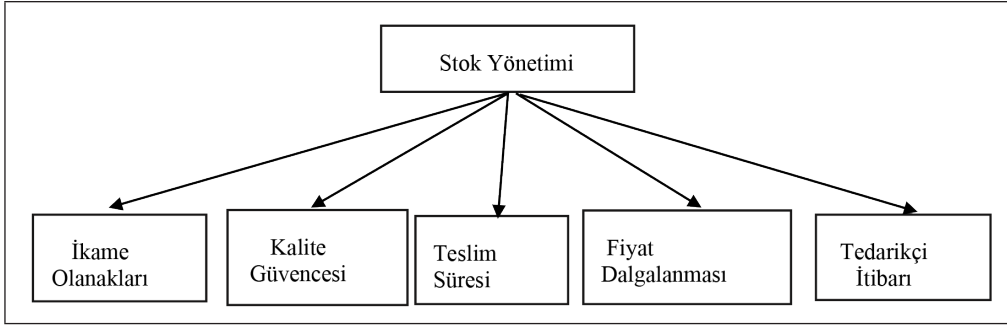
Kod No	Yıllık Tüketim (Adet)	Kümülatif Tüketim	Küm. Kullanım Yüzdesi	Yıllık Tüketim (€)	Kümülatif Tüketim	Küm. % Değer	Sınıf
A7	5	5	1%	25.120,00	25.120,00	23%	A
A4	15	20	3%	21.280,00	46.400,00	42%	A
A9	7	27	5%	19.530,00	65.930,00	60%	A
A10	22	49	8%	15.400,00	81.330,00	74%	A
A6	10	59	10%	10.500,00	91.830,00	83%	B
A5	10	69	12%	6.860,00	98.690,00	90%	B
A1	17	86	15%	3.270,00	101.960,00	93%	C
A8	160	246	42%	3.150,00	105.110,00	96%	C
A2	160	406	69%	2.669,00	107.779,00	98%	C
A3	180	586	100%	2.214,00	109.993,00	100%	C

Tablo 3'te görüldüğü üzere A7, A4, A9 ve A10 kod numaralarına sahip parçalar A grubu parçalardır. Toplam maliyetin yaklaşık %74'ünü kapsarken toplam parça adedinin %40'ını kapsamaktadır. A6 ve A5 kod numaralarına sahip parçalar B grubu parçalardır. Toplam maliyetin yaklaşık %16'sını kapsarken toplam parça adedinin %20'sini kapsamaktadır. Son olarak A1, A8, A2 ve A3 kod numaralarına sahip parçalar C grubu parçalardır. Toplam maliyetin %10'unu kapsarken toplam parça adedinin %40'ını kapsamaktadır.

### 5.3. Nötrosofik AHP Uygulaması

**Adım 1:** Uygulamanın ikinci aşamasında, yedek parça satış sektöründe önemli özelliklere sahip kriterler belirlenip her bir kriter Tablo 2'de verilen önem ağırlıklarına göre nötrosofik AHP yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Sonraki aşamada bu kriterler matrisi için normalleştirme işlemleri uygulanmıştır. Şekil 2'de hiyerarşik yapı gösterilmiştir.

#### Şekil 2: Hiyerarşik Yapı



**Adım 2:** Kriter ağırlıklarının tanımlanmasında, normalize matrisi nötrosofik kümeler örgüsünde her kriter için altı farklı değer içermektedir. Ama kriterlerin önem sırasının tespit edilebilmesi için bu altı değerli şeklin tek değerli bir şekle düşürülmesi lazımdır. Bu dönüştürme için eşitlik (3)'teki formül kullanılarak her kriter için aralık değerlerinden tek bir değer elde edilmiştir. Normalize edilmiş tek değerli matris Tablo 4'te gösterilmektedir (Taş & Çetiner Karataş, 2021).

**Tablo 4: Normalleştirilmiş matrisin tek değerli matrise dönüştürülmesi**

Kriterler	TL	TU	LL	LU	FL	FU
İkame Olanakları	0,143	0,181	0,143	0,197	0,171	0,209
Kalite Güvencesi	0,273	0,301	0,139	0,194	0,086	0,123
Teslim Süresi	0,124	0,163	0,147	0,202	0,198	0,235
Fiyat Dalgalanması	0,141	0,178	0,150	0,209	0,184	0,219
Tedarikçi İtibarı	0,137	0,177	0,143	0,198	0,177	0,214

**Adım 3:** Modelde yer alan bu kriterlere nötrosofik olma durumundan çıkarılma işlemi (denetrosofication) uygulanmıştır. Eşitlik (4)'ten yararlanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda bulunan kriter ağırlıkları Tablo 5'te sunulmuştur.

**Tablo 5: Kriter Ağırlıkları**

Kriterler	Ağırlıklar
İkame Olanakları	0,176
Kalite Güvencesi	0,357
Teslim Süresi	0,145
Fiyat Dalgalanması	0,174
Tedarikçi İtibarı	0,167

Tablo 5’te verilen kriter ağırlıklarına göre en yüksek değere sahip kriterin “Kalite Güvencesi” olduğu anlaşılmaktadır. Diğer kriterlerin ise sırasıyla; “İkame Olanakları”, Fiyat Dalgalanması”, “Tedarikçi İtibarı” ve “Teslim Süresi” olduğu görülmektedir. Bu yöntem sayesinde firmanın, yedek parçalar için dikkate aldığı kriterlerin bu sıralama dahilinde olduğu tanımlanmıştır.

#### 5.4. WASPAS Uygulaması

Uygulamanın üçüncü aşamasında, stok optimizasyonu için kriter ağırlıkları hesaplandıktan sonra, WASPAS yöntemi kullanılarak, her bir alternatifin her bir kriter açısından performansı değerlendirilmiştir. (Nebati vd., 2023).

**Adım 1:** Öncelikle her kriter için üç karar verici için karar matrisi oluşturulmuştur. Elde edilen değerlerin geometrik ortalaması hesaplanmıştır. Değerler Tablo 6’da verilmiştir.

**Tablo 6: Karar Matrisi**

Kriter Yönü	min	min	max	max	max
Alternatifler/ Kriterler	Teslim Süresi	Fiyat Dalgalanması	Kalite Güvencesi	İkame Olanakları	Tedarikçi İtibarı
A1	3,634	3,302	3,634	3,634	2,884
A2	2,621	3,000	3,000	4,000	3,302
A3	3,000	3,000	3,302	2,289	2,621
A4	3,302	3,302	4,000	4,000	3,175
A5	3,302	2,621	4,000	4,000	3,175
A6	3,302	2,884	3,634	3,634	2,884
A7	3,634	4,000	3,000	3,000	2,884
A8	2,884	2,884	3,634	3,000	3,634
A9	3,634	3,000	3,302	4,000	3,302
A10	2,884	3,000	4,000	2,289	3,302

**Adım 2:** Oluşturulan karar matrisine eşitlik (6) ve (7) kullanılarak normalize işlemleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 7’de gösterilmiştir.

**Tablo 7: Normalize Karar Matrisi**

Kriter Yönü	min	min	max	max	max
Alternatifler/ Kriterler	Teslim Süresi	Fiyat Dalgalanması	Kalite Güvencesi	İkame Olanakları	Tedarikçi İtibarı
A1	0,721	0,794	0,909	0,909	0,794
A2	1,000	0,874	0,750	1,000	0,909
A3	0,874	0,874	0,825	0,572	0,721
A4	0,794	0,794	1,000	1,000	0,874
A5	0,794	1,000	1,000	1,000	0,874
A6	0,794	0,909	0,909	0,909	0,794
A7	0,721	0,655	0,750	0,750	0,794
A8	0,909	0,909	0,909	0,750	1,000
A9	0,721	0,874	0,825	1,000	0,909
A10	0,909	0,874	1,000	0,572	0,909
Ağırlık	0,176	0,357	0,145	0,174	0,167

**Adım 3:** WSM' ye göre alternatiflerin toplam görece önemi ( $Q_i^{(1)}$ ), eşitlik (8) dikkate alınarak elde edilmiştir. Değerler Tablo 8'de gösterilmiştir.

**Tablo 8: Ağırlıklı Toplam Yöntemine Göre Nispi Önem Değeri**

Alternatifler/ Kriterler	Teslim Süresi	Fiyat Dalgalanması	Kalite Güvencesi	İkame Olanakları	Tedarikçi İtibarı	( $Q_i^{(1)}$ )
A1	0,127	0,283	0,132	0,158	0,133	0,83265
A2	0,176	0,312	0,109	0,174	0,152	0,92235
A3	0,154	0,312	0,120	0,100	0,120	0,80533
A4	0,140	0,283	0,145	0,174	0,146	0,88793
A5	0,140	0,357	0,145	0,174	0,146	0,96158
A6	0,140	0,324	0,132	0,158	0,133	0,88643
A7	0,127	0,234	0,109	0,131	0,133	0,73262
A8	0,160	0,324	0,132	0,131	0,167	0,9135
A9	0,127	0,312	0,120	0,174	0,152	0,88421
A10	0,160	0,312	0,145	0,100	0,152	0,86809

**Adım 4:** Alternatiflerin her bir kriter için performans değerinin kriter ağırlığı oranında kuvvetinin çarpımı olarak hesaplanmıştır. Eşitlik (9) kullanılarak  $Q_i(2)$  değeri elde edilmiştir. Değerler Tablo 9' da gösterilmiştir.

**Tablo 9: Ağırlıklı Çarpım Yöntemine Göre Nispi Önem Değeri**

Alternatifler/ Kriterler	Teslim Süresi	Fiyat Dalgalanması	Kalite Güvencesi	İkame Olanakları	Tedarikçi İtibarı	$Q_i^{(2)}$
A1	0,944	0,921	0,986	0,983	0,962	0,81123
A2	1,000	0,953	0,959	1,000	0,984	0,89944
A3	0,976	0,953	0,973	0,907	0,947	0,7776
A4	0,960	0,921	1,000	1,000	0,978	0,8644
A5	0,960	1,000	1,000	1,000	0,978	0,93872
A6	0,960	0,966	0,986	0,983	0,962	0,86582
A7	0,944	0,860	0,959	0,951	0,962	0,71259
A8	0,983	0,966	0,986	0,951	1,000	0,8913
A9	0,944	0,953	0,973	1,000	0,984	0,86104
A10	0,983	0,953	1,000	0,907	0,984	0,83675

**Adım 5:** Ağırlıklı Çarpım ve Ağırlıklı Toplam metodlarına göre hesaplanan  $Q_i^{(1)}$  ve  $Q_i^{(2)}$  değerleri kullanılarak elde edilen son  $Q_i$  değeri eşitlik (10) ile bulunmuştur.

**Adım 6:** Çalışmada  $\lambda$  değeri 0.5 kabul edilerek sonuca gidilmiştir. Yapılan tüm hesaplamalar kapsamında, alternatiflere ait sıralama Tablo 10’da sunulmuştur. Elde ettiğimiz sonuçlara göre en önemli alternatif “A5” kod numarasına sahip parça olurken diğerlerine göre daha az önemli olan alternatif “A7” kod numarasına sahip parça olmuştur.

**Tablo10:  $Q_i$  Değerleri**

Alternatifler	$Q_i$	Sıralama
A1	0,822	8
A2	0,911	2
A3	0,791	9
A4	0,876	4
A5	0,950	1
A6	0,876	5
A7	0,723	10
A8	0,902	3
A9	0,873	6
A10	0,852	7

Tablo 10’da görüldüğü üzere A5 kod numarasına sahip parça 1 numaralı gruba aittir. Bu nedenle daha yüksek emniyet stoku bulunması önem arz etmektedir. Bu gruptaki parçalar ikamesi daha zor bulunan, fiyat dalgalanmalarından görece daha fazla etkilenen ve teslim süresi daha uzun süren parçalardır.



## 5.5. Sonuçların Karşılaştırılması

**Tablo 11: ABC-WASPAS Kategori Tablosu**

Kod No	ABC	Kod No	WASPAS
A7	A	A1	8
A4	A	A2	2
A9	A	A3	9
A10	A	A4	4
A6	B	A5	1
A5	B	A6	5
A1	C	A7	10
A8	C	A8	3
A2	C	A9	6
A3	C	A10	7

Tablo 11’de görüldüğü üzere bazı parçalar, ABC sınıflandırması yapıldığında önemli gibi gözükse de farklı kriterler göz önünde bulundurulduğunda aynı öneme sahip olmayabilir. Örneğin, A7 kodlu parça ABC sınıflandırmasına göre A kategorisinde bulunurken aynı parça WASPAS yöntemi ve kriterleri dikkate alındığında 10. sırada yer almaktadır. Aynı şekilde A2 kodlu parça ABC sınıflandırılması yapıldığında C kategorisinde yer alırken, WASPAS yöntemi ile değerlendirildiğinde 2. sırada yer almaktadır. ABC sınıflandırma yöntemi stok yönetimi ve benzeri konularda çok fazla tercih edilen bir yöntem olmasına rağmen bazı noktalarda yetersiz kalabilmektedir. Bu yüzden, Nötrosifik AHP-WASPAS yaklaşımı ile elde edilen sonuçların daha güvenilir olduğu söylenebilir.

## 6. Sonuç

Stok yöntemi, bir işletmenin ürün ve malzemelerini etkili bir şekilde yönetmesini sağlayan stratejik bir planlama ve kontrol sistemidir. Bu yöntem, işletmelerin talep tahminleri, tedarik süreçleri ve depolama kapasiteleri gibi faktörleri göz önünde bulundurarak stok seviyelerini belirlemelerine yardımcı olur. İşletmelerin rekabet avantajı elde edebilmeleri için stok yönetimlerini doğru bir şekilde yapmaları önemlidir. Malzemelerin gerekenden fazla ya da eksik olması durumunda süreçler sekteye uğrayabilir ya da maliyet fazlası ortaya çıkabilir. Bu çalışmada bir yedek parça satış firması için, stoklarını optimize edebilmek ve stok yönetimini verimli hale getirebilmesi adına bütünlük bir model önerilmiştir. Sırasıyla klasik ABC analizi ve bulanık tabanlı karar verme yaklaşımı uygulanmış, sonuçlar birleştirilmiştir. Birleşimin neticesinde yedek parçalar hem klasik ABC hem de bulanık sınıflandırmaya göre yeniden sınıflandırılmıştır.

Çalışmada ilk olarak, özellikle stok yönetiminde yaygın olarak kullanılan ABC analizi ele alınmıştır. Bu adımda, malzemelerin yıllık kullanım miktarları ve maliyetleri dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamalar kapsamında malzemeler önem derecelerine göre sınıflandırılmıştır. İkinci adımda, ABC yöntemi, daha verimli bir stok optimizasyonu için farklı yöntemlerle desteklenmiştir. Çalışmada kullanılan, yöntemlerden ilki nötrosifik AHP

yöntemidir. Bu yöntemle parçalar, birbirlerinin yerine ikame edilebilirliği, teslim süreleri, fiyat dalgalanmaları, parçaların kalite güvencesi ya da tedarikçi itibarı gibi beş farklı kriter ile değerlendirilmiştir. Firmanın, parça stoğunda dikkate alması gereken bu kriterlerin ağırlıkları hesaplanıp ve Tablo 5'te sunulmuştur. Bu verilere göre firma için en önemli kriterin “Kalite Güvencesi” diğerlerine göre daha az önemli olan kriterin ise “Teslim Süresi” olduğu görülmektedir. Stokta bulunan ürünlerin kalitesi, müşteri memnuniyetini doğrudan etkilemektedir. Kalitesiz veya kusurlu ürünler müşteri şikayetlerine ve geri iadelerine neden olabilir. Ayrıca, güvenilir ve kaliteli ürünler sağlayan tedarikçilerle uzun vadeli iş birlikleri kurulabilir, bu da stok yönetiminde daha güvenilir bir tedarik zinciri oluşturulmasına fırsat sunmaktadır. Kalite güvencesi ile, kalite standartlarına uyum sağlanarak da yönetmeliklere uyum arttırılacaktır. Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra WASPAS yöntemi tercih edilerek, alternatifler sıralanmıştır. Sonuç olarak, en önemli alternatifin “A5” kod numarasına sahip parça olduğu gözlenmiştir. Son adımda, doğru bir şekilde sınıflandırmak amacıyla ABC ve nütrosifik AHP-WASPAS yaklaşımı karşılaştırılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

Yapılan değerlendirmelere göre, ABC analizinin bazı noktalarda yetersiz kaldığı ve nütrosifik AHP-WASPAS yöntemi ile güçlendirilerek daha tutarlı bir sonuç elde edilmesine yardımcı olunmuştur. Bütünleşik ABC analizi-Karar verme yaklaşımının sonucunda sık stok kontrolü gerektiren ve stokta bulunması gereken parçalarda değişiklikler gözlenmiştir. Yazındaki geçmiş çalışmalar ile sonuçlar karşılaştırıldığında, her ne kadar benzer kriterler değerlendirilse de, ABC analizi ve önerilen yaklaşımların arasında sınıflandırma farklılıkları görülmektedir. Stok yönetimi ve envanter sınıflandırmasında en sık karşılaşılan analizlerden biri, ABC sınıflandırma yöntemidir. Bu yöntemin yanı sıra çok kriterli karar verme ve VED analizi gibi çeşitli yöntemler ile bütünleşik kullanıldığı görülmektedir. Bulanık mantık yaklaşımının ise az olduğu görülmektedir. Bu çalışmada ele alınan problem için literatürde daha önce bir arada kullanılmayan bir yaklaşımı sunmaktadır.

Yüksek stok maliyetlerinden kaçınmak ve envanter yönetimini verimli bir şekilde gerçekleştirmek için çeşitli yöntemlerden yararlanılmaktadır. Bu yöntemlerden bir tanesi olan ABC analizidir. Ancak parçaları, sadece bu kriterlere göre sınıflandırmak her zaman yeterli olmayabilir. Bu yüzden sektör veya firma ihtiyacı doğrultusunda yedek parça stokları için önem arz eden kriterler eklenerek tekrar değerlendirme yapılabilir. Böylece, yüksek stok maliyetlerinin önüne geçilebilir.

#### **Katkı Oranı Beyanı**

Makale yazarları çalışmaya eşit oranda katkıda bulunmuşlardır.

#### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### **Kaynakça**

- Adalı, E. A., & Tuş, A. (2017). Bir tedarikçi seçim problemi için SWARA ve WASPAS yöntemlerine dayanan karar verme yaklaşımı. *International Review of Economics and Management*, 5(4), 56-77.
- Ajrıpour, I. (2022). Applying a hybrid MCDM technique in warehouse management. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review*, 53(11), 55-68.
- Ataman, G. (2002). Tedarik zinciri ve yönetimi: Değişim mühendisliği ve dış kaynaklardan yararlanma ilişkisi üzerine bir irdeleme. *Öneri Dergisi*, 5(17), 35-42.

- Bilgin, D., & Esengün, K. (2014). KOBİ'lerde modern stok yönetim modellerinin uygulanabilirliği; Karaman ilinde bir uygulama. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2014(1), 56-63.
- Bilgin, E., & Tanyılmaz, K. (2021). Multi-criteria ABC inventory classification using AHP: a case study. *Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(2), 83-92.
- Eymen, U. E. (2007). *Tedarik zinciri yönetimi*. Kalite Ofisi Yayınları.
- Kaloğlu, N. (2019). *Spare part inventory management in an automotive company* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kaya, N. (2020). *Stok Yönetimi*. Erzurum: İksad Yayınevi.
- Külahlı, S., & Çağlıyan, V. (2022). Tedarik zincirinde blok zinciri teknolojisi uygulamaları: Sistematik bir literatür taraması. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 22(1), 57-75.
- Mogbojur, A. O., Olanrewaju, O. A., & Ogunleye, T. O. (2022). Evaluation of inventory management practice in food processing industries in Lagos: Analytical hierarchy process approach. *Nigerian Journal of Technology*, 41(2), 236-246.
- Mohammed, S. A., & Workneh, B. D. (2020). Critical analysis of pharmaceuticals inventory management using the ABC-VEN matrix in Dessie referral Hospital, *Ethiopia. Integrated Pharmacy Research and Practice*, 113-125.
- Muniz, L. R., Conceição, S. V., Rodrigues, L. F., de Freitas Almeida, J. F., & Affonso, T. B. (2021). Spare parts inventory management: a new hybrid approach. *The International Journal of Logistics Management*, 32(1), 40-67.
- Nebati E. E., Vatanserver, E. N., & Makas, G. (2023). SWARA, ARAS ve WASPAS yöntemleri ile yeni şube yeri seçimi: Bir kargo firması örneği. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 35(1), 217-237.
- Özdemir, A. İ. (2004). Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi, süreçleri ve yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (23).
- Özdemir, A., & Özveri, O. (2004). Çok kriterli envanter sınıflandırmasında, analitik hiyerarşi süreci analizinin uygulanması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(2), 137-154.
- Özdemir, Y. S. (2022). Stok yönetimi için ABC-Küresel Bulanık AHS-ELECTRE tabanlı melez grup karar verme yöntemi ve bir uygulama. *Journal of Turkish Operations Management*, 6(1), 928-942.
- Sert, O. (2021). *Bir tekstil işletmesinde analitik ağ süreci yöntemi ile bütünlük stok yönetimi uygulaması*. (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir. Erişim Tarihi: 02.01.2024
- Tanrıverdi, Y. (2010). *Tedarik zinciri ve stok yönetimi üzerine bir uygulama*. (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir. Erişim Tarihi: 05.01.2024
- Taş, A., & Karataş, P. Ç. (2021). Yazılım sektöründe nitelikli personel seçiminin Nötrosifik AHP ve TOPSİS yöntemleri ile incelenmesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 969-979.
- Taşkın, E., Gezik, N., Yumuşak, R., & Eren, T. (2022). Depo yönetiminde endüstri 4.0 uygulaması: Bir işletme için RFID teknoloji seçimi. *Endüstri Mühendisliği*, 33(1), 194-211.
- Wulansari, D. R., Zagloel, T. Y. M., & Zulkarnain, Z. (2021, May). Development of spare part classification methodology considering maintainability, criticality, and inventory management aspects in the oil processing industry. *In Proceedings of the 4th Asia Pacific Conference on Research in Industrial and Systems Engineering*, (134-140), Indonesia.