

BULANIK ABC-VED ANALİZİ İLE METAL SEKTÖRÜNDE STOK SINIFLANDIRMASI

Cansu DAĞSUYU *

Alınma: 07.11.2018 ; düzeltme: 03.03.2019 ; kabul: 05.10.2019

Öz: Stok, firmaların üretim ve hizmet faaliyetlerine devam edebilmek için depolarında bulundurdukları hammadde, yarı mamul, mamul ya da varlıkları ifade etmektedir. Firma faaliyetlerinin devamlılığı için stok bulundurulması önemli olsa da firma kaynaklarının stoka bağlanması dolayısıyla fırsat kayıplarının yaşanması istenmeyen bir durumdur. Bu durum firmalarda stokların çeşitli parametrelere göre sınıflandırılmasını ve stokların önem seviyesine göre stok kontrol politikalarının oluşturulmasını gerekli kılmaktadır. Bu çalışmada stok sınıflandırmasında ABC ve VED (vital, essential and desirable) analizleri kullanılmıştır. ABC ve VED analiz sonuçlarının entegrasyonunda bulanık mantık karar kurallarından faydalanılarak bulanık ABC-VED yaklaşımı geliştirilmiştir. Bulanık mantık karar kuralları oluşturulurken ABC sınıfında yer alan sınıflar (A, B ve C) da kendi içinde üç kategoriye ayrılarak değerlendirmelerin hassasiyeti artırılmıştır. Çalışmada geliştirilen yaklaşım metal sektöründe faaliyet gösteren bir firmada uygulanmış ve uygulama sonuçlarına çalışmada yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Stok sınıflandırması, ABC analizi, VED analizi, Bulanık mantık

Inventory Classification In Metal Sector With Fuzzy ABC-VED Analysis

Abstract: Stock refers to the raw materials, semi-finished products, products or assets they hold in their warehouses in order to continue production and service activities. Although it is important to have stock for the continuity of the company's activities, it is undesirable for companies to lose their opportunities due to the fact that their resources are connected to the stock. This situation necessitates the classification of inventories according to various parameters and establishment of stock control policies according to the importance of stocks in firms. In this study, ABC and VED (vital, essential and desirable) analyzes were used for stock classification. Fuzzy ABC-VED approach was developed by using fuzzy logic decision rules in the integration of ABC and VED analysis results. In establishing fuzzy logic decision rules, classes in classes ABC (A, B and C) are divided into three categories and the sensitivity of the evaluations has been increased. The approach developed in the study was implemented in a company operating in the metal sector and the results of the application were included in the study.

Keywords: Inventory classification, ABC analysis, VED analysis, Fuzzy logic

1. GİRİŞ

Stok, firmalar tarafından gelecekte kullanılmak üzere tutulan tüm mal ve malzemeleri içermektedir (Waters, 2003). Firmalar faaliyetlerini sürdürebilmek için çok sayıda stok kalemini depolarında bulundurmaktadır. Stokta bulundurulmuş her bir kalem elde bulundurma maliyetine neden olmakta ve stok maliyetlerini arttırmaktadır (Deshpande, 2008). Bu nedenle her bir stok kaleminden depoda bulundurulacak miktarın, stokların yönetim ve kontrol politikalarının

* Balcalı Mahallesi, Çatalan Caddesi No:201/1 01250 Sarıçam/ADANA
İletişim Yazarı: Cansu Dağsuyu (cdagsuyu@atu.edu.tr)

belirlenmesi firmalar için önemli bir stratejik kararı oluşturmaktadır. Firmada hammaddeden nihai stoklara kadar bulunan pek çok stok kaleminin eşit seviyede kontrol edilmesi firmalar için problem oluşturabilmektedir. Çok miktarda stok kalemini etkili bir şekilde yönetebilmek için stokların farklı gruplara ayrılması, grupların önceliğinin belirlenmesi ve spesifik yönetim kurallarının belirlenmesi geleneksel bir yaklaşımdır (Jeddou, 2014; Ng, 2007). Literatürde farklı kriterlerin dikkate alınması ile elde edilen ABC, VED, FSN, SDE, XYZ, HML gibi pek çok stok kontrol yöntemi yer almaktadır (Shenoy ve Rosas, 2018). Stok sınıflandırma yöntemleri firmalarda tek başına uygulansa bile literatürde genellikle birden fazla yöntemin entegrasyonu ile stok sınıfları belirlenmektedir. Yaygın olarak ABC ve VED analizinin entegre dikkate alındığı çalışmalar literatürde yer almaktadır. Pund ve diğ. (2017) çalışmalarında Nisan 2014 ile Mart 2015 arasındaki verileri dikkate alarak ilaç firmasında bulunan stokları sınıflandırmıştır. ABC analizine göre stokların % 16.8'i A, % 21.8'i B ve %61.4'ü C sınıfı olarak belirlenmiştir. VED analizine göre ise stokların %35.3'ü V, %50.4'ü E ve %14.3'ü D sınıfı olarak belirlenmiştir. Entegre ABC-VED değerlendirmesinde % 47.9'u I. Kategori, %43.7'si II. Kategori ve %8.4'ü III. Kategori olarak belirlenmiştir. Bu durum entegre değerlendirmelerin stokların önem derecesini değiştirdiğini göstermektedir. Gupta ve Krishnappa (2016) çalışmalarında özel bir diş hastanesinde sarf malzemeler için; Singh ve diğ. (2015) eczanelerde; Kant ve diğ. (2015) ilaç envanter yönetimi; Kumar ve diğ. (2014) rüzgar türbini şirketinde entegre ABC-VED analizi değerlendirmesi yaparak stok sınıflarını belirlemiştir.

Literatürde entegre stok sınıflandırma çalışmaları ile beraber çok kriterli ABC analizinin incelendiği çalışmalar da yer almaktadır (Flores ve Clay Whybark, 1986; Yu, 2011; Hadi-Vencheh, 2010; Hatefi ve diğ., 2014). Ng (2007) çalışmada klasik ABC analizinde yer alan kriterlere ek olarak tedarik süresini de dikkate alarak çok kriterli ABC analiz yöntemini önermiştir. Jeddou (2014) çalışmasında araç yedek parça stoku için çok kriterli ABC analizi uygulamış ve stok sınıflarını klasik ABC yöntemi ile karşılaştırmıştır. Ağırlıklandırılmalı doğrusal model ile de problem incelenmiştir. Ramanathan (2006) çalışmada çoklu kriterlerin varlığında envanter kalemlerinin ABC ile sınıflandırılması için ağırlıklı doğrusal optimizasyon modeli önermiş ve geliştirilen yaklaşım bir örnek problem üzerinde uygulanmıştır.

Literatürde birden fazla stok kontrol yöntemine bağlı değerlendirmeler yapılarak stoklar sınıflandırılmaktadır. Herhangi bir ürünün ABC analizinin en önemli sınıfı olan A; VED analizinin en önemli sınıfı olan V sınıfında yer alması durumunda bu stok kalemi tüm stoklar içerisinde en önemli stok kalemini oluşturacaktır. Fakat ara sınıflarda yer alan stok kalemlerinin değerlendirilmesi zor bir karar problemi olabilmektedir. Bu tip stok sınıflandırma problemlerinde bulanık mantık yaklaşımından faydalanılabilmektedir. Literatürde yer alan bulanık mantık yaklaşımın stok sınıflandırmasına entegre edildiği çalışmalarda genellikle çok kriterli karar verme yöntemlerinden faydalanılmıştır (Cakir ve Canbolat, 2008; Hadi-Vencheh ve Mohamadghasemi, 2011; Kabir ve Hasin, 2011).

Literatürde yer alan çalışmalarda genellikle ABC-VED entegrasyonu yapılarak stok kalemleri sınıflandırılmış ve genel stoklar içerisinde her bir stok kaleminin ait olduğu sınıfın yüzdelik değerleri karşılaştırılmıştır (Kumar ve diğ., 2014; Gupta ve Krishnappa, 2016; Pund ve diğ., 2017). Fakat ABC analizine göre B, VED analizine göre D sınıfında olan BD stok kalemi ile ABC analizine göre C, VED analizine göre E sınıfında olan CE stok kaleminin önem seviyelerinin karşılaştırılmasına çalışmalarda yer verilmemiştir. Stok sınıflandırmanın temel prensibi olan stokların önem seviyelerinin belirlenerek stok sınıflarının önceliklendirilmesi, firmalardaki sınırlı bütçe ve zaman kısıtları dikkate alındığında entegre stok sınıflandırma yöntemlerinin de temel amacını oluşturmaktadır. Fakat literatür araştırmasında entegre stok sınıfları arasında karşılaştırmaların yapılmasında bulanık mantık yaklaşımına dayalı ABC-VED analizi çalışmasına rastlanmamıştır. Bu çalışmada stok sınıflandırmasında yaygın kullanılan ABC ve VED analizleri dikkate alınarak bulanık ABC-VED analizi geliştirilmesi ve metal sektöründe hizmet veren bir firmada uygulanması çalışmanın özgün yanını oluşturmaktadır. Bu çalışmanın ikinci bölümünde çalışmada kullanılan verilere ve yöntemlere;

üçüncü bölümünde ise ABC ve VED analiz sonuçlarına, bulanık mantık karar kurallarına ve geliştirilen entegre yaklaşımın uygulamasına yer verilmiştir. Son bölüm olan Sonuç ve Öneriler kısmında, çalışmanın genel değerlendirilmesi yapılarak gelecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışma kapsamında geliştirilen yaklaşım metal sektöründe üretim yapan firmada uygulanmıştır. Firmada stok kalemlerine stok hareketlerini dikkate alan FSN analizi uygulanarak en çok hareket gören F grubu stok kalemleri belirlenmiştir. F grubunda yer alan 10 adet stok kalemine ait birim satın alma maliyeti, yıllık stok miktarı, tedarik süresi gibi ABC ve VED analizinde kullanılacak veri kayıtları firmadan temin edilmiştir.

2.2. Metot

FSN analizi firmada en çok hareket gören stok kalemlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. FSN analizinde, yıllık talep miktarına göre hızlı hareket gören ve stok devir hızı yüksek olan stok kalemleri F; stok hareketleri yavaş olan stok kalemleri S; stok hareketi olmayan ve stok devir hızı 1'den küçük olan stok kalemleri N grubunda yer almaktadır (Kumar ve diğ., 2017). Çalışma, F grubu stok kalemleri üzerinden yürütülmüştür. Çalışmada stok sınıflandırma tekniklerinden ABC ve VED analizi kullanılmıştır. Bu analizlerin entegrasyonuna dayalı geliştirilen yaklaşım da ise bulanık mantık yönteminden faydalanılmıştır.

2.2.1. ABC Analizi

ABC (Always, Better, Control) analizi yaygın kullanılan stok sınıflandırma tekniklerindedir (Yu, 2011). General Electric firması tarafından geliştirilen klasik ABC analizi Pareto kuralına dayanmaktadır (Yu, 2011). ABC sınıflandırma tekniğinde her bir stok kaleminin yıllık maliyeti belirlenerek toplam maliyet içerisindeki kümülatif oranlar incelenmekte ve sınıflandırma yapılmaktadır. Analiz sonucunda stoklar A, B ve C olmak üzere 3 sınıfa ayrılmaktadır ve kümülatif maliyetin yaklaşık ilk %70'ini stokların ise %10-15'lik kısmını oluşturan kalemler A; kümülatif maliyetin yaklaşık %20'sini stokların ise %20-25'lik kısmını oluşturan kalemler B ve maliyetin %10'unu stokların %65-70'ini oluşturan kalemler ise C sınıfı olarak belirlenmektedir (Gandhi ve Basur, 2000; Ramanathan, 2006).

2.2.2. VED Analizi

VED analizi ABC analizi gibi stok sınıflandırılmasında kullanılmaktadır. VED (Vital, Essential, Desirable) analizinde stoklar kritiklik durumuna göre sınıflandırılmaktadır (Devnani ve diğ., 2010). Chitale ve Gupta (2014) VED sınıflamasında ürünün kritikliği üzerinde etkili olan parametreler önermiştir. Shenoy ve Rosas (2018) bu sınıflandırmaya dayalı olarak Tablo 1'deki skalayı ve Tablo 2'deki VED değerlendirmesini oluşturmuştur.

Tablo 1. VED analizi için risk faktörleri (Shenoy ve Rosas, 2018)

Risk Faktörleri	Yüksek (3 puan)	Orta (2 puan)	Düşük (1 puan)
Satın Alma Tedarik Süresi	5 haftadan fazla	1-5 hafta	1 haftadan az
Tedarikçi Lokasyonu	Uluslararası	Ulusal	Bölgesel
Özelleştirme	Yüksek derece özelleştirme	Düşük derece özelleştirme	Yüksek standartta veya özelleştirme istemeyen ürün
Mevcut olmama	Eğer mevcutta yoksa yüksek üretim kaybı	Eğer mevcutta yoksa orta üretim kaybı	Eğer mevcutta yoksa düşük üretim kaybı ve üretim kaybı yaşanmaması

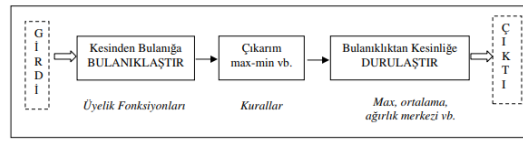
Tablo 2. VED sınıflandırma kriterleri (Shenoy ve Rosas, 2018)

Kategori	Skor Puanı
Vital	11 ve üzeri
Essential	7-10
Desirable	4-6

ABC-VED analizlerinin entegrasyonu ile yapılan değerlendirmelerde AV sınıfı en önemli kategori, CD sınıfı ise en düşük öneme sahip kategori olarak belirlenebilmektedir. Fakat ABC-VED matrisinin diğer kombinasyonlarında kategorilerin oluşturulması değişkenlik göstermektedir ve karar verici zorlanmaktadır. En büyük problem ile AD-CV; BV-AE; BD-CE tipi entegrasyonlarda karşılaşılmaktadır. Örneğin ABC analizinin ikinci sınıfı olan B sınıfı ve VED analizinin üçüncü sınıfı olan D sınıfında yer alan ürün ile tam tersi stok sınıflarına sahip olan ABC analizinin üçüncü sınıfı olan C sınıfı ve VED analizinin ikinci sınıfı olan E sınıfında olan iki stok kaleminin kategorisinin belirlenmesinde problemler oluşturabilmektedir. Bu tip sınıflandırmalarda oluşacak karışıklığı en aza indirmek için bu çalışmada bulanık mantık yaklaşımına dayalı yaklaşım geliştirilmiştir.

2.2.3. Bulanık Mantık

Klasik teoride karar durumlarında 0 ve 1 olmak üzere iki durum bulunuyorken Zadeh (1965) tarafından karar verme konusunda tanımlanan bulanık mantık teorisinde değişkenlerin üyelik fonksiyonları 0-1 aralığında değişmektedir (Zadeh, 1965). Böylece bulanık mantık yaklaşımı problemlerin kesin bir durumu ifade etmediği modellerde kullanılabilir. Bulanık sistem kural tabanını, üyelik fonksiyonunu ve çıkarım prosedürünü içermektedir ve Şekil 1'de verilmiştir (Metaxiotis ve diğ., 2003). Şekil 1'de görüldüğü gibi bulanık mantık yaklaşımının ilk adımında girdi değişkenleri belirlenmektedir. Sonraki adımlarda sırasıyla üyelik fonksiyonları tanımlanmakta ve üyelik fonksiyonları dikkate alınarak karar kuralları oluşturulmaktadır. Karar kurallarına değerlendirmeler yapılarak kural sonuçları birleştirilmekte ve çıktı değerleri bulanık olmayan değerlere dönüştürülür (Sumathi ve diğ., 2018).



Şekil 1:

Klasik Bir Bulanık Sistem (Aytaç, 2006; Metaxiotis et al., 2003)

Şekil 1’deki sistemden faydalanarak bu çalışmada ABC ve VED analizleri girdi olarak değerlendirilmiştir. Bu analizlere bağlı karar kuralları oluşturulmuş ve bulanık ABC-VED stok sınıfları belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. ABC-VED Analizi

Çalışmada dikkate alınan stok kalemlerine ABC analizi uygulanmıştır. Stok kalemlerinin yıllık tüketim ve maliyet çarpımlarının, toplam değere oranlanması ile elde edilen kümülatif oran Tablo 3’de verilmiştir. Kümülatif oranlara göre elde edilen Pareto kuralına dayalı ABC analizi sonucunda 3 tane stok kalemleri A, 2 tane stok kalemleri B ve geriye kalan stok kalemleri C sınıfı olarak belirlenmiştir ve Tablo 3’de verilmiştir.

Çalışmada dikkate alınan stok kalemlerine Tablo 1’deki risk faktörleri dikkate alınarak VED analizi uygulanmıştır. Tablo 2’deki VED analizi değerlendirmesine göre 1 stok kalemleri V, 5 stok kalemleri E ve geriye kalan stok kalemleri D sınıfı olarak belirlenmiştir ve Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. ABC ve VED analizi

Stok kalemi	Kümülatif Oran	ABC	VED puanı	VED
Stok 1	0,3609	A	8	E
Stok 2	0,1547	B	4	D
Stok 3	0,0177	C	8	E
Stok 4	0,1856	A	7	E
Stok 5	0,2320	A	11	V
Stok 6	0,0093	C	9	E
Stok 7	0,0258	B	12	V
Stok 8	0,0090	C	5	D
Stok 9	0,0039	C	5	D
Stok 10	0,0010	C	4	D

ABC analizine göre en önemli grup olan A sınıfında yer alan bazı stok kalemlerinin VED analizine göre en önemli sınıf olan V sınıfında yer almadığı Tablo 3’de görülmektedir. Tablo

4’de oluşturulan karşılaştırma matrisine göre 1 adet stok kalemi en önemli grup olan ‘AV’ grubunda yer alırken 3 adet stok en düşük öneme sahip ‘CD’ grubunda yer almaktadır. Tablo 3’de yer alana ABC analiz sonuçlarına göre A sınıfında yer alan 3 tane stok kaleminin çok önemli olduğu belirlenmektedir. Fakat Tablo 4’de ABC-VED analizlerinin ortak değerlendirmesinde bu 3 stok kaleminin dağılımı değişmekte ve en önemli stok kalemi sayısı 1’e düşmektedir. Benzer durum BV, AE, BD ve CE gruplarında yer alan stok kalemlerinin önem seviyesinin belirlenmesinde de yaşanmaktadır. Bu tip durumlar stok sınıflarına bağlı stokların önem seviyelerinin belirlenmesinde firmalarda karışıklık yaşanmasına neden olmaktadır.

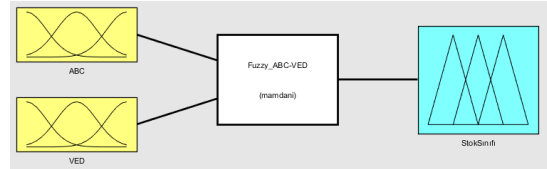
Tablo 4. ABC-VED analizi karşılaştırma matrisi

	A	B	C
V	1	1	
E	2		2
D		1	3

Stok kalemlerinin, farklı stok sınıflandırma yöntemlerine göre öncelik sıralamasının farklı olması ve stok sınıf kombinasyonlarının farklılığı stokların yönetiminde ve kontrolünde karar problemleri yaşanmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada dikkate alınan ABC ve VED stok sınıflandırma yöntemlerine göre stok kalemlerinin entegre öncelik sıralamasının belirlenmesinde bulanık mantık yaklaşımından faydalanılmıştır.

3.2. Bulanık Mantık

Çalışmada bulanık mantık tabanlı stok sınıfları belirlenirken ABC ve VED analizleri girdi; nihai stok sınıfı ise çıktı değişkeni olarak belirlenmiştir. Girdi ve çıktı parametreleri üçgen üyelik fonksiyonu ile tanımlanmış olup karar kurallarında “mamdani min max” metodu kullanılmıştır (Şekil 2).

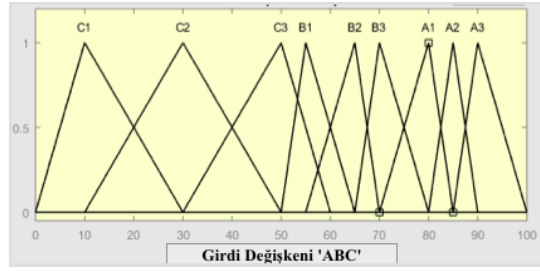


Şekil 2:
Bulanık ABC-VED tasarımı

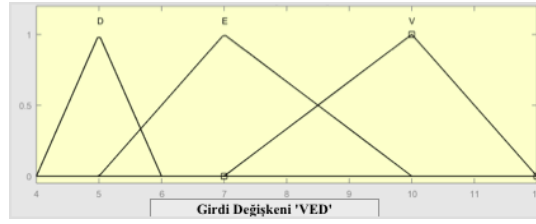
Çalışmada girdi olarak dikkate alınan ABC ve VED analizleri üçgen üyelik fonksiyonları uzman görüşü doğrultusunda belirlenmiş ve Tablo 5’de verilmiştir. ABC analizinde yer alan her bir sınıf kendi içerisinde 3’e ayrılmış ve üçgen üyelik fonksiyonları tanımlanmıştır. ABC analizinde A1-A3; B1-B3 ve C1-C3 sınıfları hassas değerlendirme için oluşturulmuş olup stokların hangi sınıfta olduğu belirlenirken oranlama yapılmaktadır. Klasik ABC analizine göre ABC stok sınıfı belirlendikten sonra her bir sınıfa kendi içinde oranlama yapılarak grup içi sınıflar belirlenmiştir. Oranlama sonucunda %0-25 arası 1; %26-50 arası 2 ve %50+ değerler 3 olarak belirlenmiştir. Tablo 3’de verilen ABC analizi sonucunda belirlenen A grubu stok kalemleri dikkate alınırsa A grubu kümülatif oranlar toplamı (0,3609 + 0,1856 + 0,2320 =0,778601)’dir. A grubunda yer alan Stok 1 için 0,3609/0,778601 oranlaması ile 0,464 değeri elde edilir. Bu değer %26-50 aralığına denk geldiği için Stok 1 için bulanık değerlendirme sınıfı A2 olarak belirlenmiştir. ABC ve VED analizleri için oluşturulan üçgen üyelik fonksiyonları sırasıyla Şekil 3 ve 4’de verilmiştir.

Tablo 5. ABC-VED üyelik fonksiyonları

Stok Sınıfı	Üyelik Fonksiyonu	Stok Sınıfı	Üyelik Fonksiyonu
C1	(0, 10, 30)	A1	(70,80,85)
C2	(10, 30, 40)	A2	(80,85,90)
C3	(30,50,60)	A3	(85,90,100)
B1	(50,55,65)	V	(7, 10, 12)
B2	(55,65,70)	E	(5, 7, 10)
B3	(65,70,80)	D	(4, 5, 6)

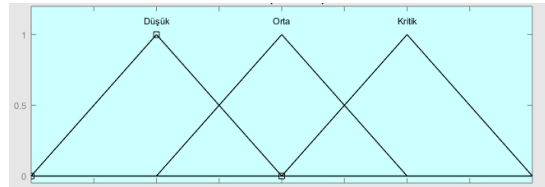


Şekil 3:
ABC analizi üyelik fonksiyonu



Şekil 4:
VED analizi üyelik fonksiyonu

Bulanık yaklaşımda çıktı değişkeni olarak tanımlanan stok sınıfı da 3 seviyeli (düşük, orta ve kritik) kabul edilmiş ve her seviye üçgen üyelik fonksiyonu ile tanımlanmıştır. Her bir seviye için oluşturulan üçgen üyelik fonksiyonları Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5:
Stok sınıfı üyelik fonksiyonu

Bulanık ABC-VED analizi için ABC analizinin 9 ve VED analizinin 3 seviyesi dikkate alınarak 27 adet karar kuralı oluşturulmuştur. Karar kuralları oluşturulurken firmada çalışan stok yönetimi konusunda uzman kişilerin deneyiminden faydalanılmıştır.

Metal sektöründe faaliyet gösteren firma deposunda yer alan 10 adet stok kaleminin ABC analiz değerlendirilmesine göre ait olduğu bulanık ABC kategorisi ABC oranları elde edilerek belirlenmiş ve Tablo 6’da verilmiştir. Bulanık ABC-VED değerlendirmesi için oluşturulan karar

kurallarına göre çalışmada dikkate alan stok kalemlerinin bulanık ABC-VED puanları ve bu puanlara göre sıralamaları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Bulanık değerlendirme sonucu

Stok kodu	ABC Oran	ABC sınıfı	VED Sınıfı	Bulanık ABC-VED sonucu	Bulanık Sıralama
1	0,464	A2	E	7	1
2	0,857	B3	D	5	3
3	0,433	C2	E	3,82	4
4	0,238	A1	E	7	1
5	0,298	A2	V	7	1
6	0,227	C1	E	3	5
7	0,143	B1	V	6	2
8	0,220	C1	D	3	5
9	0,094	C1	D	3	5
10	0,025	C1	D	3	5

Tablo 6’da ayrı ayrı ABC ve VED analiz sonuçlarına ek olarak bulanık ABC-VED analiz sonuçları verilmiştir. Bulanık ABC-VED değerlendirmesinde A, B ve C sınıfında yer alan stokların kendi sınıfları içerisindeki oranları belirlenmiş (ABC Oran) ve bu oranlara göre stoklar kategorilere ayrılmıştır. Böylece Stok 1, A sınıfında yer almasında rağmen üyelik fonksiyonu tanımlamasında A2 kategorisinde yer almaktadır ve bu kategoriye göre değerlendirilmektedir.

Tablo 6’ya göre A1E, A2E ve A2V sınıfında yer alan stok kalemleri bulanık değerlendirmede ‘7’ puan ile eşit önem seviyesindedir. Bu durum klasik değerlendirmedeki AV grubunun en önemli sınıf olma durumunu desteklemektedir. Bu sınıflardan sonra Stok 7, bulanık ABC-VED değerlendirmesine göre 6 puanı ve B1V sınıfı ile ikinci en önemli stok kalemini oluşturmaktadır. Bulanık ABC-VED değerlendirmesinde elde edilen nihai puanlara göre geriye kalan stokların sınıf sıralaması Tablo 6’ya göre B3D, C2E ve C1E-C1D şeklindedir. Klasik yaklaşımda BD ve CE sınıflarında yer alan stokların öncelik sıralamasının belirlenmesinde karşılaşılan problemin önüne bu çalışma ile geçilmiş olup, bu sınıflar arasındaki öncelik sıralaması belirlenmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada metal sektöründe hizmet veren bir firmadan stok kayıtları temin edilmiş ve bu kayıtlara göre stok sınıflandırması yapılmıştır. Çalışmada geliştirilen yaklaşımın uygulanacağı stok kalemleri belirlenirken FSN analizi yapılarak firmada en çok hareket gören F grubu stok kalemleri belirlenmiştir. F grubundan yer alan stok kalemlerine ABC ve VED analizi uygulanarak her iki analize göre stokların sınıfı belirlenmiştir. ABC ve VED analiz sonuçlarına göre stokların entegre stok sınıfının belirlenmesinde karşılaşılabilecek problemleri en aza indirebilmek amacıyla bulanık ABC-VED analizi geliştirilmiş ve stoklar bulanık mantık karar kurallarına dayalı sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre stokların öncelik sıralaması belirlenmiş ve metal sektöründe hizmet veren firma için stok kalemlerinin önceliklendirilmesi yapılmıştır.

ABC analizinde elde edilen kümülatif oranların belirlenmesinde dikkate alınan parametreler ve VED analizinde kullanılan risk faktörlerinin eşit öneme sahip olmaktadır. Bu durum analizlerde sınıfların belirlenmesinde farklı parametre kombinasyonlarında aynı kararların verilmesine neden olmaktadır. Örneğin VED analizinde iki farklı stok kaleminin satın alma tedarik süresi, tedarikçi lokasyonu, özelleştirme ve mevcut olmama risk faktörlerinden sırasıyla 1,2,2,3 ve 2,1,3,2 değerlerini aldığını varsayarsak, her iki stok kalemi de 8 puan ile ‘E’

sınıfında olacaktır. 8 puanın belirlenmesinde risk faktörlerinin dağılımı dikkate alınmamaktadır. Gelecek çalışmalarda stok sınıflandırma tekniklerinde yer alan parametrelerde de bulanık mantık yaklaşımı entegre edilerek değerlendirilmeler yapılabilir.

KAYNAKLAR

1. Aytaç, E. (2006). Kalite kontrolde bulanık mantık yaklaşımı ve bir uygulama, *Yüksek Lisans Tezi*, P. Ü. Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
2. Cakir, O. and Canbolat, M. S. (2008) A web-based decision support system for multi-criteria inventory classification using fuzzy AHP methodology, *Expert Systems with Applications*, 35(3), 1367-1378. doi: 10.1016/j.eswa.2007.08.041
3. Chitale, A.K. and Gupta, R.C. (2014) *Materials Management a Supply Chain Perspective: Text and Cases*, PHI Learning Pvt. Ltd., Delhi.
4. Deshpande, V. A. (2008) Optimal inventory control using ABC, VED & SDE analysis for Indian industries, *National Conference on Emerging Trends in Mechanical Engineering*, Vallabh Vidynagar, 1-6.
5. Devnani, M., Gupta, A. and Nigah, R. (2010) ABC and VED analysis of the pharmacy store of a tertiary care teaching, research and referral healthcare institute of India, *Journal of Young Pharmacists*, 2(2), 201-205. doi: 10.4103/0975-1483.63170
6. Flores, B. E. ve Clay Whybark, D. (1986) Multiple criteria ABC analysis, *International Journal of Operations & Production Management*, 6(3), 38-46. doi.org/10.1108/eb054765.
7. Gandhi, P. and Basur, A. (2000) Application of ABC analysis in medical store of ESIC, Delhi, *Health Administrator*, 9(1-2), 90.
8. Gupta, N. and Krishnappa, P. (2016) Inventory analysis in a private dental hospital in Bangalore India, *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(11), 10-12. doi: 10.7860/JCDR/2016/23273.8898
9. Hadi-Vencheh, A. (2010) An improvement to multiple criteria ABC inventory classification, *European Journal of Operational Research*, 201(3), 962-965. doi: 10.1016/j.ejor.2009.04.013
10. Hadi-Vencheh, A. and Mohamadghasemi, A. (2011) A fuzzy AHP-DEA approach for multiple criteria ABC inventory classification. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 3346-3352. doi: 10.1016/j.eswa.2010.08.119
11. Hatefi, S. M., Torabi, S. A. and Bagheri, P. (2014) Multi-criteria ABC inventory classification with mixed quantitative and qualitative criteria, *International Journal of Production Research*, 52(3), 776-786. doi: 10.1080/00207543.2013.838328
12. Jeddou, M. B. (2014) Multi-criteria ABC inventory classification- A case of vehicles spare parts items, *Journal of Advanced Management Science*, 181-185. doi:10.12720/joams.2.3.181-185
13. Kabir, G. and Hasin, M. A. A. (2011) Comparative analysis of AHP and fuzzy AHP models for multicriteria inventory classification, *International Journal of Fuzzy Logic Systems*, 1(1), 1-16.
14. Kant, S., Haldar, P., Singh, A. and Kankaria, A. (2015) Inventory management of drugs at a secondary level hospital associated with Ballabgarh HDSS-An experience from North India, *Journal of Young Pharmacists*, 7(2), 113. doi: 10.5530/jyp.2015.2.9

15. Kumar, P., John Rajan, A. and Balan, K. (2014) VED & ABC Analysis of inventories for a wind turbine company, *Applied Mechanics and Materials*, 591, 27-32. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.591.27
16. Kumar, Y., Kumar Khaparde, R., Dewangan, K., Kumar Dewangan, G., Dhiwar, J.S. and Sahu, D. (2017) FSN analysis for inventory management – Case study of sponge iron plant, *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 5(2), 53-57.
17. Metaxiotis, K., Psarras, J. ve Samouilidis, E. (2003) Integrating fuzzy logic into decision support systems: current research and future prospects, *Information Management & Computer Security*, 11(2), 53-59. doi: 10.1108/09685220310468592
18. Ng, W. L. (2007) A simple classifier for multiple criteria ABC analysis, *European Journal of Operational Research*, 177(1), 344-353. doi:10.1016/j.ejor.2005.11.018
19. Pund, S. B., Kuril, B. M., Hashmi, S. J., Doibale, M. K. and Doifode, S. (2017) ABC-VED matrix analysis of Government Medical College, Aurangabad drug store, *International Journal of Community Medicine And Public Health*, 3(2), 469-472. doi: 10.18203/2394-6040.ijcmph20160434
20. Ramanathan, R. (2006) ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization, *Computers & Operations Research*, 33(3), 695-700. doi: 10.1016/j.cor.2004.07.014
21. Shenoy, D. and Rosas, R. (2018) *Problems & Solutions in Inventory Management*, Springer, Switzerland.
22. Singh, S., Gupta, A. K. and Devnani, M. (2015) ABC and VED analysis of the pharmacy store of a tertiary care, Academic Institute of the Northern India to identify the categories of drugs needing strict management control, *Journal of Young Pharmacists*, 7(2), 76. doi: 10.5530/jyp.2015.2.4
23. Sumathi, S., Kumar, L. A. and Surekha P. (2016) *Computational intelligence paradigms for optimization problems using MATLAB®/SIMULINK®*, CRC Press, New York.
24. Waters, D. (2003) *Inventory control and management*, John Wiley & Sons, Chichester.
25. Yu, M. C. (2011) Multi-criteria ABC analysis using artificial-intelligence-based classification techniques, *Expert Systems with Applications*, 38(4), 3416-3421. doi: 10.1016/j.eswa.2010.08.127
26. Zadeh, L. (1965) Fuzzy Sets, *Information and Control*, 8, 338-353. doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X