

Stok Gruplama İçin Geliştirilen Bulanık Bir Algoritma ve Uygulaması

Ahmet DALGIÇ*, Adnan AKTEPE, Süleyman ERSÖZ
Kırıkkale Üniversitesi Müh. Fak. End. Böl. 71451 Yahşihan/Kırıkkale
ahmetdalgiç06@gmail.com, aaktepe@gmail.com

ÖZET

Değişen rekabet koşullarına uyum sağlamak ve pazar paylarını kaybetmek istemeyen işletmeler, maliyetlerini azaltmak veya kontrol edebilmek ve uzun dönemli planlar yapabilmek için etkin bir stok kontrolüne ihtiyaç duymaktadır. Etkin stok kontrol ve yönetim politikaları işletmelerin geleceğini büyük oranda etkilemektedir. Stok kontrol faaliyetleri arasında en önemlilerinden biri de stok gruplamadır. Çok farklı şekillerde ve kullanım alanlarına göre farklı işlevler taşıyan stokların, etkin bir şekilde yönetilmeleri ve en avantajlı şekilde değerlendirilmeleri için, stokları çeşitli kriterleri baz alarak gruplandırmak gerekmektedir. Bu çalışmada, özellikle konfigürasyon yönetimi esaslı stok politikaları oluşturan işletmelere fayda sağlayacağı düşünülen yeni bir gruplama algoritması önerilmiştir. Birden fazla kriterin göz önüne alındığı algoritma ile stoklar, birçok farklı şekilde nitelendirilerek işletmenin ihtiyacına göre etkin gruplandırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Stok Gruplama, Bulanık Mantık, Kümeleme.

A Fuzzy Algorithm Developed For Inventory Grouping and Application

ABSTRACT

Companies which does not want to lose their market share and ability to adapt changing competitive conditions,needs an effective inventory control in order to reduce costs or to control and to make plans for the long term. Efficient stock control and management policies are largely affects the future of the company. One of the most important activities in stock management is the inventory grouping. According to the stocks with different functions and uses in many different ways, to effectively manage and evaluate them in the most advantageous way, stocks should be grouped based on several criteria. In this study, for the companies, especially stock-based configuration management policies are in use, a new grouping algorithm has been made for benefit of them.With the algorithm that considers about multiple criteria, inventories will be grouped in many different ways according to the needs of businesses active attributed.

Keywords: Stock Grouping, Fuzzy Logic, Clustering.

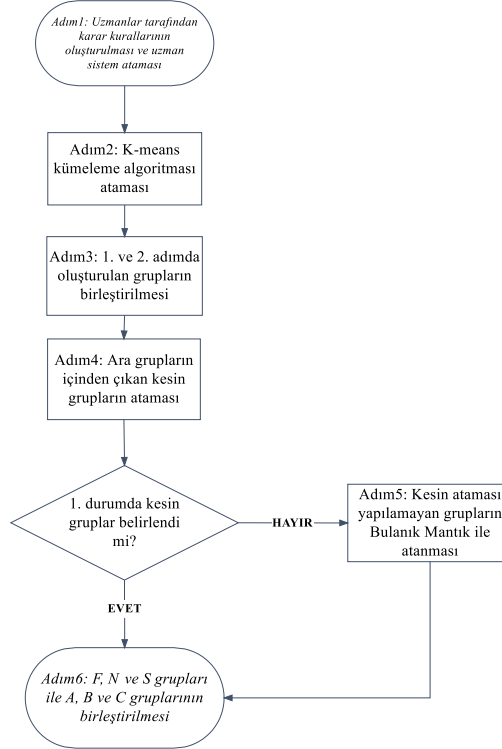
1. Giriş

Stoklar, üretimde kullanılmak üzere satın alınan ya da üretilmiş ve tüketiciye gönderilmeyi bekleyen ürünlerin çok ötesindedir. İşletmenin hem hammadde, hem üretim hattında yarı mamul, hem de ürünlerini kapsayan, hatta yardımcı malzemeleri de içeren çok geniş bir çalışma alanını kapsamaktadır. Stoklar, işletmeler için çok önem teşkil eden fiziki değerlerdir. Stoklar olmaksızın üretimin aksamadan yapılması, müşteriye en uygun hizmetin verilmesi ya da bunlara bağlı olarak işletme karlılığının maksimizasyonu düşünülememektedir [1]. Rekabetin arttığı günümüz ekonomisinde, işletmelerin en büyük mali unsurları olan stokları yönetmenin önemi, her geçen gün artmaktadır. Doğru zamanda, doğru miktarda ve doğru yerde bulunan mal, ancak iyi uygulanmış stok politikaları ve stok yönetimi kararları ile mümkün olabilmektedir. Bunu sağlayarak maliyetini düşüren ve en iyi hizmeti en kısa zamanda müşteriye ulaştıran işletmeler rekabet ortamında bir adım ileride olacaktır. Stok yönetimi kavramını iyi anlamak ve işletmenin stok ve ürün politikalarına en uygun stok yönetim sistemini oluşturup, takip etmek her işletme için hayati bir önem arz etmektedir [2]. Çok farklı şekillerde ve kullanım alanlarına göre farklı işlevler taşıyan stokların, iyi bir şekilde yönetilmeleri ve en avantajlı şekilde değerlendirilmeleri için, stokları çeşitli faktörleri baz alarak sınıflandırmak gerekmektedir. Bu şekilde yapılan bir sınıflandırma stok yönetimi etkinliği artırmakla birlikte aynı zamanda stok yönetimini de kolaylaştırmaktadır. Bu çalışmada, birden fazla kriteri göz önüne alarak daha etkin gruplama yapabilmek için bir algoritma önerilmiştir. Uzman sistemler ve kümeleme algoritmaları tabanlı çalışan algoritmada stoklar bulunabilirlik, hareket görme sıklığı, tedarik süresi gibi farklı kriterler kullanılarak stokların gruplanması yapılmıştır. Söz konusu tekniklerin yeterli gelmediği durumlarda ise bulanık mantık devreye girerek her stokun kesin grupları belirlenmiştir. İşletmelerin buldukları sektörler baz alındığında gruplamada kullanılacak kriterler farklılık gösterebilir. Fakat algoritmanın esnekliği bu durumlara çözüm üretmektedir. Kısacası kriterler değiştirilerek birçok farklı alanda algoritmanın uygulanması söz konusudur. Yapılan literatür araştırmasının amacı, birden fazla kriterli stok sınıflandırma modelleri ile ilgili var olan çalışmaların detaylı olarak incelenmesi sonucunda çalışmamıza katkı sağlanmasıdır. Literatürde birden fazla kriterli stok sınıflandırma ile ilgili son zamanlarda yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu problem, özellikle Ramanathan'ın 2006 yılında yaptığı çalışmanın ardından aktif olarak çalışılmaya başlanmıştır [3]. Ramanathan (2006), tarafından yapılmış bir çalışmada çok kriterli ABC stok sınıflama problemi ele alınmıştır. Bu problem için veri zarflama analizi (VZA) temelli bir doğrusal model geliştirilmiştir. Bu model m adet stok kalemini ve j adet kriteri ele almaktadır [3]. Zhou ve Fan (2007), tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise Ramanathan modelinin (Rmodel) genişletilmiş versiyonu sunulmuştur. Çalışma R-modelinde bazen önemsiz bir kriterde yüksek değer alan kalemin A sınıfına alınabilmekte olduğunu eleştirmektedir. Bu amaçla her bir kalem için R-modelin hesapladığı en iyi envanter skoruna ek olarak bir de R-modelinin tersine en kötü envanter skoru değeri hesaplanır [4]. Soylu (2008), tarafından yapılan Çok kriterli ABC stok sınıflama problemi için Techebycheff ölçüsü temelli yaklaşım isimli çalışmada da stok sınıflama problemlerinde Techebycheff uzaklık ölçüsü yaklaşımı kullanılarak ABC sınıflaması yapılmıştır [5]. Özdemir ve Özveri (2004) tarafından yapılan çalışmada, bir jeneratör firmasının envanterleri için çok kriterli ABC analizi yapılmıştır. Bu amaçla klasik ABC analizi ve Analitik Hiyerarşik Süreç (AHS) probleme uygulanmıştır. 70 ürün 5 kriter açısından belirli bir skalada değerlendirilmiştir. Bu kriterler fiyat, talep, teslim zamanı, kritiklik ve ikame oranıdır. AHS skoruna göre ilk %30'a giren ürünler için her iki yöntemde de maliyet sonuçları kıyaslanmıştır. AHS için elde edilen sonuçların daha az maliyetli olduğu gözlenmiştir [6]. Chen ve ark. (2006), envanter kalemlerini sınıflandırmak için kaba küme teorisi kullanmışlardır. Durum-temelli yeni bir sınıflandırma yaklaşımı önermişlerdir. Uygulamada 47 stok kalemi 4 kriter açısından değerlendirilmiştir [7]. Jin-Xiao Chen (2011) tarafından yapılan bir çalışmada ise envanter kalemleri için hem ZF hem R model çözülerek her iki model için kriter ağırlık setleri bulunmuştur. Bu iki model için ayrı ayrı envanter skorları hesaplanmıştır. İkinci aşamada ise her iki modelden elde edilen performans skorlarının normalize değerleri kullanılarak bir ABC sıralaması elde edilmiştir [8]. Çakır ve Canbolat (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, fuzzy AHP temelli bir envanter sıralama sistemi çalışılmıştır. Gerçek envanter datalarına karar vericilerin yargıları kullanılarak fuzzy AHP tekniği uygulanmıştır. Öncelikle karar vericilerin dilsel karşılaştırmaları toplanmıştır. Bu verilere Mikhailov'un önceliklendirme tekniği uygulanmıştır ve web tabanlı bir sistemle analizler yapılmıştır. Bu yöntemle karar vericinin her kalem için dilsel ifadelerini kolayca kullanabileceği esnek ve tutarlı bir sınıflandırma sistemi sunulmuştur [9]. ABC analizini Fuzzy ile kombine eden diğer bir çalışmada Chu vd. (2008) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada fuzzy-ABC isimli yeni bir yaklaşım önerilmiştir. Uygulaması da kolay olan bu yeni yöntem sınıflandırmaya yöneticilerin deneyimleri, bilgileri ve sınıflar hakkındaki yargılarını da dahil etmektedir. Çalışmada geliştirilen yöntem 60 envanter kalemi ve 3 kriteri olan bir veri setine uygulanmıştır. Fuzzy metodu ile her bir kalemin üyelik fonksiyonu değeri bulunmuş ve sınıflandırma yapılmıştır [10].

2. Kullanılan Araçlar ve Yöntem

Bu çalışmada kurgulanan stok gruplandırma algoritmasında ilk adım klasik ABC yöntemidir. Stok kalemlerinin değerlerine ve miktarlarına göre tutar üzerinden gruplama yapılmaktadır. Değer ve miktar kriterleri stok

sınıflandırma problemlerinin kilit noktası olduğu için kurgulanacak olan algoritmanın da temellerini oluşturmaktadır. Bazı stok kalemleri miktar ve değer kriterlerinin yanında farklı özelliklere sahiptir. Bu nedenle stok kalemlerinin birden fazla kriterle ifade edilmesi gerekmektedir. Stok kalemlerinin, birden fazla kritere göre gruplandırılması için uzman sistemler ve k-means algoritmaları kullanılacaktır. Oluşturulan karar kuralları neticesinde stok kalemleri uzman sistemlerin belirleyeceği şekilde gruplanacaktır. Sınıflandırma işleminin kesinliği ve güvenilirliği için K-means kümeleme algoritması da kullanılarak birden fazla kritere göre sınıflar belirlenecektir. Uzman sistemler ve K-means kümeleme algoritmalarının yetersiz kalması durumunda kesin atamaların yapılabilmesi için bulanık mantık metodu kullanılmıştır. Bu sayede her bir stok kalemi kesin olarak, belirlenen gruplara atanacaktır. Tasarlanan model, birden fazla kriterin yer aldığı özellikle konfigürasyon yönetiminin uygulandığı işletmeler için uygun olacak bir çalışmadır. Birim fiyat ve adet gibi parametrelerin yanında, hareket görme sıklığı, tedarik süresi gibi kriterlerde depo yönetiminde etkin rol oynamaktadır. Bu nedenle sınıflandırma yapılırken birden fazla kriterli sınıflandırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. FNS algoritması depo yönetiminde kullanılan söz konusu birçok kriteri kullanarak etkin bir sınıflandırma ortaya koymayı amaçlar. Uzman sistem, kümeleme algoritmaları ve bulanık mantık ile çalışan bu algoritmada her bir stok kalemi FNS algoritmasında belirtilen gruplara atanır. "F" grubu depo için fonksiyonel sayılabilecek stok kalemlerini kapsamaktadır. "N" ile belirtilen grup, normal olarak nitelendirilen stok kalemlerini kapsar, başka bir ifadeyle "F" grubu stok kalemlerine göre daha az kritik parçalar şeklinde ifade edilebilir. "S" grubuna ait stok kalemleri ise önem derecesi düşük olan sıradan parçalardır. ABC stok sınıflandırma yönteminde, ürünler "Değer" oranlarına göre sınıflandırılmaktadır. Daha çok sağlık kurumlarında kullanılan VED analizinde ise ürünler "Hayati" derecelerine göre gruplandırılmaktadır. Geliştirilen FNS algoritmasında, "Konfigürasyon Yönetimi" esaslı, stokları hem değerlerine göre hem de önem derecesine göre gruplandırılmaktadır. Tasarlanan algoritmanın akış diyagramı Şekil 1'de gösterildiği gibidir.



Şekil 1. Algoritmanın Akış Diyagramı

2.1. FNS Algoritması

Geliştirilen algoritmanın adımları şu şekildedir:

Adım1: Hareket görme sıklığı (K1), tedarik süresi uzunluğu (K2), fason işlemler için dışarıya gönderilen parçalar (K3) ve zor temin edilen parçalar (K4) kriterlerine göre mevcut stoklar uzmanlar tarafından belirlenen karar kurallarına göre F, N ve S sınıflarına atanır. Bu adımda uzmanlar, stok kalemlerinin atanması ile ilgili karar kurallarını oluşturmuştur.

Adım2: K-means kümeleme algoritması, K1, K2, K3 ve K4 kriterleri girdi olacak şekilde oluşturulur. K-means kümeleme algoritması, K=3 olacak şekilde 3 ayrı küme oluşturur. Küme merkezlerinin büyüklüğüne bakarak sınıflandırmada kullanılacak gruplar belirlenir. Her stok kaleminin küme merkezlerine olan uzaklıklarına bakılarak atama işlemi gerçekleştirilir.

Adım3: 1. ve 2. adımda bulunan iki farklı küme birleştirilerek yeni gruplar oluşturulur. 1. adımdan çıkan sonuçta oluşan 3 grup ve 2. adımdan çıkan sonuçta oluşan 3 grup birleştirildiğinde toplamda 9 (3x3) yeni grup meydana gelir (FF, FN, FS, NF, NN, NS, SF, SN ve SS).

Adım4: Ara gruplar içinden çıkan kesin grupların ataması 1. süzgeçte yapılır. Kesin olmayan atamalar 2. süzgeç olan Adım 5'e gönderilir. 1. adım ve 2. adım sonuçlarında aynı çıkan gruplar (FF, NN, SS) için nihai atama yapılır. Her iki grupta F grubuna atananlar (FF) F grubuna, aynı şekilde N grubuna atananlar (NN) N grubuna ve S grubuna atananlar (SS) ise S grubuna atanır. Geriye kalan 6 grubun ataması için 5. adıma geçilir.

Adım5: 4. adımda ataması yapılamayan 6 grup için bulanık mantık yöntemine başvurulur. Bunun temel sebebi, uzman sistem ve kümeleme algoritması sonucunda kesin atanamayan gruplar için bir sonuç üretmek zordur. Stok kaleminin hangi gruba daha yakın olduğunu net olarak ifade edebilmek için bulanık mantık son derece önemli bir çözüm aracıdır.

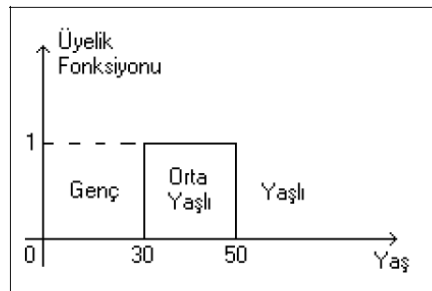
Adım6: F, N, S gruplarına atanan parçalar daha önce birim tarafından belirlenen A, B, C ile kesleştirilir. Nihai gruplar oluşturulur.

Adım7: Alternatif senaryolar altında sayma stratejileri geliştirilerek, sayma işleminde öncelikli olan kalemler belirlenir.

Önerilen algoritmanın etkinliğini ölçmek üzere, bir ambarda uzmanlar tarafından belirlenen kriterler doğrultusunda, literatürde yer alan test verileri kullanılarak uygulama çalışması yapılmıştır. Algoritmanın çözüm araçlarından olan kümeleme algoritması için SPSS paket programında yer alan K-means algoritmasından yararlanılmıştır [11]. bulanık mantık yönteminin uygulanması için ise Matlab R2016a programının Fuzzy Logic Designer modülünden yararlanılmıştır. [12]

2.2. Bulanık Küme Teorisi

Klasik (geleneksel) mantıkla, herhangi bir nesne o kümeye ya aittir ya da değildir. Bu kısaca 0 ve 1 mantığıdır. Şekil 2'de görüldüğü üzere, 0-30 yaş arasındaki kişiler genç, 30-50 yaş arasındaki kişiler orta yaşlı ve 50 yaşın üstündeki kişiler ise yaşlı sınıfına girmektedir.



Şekil 2. Klasik Küme Teorisi

Bu kurallara göre 31 yaşındaki bir kişi orta yaşlı sayılırken 29 yaşındaki bir kişi ise genç sayılmaktadır [11]. Bu durumu bulanık mantık açısından düşündüğümüzde 30 yaşındaki bir insanın belli bir oranda yaşlı sayılırken, belli bir oranda ise genç sayılmaktadır. Bulanık mantıkta, klasik mantıktaki gibi 0 ve 1 mantığı yoktur. Günlük yaşantıda kullandığımız daha esnek bir yaklaşım vardır [11].

2.3. Kümeleme

Kümelemenin amacı, verilerin küme içi diğer verilere benzerliği en büyük ve küme dışı verilere benzerliği en küçük olacak biçimde kümeler belirlemektir. Kümelemenin karakteristiğini belirleyen benzerlik ölçütü, uygulamaya ve çözüm yaklaşımına göre değişkenlik gösterir. Verilerin benzerliği, basit bir uzaklık metriği ile ölçülebileceği gibi, yoğunluk, komşuluk, bağlantılılık vb. özel kavramlar da kullanılabilir [12].

Kümeleme problemi denildiğinde kastedilen genellikle kesin kümeleme (hard clustering) problemidir. Kesin kümelemede her bir veri noktası tek bir kümeye ait olmalıdır. Kesin kümeleme probleminin çözüm yaklaşımlarında çeşitli modellere ve farklı amaç fonksiyonlarına rastlansa da, verinin tek bir kümeye ait olması gerekliliği değişmez. Yumuşak/bulanık kümelemede (soft/fuzzy clustering) ise, veriler belirli üyelik dereceleriyle birden çok kümeye ait olabilirler [13].

Kümelenecek istenen veri seti $x \in \mathbb{R}, i = 1, \dots, n$ olmak üzere $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ olsun. Kesin kümeleme problemlerinde amaç, X kümesini $X_j, j = 1, \dots, k$ gibi k adet ayrık alt kümeye aşağıdaki kurallara uygun olarak ayırmaktır [12].

$$X^j \neq \emptyset, j = 1, \dots, k, \quad (2.1)$$

$$X^j \cap X^t = \emptyset, j, t = 1, \dots, k, j \neq t, \quad (2.2)$$

$$U_{j=1}^k X^j = X. \quad (2.3)$$

Belirlenen her bir X^j ayrık alt kümesi, aradığımız kümelerden (cluster) birine karşılık gelir. K-Means kümeleme algoritmasında verilen nesnelere niteliklerine göre K adet kümeye ayıran en meşhur kümeleme algoritmalarından biridir.

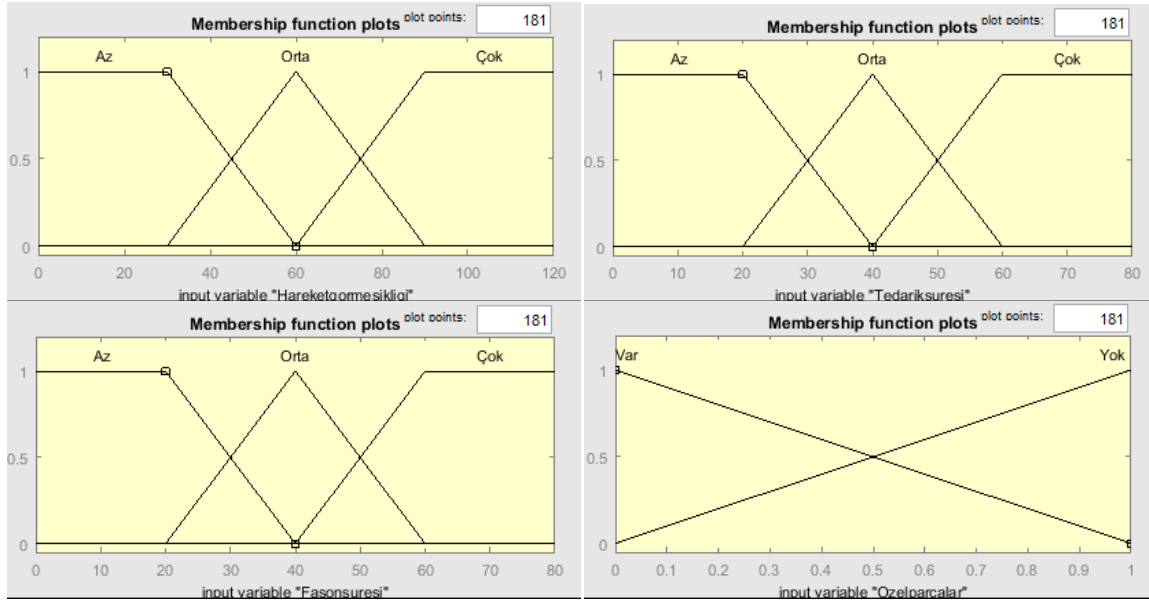
3. Uygulama

Bu bölümde, literatürde yer alan test verileri ile FNS stok gruplama ve sayma uygulaması gerçekleştirilmiştir. ABC analizinde birim fiyat ve adet bazında sınıflandırma yapılmıştır. FNS yönteminde işletmenin ihtiyaçları doğrultusunda oluşturulan kriterler kullanılmıştır.

Tablo 1. Kriterler ve Stok Kalemlerinin Değerleri

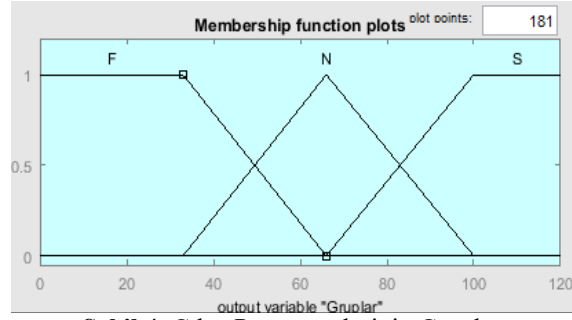
Parça No	Parça Adı	Hareket Görme Sıklığı (Gün)	Tedarik Süresi (Gün)	Fasona Gönderilen Parçalar (Gün)	Özel Parçalar
1	X1	20	45	40	0
2	X2	40	30	20	1
3	X3	50	55	38	0
4	X4	65	10	28	0
5	X5	35	85	40	0
6	X6	100	25	15	0
7	X7	80	22	15	1
8	X8	15	57	35	0
9	X9	55	10	64	0
10	X10	37	18	40	0

Tablo 1'de değerler gün cinsinden verilmiştir. Fakat SPSS paket programına veri girebilmek için bu değerlerin gruplara bölünmesi gerekir. Bu nedenle kriterlerin değerleri farklı gruplara bölünmüştür. Söz konusu gruplar Şekil 3'te verilmiştir. Şekil 3'te yer alan grafikler aynı zamanda bulanık mantık yönteminin temelini de oluşturmaktadır.



Şekil 3. Kriterlerin Grupları

Şekil 2'deki grafiklere göre; hareket görme sıklığı, tedarik süresi ve fason parçaların süresi kriterleri "Az, Orta, Çok" şeklinde 3 gruba ayrılmıştır. Giriş parametreleri olan kriterlere göre "Az" olarak belirlenen grup için "1" değeri, "Orta" olarak belirlenen grup için "2" ve "Çok" olarak belirlenen grup için "3" değeri atanacaktır. Özel parçalar kriter, diğer 3 kriterden farklı olarak sadece "Var" ve "Yok" şeklinde gruplanmıştır. "Var" olarak belirlenen gruplar için "1" değeri, "Yok" olarak belirlenen gruplar için ise "2" değeri atanacaktır. Çıkış parametresi olan "Gruplar" için de F, N ve S olmak üzere 3 farklı kategori belirlenmiştir. Şekil 4'te çıkış parametrelerinin grupları görülmektedir.



Şekil 4. Çıkış Parametrelerinin Grupları

Kriterler gün cinsinden, çıkış parametreleri ise yüzde (%) cinsinden belirlenmiştir. Giriş ve çıkış parametreleri için oluşturulan gruplar birbirinden farklıdır. Grupların oluşturulması uzmanlar tarafından yapılmıştır.

Uygulamada kullanılacak test verileri Tablo 2'te verilmiştir. Tabloda parçaların adı, numarası, bütün kriterlere göre değerleri verilmektedir.

Tablo 2. Parçaların Gün ve Özel Olup Olmama Durumların Göre Değerleri

Parça No	Parça Adı	Hareket Görme Sıklığı (Gün)	Tedarik Süresi (Gün)	Fasona Gönderilen Parçalar (Gün)	Özel Parçalar
1	X1	20	45	40	0
2	X2	40	30	20	1
3	X3	50	55	38	0
4	X4	65	10	28	0
5	X5	35	85	40	0
6	X6	100	25	15	0
7	X7	80	22	15	1
8	X8	15	57	35	0
9	X9	55	10	64	0
10	X10	37	18	40	0

Her kriter Şekil 2'de ve Tablo 2'de belirtildiği üzere oluşturulan gruplara atanarak kümeleme analizi için zemin hazırlanır. Stok kalemlerinin son durumda oluşan değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Parçaların Giriş ve Çıkış Parametrelerinin Atandığı Değerler

Parça No	Parça Adı	Hareket Görme Sıklığı (Gün)	Tedarik Süresi (Gün)	Fasona Gönderilen Parçalar (Gün)	Özel Parçalar
1	X1	1	3	3	0
2	X2	2	2	1	1
3	X3	2	3	2	0
4	X4	3	1	2	0
5	X5	2	3	3	0
6	X6	3	2	1	0
7	X7	3	2	1	1
8	X8	1	3	2	0
9	X9	2	1	3	0
10	X10	2	1	3	0

Kümeleme algoritmasının çözümü için SPSS analiz programı kullanılmıştır. Programa veriler girilerek bir takım tablolar elde edilmiştir. Bunun sonucunda malzemelerin FNS grupları kümeleme sonucu atanmış olur. K-means kümeleme algoritması sonucu parçaların atandığı gruplar Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Parçaların K-means Algoritmasına Göre Atandığı Gruplar

Cluster Membership			
Ca...	Parça No	Cluster	Distance
1	1,00	1	,707
2	2,00	2	,745
3	3,00	1	,707
4	4,00	3	,943
5	5,00	1	,707
6	6,00	2	,745
7	7,00	2	,471
8	8,00	1	,707
9	9,00	3	,471
10	10,00	3	,471

Tablo 4'te her parçanın atandığı grup görülmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken önemli bir husus bulunmaktadır. Küme ilişkileri bulunan Tablo 4'te 1 numaralı küme "S" grubunu, 2 numaralı küme "N" grubunu ve 3 numaralı küme "F" grubunu temsil etmektedir. Bunun nedeni; K-means algoritması düşük değerleri 1 numaralı kümede, yüksek değerleri ise 3 numaralı kümede toplamıştır.

FNS Algoritması

Adım1: İlk aşamada uzman kişiler tarafından her bir stok kaleminin FNS grubu belirlenmiştir. Bu işlem için, karar kuralları belirlendikten sonra yine uzman kişiler tarafından uygun atamalar yapılmıştır. Karar kurallarının bazıları şu şekildedir;

EĞER K1 =1 VE K2 =1 VE K3 =0 VE K4 =0 İSE F GRUBU
 EĞER K1 =1 VE K2 =1 VE K3 =0 VE K4 =1 İSE F GRUBU
 EĞER K1 =1 VE K2 =3 VE K3 =0 VE K4 =0 İSE N GRUBU
 EĞER K1 =1 VE K2 =3 VE K3 =0 VE K4 =1 İSE N GRUBU
 EĞER K1 =2 VE K2 =1 VE K3 =0 VE K4 =1 İSE N GRUBU
 EĞER K1 =3 VE K2 =2 VE K3 =0 VE K4 =0 İSE S GRUBU
 EĞER K1 =3 VE K2 =2 VE K3 =0 VE K4 =1 İSE S GRUBU

Adım2: Bu adımda 1. kümeleme algoritması ile stok kalemleri verilen kriterler neticesinde gruplara atanır. Kümeleme algoritmasının kullanılmasının amacı, elimizde hazır gruplar olmadığı ve bu grupların değerleri bilinmediği için sınıflandırma algoritmaları yerine kümeleme algoritmaları kullanılmıştır. Kümeleme algoritmaları verileri kullanarak önce grupları oluşturur, daha sonra parçaların uygun gruplara atanmasını sağlar. Tablo 5'da Adım1 ve Adım2 sonuçları verilmiştir. Her stok kalemi için uzman sistem ve kümeleme algoritması atamaları verilmiştir.

Tablo 5. Adım1 ve Adım2 Sonuçları

Parça No	Parça Adı	Uzman Sistem Ataması	Kümeleme Algoritması Ataması
1	X1	S	S
2	X2	N	N
3	X3	S	S
4	X4	N	F
5	X5	S	S
6	X6	N	N
7	X7	N	N
8	X8	N	S
9	X9	S	F
10	X10	S	F

Adım3: Her iki yöntemle grupları belirlenen parçalar bu aşamada birleştirilerek ara gruplar oluşturulur. Bu durumda her parça iki harf ile ifade edilmektedir.

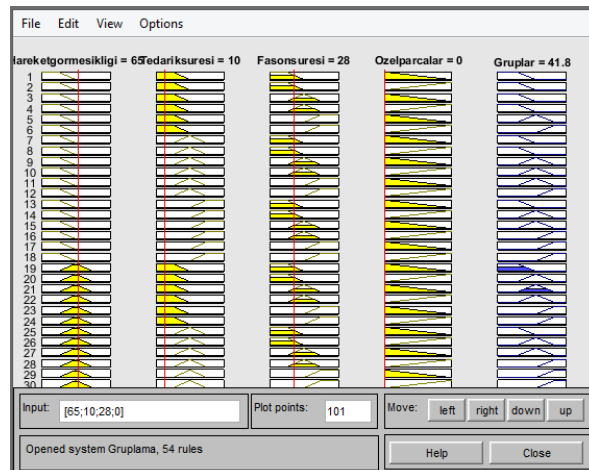
Adım4: Algoritmanın 1. süzgeci bu adımda gerçekleştirilir. Adım3'te birleştirilen gruplar bu süzgece girer. Uzman sistem ve kümeleme sonucu aynı harfe sahip olan parçalar için kesin atama tamamlanmış olur. Bu parçalar 5. adıma uğramadan nihai grupların oluşturulacağı 6. adıma gönderilir. Kesin ataması yapılamayan parçalar ise bulanık mantık yönteminin uygulanacağı 5. adıma gönderilir. Tablo 6'de Adım3 ve Adım4'ün sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 6. 1. Birleşim ve Kesin Atanan Gruplar

Parça No	Parça Adı	1. Birleşim	Kesin Atananlar
1	X1	SS	S
2	X2	NN	N
3	X3	SS	S
4	X4	FN	ADIM5
5	X5	SS	S
6	X6	NN	N
7	X7	NN	N
8	X8	SN	ADIM5
9	X9	FS	ADIM5
10	X10	FS	ADIM5

Adım5: Adım4'te kesin atanamayan gruplar için bulanık mantık yöntemi uygulanacaktır. Adım5'e gelen her parça, uzman sistem ve kümeleme algoritması sonucunda farklı kümelerle atanmıştır. Fakat ilk bakışta parçanın hangi gruba yakın olduğu kestirilemez. Bu nedenle, bulanık mantık ile kesin olarak hangi gruba yakın olduğu anlaşılabilir. Matlab R2016a programının Fuzzy Logic Designer modülü ile önce giriş birimleri ve çıkış birimi, yani algoritmanın kriterleri ve grupları girilir. Daha sonra modülün karar verebilmesi için karar kuralları da modüle işlenerek program çalıştırılır.

Modülün "Rules" bölümünde bizim gireceğimiz verilere göre en uygun atanmanın yapıldığı ara yüz bulunmaktadır. Sonuç bölümünün bulunduğu ara yüz, Şekil 5'da gösterilmiştir. Şekilde sol altta bulunan "Input" kısmında kriterlerimizin değerlerini gireceğimiz bölüm bulunmaktadır. Sonuç kısmı ise sağ üstte çıkış biriminin yanında bulunmaktadır. Çıkış biriminin değeri Şekil 4'te belirtildiği üzere yüzdesel olarak verilmektedir. Sonuç değerini Şekil 4'te bulunan grafikte yerine koyarak kesin grup atamasını yapmış oluruz. Şekil 5'te örnek olması açısından "X4" parçasının değerleri girilmiştir. Sonuç değeri, % 41,8 olarak hesaplanmıştır. Bu değer Şekil 4'te grafiği 2 noktadan kesmektedir. Bu noktada maksimum kuralı gereği grafiği üstten kesen nokta seçilerek grup ataması yapılır. Üst nokta "F" grubunu ifade ettiği için "X4" parçası, "F" grubuna atanır.



Şekil 5. Fuzzy Logic Designer Modülü Sonuç Ara Yüzü

Adım5'te ataması yapılan stok kalemlerinin grupları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. 5. Adım Sonuçları

Parça No	Parça Adı	Bulanık Mantık Ataması
4	X4	F
8	X8	N
9	X9	S
10	X10	F

Adım6: Tüm parçaların kesin atamaları tamamlandıktan sonra bu adımda, parçaların ABC analizine göre grupları ile FNS algoritması sonucu atandıkları gruplar eşleştirilerek nihai gruplar elde edilir. Tablo 8'da iki farklı sınıflandırma sonucu oluşan nihai gruplar belirtilmiştir.

Tablo 8. Nihai Gruplar

Parça No	Parça Adı	Kesin Atananlar	ABC Sınıflandırması	Nihai Gruplar
1	X1	S	A	SA
2	X2	N	A	NA
3	X3	S	B	SB
4	X4	F	B	FB
5	X5	S	C	SC
6	X6	N	C	NC
7	X7	N	A	NA
8	X8	N	B	NB
9	X9	S	C	SC
10	X10	F	C	FC

4. Sonuç

Literatürde klasik ABC stok sınıflandırma metodu ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. İlerleyen dönemlerde birden fazla kriterli stok sınıflandırma yöntemleri geliştirilerek klasik ABC metoduna katkılarda bulunulmuştur. Bu çalışmada da birden fazla kriterli stok sınıflandırma yöntemlerine katkı sağlayacağı düşünülen FNS algoritması geliştirilmiştir. Algoritma hem uzman sistemleri hem de kümeleme algoritmalarını kullanması açısından literatürde yer alan çalışmalara yeni bir bakış açısı kazandırmıştır. Algoritmada yer alan kriterler sektörler arası ya da çalışılacak problemlere göre farklılık arz edebileceğinden dolayı birçok alanda uygulanabilir. Bunun yanı sıra çok ölçütlü sınıflandırma yöntemlerinden farklı olarak birden fazla yöntemden faydalanılarak oluşturulan algoritma, benzeri sınıflandırma metodlarına göre önemli derecede farklılık arz etmektedir. Ayrıca çalışmada, algoritma sonucunda oluşan gruplar içinde farklı senaryolarda sayma stratejileri önerilmiştir. Bu sayede tam anlamıyla etkin bir stok yönetimi gerçekleşmiş olacaktır.

Kaynakça

- [1] Çıtak, Ş. Bir elektronik firmasında çok ölçütlü stok sınıflandırma, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2013.
- [2] Kara, Ö. İşletmelerde stok yönetimi, Okan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2014.
- [3] Ramanathan, R. ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization. Computers & Operations Research 2006; 33: 695-700.
- [4] Zhou, P., Fan, L. A note on multi-criteria ABC inventory classification using weighted linear optimization. European Journal of Operational Research 2007; 182: 1488-1491.
- [5] Soylu, B. Çok kriterli ABC stok sınıflandırma problemi için tchebycheff ölçüsü temelli yaklaşım, Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği, 28. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı, Galatasaray Üniversitesi, İstanbul, 2008.

- [6] Özdemir, A., Özveri, O. Çok kriterli envanter sınıflandırmasında analitik hiyerarşi süreci analizinin uygulanması. D. E. Ü. İ. İ. B. F. Dergisi 2004; 19(2): 137-154.
- [7] Chen, Y., Kewin, W.L., Levy, J., Hipel, K.W., Kilgour, D.M. Rough-set multiple criteria ABC analysis. S. Greco et al. (Eds), RSCTC, LNAI 2006; 4259: 328-337.
- [8] Hadi-Vencheh, A. An improvement to multiple criteria ABC inventory classification. European Journal of Operational Research 2010; 201: 962-965.
- [9] Chen, J.X. Peer-estimation for multiple criteria ABC inventory classification. Computers & Operations Research 2011; 38: 1784-1791.
- [10] Tsai, C.Y., Szu-Wei, Y. A multiple objective particle swarm optimization approach for inventory classification. International Journal of Production Economics 2008; 114: 656-666.
- [11] <http://bilisimders.com/Paylasim/Makale/matlab-fuzzy-logic-le-bahis-problemi/59>.
- [12] Douglas, S. Local optima in K-means clustering: what you don't know may hurt you. Psychological Methods 2003; 8 (3): 294-304.
- [13] Tuncer, S. Değişken hızlı sürücü sistemleri için fuzzy denetleyicili yeni bir algoritmanın geliştirilmesi ve uygulaması. F. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 1999.
- [14] Atılğan, C. Kümeleme algoritmaları ve paralelleştirilmeleri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2014.
- [15] Bezdek, J. C., Ehrlich, R., Full, W. FCM: The fuzzy c-means clustering algorithm. Computers & Geosciences 1984; 10; 191-203.