

## **BANKALARIN TİCARİ KREDİ VERME DAVRANIŞLARININ BULANIK AHP VE BULANIK TOPSIS İLE İNCELENMESİ\***

**Engin KARAKIŞ<sup>1</sup>**  
**Ziya Gökalp GÖKTOLGA<sup>2</sup>**

### **Özet**

Çalışmada, bulanık çok kriterli karar problemlerinin çözümünde kullanılan bulanık TOPSIS ve bulanık AHP yöntemlerinin ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesinde uygulanabilirliği incelenmiştir. Ticari kredi talepleri, Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanıldığı bir model önerisi ile değerlendirilmiştir. Bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulanmasında üçgen bulanık sayılar kullanılmıştır. Bulanık AHP’de bulanık sıralama yöntemlerinden Liou ve Wang’ın toplam integral yöntemi kullanılmıştır. Toplam integral yaklaşımı, karar alıcıların güven düzeyini yansıtabilen bir yaklaşım olarak değerlendirilmiştir. Kriter ağırlıklarının hesaplanmasında Bulanık AHP yöntemi ve firmaların kredi notu hesaplanmasında Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada Cheng’in Bulanık TOPSIS yöntemi ve Chang’ın Bulanık AHP yöntemlerinden genişletilmiş analiz yönteminin bütünleşik bir karar destek modeli olarak ticari kredi karar problemlerinde uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır. **Anahtar Kelimeler:** Bulanık Mantık, Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS, Kredi Risk Ölçümü.

## **Examination The Commercial Lending Behaviors of Banks With Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Topsis**

### **Abstract**

In this study, applicability of the Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods in the assessment of commercial loan demands is examined. Commercial loan demands are assessed with an integrated model that combines fuzzy TOPSIS and fuzzy AHP method as well. The use of triangular fuzzy numbers in the implementation of fuzzy multi-criteria decision making methods. Fuzzy AHP method was used together with the total integration method. Fuzzy ranking method as Liou and Wang’s total integration method was examined and results were evaluated. Total integration approach includes decision makers' confidence degree. Fuzzy AHP method has been proposed for calculating the weight of the criteria while Fuzzy TOPSIS method has been proposed for calculating the credit score of the firms. According to the results of the study, Cheng’s TOPSIS method and Chang’s extended Fuzzy AHP method was found as an applicable method for decision making processes of commercial loan demands when used as an integrated model.

**Key Words:** Fuzzy Logic, Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS, Credit Risk Evaluation.

<sup>1</sup> Yrd. Doç. Dr., Cumhuriyet Üniv., İ.İ.B.F., Ekonometri Bölümü, Sivas, ekarakis@cumhuriyet.edu.tr.

<sup>2</sup> Prof. Dr., Cumhuriyet Üniv., İ.İ.B.F., Ekonometri Bölümü, Sivas, goktolga@cumhuriyet.edu.tr.

\* Bu makale, " Bankaların Ticari Kredi Verme Davranışlarının Bulanık Mantık TOPSIS ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile İncelenmesi " adlı, Prof. Dr. Ziya Gökalp GÖKTOLGA danışmanlığında, Engin KARAKIŞ tarafından 2016 yılında tamamlanmış olan doktora tezinden üretilmiştir.

## GİRİŞ

Para ve sermaye piyasalarının önemli kuruluşları olan bankalar ekonomide fon fazlası olanlardan topladıkları tasarrufları fon ihtiyacı olan gerçek ya da tüzel kişilere kredi şeklinde aktarmaktadır. Kredi karar sürecinde bankalar, çeşitli kriterlere göre kredi talep eden firmaları değerlendirerek karar verir. Kredilerin doğru ve etkin bir biçimde yönetilmesi, kredinin doğru kişi ve kuruluşlara verilmesidir. Kredi sürecinin etkin bir şekilde yönetilmesi, bankaların iyi tanımlanmış karar kriterleri belirlemesine dayanmaktadır. Kredi taleplerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi ile takipteki krediler ve geri ödenmeyen kredi oranı azalacaktır. Kredi karar analizinin doğru bir şekilde yapılması, bankaların riskli işlemlerini azaltarak kârlılığını arttıracaktır. Ayrıca makroekonomik açıdan bakıldığında etkin bir kredi karar analizi, ekonomide en çok ihtiyaç duyulan üretim faktörü olan sermayenin etkin kullanımına ve dolayısıyla ekonomik kalkınmanın etkin bir şekilde sürdürülmesine katkıda bulunacaktır.

Kredi taleplerinin değerlendirilmesi, diğer bir ifade ile kredi karar analizi birçok kriterin birlikte değerlendirilmesini gerektiren karmaşık bir karar problemi olarak ortaya çıkmaktadır. Karar vericiler, ticari kredi talebi ile ilgili karar verirken sayısal olarak ifade edilen kriterler yanında nitel kriterler de kullanmaktadırlar. Kredi kararı, nitel kriterlerin de bulunduğu belirsizlik ortamında verilmektedir. Bu nedenle ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesinde klasik değerlendirme yöntemlerinden farklı olarak Bulanık Çok Kriterli Karar Verme (Bulanık ÇKKV) yöntemleri kullanılarak daha etkin karar verme sağlanacaktır. Bu kapsamda nitel kriterleri de dikkate alan ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesinde hızlı, kolay uygulanabilir bir karar destek modeli önerilmiştir. Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden Bulanık AHP (Analytic Hierarchy Process) ve Bulanık TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemlerinin kredi karar analizinde uygulanabilirliği araştırılarak yöntemlerin performansları incelenmiştir.

Çalışmada öncelikle Literatür ile ilgili kısa bilgiler verilerek bulanık mantık, bulanık küme teorisi, bulanık sayılar ve bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Daha sonra uygulama yapılmış ve son olarak sonuç bölümünde elde edilen bilgiler değerlendirilmiştir.

## I. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin ayrı ayrı ve bütünleşik bir model olarak mühendislik alanında ve sosyal bilimlerde pek çok karar probleminin çözümünde kullanıldığı görülmektedir. Literatürde kredi taleplerinin değerlendirilmesi, diğer bir ifade ile firma derecelendirilmesi üzerine

karar verme yöntemlerinden AHP, TOPSIS, Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin kullanıldığı çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Chen ve Chiou (1999) üçgen bulanık sayıları kullanarak finansal oranlar, yönetim şartları ve karakter şartları değişkenlerini kullanarak kredi değerlendirmesi yapmışlardır. İç ve Yurdakul (2000) AHP yöntemini kullanarak kredi karar sürecinde etkili olan nicel ve nitel faktörleri dikkate alan ve firmalar için bir kredi skoru veren bir model önermişlerdir. Feng ve Wang (2000) Tayvan'da faaliyet gösteren beş büyük havayolu firmasının finansal performanslarını TOPSIS ve Gri İlişki Alanı yöntemleri ile incelemişlerdir. Altman (1968) firmaların mali başarısızlığını belirlemek amacıyla istatistiksel bir model geliştirerek bu alanda istatistiksel yöntemlerle ilgili öncü çalışmayı yapmıştır. Yurdakul ve İç (2004) AHP yöntemi ile imalat sektöründe yer alan firmalar için kredi değerlendirme yaklaşımı ortaya koymuşlardır. Sekreter, Akyüz ve Çetin (2004) AHP yöntemi ile Likidite, Mali yapı, faaliyet, kârlılık ve büyüme oranı kriterine göre borsada işlem gören gıda firmalarının kredibilitesine yönelik model geliştirmişlerdir. Bodur ve Teker (2005) yaptıkları çalışmada İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB)'nda işlem gören yüz on yedi firmaya uyguladıkları bir skorlama modeli geliştirmişlerdir. Cheng, Cheng ve Lee (2006) Bulanık AHP ile hisse sentlerinin yüksek kazanç sağlamalarında etkili olan kriterlerin önem ağırlıklarını hesaplamışlardır. Ertuğrul ve Karakaşoğlu (2007) bir banka şubesine ticari kredi talebiyle başvuran üç işletmeyi Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Öker (2007) AHP yöntemi ile ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesinde kullanılmak üzere bir model geliştirmiştir. Girginer (2008) biri devlet diğeri özel bir bankada görevli iki uzmanın katılımı ile AHP yöntemini kullanarak kamu ve özel sermayeli bankaların kredi taleplerini değerlendirme davranışlarını incelemiştir. Wang, Wang, Zou (2009) Bulanık AHP ve Lojistik regresyon yöntemini kullanarak on iki nicel ve nitel kriter kullanarak ile dört firma için kredi değerlendirmesi yapmışlardır. Xu ve Zhang (2009) nicel ve nitel kriterler kullanarak satıcı kredisi değerlendirme modeli önermişlerdir. Çalışmada kriter ağırlıkları AHP ile belirlenirken beş adet alıcı firma için satıcı kredisi puanları hesaplanmıştır. Akkaya ve Demirel (2010) AHP yöntemini kullanarak beş ana kriter altında yirmi dört finansal oran kullanarak kriterlerin önem derecelerini belirlemişlerdir. Çalışmada kullanılan kriterler nicel kriterler olup finansal oranlardan oluşmaktadır. Che, Wang ve Chuang (2010) Bulanık AHP yöntemi ve Veri Zarflama Analizi ile küçük ve orta ölçekli işletmeler için kredi karar destek yaklaşımı geliştirmiş, kalitatif ve kantitatif on bir kritere göre yirmi iki firmayı değerlendirmişlerdir. Erpolat (2011) Bulanık AHP ile farklı bulanık sıralama yöntemlerini kullanarak boya ve vernik kaplama maddeleri imalatı sektöründeki iki firma için kredi notu hesaplaması yapmıştır. Chen, Jian ve Yang (2011) Chang'ın yapay Bulanık AHP yöntemi ile e-ticaret yapan üç firmayı belirlenen toplam dokuz adet kalitatif ve kantitatif kriterlere göre değerlendirmiş ve sıralamışlardır.

Saardchom (2012) AHP ile konut kredi taleplerinin değerlendirmesini yapmıştır. İç (2012), Bulanık TOPSIS ve Doğrusal Programlama modelleri ile bir kredi limiti belirleme ve değerlendirme modeli geliştirmiştir. Zhu, Wang, Wang, Liang, Tang, Sun ve Li (2014) TOPSIS yöntemi ile Çin’de ısıtma ve soğutma alanında faaliyet gösteren altı Çin ve iki Japon firması için kredi değerlendirmesi yapmışlardır.

Büyüközkan ve Güteryüz (2016) lojistik firma web sitelerinin kalitesini değerlendirmek için bulanık çok kriterli karar verme yöntemi kullanmışlardır. Çalışmada web sitesi kalite değerlendirmesi için belirlenen kriterlerin ağırlıkları Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) ile belirlenirken lojistik sektöründe faaliyet gösteren 15 firmanın web sitelerinin performansları bulanık TOPSIS yöntemi ile sıralanmıştır. Yılmaz ve Şenol (2017) işletmelerde karşılaşılan kaza ve kayıpların önlenmesi amacıyla daha etkin bir İş Sağlığı ve Güvenliği Sisteminin (ISG) kurulması için Bulanık çok kriterli karar yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmada risk faktörü ağırlıkları Bulanık-AHP ile belirlenmiş daha sonra elde edilen ağırlıklar kullanılarak Bulanık-TOPSIS ile tehlikeler önceliklendirilmiş ve önlemler sıralanmıştır. Özdemir, Ece, Gedik (2017) lisans düzeyinde denizcilik eğitim-öğretim faaliyetlerini yerine getirebilmeleri için gerekliliklerin sağlanması konusunda yaşanan sorunları Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemi ile incelemişlerdir.

## II. BULANIK KÜME TEORİSİ VE BULANIK SAYILAR

Bulanık mantık, Zadeh olarak da bilinen Azerbaycanlı bilim adamı Lütfü Askerzade tarafından 1965 yılında “Bilgi ve Kontrol” (Information and Control) adlı dergide yazdığı “Bulanık Kümeler” (Fuzzy Sets) çalışması geliştirilmiştir. Zadeh bu çalışmasında bulanık kümeleri dereceli ve sürekli bir üyeliğe sahip nesnelere oluşan kümeler olarak tanımlamıştır. Böyle bir kümenin elemanları, ikili mantığın aksine bir üyelik fonksiyonunun atadığı ve 0 ile 1 arasında değişen üyelik değerine sahiptir (Zadeh, 1965: 338).

Bulanıklık tam ve kesin olmayan bilgileri ifade etmektedir. Bulanıklık daha çok sözel, diğer bir ifade ile dilsel bilgiler için söz konusudur. Bu bulanıklığın günlük ve mesleki hayatta anlaşılabilir, problemlerin çözümünde kullanılması “bulanık mantık” kavramı ile ilgilidir. Bulanık mantık klasik mantığa göre özellikle belirsizlik durumlarında insanın zihinsel çalışma süreçlerini daha doğru yansıtmaktadır. Tanıma, bilgi iletişimi, soyutlama gibi belirsiz nitelikli sınıflamaların insan düşüncesinde önemli bir rol oynadığı, bununla birlikte bu sınıflamaların matematiksel ifadelerle yapılamayacağı ifade edilmiştir (Zadeh, 1965: 338). Bulanık mantık, sistemlere aktararak çeşitli modellemelerle karar sürecine katılmıştır. Bulanık mantık, bu modellemelerin yapılabilmesi için matematiksel tabanı ve en temel kavramı olan bulanık küme teorisini kullanmaktadır.

Bulanık küme teorisi L. Zadeh tarafından gerçek hayattan esinlenilerek oluşturulmuştur. Bulanık kümeler bulanık mantığın modellenmesinde çok önemli bir araç ve matematiksel anlatım olarak ortaya çıkmaktadır. Bulanık küme teorisi subjektif yargılar aracılığı ile belirsizliği ölçmeye yardımcı olur (Vatansever, 2013:159).

Bulanık bir  $\tilde{A}$  kümesi  $[0, 1]$  kapalı aralığında tanımlı bir fonksiyon ile ifade edilen kümedir (Lee, 2005:7).

$$\mu_{\tilde{A}}: E \rightarrow [0,1]$$

Reel sayılar kümesi içinde yer alan aralık değerleri çeşitli ve çok sayıda bulanık küme oluştururlar. Bulanık kümeler kesin olmaya, belirsiz ve yaklaşık değerleri göstermek üzere bulanık sayılar ile ifade edilir. Bulanık sayılar; yaklaşık, aşağı yukarı, hemen hemen, gibi sözel ifadelerle nitelenen sayılardır. Uygulamalarda en çok üçgen ve yamuk bulanık sayıların kullanıldığı görülmektedir. (a,b,c) şeklindeki bir üçgen bulanık sayının a, solda yer alan en düşük değerini, b olabilecek en uygun değeri ve c ise en yüksek sınırını sağdaki değeri ifade etmektedir. A bulanık sayısının üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

$$\mu_{A(x)} = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x \geq c \end{cases} \quad (2.1)$$

Bulanık kümelerde bir elemanın bulanık kümeye aitliğinin derecesini belirlemek ve göstermek amacıyla üyelik fonksiyonu belirlenir. Bu fonksiyon küme elemanlarına  $[0,1]$  kapalı aralığında değerler atar. Bu değer bir elemanın bulanık kümeye ne derece ait olduğunu ifade eder. Diğer bir deyişle küme ile temsil edilen özellikleri taşıma gücünü gösterir. Bulanık kümelerin matematiksel olarak farklı üyelik fonksiyonları ile ifade edildiği görülmektedir. En çok kullanılan üyelik fonksiyonları üçgen ve yamuk olmakla birlikte Sigmoid, Gauss (Çan Eğrisi), S-şekilli, Z-şekilli gibi farklı üyelik fonksiyonlarının da kullanıldığı görülmektedir. En çok kullanılan üyelik fonksiyonları üçgen, yamuk üyelik fonksiyonlarıdır.

Bulanık kümelerde de klasik kümelerde olduğu gibi matematiksel işlemler yapılabilir. İki pozitif bulanık sayı A ve B  $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$  ve  $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$  olarak verilmiş olsun:

$$\text{Toplama işlemi: } \tilde{A} + \tilde{B} = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (2.2)$$

$$\text{Çıkarma işlemi: } \tilde{A} - \tilde{B} = (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1) \quad (2.3)$$

$$\text{Çarpma işlemi: } \tilde{A} \times \tilde{B} = (a_1 \cdot b_1, a_2 \cdot b_2, a_3 \cdot b_3) \quad (2.4)$$

$$\text{Bölme işlemi: } \tilde{A} / \tilde{B} = (a_1 / b_3, a_2 / b_2, a_3 / b_1) \quad (2.5)$$

Sabit bir sayı ile çarpma işlemi:  $\tilde{A} \cdot k = (a_1 \cdot k, a_2 \cdot k, a_3 \cdot k)$  (2.6)

Ters işlem:  $\tilde{A}^{-1} = (\frac{1}{a_3}, \frac{1}{a_2}, \frac{1}{a_1})$  (2.7)

### A. Bulanık Sayılarda Sıralama

Bulanık mantıkta, bulanık kural tabanı ve bulanık işlem süreçlerinin çıktıları bulanık sayılar şeklinde olmaktadır. Bulanık işlem süreçlerinin sonunda karar verebilmek amacıyla bulanık sayıların sıralanması gereklidir. Bu nedenle bulanık sayıların sıralanması için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Kullanılan yöntem, sıralanacak olan bulanık sayıların niteliğine göre bu yöntemlerin farkları ortaya çıkmaktadır. Bulanık sayıların sıralanması için çeşitli yöntemler geliştirilmiş olmakla birlikte Liou ve Wang'ın kullandığı sıralama yöntemi (1992), Abdel-Kader ve Dugdale yöntemi (2001), Kareli Ortalama yöntemi ileri sürülen yöntemlerden bazılarıdır.

Liou ve Wang'ın toplam integral sıralama yönteminde  $\alpha \in [0,1]$  iyimserlik endeksi olmak üzere;  $\tilde{A} = (a, b, c)$  şeklinde verilen üçgen bulanık sayı için, toplam integral değer aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Kaptanoğlu ve Özok, 2006:198).

$$I_T^\alpha(\tilde{A}) = \frac{1}{2}\alpha(b+c) + \frac{1}{2}(1-\alpha)(a+b) = \frac{1}{2}[\alpha c + b + (1-\alpha)a] \quad (2.8)$$

Karar vericinin iyimserlik endeksi olarak tanımlanan  $\alpha$ ;  $0 \leq \alpha \leq 1$  dir. İndeks değeri büyüdükçe iyimser bir karar verici, indeks değeri küçüldükçe kötümser bir karar vericiyi temsil eder (Şengül vd. 2012:153; Kaptanoğlu ve Özok, 2006:198).

$\tilde{A}_i$  ve  $\tilde{A}_j$  bulanık sayıları için sıralama, endeks değerine göre aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} I_T^\alpha(\tilde{A}_i) < I_T^\alpha(\tilde{A}_j) & \text{ ise } & \tilde{A}_i < \tilde{A}_j \\ I_T^\alpha(\tilde{A}_i) = I_T^\alpha(\tilde{A}_j) & \text{ ise } & \tilde{A}_i = \tilde{A}_j \\ I_T^\alpha(\tilde{A}_i) > I_T^\alpha(\tilde{A}_j) & \text{ ise } & \tilde{A}_i > \tilde{A}_j \end{aligned}$$

### III. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ

AHP Thomas L. Saaty tarafından 1977 yılında geliştirilen ve karar problemlerinin, amaç ve kriterleri ile hiyerarşik yapıda ifade ederek daha kolay anlaşılmasını sağlayan bir yöntemdir. (Saaty, 2008:29-30). AHP yöntemi belirsizlik ve bulanık durumların incelenmesinde yetersiz kaldığı düşüncesi ile eleştirilmiştir (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2010:25, Kahraman vd. 2003:386). Bu nedenle belirsizlikleri karar sürecine katabilmek için dilsel değişkenlerin karar

sürecine dahil edilmesi gereklidir. Bulanık sayılar belirsizlik içeren durumların sayısal olarak ifade edilmesi için kullanılmaktadır. Bu açıdan bulanık sayıların birbirleri ile kıyaslanabilmesi ve sıralanabilmesi önemlidir. “Bulanık sayıların sıralanması ya da derecelendirilmesi bulanık optimizasyon ve bulanık karar verme yöntemlerindeki temel problemdir” (Kaptanoğlu ve Özok, 2006:198). Bu çalışmada Chang’ın boyut yaklaşımı olarak da bilinen yapay mertebelenme analizi ve üçgen bulanık sayılar kullanılmıştır.

$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$  bir kriter kümesi ve  $u = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$  bir amaç kümesi olarak Chang’ın yönteminde her bir kriter alınır ve her bir amaç için mertebelenme analizi uygulaması gerçekleştirilir. Diğer bir ifade ile her bir ölçüte göre her bir amaç için sentetik değerler elde edilir. Bu şekilde her bir kriter için  $m$  tane, kriter sayısı kadar sentetik değer elde edilir. Bu değerler aşağıdaki gibi gösterilir.

$$M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^m \quad i=1,2,3,\dots,n \quad (3.1)$$

Burada  $M_{gi}^j$  ( $j=1,2,\dots,m$ ) üçgen bulanık sayıdır.

Chang’ın mertebelenme analizinin uygulama aşamaları aşağıdaki gibi gösterilebilir (Chang: 1996, Kaptanoğlu ve Özok 2006).

**Adım 1:** i. eleman bakımından bulanık sentetik derecenin değeri aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (3.2)$$

$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$  ifadesini bulmak için  $m$  adet mertebelenme analizi değerine aşağıdaki bulanık toplama işlemi uygulanır.

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left( \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (3.3)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left( \sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (3.4)$$

Daha sonra vektörün tersi şu şekilde elde edilir:

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (3.5)$$

**Adım 2:**  $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$  in olabilirlik derecesi şu şekilde tanımlanır:

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min \mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y)] \quad (3.6)$$

Bu ifade denk olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) \begin{cases} 1 & \text{eğer } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{eğer } l_1 \geq u_2 \\ \frac{(l_1 - u_2)}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{diğer} \end{cases} \quad (3.7)$$

$M_1$  ve  $M_2$  ‘yi karşılaştırabilmek için  $V(M_2 \geq M_1)$  ve  $V(M_1 \geq M_2)$  değerlerinin ikisinin bilinmesine ihtiyaç vardır.

**Adım 3:** Konveks bir bulanık sayının  $k$  adet konveks bulanık sayıdan  $M_i$  ( $i=1,2,\dots,k$ ) daha büyük olma derecesi diğer bir ifade ile olabilirlik derecesi aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1), \dots, (M \geq M_k)] \\ = \min V(M \geq M_i) \quad , i=1, 2, \dots, m \quad (3.8)$$

$k=1, 2, \dots, n$ ;  $k \neq j$  için  $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$  olmak üzere ağırlık vektörü şu şekilde olur;

$$W' = (d'(A_1), \dots, d'(A_n))^T \quad (3.9)$$

Bulunan ağırlık vektörünün normalize edilmiş şekli aşağıda yer almaktadır. Formül (4.12)'de verilmiş olan ağırlık vektörünün normalize edilmiş şeklidir. Bulunan ağırlık vektörü bulanık bir sayı değildir.

$$W = (d(d(A_1)), \dots, d(A_n))^T \quad (3.10)$$

#### IV. BULANIK TOPSIS

Bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinden bulanık TOPSIS karar problemlerine etki eden nicel ve nitel değişkenlerin çözüm sürecine katılmasını sağlayarak bulanık ortamlarda karar verilebilmesine imkân vermektedir. Çalışmada Chen(2000) tarafından geliştirilen bulanık TOPSIS yöntemi uygulanacaktır(Chen, 2000: 3-6). Bulanık TOPSIS yöntemi, bireysel ve grup kararı verilmesi için uygun bir yöntemdir. Grup kararı söz konusu olduğunda grup içindeki tüm karar vericilerin kararları birleştirilerek çözüm gerçekleştirilir.

Yöntemin uygulanmasında ilk adım daha önceden yapılan çalışmalar neticesinde belirlenen kriterlere göre karar alternatiflerinin değerlendirilmesi ile karar matrisinin oluşturulmasıdır. Aşağıdaki tablo dilsel değişkenler ile alternatiflerin belirlenen kriterlere göre değerlendirilmesinde kullanılan bulanık sayıları göstermektedir.

**Tablo.1** Alternatiflerin Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Sözel Değişkenler ve Üçgen Bulanık Sayı Olarak İfadeleri

Sözel Değişken	Üçgen Bulanık Sayı
Çok Kötü (ÇK)	(0, 0,1)
Kötü (K)	(0, 1,3)
Biraz Kötü (BK)	(1,3,5)
Orta (O)	(3,5,7)
Biraz İyi (Bİ)	(5,7,9)
İyi (İ)	(7, 9, 10)
Çok İyi (Çİ)	(9, 10,10)

**Kaynak:** Chen, Tung Cheng (2000), "Extensions Of The TOPSIS For Group Decision- Making Under Fuzzy Environment", Fuzzy Sets and Systems 114, s. 5.



K tane karar vericinin bulunduğu bir grupta karar problemine etkileyen  $w_j^K$ 'nin j. karar kriterinin önem ağırlığı aşağıdaki formül ile hesaplanır (Çınar 2011:15).

$$\tilde{W}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{w}_{ij}^1 + \tilde{w}_{ij}^2 + \dots + \tilde{w}_{ij}^K] \quad (4.1)$$

K tane karar vericinin bulunduğu bir grupta karar problemindeki  $X_{ij}^K$ 'nin i. alternatifin önem ağırlığı ise aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$\tilde{X}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{x}_{ij}^1 + \tilde{x}_{ij}^2 + \dots + \tilde{x}_{ij}^K] \quad (4.2)$$

Bir, çok kriterli karar verme probleminin karar matrisi ve kriter ağırlıkları matrisi aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & c_1 & c_2 & \dots & c_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} & \tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n] \end{matrix} \quad (4.3)$$

$\tilde{x}_{ij}$  ( $\forall i, j$ ) ve  $\tilde{w}_j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, n$ ) dilsel değişkenleri,  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_m$ , alternatifleri; K karar vericileri ve sayısını;  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ , karar kriterlerini;  $\tilde{x}_{ij}, C_j$ , karar kriterine göre  $A_i$  alternatifinin kriter değerini ve  $\tilde{w}_j$  de  $C_j$  kriterinin önem ağırlığını ifade etmektedir.  $\tilde{D}$  bulanık karar matrisi olarak ve  $\tilde{W}$  bulanık ağırlıklar matrisi olarak ifade edilir. Matrisin elemanları ve ağırlıkları birer bulanık sayı olarak  $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$  ve  $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$  şeklinde gösterilir.

Bulanık nitelikteki karar matrisinin oluşturulmasından sonra normalize edilmiş bulanık karar matrisi hesaplanır. Bu matris aşağıdaki gibi gösterilir:

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad i=1, 2, 3, \dots, m, \quad j=1, 2, 3, \dots, n. \quad (4.4)$$

Normalize edilmiş bulanık karar matrisinin her bir elemanı B ifadesi fayda ve C ifadesi maliyet kriterini ifade etmek üzere aşağıdaki formüller ile hesaplanmaktadır:

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad c_j^* = \max c_{ij}, \quad \forall j \in B, \quad (4.5)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \quad a_j^- = \min a_{ij}, \quad \forall j \in C \quad (4.6)$$

Formülden görüleceği gibi, normalize bulanık karar matrisi, karar problemindeki kriterler fayda kriteri ise karar matrisindeki her bir elemanın ait olduğu sütundaki değerleri içindeki en büyük değere bölünmesiyle hesaplanır.

Maliyet kriterlerinin normalize edilmesinde ise her bir sütundaki elemanların en küçüğüne göre hesaplanır. Normalize edilmiş bir matriste her bir bulanık sayının  $[0,1]$  aralığında olması sağlanır.

Normalize edilmiş karar matrisinin hesaplanmasından sonra her bir kriterin önem ağırlığını dikkate alarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi hesaplanır. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir:

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i=1,2,3,\dots,m, \quad j=1,2,3,\dots,n. \quad (4.7)$$

Bu  $\tilde{V}$  matrisinin her bir elemanı  $\tilde{v}_{ij}$  değerleri aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j \quad (4.8)$$

Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisini bulmak amacıyla normalize bulanık karar matrisi ile bulanık ağırlıklar matrisi çarpılır. Bu durumda hesaplanan  $\tilde{V}$  matrisi aşağıdaki gibi gösterilir:

Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi  $\tilde{V}$ 'nin hesaplanmasından sonra bulanık pozitif ideal çözüm  $A^*$  ve bulanık negatif ideal  $A^-$  çözümün hesaplanması gerekir.

$$A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\}$$

$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$ , burada  $i=1,2,3,\dots,m$  ve  $j=1,2,3,\dots,n$  olmak üzere ;

$$\tilde{v}_j^* = \max_i \{v_{ij}\} \quad \text{ve} \quad \tilde{v}_j^- = \min_i \{v_{ij}\} \quad (4.9)$$

formülleri ile bulunur. Daha sonra alternatiflerin pozitif ideal çözüm  $A^*$  ve negatif ideal çözüm  $A^-$ 'den uzaklıklarının hesaplanması gereklidir. Bu hesaplamada d uzaklıkları ifade eder ve hesaplama aşağıdaki formüller ile yapılır:

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i=1,2,3,\dots,m \quad (4.10)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i=1,2,3,\dots,m \quad (4.11)$$

Yöntemde son olarak alternatiflerin ideal çözüme yakınlıklarının hesaplanması yapılır. Bunun için bulanık sayıların birine olan uzaklıklarının hesaplanmasında kullanılan Vertex metodu kullanılır.  $\tilde{A} = (m_1, m_2, m_3)$  ve  $\tilde{B} = (n_1, n_2, n_3)$  olmak üzere iki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklık vertex yöntemine göre aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$d_v(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (4.12)$$

Alternatifler arasında seçim yapılabilmesi veya alternatiflerin değerlendirilebilmesi için yakınlık katsayıları hesaplanmalıdır. Yakınlık katsayısı her bir alternatif için aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (4.13)$$

Alternatifler yakınlık katsayısı  $CC_i$  değerlerine göre sıralanarak karar oluşturulur. Yakınlık katsayısı 1'e yaklaştıkça alternatifin değeri bulanık pozitif ideal çözüme, yakınlık katsayısı '0' değerine yaklaştıkça alternatifin değeri bulanık negatif ideal çözüme doğru yaklaşmaktadır. Yakınlık katsayısı 1'e eşit olduğunda alternatifin değeri bulanık pozitif ideal çözüme, yakınlık katsayısı 0'a eşit olduğunda alternatifin değeri bulanık negatif ideal çözüme eşit olmaktadır.

## V. TİCARİ KREDİ TALEPLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE BULANIK AHP VE BULANIK TOPSIS'İN UYGULANMASI

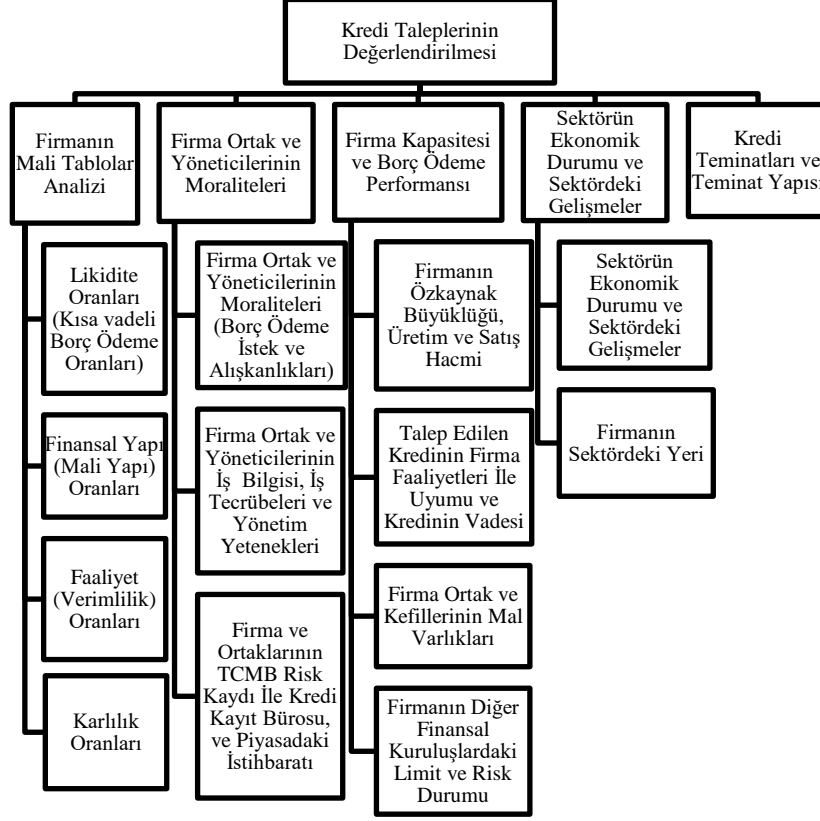
Ticari kredi karar analizinde etkili olan ana kriter ve alt kriterlerin belirlenmesi için literatür taraması ve şube yöneticisi konumundaki uzman görüşlerinden faydalanılmıştır. Çalışmanın verileri aynı zamanda şube kredi karar komitesi başkanı olan şube yöneticilerine anket uygulanarak toplanmıştır. Veriler; Halk Bankası A.Ş., Türkiye İş Bankası A.Ş., Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş., Finansbank A.Ş. ve Denizbank A.Ş.' olmak üzere biri kamu ve dördü özel olmak üzere sektörde ağırlığı olan beş bankadan toplanmıştır. Anketler belirlenen bankaların şubelerine elektronik posta aracılığı ile gönderilmiştir. Anketlere 137 şube yöneticisinden nitelikli ve tutarlı cevap alınmıştır.

Yöntemin uygulanmasında karar vericilerin kredi taleplerinin analizinde kullanmış oldukları ana ve alt kriterleri dilsel değişkenler yoluyla değerlendirmeleri istenmiştir. Bu değerlendirmelerin elde edilmesinden sonra bu dilsel değerlendirmeler bulanık sayılara çevrilmiştir. Daha sonra karar süreci içerisinde her bir karar verme yöntemine göre kredi taleplerinin analizinde kullanılan kriterlerin önem ağırlıkları belirlenmiştir. Karar analizinde kullanılan kriterler Bulanık AHP'nin uygulamasında hiyerarşik bir yapı içerisinde ifade edilmiştir. Bulanık TOPSIS yöntemi ile firmalar belirlenen kriterlere göre dilsel değerlendirmelere göre kredi notu hesaplanmıştır. Ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesi karar sürecini etkileyen nitel kriterlerin bulunması nedeniyle bulanık ÇKKV yöntemlerinden Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Yöntemler, karar destek modeli hipotetik olarak oluşturulan beş firma için uygulanmıştır.

Çalışmada öncelikle uzman konumunda olan şube yöneticileri ile yapılan görüşmeler ve literatür taraması neticesinde ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesinde etkili olan karar kriterleri belirlenerek hiyerarşik bir yapı

içinde ifade edilmiştir. Daha sonra karar vericilerden anket yolu ile bu kriterlerin önem ağırlıkları sorulmuştur. Üçgen bulanık sayı şeklindeki yargılar kullanılarak Chang'ın bulanık AHP yöntemi ile ana kriter ve alt kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken Lio-Wang'ın sıralama yöntemi kullanılmıştır. Böylece bir anlamda karar vericinin kararındaki güven düzeyini veren bir sayı olarak  $\alpha$  kesim değeri 0,50 olarak kullanılmıştır. Liou ve Wang sıralama yöntemi karar vericinin güven düzeyini dikkate almaya imkân vermektedir. Liou ve Wang yönteminde karar vericinin iyimserlik endeksi olarak ifade edilen  $\alpha$ , bu yöntemle modele dahil edilerek uygulanmıştır. Karar süreci karar vericinin sübjektif yargıları dışında karar vericinin güven düzeyi ve karar riski içeren bir süreçtir (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2007:104).

AHP ve Bulanık AHP yöntemlerinde problemin tanımlanması ve amacın ortaya konmasından sonra karar kriterlerinin tespit edilmesi gereklidir. Kredi karar analizi diğer bir ifade ile kredi taleplerinin değerlendirilmesinde beş ana kriter ve bu ana kriterlerin altında on dört alt kriter belirlenmiştir. Karar hiyerarşisi oluşturulurken bankanın ticari kredi talebinde bulunan bir firma hakkında bilmek istediği ve ihtiyaç duyduğu bilgiler dikkate alınmıştır. Buradan hareketle modelin ana kriter ve alt kriterlerden oluşan hiyerarşik yapısı oluşturulmuştur. Çalışmada amaç ticari kredi başvurusunda bulunan bir firmanın kredibilitesini ya da risk notunu belirlemek olduğu için kurulan hiyerarşinin en üstünde amacı ifade eden ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesi yer almıştır. Bu amaçla kredi talebinin değerlendirilmesi bir firma puanı olarak ifade edilecek ve kredi risk ölçümü olarak değerlendirilecektir. Hiyerarşinin en üstündeki amacın altında firmaların kredi taleplerinin karşılanmasında etkili olan nicel ve nitel karakterli ana kriterler yer almıştır. Hiyerarşik yapıda firmanın mali tablolarından elde edilen firmanın mali tablolar analizi kriteri, firmanın ortak ve yöneticilerinin moraliteleri, firma kapasitesi ve borç ödeme performansı, sektörün ekonomik durumu ve sektördeki gelişmeler ve kredi teminatları ve teminat yapısı olmak üzere toplam beş ana kriter yer almıştır. Bu kapsamda oluşturulan hiyerarşik yapı Şekil.1'de görülmektedir.



Şekil.1 Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi Probleminin Hiyerarşik Yapısı

#### A. Bulanık ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

Hiyerarşik yapının oluşturulmasından sonra AHP' de en önemli adımlardan olan ikili karşılaştırma ve bulanık ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Karar verici konumundaki 137 şube yöneticisinden anket yolu ile ana kriter ve alt kriterler için ikili karşılaştırmalar elde edilmiştir. Elde edilen değerlendirmeler geometrik ortalama yolu ile birleştirilerek bulanık ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. İkili karşılaştırmalarda kullanılan dilsel değerlendirmeler ve bulanık önem dereceleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

**Tablo.2** AHP’ de Bulanık Önem Dereceleri

İkili Karşılaştırma Tercihleri	Önem Derecesi	Önem Derecesinin Eşleniği	Açıklama
Eşit derecede önemli	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	İki faktör önemi eşittir.
Ara değer	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1)	İki faktör arasında tercihte küçük önem farkı bulunur.
Az önemli (Az üstün olma hali)	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)	Bir faktör diğerinden biraz daha önemlidir.
Ara değer	(3, 4, 5)	(1/5, 1/4, 1/3)	
Oldukça önemli (Oldukça üstün olma hali)	(4,5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)	Bir faktör diğerinden kuvvetle daha önemlidir.
Ara değer	(5, 6, 7)	(1/7, 1/6, 1/5)	
Çok önemli (Çok üstün olma hali)	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)	Bir faktör diğerinden yüksek derecede önemlidir.
Ara değer	(7, 8, 9)	(1/9, 1/8, 1/7)	
Son derece önemli (Kesin üstün olma hali)	(8, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/8)	Bir faktör diğerinden çok yüksek derecede önemlidir.

**Kaynak:** Ertuğrul, İrfan (2007), “Bulanık AHS ve Bir Tekstil İşletmesinde Makine Seçim Problemine Uygulanması”, Hacettepe Üniv. İ.İ.B.F. Dergisi Cilt:25, Sayı:1, s.182.

### B. Chang’in Bulanık AHP yöntemi ile hesaplama

Karar vericilerden elde edilen değerlendirmeler öncelikle bulanıklaştırılmış daha sonra bulanık değerlendirmelerin geometrik ortalaması alınarak ana kriterler için bulanık ikili karşılaştırma matrisi elde edilmiştir. Firmaların ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesinde etkili olan ana kriterlere ait ikili bulanık karşılaştırma matrisi aşağıdaki tabloda yer almaktadır. Tablodaki matris elemanlarının değerlerinin hesaplanmasından sonra elde edilen birleştirilmiş bulanık ikili karşılaştırma matrisi elemanları ile Chang’in bulanık genişletilmiş AHP yöntemine göre ana kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanmıştır.

**Tablo.3** Ana Kriterlerin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi.

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	(1, 1, 1)	(0.584, 0.703, 0.866)	(0.380, 0.460, 0.590)	(0.646, 0.787, 0.971)	(0.645, 0.805, 1.002)
K2	(1.155, 1.422, 1.712)	(1, 1, 1)	(0.629, 0.744, 0.894)	(1.073, 1.347, 1.652)	(0.731, 0.871, 1.053)
K3	(1.695, 2.174, 2.632)	(1.119, 1.344, 1.590)	(1, 1, 1)	(1.443, 1.880, 2.360)	(1.013, 1.256, 1.517)
K4	(1.030, 1.271, 1.548)	(0.605, 0.742, 0.932)	(0.424, 0.532, 0.693)	(1, 1, 1)	(0.571, 0.712, 0.929)
K5	(0.998, 1.242, 1.550)	(0.950, 1.148, 1.368)	(0.659, 0.796, 0.987)	(1.076, 1.404, 1.751)	(1, 1, 1)

Tablo 3’de yer alan matristeki bulanık değerlerle Chang’in genişletilmiş AHP yöntemine göre sentetik değerlerin hesaplanması 1. ana kriter için aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Diğer kriterler için de benzer şekilde hesaplamalar yapılmıştır.

$$S(K1) = (3.255, 3.755, 4.429) \cdot (22.426, 26.640, 31.597)^{-1}$$

$$S(K1) = (3.255, 3.755, 4.429) \cdot \left(\frac{1}{31.597}, \frac{1}{26.640}, \frac{1}{22.426}\right)$$

$$S(K1) = (0.103, 0.140, 0.197)$$

Elde edilen bulanık sentetik derece değerlerinin büyüklük karşılaştırması yapıldığında aşağıdaki olabilirlik değerleri elde edilir.

$$V(S(K1) \geq S(K2)) \quad (d_1) = \frac{0.145 - 0.197}{(0.140 - 0.197) - (0.202 - 0.145)} = 0.456$$

$$V(S(K1) \geq S(K3)) \quad 0,198 \geq 0,197 \text{ olduğu için } (d_2) = 0$$

$$V(S(K1) \geq S(K4)) \quad (d_3) = \frac{0.114 - 0.197}{(0.140 - 0.197) - (0.159 - 0.114)} = 0.814$$

$$V(S(K1) \geq S(K5)) \quad (d_4) = \frac{0.148 - 0.197}{(0.140 - 0.197) - (0.209 - 0.148)} = 0.415$$

$$V(S(K1) \geq S(K2), S(K3), S(K4), S(K5)) = \min(0.456, 0, 0.814, 0.415) = 0$$

Bu aşamada kriterlerin minimum olabilirlik dereceleri belirlenerek ağırlıkları elde edilir.

$$d(K1) = \min(0.456, 0, 0.814, 0.415) = 0$$

$$d(K2) = \min(1, 0.494, 1, 0.950) = 0.494$$

$$d(K3) = \min(1, 1, 1, 1) = 1$$

$$d(K4) = \min(1, 0.656, 0.185, 0.612) = 0.185$$

$$d(K5) = \min(1, 1, 0.547, 1) = 0.547$$

Normalize edilmiş ağırlık vektörü:

$$W = (0/2.226, 0.494/2.226, 1/2.226, 0.185/2.226, 0.547/2.226)$$

$$W = (0, 0.222, 0.449, 0.083, 0.246)^T \text{ olarak hesaplanır.}$$

Hesaplanan ana kriter ağırlıkları, Chang’in merteye analizine göre ortaya çıkan sonuçlara minimum yapay değeri 0 olan kriter ağırlıklarını formül gereği 0 olarak hesaplamaktadır. Chang’in yönteminde küçük çıkan değerleri 0 olarak seçmesi yöntemin eleştirilen bir yanıdır. Sonuçta ağırlık vektörü birleştirilerek ana hedefe doğru hesap yapılırken, çarpanlardan birinin 0 olması, aslında önemli etkisi olabilecek bazı değerleri yok etmektedir (Kaptanoğlu ve Özok, 2006:202). Bu nedenle yöntem Liou ve Wang’ın bulanık sayıları sıralama yöntemi ile

kullanılmıştır. Buna göre elde edilen değerler Liou ve Wang'ın yöntemiyle sıralanarak ana kriterlerin önem ağırlıkları ile ilgili aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Lio ve Wang'ın sıralama yönteminde iyimserlik endeksini ifade eden  $\alpha$  değeri 0-1 arasında yer alıp 1'e doğru giderken iyimserlik artmakta, 0'a doğru yaklaştıkça iyimserlik azalmaktadır. Çalışmada iyimserlik endeksi 0,5 olarak alınmış, karar vericiler açısından kötümser ya da yüksek iyimserlik tercih edilmemiştir.

$$S(K1) = (0.103, 0.140, 0.197)$$

$$I_7^\alpha (K1) = \frac{1}{2} [0,5 \cdot 0,197 + 0,140 + (1 - 0,5) \cdot 0,103] = 0.145$$

Ana kriterler için önem ağırlıklarının hesaplanmasından sonra her bir ana kriterin alt kriterlerinin ana kriter içindeki önem ağırlığı Chang'in genişletilmiş bulanık AHP yöntemi ile bulunarak Lio ve Wang'ın sıralama yöntemi ile sıralanmıştır.

**Tablo.4** Ana ve alt kriterlerin Bulanık AHP ile hesaplanan önem ağırlıkları.

Ana Kriter ve Alt Kriterler	Ana Kriter Ağırlığı	Alt Kriter Ağırlığı
<b>1-FİRMANIN MALİ TABLOLAR ANALİZİ</b>	0,145	
1-Likidite Oranları		0,299
2-Finansal Yapı Oranları		0,259
3- Faaliyet Oranları		0,210
4- Kârlılık Oranları		0,246
<b>2-FİRMA ORTAK VE YÖNETİCİLERİNİN MORALİTELERİ</b>	0,207	
1-Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri (Borç Ödeme İstek ve Alışkanlıkları, İtibarları )		0,351
2-Firma Ortak ve Yöneticilerinin İş Bilgisi, İş Tecrübeleri ve Yönetim Yetenekleri		0,261
3-Firma ve Ortaklarının TCMB Risk Kaydı ve İstihbaratları ile Kredi Kayıt Bürosu ve Piyasadaki İstihbaratı		0,400
<b>3-FİRMA KAPASİTESİ VE BORÇ ÖDEME PERFORMANSI</b>	0,294	
1-Firmanın Özkaynak Büyüklüğü, Üretim ve Satış Hacmi, Cirosu		0,287
2- Talep Edilen Kredinin Firma Faaliyetleri ile Uyumu ve Kredinin Vadesi		0,348
3- Firma Ortak ve Kefillerinin Mal Varlıkları		0,177
4- Firmanın Diğer Finansal Kuruluşlardaki Limit ve Risk Durumu		0,207



<b>4-SEKTÖRÜN EKONOMİK DURUMU VE SEKTÖRDEKİ GELİŞMELER</b>	0,164	
1- Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler		0,437
2- Firmanın Sektördeki Yeri		0,569
<b>5-KREDİ TEMİNATLARI VE TEMİNAT YAPISI</b>	0,215	

### C. Firma performans notunun hesaplanması

Çalışmada hipotetik olarak oluşturulan ve F1, F2, F3, F4 ve F5 kodu ile gösterilen beş firma yer almıştır. Firmaların değerlendirilmesinde karar vericiler tarafından kullanılan ölçek ve bulanık sayıların durulaştırılmış değerleri Tablo 5’de gösterilmiştir. Bu firmalardan F1 firması her bir karar kriterleri göre çok kötü(ÇK) ve F5 firması her bir karar kriterine göre çok iyi(Çİ) dilsel değişkeni ile değerlendirilen en kötü ve en iyi ideal firmayı temsil etmektedirler.

**Tablo.5** Firmaların değerlendirilmesi için kullanılan sözel değişkenler ve bulanık sayı ifadeleri.

Sözel Değişken	Bulanık Sayı
<b>Çok Kötü (ÇK)</b>	(0, 0, 0.1)
<b>Kötü (K)</b>	(0, 0.1, 0.3)
<b>Biraz Kötü (BK)</b>	(0.1, 0.3, 0.5)
<b>Orta (O)</b>	(0.3, 0.5, 0.7)
<b>Biraz İyi (Bİ)</b>	(0.5, 0.7, 0.9)
<b>İyi (İ)</b>	(0.7, 0.9, 1.0)
<b>Çok İyi (Çİ)</b>	(0.9, 1.0, 1.0)

Aşağıda Tablo 10’da hipotetik olarak oluşturulan beş firma için kriterler bazında dilsel değerlendirmeler yer almaktadır.

**Tablo.6** Firmaların kriterler bazında dilsel değerlendirmeleri.

Kriterler	F1	F2	F3	F4	F5
1 Likidite Oranları	ÇK	Bİ	Bİ	İ	Çİ
2 Finansal Yapı Oranları	ÇK	İ	Bİ	Bİ	Çİ
3 Faaliyet Oranları	ÇK	O	K	Bİ	Çİ
4 Karlılık Oranları	ÇK	İ	O	O	Çİ
5 Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri (Borç Ödeme İstek ve Alışkanlıkları, İtibarları)	ÇK	O	Çİ	Çİ	Çİ
6 Firma Ortak ve Yöneticilerin İş Bilgisi, İş Tecrübeleri ve Yönetim Yetenekleri	ÇK	Bİ	Çİ	İ	Çİ
7 Firma ve Ortaklarının TCMB Risk Kaydı ve İstihbaratları İle Kredi Kayıt Bürosu ve Piyasadaki İstihbaratı	ÇK	İ	İ	Çİ	Çİ
8 Firmanın Özkaynak Büyüklüğü, Üretim ve Satış Hacmi, Ciroyu	ÇK	O	O	İ	Çİ
9 Talep Edilen Kredinin Firma Faaliyetleri İle Uyumu ve Kredinin Vadesi	ÇK	Bİ	K	Çİ	Çİ
10 Firma Ortak ve Kefillerinin Mal Varlıkları	ÇK	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
11 Firmanın Diğer Finansal Kuruluşlardaki Limit ve Risk Durumu	ÇK	ÇK	İ	Çİ	Çİ

12	Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler	ÇK	ÇK	İ	O	Çİ
13	Firmanın Sektördeki Yeri	ÇK	İ	İ	İ	Çİ
14	Kredi Teminatları ve Teminat Yapısı	ÇK	K	O	Bİ	Çİ

Firmalar için hesaplanan kredi notu aynı zamanda firmanın kredi risk notu olarak da değerlendirilebilir. Firmanın kredi risk notu 1'e doğru yaklaştıkça firma daha yüksek bir kredi değerliliğine sahip olurken 0'a doğru yaklaşan kredi notu firmanın riskli bir firma, diğer bir ifade ile kredi değerliliği düşük bir firma olduğunu ifade etmektedir. Tablo.7'de firmaların kriterlere göre karar verici tarafından kriterler bazında değerlendirilmesinde kullanılan sözel değişkenlerin bulanık sayı olarak ifadelerine göre firmalar için aşağıdaki tabloda görülen bulanık karar matrisi oluşturulmuştur.

**Tablo.7** Bulanık karar matrisi

Kriterler							
Firma	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
F1	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)
F2	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)
F3	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(0, 1, 3)	(3, 5, 7)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)
F4	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(3, 5, 7)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)	(9, 10, 10)
F5	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)

Tablo 7'nin devamı

Kriterler							
Firma	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14
F1	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)
F2	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)	(9, 10, 10)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(7, 9, 10)	(0, 1, 3)
F3	(3, 5, 7)	(0, 1, 3)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)
F4	(7, 9, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)
F5	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)

Bulanık TOPSIS yönteminde bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüm noktaları referans alınmaktadır. Bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüm noktalarının belirlenmesinden sonra alternatiflerin tüm kriterler için bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüme uzaklıkları Vertex metodu ile hesaplanmıştır. Bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüme olan uzaklıkların bulunmasından sonra her bir firma için  $d_i^+$  ve  $d_i^-$  değerleri hesaplanır. Bu değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo.8**  $d_i^+$ ,  $d_i^-$  ve  $CC_i$  değerlerinin hesaplanması

	F1	F2	F3	F4	F5
$d_i^+$	0,966944	0,514001	0,373516	0,216773	0,057683
$d_i^-$	0,057683	0,536776	0,676273	0,828803	0,966944
$d_i^+ + d_i^-$	1,024627	1,050777	1,049789	1,045576	1,024627
$CC_i$	0,05629658	0,510837	0,644199	0,792676	0,943703

Firma 1'in yakınlık katsayısı 0,056; Firma 2'nin yakınlık katsayısı 0,510; Firma 3'ün yakınlık katsayısı 0,644; Firma 4'ün yakınlık katsayısı 0,792 ve Firma 5'in yakınlık katsayısı 0,943 olarak hesaplanmıştır.

**Tablo.9** Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS ve Bütünleşik Model ile Firmaların Kredi Notları

Firmalar	F1	F2	F3	F4	F5
Firma kredi notları	0.056	0,510	0,644	0,792	0.943

Alternatifler sıralandıktan sonra, her bir alternatifin yakınlık katsayısı değeri ve Bulanık AHP ile hesaplanan firma kredi notları için değerlendirme ya da diğer bir ifade ile risk grubu sınıflandırması yapmaya imkân verecek bir değerlendirme tablosu tanımlamak karar probleminin yapısına daha uygun bir yaklaşım olacaktır. Karar verici risk gruplandırma tablosunda yer alan sözel değişkenleri göz önüne alarak alternatifler için bir değerlendirme yapabilir. Firmalar için Bulanık AHP Ağırlıkları ile Bulanık TOPSIS yöntemine göre yapılan değerlendirmeler sonucuna göre hesaplanan kredi notlarını değerlendirmek için önerilen risk değerlendirme tablosu aşağıda verilmiştir.

**Tablo.10** Yakınlık Katsayısı ve Firma Kredi Notuna Göre Firma Değerlendirme Tablosu

Yakınlık Katsayısı ve Firma Puan Aralığı	Değerlendirme
(0.0-0.2)	Kesinlikle Reddedilir.
(0.2-0.4)	Yüksek Risk ile Kabul Edilebilir.
(0.4-0.6)	Düşük Risk ile Kabul Edilir.
(0.6-0.8)	Kabul Edilebilir.
(0.8-1.0)	Kabul ve Tercih Edilir.

**Kaynak:** Chen Tung Cheng, Ching Torng Lin ve Sue Fn Huang (2006), "A Fuzzy Approach For Supplier Evaluation And Selection In Supply Chain Management", International Journal of Production Economics, 102, ss.296.

Firma 1 ve Firma 5'in iki uç firma örneğini temsil ettiği dikkate alınarak diğer firmaların değerlendirme sonuçları sıralanmıştır. Bulanık ÇKKV yöntemlerinden elde edilen sonuçlara göre Firma 2 düşük risk ile kabul edilebilir risk sınıfında değerlendirilmiştir. Firma 3 Bulanık kabul edilebilir risk sınıfında değerlendirilmiştir. Firma 4 kabul ve tercih edilebilir risk sınıfında yer almıştır.

## SONUÇ

Kredi taleplerinin değerlendirilmesi gibi çok sayıda nitel ve nicel değişken içeren belirsiz ve bulanık bilgilerin bulunduğu karar problemlerinde bulanık çok

kriterli karar verme yöntemleri etkin olarak kullanılmaktadır. Bulanık karar verme yöntemleri, sayısal olarak ifade edilemeyen dilsel değişkenlerle ifade edilen belirsiz verilerin dikkate alınmasında ve karar vericilerin sübjektif yargı ve tecrübelerinin karar sürecine katılmasında önemli üstünlükler sağlar. Çalışmada Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri birlikte kullanılarak ticari kredi talep eden firmaların değerlendirilmesini amaçlayan bütünleşik bir karar modeli ileri önerilmiştir.

Bulanık mantığın AHP ile birlikte kullanılmasında Chang'ın genişletilmiş bulanık AHP yöntemi uygulanmıştır. Bulanık sayılar arasında sıralama yapmak için Liou-Wang'ın toplam integral yöntemi kullanılmıştır. Yöntemdeki  $\alpha$  iyimserlik katsayısı 0,50 olarak kabul edilmiştir. Katsayının belirlenmesinde ne iyimser ne de kötümser bir bakış açısı tercih edilmemiş, dengeli bir bakış açısı kabul edilmiştir. Liou-Wang'ın yöntemindeki  $\alpha$  iyimserlik katsayısı 0,50 seçilerek bir anlamda karar vermenin içerdiği risk unsurları kararda dikkate alınmıştır.

Firmaların kredi taleplerinin değerlendirilmesi ve firmaların derecelendirilmesinde etkili olan kriterlerin ağırlıklarına bakıldığında finansal piyasalardaki asimetrik bilgi sorununun ve mali tabloların sınırlılıklarının kriterlerin önem ağırlıklarına yansımış olduğu düşünülmektedir. Çalışma sonucuna göre firmaların kredi taleplerinin değerlendirilmesinde en etkili kriter olarak 0,289 ağırlıkla firma kapasitesi ve borç ödeme performansı(K3) ana kriteri ve bu kriteri 0,210 önem ağırlığı ile kredi teminatları ve teminat yapısı (K5) ana kriterinin izlediği görülmektedir. Bu ana kriterleri firmanın ortak ve yöneticilerinin moraliteleri(K2) ana kriteri 0.202, sektörün ekonomik durumu ve sektördeki gelişmeler(K4) ana kriteri 0.160 ve mali tablolar analizi ana kriteri(K1) 0.140 önem ağırlığı ile takip etmektedir. Literatürde yapılan çalışmalarda bankaların finansal piyasalardaki asimetrik bilgi sorunu karşısında kredi tayinlaması yapmak, güçlü teminatlara yönelmek, kapasitesi büyük ve ödeme gücü yüksek olan firmalara ağırlıkla kredi vermek, firmalar ile olan ilişkileri geliştirmek gibi önlemler aldıkları görülmektedir. Asimetrik bilgi sorunu karşısında bankaların uyguladıkları önlemlerden olan firma büyüklüğü ve ödeme kapasitesi ile teminatlandırma kriterlerinin çalışma sonuçlarında da öne çıktığı görülmektedir. Literatürde yapılan çalışmalarda firmaların nicel verilerinden hareketle yapılan değerlendirmelere ilave olarak asimetrik bilgi sorunundan kaynaklanan riskleri azaltmak üzere bankaların kredi verme davranışlarında kapasite ve ödeme gücü, firmanın teminatları ve firma ortaklarının malvarlıkları ve firmanın diğer finansal kuruluşlardaki limit ve risk durumu, ortak ve yöneticilerin moraliteleri gibi nitel değişkenlerin dikkate alındığı görülmektedir. Bu tür nitel ve belirsizlik içeren değişkenlerin karar modellerine yansıtılması önemlidir. Bu kapsamda nitel ve sübjektif değerlendirmeleri karar sürecine katan karar modelleri firmaların kredi risklerini azaltmak bakımından önem taşımaktadır.

Bulanık AHP’de daha karmaşık ve iç içe geçmiş hiyerarşik yapısı bulunan problemler ele alınabilmektedir. Bu durum problemlerin tanımlanmasında ve probleme etki eden faktörlerin anlaşılmasında faydalı olacaktır. Hiyerarşik yapının kurulması ile problemin yapısını ve problemin iç ilişkilerini anlamak daha kolay olabilmektedir. Bulanık AHP yönteminde problemin yapısına bağlı olarak kurulacak hiyerarşik yapı karar analizine etki eden tüm faktörleri içerecek kadar geniş ancak karşılaştırmalara imkân sağlayacak kadar sınırlı tutulmalıdır.

Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri karar sürecine sözel değişkenleri diğer bir ifade ile bulanık mantığı dahil ederek klasik yöntemlere göre önemli bir üstünlük elde etmektedir. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri birey ya da grup kararı vermede ve subjektif yargıların karar sürecine dahil edilmesine imkân sağlayan yöntemlerdir.

Çalışma sonuçlarına göre, karmaşık problemlerin hiyerarşik yapısının ortaya konarak kriter önem ağırlıklarının belirlenmesinde Bulanık AHP yönteminin kullanıldığı ve kredi risk notunun hesaplanmasında Bulanık TOPSIS yönteminin kullanıldığı bütünlük model ticari kredi karar problemlerinde firmaların değerlendirilerek kredi notu oluşturulmasında etkin sonuçlar verebilecek bir karar verme modeli olarak düşünülmektedir.

#### KAYNAKÇA

- ABDEL-KADER Magdy G and DUGDALE David (2001). “Evaluating Investments in Advanced Manufacturing Technology: A Fuzzy Set Theory Approach”, British Accounting Review, December, Vol. 33, No. 4, pp. 455-489.
- AKKAYA Göktuğ Cenk ve DEMİRELİ Erhan (2010). “Analitik Hiyerarşi Süreci ile Kredi Derecelendirme Analizi Üzerine Bir Model Önerisi”, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:19, Sayı:1, 319-335.
- ALTMAN I. Edward (1968). “Financial Ratios, Discriminant Analysis And The Prediction Of Corporate Bankruptcy” The Journal of Finance Vol. 33, No: 4, 589-609.
- BODUR Çağlayan ve TEKER Suat(2005),“Ticari Firmaların Kredi Derecelendirmesi: İMKB Firmalarına Uygulanması”, İTÜ Dergisi/b, Sosyal Bilimler, Cilt:2, Sayı:1, 25-36.
- BÜYÜKÖZKAN Gülçin, GÜLERYÜZ Sezin (2016). “Lojistik Firma Web Sitelerinin Performanslarının Çok Kriterli Değerlendirilmesi”. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 31:4, 889-902.
- CHANG Da-Yong (1996) “Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP” European Journal of Operational Research, 95, 649-655 .

- CHE Z.H.,WANG H.S. ve CHUANG Chih-Ling (2010) "A Fuzzy AHP and DEA approach for making bank loan decisions for small and medium enterprises in Taiwan" *Expert Systems with Applications*, 37, 7189-7199.
- CHEN Tung Cheng, CHING Torng Lin ve SUE Fn Huang(2006)"A Fuzzy Approach For Supplier Evaluation And Selection In Supply Chain Management" *International Journal of Production Economics*, 102, 289-301.
- CHEN, Tung Cheng (2000) "Extensions Of The TOPSIS for Group Decision-Making Under Fuzzy Environment", *Fuzzy Sets and Systems*. Vol:114, 1-9.
- CHEN Shouming, JIAN Tao, YANG Hui (2011) "A Fuzzy AHP Approach for Evaluating Customer Value of B2C Companies" , *Journal of Computers*, Vol. 6 No:2, 224-231.
- CHEN, Liang-Hsuan, and CHIOU Tai-Wei (1999) "A fuzzy credit-rating approach for commercial loans: a Taiwan case." *Omega* 27.4, 407-419.
- ÇINAR TIRMIKÇIOĞLU, Nihan (2011) " Grup Kararı Vermede Kullanılan Bulanık Topsis Yöntemleri ve Bir Uygulama:Banka Şube Yeri Seçimi", *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, Sayı:29, 11-24.
- ERPOLAT, Semra (2011). " Ticari Firma Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesinde AHP İle Farklı Bulanık Sıralama Yöntemlerinin Denendiği BAHP'nin İncelenmesi" Öneri, Cilt:9, Sayı:36, 213-235.
- ERTUĞRUL İrfan ve KARAKAŞOĞLU Nilsen(2007). "Finans Sektöründe Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesinde Bulanık Mantık Yaklaşımı", *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*, Cilt:22, Sayı:255, 95-114.
- ERTUĞRUL, İrfan (2007). "Bulanık AHP ve Bir Tekstil İşletmesinde Makine Seçim Problemine Uygulanması", *Hacettepe Üniv. İ.İ.B.F. Dergisi* Cilt:25, Sayı:1, s.171-192.
- ERTUĞRUL İrfan ve KARAKAŞOĞLU Nilsen (2010). "Electre ve Bulanık AHP Yöntemleri ile Bir İşletme İçin Bilgisayar Seçimi", *Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Fakültesi Dergisi*, Cilt:25, Sayı:2, 23-41.
- FENG, Cheng-Min, and WANG Rong-Tsu (2000) "Performance evaluation for airlines including the consideration of financial ratios." *Journal of Air Transport Management* 6.3, 133-142.
- GİRGİNER, Nuray (2008). "Ticari Kredi Taleplerinin Değerlendirmesine Çok Kriterli Yaklaşım:Özel ve Devlet Bankası Karşılaştırması", *Muhasebe ve Finansman Öğretim Üyeleri Bilim ve Araştırma Derneği(MUFAD)*, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, Ocak 2008, Sayı: 37, 132-142.

- İÇ Yusuf Tansel ve YURDAKUL Mustafa (2000). "Analitik Hiyerarşi Sürecini Kullanan Bir Kredi Değerlendirme Sistemi" Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt:15, No:1, 1-14.
- Ç, Yusuf Tansel (2012)."Development of a credit limit allocation model for banks using an integrated Fuzzy TOPSIS and linear programming." Expert Systems with Applications 39.5, 5309-5316.
- CHENG Jao-Hong, CHEN Cheng-Wei and LEE Chen-Yu (2006) "Using Fuzzy Analytical Hierarchy Process for Multi-criteria Evaluation Model of High-Yield Bonds Investment" Fuzzy Systems , IEEE International Conference Publications, 1049-1056.
- KAHRAMAN Cengiz, CEBECİ Ufuk ve ULUKAN Ziya. (2003). "Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP". Logistics Information Management, 16(6), 382-394.
- KAPTANOĞLU Dilek ve ÖZOK Ahmet Fahri (2006). "Akademik Performans Değerlendirmesi için Bir Bulanık Model", İTÜ Dergisi/d Mühendislik, Cilt:5, Sayı:1, Kısım:2, 193-204.
- LEE H. Kwang (2005), First Course On Fuzzy Theory And Applications Advances In Soft Computing. Germany: Springer.
- LİOU, Tian Shy and WANG, Mao Jiun J. (1992). "Ranking fuzzy numbers with integral value", Fuzzy sets and systems, 50(3), 247-255.
- ÖKER, Ayşegül (2007). "Ticari Bankalarda Kredi ve Kredi Riski Yönetimi-Bir Uygulama" Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- ÖZDEMİR Ünal, ECE Nur Jale, GRDİK Nebi(2017). "Türkiye'de Denizcilik Eğitiminin Geleceğine Yönelik Nicel Bir Çalışma Örneği", Journal of ETA Maritime Science, 5(2): 154-170.
- SAARDCHOM Narumon(2012) "Credit Scoring Model by Analytic Hierarchy Process AHP" Global Review of Accounting and Finance, Vol.3 No:2, 58-73.
- SAATY L. Thomas(2008) Decision making for Leaders. Pittsburgh: RWS Publications.
- SEKRETER M. Serhan, AKYÜZ Gökhan. ve ÇETİN İpekçi Emre(2004). "Şirketlerin Derecelendirilmesine İlişkin Bir Model Önerisi: Gıda Sektörüne Yönelik Bir Uygulama" Akdeniz Üniv. İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt 8, 139-155.

- ŞENGÜL Ümran, EREN Miraç ve SHIRAZ Seyedhadi Eslamian (2012). “Bulanık AHP ile Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi” , Erciyes Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Sayı:40, Haziran-Aralık 2012, 143-165.1
- VATANSEVER, Kemal (2013).“Tedarikçi Seçim kararlarında Bulanık TOPSIS Yönteminin Kullanımı ve Bir Uygulama”, Cilt:3, Sayı:3, 155-168.
- WANG Liang, ZUOWEI Wang, YING Zou (2009) "Research on Credit Evaluation of 3PL Enterprises Based on FAHP" Logistics Sci-Tech, 7, 342-348.
- XU, Yingtao, and YING Zhang(2009)"A on line credit evaluation method based on AHP and SPA." Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation14.7, 3031-3036.
- YILMAZ Nahit, ŞENOL Mehmet Burak, (2017). “İş Sağlığı Ve İş Güvenliği Risk Değerlendirme Süreci İçin Bulanık Çok Kriterli Bir Model Ve Uygulaması” Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 32:1, 85-95.
- YURDAKUL Mustafa ve İÇ Yusuf Tansel (2004) “AHP approach in the credit evaluation of the manufacturing firms in Turkey” International Journal of Production Economics, 88, 269-289.
- ZADEH, A Lotfi,(1965). “Fuzzy Sets”, Information and Control, 8, 338-353.
- ZHU Xiaoqian, WANG Fei, WANG Haiyan, LIANG Changzhi, TANG Run, SUN Xiaolei, LI Jianping (2014) “TOPSIS method for quality credit evaluation: A case of air-conditioning market in China” Journal of Computational Science, 5, 99-105.