



HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY JOURNAL of ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

Ticari Kredilerde Bulanık-AHP ve TOPSIS Yardımıyla Risk Analizi

Risk Analysis in Trade Credits with Fuzzy AHP and TOPSIS

Yazar(lar) (Author(s)): Necdet ORAL¹, Orhan ENGİN²

¹ ORCID ID: 0009-0008-4157-4939

² ORCID ID: 0000-0002-7250-0317

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Oral N., Engin O., "Ticari Kredilerde Bulanık-AHP ve TOPSIS Yardımıyla Risk Analizi", *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 9(1): 22-38, (2024).

DOI: 10.46578/humder.1419372

**Ticari Kredilerde Bulanık-AHP ve TOPSIS Yardımıyla Risk Analizi**Necdet ORAL¹, Orhan ENGİN^{1*}¹Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Selçuklu/KONYA**Öz**

Ticari kredi için başvuruda bulunan işletmelerin seçimi, bankalar açısından karmaşık ve önemli bir problemdir. Banka, kredi isteklerini karşılarken birtakım riskler aldığından dolayı kredi başvurularının değerlendirilmesinde nitel/nicel pek çok kriteri değerlendirmek durumundadır. Ticari kredilerde ortaya çıkabilecek risklerin analiz edilmesinde literatürde kullanılan bazı yöntemler mevcuttur. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile TOPSIS, literatürde sıkça kullanılan metodlardır. Bu çalışmada, bir kamu bankasının açıklamış olduğu faaliyet raporundaki veriler ile risk analizi yapılarak risk skoru tespit edilmiştir. Çalışmada, kredi başvurusunda bulunan on ayrı firma için Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ve TOPSIS ile risk analizleri yapılmış ve kredi verilmesi uygun olabilecek kuruluşlar belirlenmeye çalışılmıştır.

Makale BilgisiBaşvuru: 13/01/2024
Yayın: 30/04/2024**Anahtar Kelimeler***Ticari Krediler,
Risk Analizi,
Çok Kriterli Karar
Verme,
Bulanık, Analitik
Hiyerarşi Prosesi,
TOPSIS***Keywords***Trade Credits,
Risk Analysis,
Multi Criteria Decision
Making,
Fuzzy, Analytical
Hierarch Process,
TOPSIS***Risk Analysis in Trade Credits with Fuzzy AHP and TOPSIS****Abstract**

The selection of companies applying for commercial loans is a complex and important problem for banks. Since the bank takes some risks while meeting loan requests, it must consider many qualitative/quantitative criteria in the evaluation of loan applications. There are some methods used in the literature to analyze the risks that may arise in commercial loans. The Analytical Hierarchy Process and TOPSIS are among the methods frequently used in the literature. In this research, the risk score was determined by performing a risk analysis with the data in the annual report of a public bank. In the study, risk analyzes were made with the Fuzzy Analytical Hierarchy Process and Fuzzy-TOPSIS for ten different companies that applied for credit, and it was tried to determine the institutions that could be suitable for loan.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Bankalar, kaynak sağlama görevini, kredilere başvurarak gerçekleştirmektedir. Bu görevlerini yerine getirirken belli riskler almaktadırlar. Kredi kullanılmak, bankacılığın temel faaliyetlerinden biri olduğu için; Kredi Riski (KR), bankacılık alanında değerlendirilmesi gereken önemli faktörlerdendir. Bankalarda, krediden dolayı ortaya çıkan riskinin etkili ve verimli olarak belirlenmesi, yönetilmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir.

Kredilerin etkili bir şekilde firmalara ulaştırılması, güvenilir ve çok iyi tanımlanan bir kredi kullandırma politikası ile sağlanmaktadır. Bankalardan kredi talep eden kuruluşlar, bankanın belirlenmiş olduğu bu kredi kullandırma politikasına göre incelenmekte, yapılan değerlendirmeler sonucunda uygun bulunan kuruluşlara kredi imkânı sağlanmaktadır. Kredi taleplerinin incelenmesi sürecindeki en önemli kriter; krediyi talep eden kuruluşun krediyi geri ödeyip ödeyememe gücünü belirleyecek olan KR dir. Bankaların görevi, kredi talebinde bulunan kuruluşun faaliyet de bulunduğu ortamı analiz ederek ortam riskini azaltmayı, firmaların finansman talebini en uygun şekilde belirleyerek talebe uygun düşen tutar ve vadelerde kredi verilmesini sağlamaktır [1].

*İletişim yazarı, e-mail: oengin@ktun.edu.tr

Bankalar, kredi talebinde bulunan müşterin isteklerine cevap verirken, kuruluşların, öz sermayesi, cari borç ödeyebilme kapasitesi, faaliyet karları, bilanço ve mali yapısı, geçmiş dönemlerdeki mali performansı, teminat ödeme dengesi gibi nicel özelliklerin yanı sıra; kuruluşun yönetim biçimi, itibarı, yer aldığı sektör ve dünyadaki konumu, ortaklarının tanınırlığı, ticari ilişki içindeki firmalar ve kuruluş ile ilgili yapılan diğer değerlendirmeleri gibi nitel özellikleri de dikkate almak zorundadır [2]. Bu nitel özellikleri sayısal değerler ile tanımlamak oldukça zordur. Bu çalışmada, bankaların kredi verme sürecinde dikkate almak zorunda oldukları nitelik özellikler, insan doğasına uygun olarak sözel terimler ile ifade edilmiş ve bu sözel ifadelerin nümerikleştirilmesinde bulanık risk değerlendirme yöntemleri kullanılmıştır.

Ticari Krediler (TK)'de Analitik Hiyerarşi Prosesi ve TOPSIS yöntemleri ile son yirmi yılda risk analizi çalışmalarının yapıldığı araştırmalar incelenmiş ve aşağıda detaylı olarak sunulmuştur.

İç ve Yurdakul [3], bankaların kredi ölçütleri doğrultusunda kredi değerlendirme sistemi önermişlerdir. Araştırmalarında, literatür yer alan ve günlük hayatta tercih edilen mali analiz esasları ağırlıklı olmak üzere, kuruluşların öznel kredi değerliliğini, faaliyet gösterdiği sektöre göre durumunu ve kredi teminatı analizi gibi öznel ve nesnel faktörleri birlikte değerlendiren ve bütünsel kredi puanı sonucunu ortaya koyan AHP tabanlı bir model önermişlerdir. Yöntemlerinin en önemli hususu, kriterlerin sektör ağırlıklarına göre sınıflandırılması ve mali oranların kuruluşlarda aldığı rasyonel verilerin, 0-1 arasında rakamla puanlandırılmasıdır. Sekreter vd. [4] gıda sektöründe yer alan ve İMKB'de işlem gören firmaların, mali tablolarından oluşturulan, mali oranları entegre ederek firmaların güvenilirlik kabiliyetlerinin değerlendirilmesine yönelik bir model önermişlerdir. Araştırmalarında, kabul edilen mali oranları dikkate alarak AHP ile modelin katsayılarını belirlenmişlerdir. Atan ve Maden [5] bir kamu bankasının krediler departmanına başvuru yaparak kredi isteyen bulunan kişi ya da firmaların değerlendirilmesi sürecinde, AHP ile güvenilirliklerini hesaplamışlardır. Araştırmalarında, bankanın kredi analizi sürecinde üst yönetim tarafından tespit edilen aşamalar doğrultusunda, kredi isteyen kişi ve firmalara ait yedi farklı kategoride kredi skorunu hesaplamışlardır. Liu vd. [6] çalışmalarında, müşterinin kredi risk durumuna bağlı olarak değerlendirme ve firmaların kredi politikalarının düzenli ve sistemli bir şekilde araştırılmasını önerirler. Üç aşamalı çözüm geliştirmişlerdir. Bunlar, bulanık kapsamlı değerlendirme metodu aracılığıyla, firmanın kredi risklerini analiz etmek, kredi notunu dikkate alan kredi hatları içinde araştırma yapabilmek, kredi satışlarının zamanlama sınırlarını ölçmek dir. Firmalara ait kredi risklerinin ağırlığını, ölçme değerlendirme aşamalarını, AHP metodu ile belirlemişlerdir. Girginer [7] bankaları, TK'in değerlendirmesinde özel ve kamu sermayeli banka olarak ayırarak AHP yöntemi ile incelemiştir. Araştırmada, Türkiye'de yer alan biri özel diğeri kamu, iki çeşit bankanın kredi taleplerinin değerlendirilmesinde AHP metodu ile karşılaştırmıştır. Mandic vd. [8] çalışmalarında iki adet çok kritere sahip olan Bulanık-AHP ve Bulanık-TOPSIS'i entegre eden banka için süreç performansını hesap eden bir yöntem önermişlerdir. Bulanık-AHP yöntemi, kriterler için öncelik ağırlık durumlarını belirlemede kullanılmaktadır. Bulanık-TOPSIS, banka için sıralamada yol gösteren değerlendirme kriterleri için ağırlıkları hesaplamak için kullanılmışlardır. Karakış ve Göktolga [9] Bulanık-AHP ve Bulanık-TOPSIS yöntemlerini, bankaların ticari kredi verme davranışlarının incelenmesi için entegre edilerek bir model halinde sunmuşlardır. Bulanık-AHP ve Bulanık-TOPSIS literatürde ayrıca birçok alanda kullanılan etkin çok kriterli karar verme tekniklerindedir [10]. AHP ve TOPSIS literatürde etkin olarak kullanılan, güvenilir sonuçlar veren ve iyi bilinen çok kriterli karar verme tekniklerindedir [11]. Bu çalışmada, Bulanık-AHP ve TOPSIS'in banka kredi kullandırma işlemlerinde kullanımı ile ilgili literatür yukarıda açıklanmıştır. Bulanık-AHP ve TOPSIS'in diğer alanlardaki uygulamaların literatür araştırması, çalışma ile ilgili katkı sağlamayacağı için sunulmamıştır.

Araştırmada, on farklı kuruluş, çeşitli ölçütlere göre Bulanık-AHP yöntemine göre incelenmiştir. Daha sonra kamu bankası tarafından yayımlanan verilere göre Risk Analiz (RA) skoru belirlenmiştir. RA skoru doğrultusunda puanı en fazla olan kuruluşun, KR faktörüne göre daha optimum düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır. Hesaplamalar doğrultusunda, Bulanık-TOPSIS yaklaşımı ile on farklı nitelikte kuruluş için kredi risk analizleri yapılmış, kuruluşların risk puanları, Bulanık-AHP, Bulanık-TOPSIS yöntemleri yardımıyla birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Banka için hangi yöntemin daha uygun olduğuna analizde elde edilen sonuçlara bakılarak karar verilmiştir.

Bulanık-AHP ve Bulanık-TOPSIS yöntemleri, bankaların ticari kredi verme davranışlarının incelenmesi için Karakış ve Göktolga [4] tarafından entegre edilerek bir model halinde sunulmuştur. Karakış ve Göktolga [9]'nın çalışmalarından farklı olarak bu çalışmanın literatüre katkısı aşağıda sunulmuştur.

- İlk defa boya ve vernik benzeri kaplayıcı maddeler imalatı yapan kuruluşlar için kredi risk analizi yapılmıştır.
- On farklı kuruluş için kredi risk analizi ilk defa yapılmıştır.
- Bankalar için kredi verme sürecinde uygun yöntemin belirlenmesi için Bulanık-AHP ve Bulanık-TOPSIS metotları ilk defa ayrı ayrı test edilmiştir.

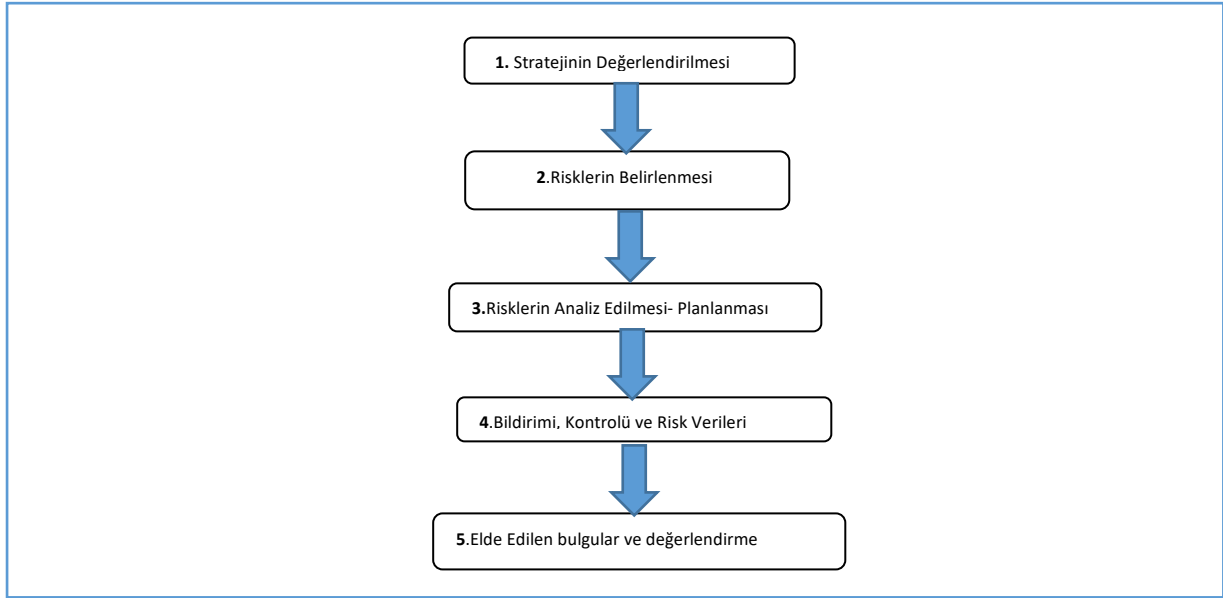
Çalışmanın ikinci bölümünde materyal olarak ticari kredilerde risk analizi süreci, metot olarak da Bulanık-AHP ve Bulanık-TOPSIS yöntemleri açıklanmıştır. Üçüncü bölümünde, on farklı kuruluşun kredi başvuru talepleri için uygulama yapılmıştır. Dördüncü bölümünde, elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIALS AND METHODS)

Çalışmada, materyal olarak bankaları ticari kredi verme süreci incelenmiştir. Ticari kredilerde risk analizinin hesaplanması için yöntem olarak Bulanık-AHP ve Bulanık-TOPSIS kullanılmıştır.

2.1. Ticari Kredilerde Risk Analizi (Risk Analysis in Trade Credits)

TK'de risk analizlerinin belirlenmesinde, bankanın risk durumlarını tespit eden, kredi Risk Matrisi (RM) kullanılmıştır. RM yardımıyla, kamu bankasına kredi talebi için başvuran, on farklı kuruluş, olasılık ve kayıp sınıflarına bağlı olarak farklı risk grubuna ayrılmıştır. Kredi talebinde bulunan kuruluşlar için yapılan değerlendirmeler sonucunda her biri için ayrı ayrı risk değerlendirme puanı belirlenmiştir. RM değerlendirme puanları, AHP metodu yardımıyla, bulanık yöntem kullanılarak hesaplanan risk puanları ile entegre edilerek en son kuruluş puanı elde edilmiştir. RM, bankacılık sektöründe kullanımının zaruri olduğu risk yönetim tekniklerinden bir tanesidir. RM ile, bankaların zaruri ve öncelikle yapması gereken faaliyetleri, buna dair risklerin çeşidi ve onların seviyesini, Risk Yönetim Sistemlerinin (RYS) verimliliği ile düşürülen risk düzeyini sade, nesnel ve açık olarak belirlenmektedir [12]. RM aşamaları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. RM aşamaları [12]

RM'de; eksenlerden biri, risklerin oluşma olasılıklarını, diğeri de risklerin oluşması durumunda meydana gelecek kayıpların derecesini ifade etmektedir. Risklerin oluşma ihtimalleri, en yüksek olasılık seviyesinden en düşük seviyesine kadar sınıflandırılmakta ve her bir olasılık seviyesi, sayısal olarak tanımlanmaktadır. Kayıp Derecesi (KD) ise en üst kayıptan en alt kayba kadar sınıflandırılmakta ve her biri sayısal olarak tanımlanmaktadır. Eksenlerdeki olasılık değerleri ile kayıp değerlerinin kesiştiği yerlerdeki çarpım değeri de Risk Skorunu (RS) oluşturmaktadır [13]. RS, değeri 1 nolu ifade de sunulmuştur

$$RS = \text{Riskin Ortaya Çıkma Olasılığı} \times KD \quad (1)$$

Kredi risklerinin olasılık düzeyi, Ortaya Çıkma İhtimali (OÇİ)'ne göre Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Olasılık Düzeyi [13]

İhtimal Durumu	İhtimal Değeri	Risk Puanı
Sık Değil	$OÇİ < \%0,1$	1
Olası Değil	$\%0,1 < OÇİ < \%1$	2
Olası	$\%1 < OÇİ < \%10$	3
Kuvvetle Olası	$\%10 < OÇİ < \%50$	4
Kesin	$OÇİ > \%50$	5

Tablo 1'de, risklerin yönetilmesinde kredi risklerinin olasılık düzeyi, yüzde olarak oluşma olasılıkları ve kredi risk notları elde edilmiştir. Her bir olasılık düzeyi farklı puan ile ifade edilmiştir. Olasılık derecesi ve oluşma ihtimal düzeyleri sayısal olarak arttıkça kredi risk notu da artmaktadır. Tablo 1'de standart veriler elde edilmiştir. KD değerleri Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. KD [13]

KD	KD'nin tanımı	Risk Puanı
Önemli Değil	Faaliyetler, kayıptan etkilenmemektedir	1
Az Önemli	Faaliyetlerin verimliliğini, kayıp sınırlı olarak etkilemektedir	2
Önemli	Kayıp, faaliyetleri belirgin olarak etkilemekte fakat kayıp ortadan kaldırılabılır seviyede ve faaliyetler yürütülmektedir.	3
Yüksek Önemli	Kayıp, faaliyetlerde önemli bir zarar oluşturmakta ve faaliyetler, kayıptan dolayı kesintili gerçekleştirilmektedir.	4
Aşırı Yüksek Önemli	Kayıp, faaliyetleri oldukça büyük bir seviyede etkilemekte ve kayıptan dolayı faaliyetler sürdürülememektedir.	5

Tablo 2'de 5 çeşit KD için risk puanları gösterilmiştir. KD, Önemli Değil, Az Önemli, Önemli, Yüksek Önemli ve Aşırı Yüksek Önemli olarak tanımlanmıştır. Tablo 2'de KD'nin tanımı sütunun da kayıplardan dolayı faaliyetlerdeki etkilenme durumları belirtilmiştir. Kayıplardan etkilenme durumları göre KD arttıkça risk puanlarının arttığı belirlenmiştir. RM ve bileşenleri Şekil 2'de sunulmuştur.

İHTİMAL DERECELERİ		5	10	15	20	25
Kesin	5	5	10	15	20	25
Kuvvetle Muhtemel	4	4	8	12	16	20
Muhtemel	3	3	6	9	12	15
Muhtemel Değil	2	2	4	6	8	10
Nadir	1	1	2	3	4	5

KAYIP DERECELERİ

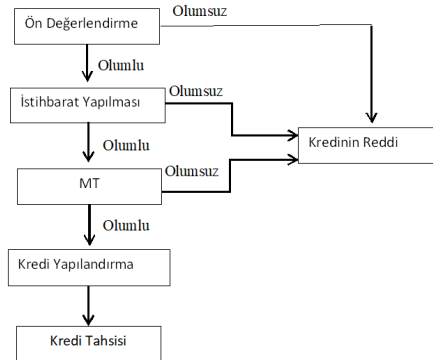
Şekil 2. RM ve Bileşeni [13]

Şekil 2, risk yönetmede olasılık seviyeleri ve KD'yi ifade eden RM oluşturulmuştur. Olasılık ve KD puanlarının çarpılması ile kuruluşun risk puanı belirlenmiştir. Risk puanı 1'den başlayarak 25 değerine kadar hesaplanmıştır. Risk puanı arttıkça, kuruluşun KR'den olumsuz etkilenme sıklığı artmaktadır. Araştırma, bir kamu bankasında, kredi isteklerini değerlendirilmesi süreçlerini, bankanın sunacağı kredilerin geri dönüp dönmeyeceği ile ilgili analiz çalışmalarını kapsar. Kredi isteklerinin değerlendirilmesindeki amaç, kredi isteğinde bulunan kurum ya da kuruluşların krediyi geri ödeme

yetkinliğini ölçerek bankanın maruz kaldığı KR'yi minimize etmek ve kredi isteğinde bulunan kurum ya da kuruluşlara ihtiyacına uygun tutarda ve vadede kredi verilmesini gerçekleştirmektedir.

Kredi başvurusunda bulunan firmalar için detaylı bir ön inceleme yapılır ve bu inceleme sonucunda uygun bulunan firma yetkilileri ziyaret edilir. Banka, kredi vermeden önce firma ile ilgili bilgi toplar. Kredi kullanacak firmanın, kimlik bilgisi, firmanın karakteri, hukuki durumları, krediyi geri ödeyebilme imkânları, firma yönetimi öncelikli olarak değerlendirilmesi gereken önemli faktörlerdir. Firmalar krediye başvururlarken belirttikleri krediye ihtiyaç nedenleri ile gerçekten kredi kullanma konusundaki ihtiyaç nedenleri birbirinden farklı olmaktadır. Kredi isteğinde bulunan kuruluşlar, işletme sermayesi olmadığından dolayı krediye ihtiyaçları olduğunu beyan ederler. Talep edilen kredi, genellikle işçilik maliyetleri, vergi borçlarının ödenmesi, alacak-stok finansmanı v.b. gibi çeşitli amaçlar için kullanılmak istenir. Müşteri, krediyi ne için kullanacağını, kullanmak istediği kredi miktarını, vade süresini ve beyan edeceği teminatları açıkça ortaya koymalıdır. Kredilerin, etkili ve sürekli bir şekilde değerlendirilmesi, riskin düzeyinin en az seviyeye de olması ve kredi değerliliklerinin tespit edilmesi için; gizlilik ve tarafsızlık prensibi içerisinde, banka, kişi ya da kuruluşların, ahlaki ve mali durumunu gerçek anlamda belirlemek için, farklı kaynaklardan yararlanarak veri toplayıp bunları değerlendirirler. Kredi istihbarat faaliyetlerinde kullanılan temel unsurlar; kapasite, sermaye, karakter, teminat ve ekonomik şartlardır. Kredi başvurusunda ve firma ziyaretleri sırasında elde edilen bilgi ve dokümanlar, bankanın Mali Tahlil (MT) ve istihbarat departmanlarına iletilerek çeşitli raporlar istenir. İstihbarat birimlerinde görevli uzman analistler ihtiyaç duydukları takdirde ilgili firmalara giderek ek bilgi ve belge isteyebilirler. İlgili kuruluş, toplanan tüm bilgi ve belgeler yardımıyla detaylı olarak analiz edilip MT ve istihbarat raporları, ilgili bankanın yetkili birimine gönderilir. Bankadaki bu yetkili birimler, kuruluş için kredi isteğine karşılık teklif hazırlanıp hazırlanmayacağını tespit ederler. Eğer kredi teklifi hazırlanacak ise kredinin miktarı, vadesi, türü ve teminatlar belirlenerek kredi tahsis birimine yollanır. Kredi vermede her ne kadar dikkatli ve ayrıntılı analiz yapılsa da kredi KR'nin tamamen sıfırlanması mümkün olmayacaktır, KR'yi minimuma indirmek için ilgili banka titiz ve aktif bir gayret gösterir. Kredi isteklerinin değerlendirilmesi noktasında kredi verme kararının doğru tespit edilmesi için bazı araştırma, inceleme ve değerlendirmeler yapılmaktadır. Kredi verme kararlarının doğru olarak verilmesi için, kredi isteğinde bulunan gerçek veya tüzel kişilerin karakteri, borç ödeme yapısı, kurumsal kredide kuruluşun sektördeki konumu, üretmiş oldukları ürün ve hizmetlerin pazar durumları, diğer finans kurumları ve kuruluşlar ile ilişkileri vb. bilgileri ile beraber mali verilerin irdelenmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir. Ancak kredi istek analizi yapılırken sadece istihbarat ve MT raporları ile mali verilerin incelenmesi yeterli değildir, ayrıca kredi talebinde bulunan kuruluşun geçmiş, cari ve gelecek performanslarında etkili tüm faktörlerin analiz edilmesini gerekir. Ticari kredi analizlerinde, Memzuç bilgi sorgulamaları yapılır.

Bankalarda kredi istekleri ilk olarak ön incelemeye alınır, sonra, kredi istekleri ile ilgili istihbarat çalışmaları ve daha sonra da MT çalışmaları yapılmaktadır. Bu ön çalışmalardan sonra müşterinin ödeme kapasitesi ve müşteriden teminatlar istenerek kredi tahsis birimi tarafından nihai karar verilerek kredinin verilip verilmeyeceği tespit edilir. Kredi isteklerinin değerlendirilmesi ile ilgili faaliyet adımları Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Kredi İsteklerinin Analizi Süreci [2]

Bankanın, kredi verme kararında temel olan ilkelere, kredilendirme faktörleri denilmektedir. Kredilendirme faktörlere uyulmadaki temel amaç KR'yi azaltmak ve doğru kredi kararına ulaşmaktır. Gerçek ve tüzel kişilerin kredi başvurularının değerlendirilmesinde dikkate alınacak faktörler arasında farklılıklar olmakla beraber her ikisi içinde geçerli beş temel faktör vardır. Bunlar, faktörlerin İngilizce baş harflerinden dolayı

5C ve Türkçe baş harflerinden dolayı da 5K olarak literatüre yer almaktadır. Bu faktörler: Karakteri (character), Kapasitesi (Its capacity), Kapitali (capital), Kefaleti (collateral) ve Koşulları (conditions) dır. Kredi isteklerinin analiz edilmesinde yukarıdaki faktörlerden yalnızca birini dikkate almak ve diğerlerini göz ardı etmek, yanlış kararlar verilmesine sebep olabilir. Doğru karar verebilmek için kredi faktörlerinin tümünün dikkate alınması gerekir.

2.2. Bulanık AHP ve TOPSIS (Fuzzy AHP and TOPSIS)

Zadeh, ilk olarak 1978 yılında olasılık teorisine alternatif olarak, belirsiz ve esnek olan bilgilerin modellenmesi için bulanık mantık teorisini önermiştir [14]. Önerildiğinden günümüze kadar bulanık mantık birçok alanda kullanılmaktadır. Literatürde son yıllarda yeni bulanık setler önerilmiştir [15]. Çalışmada, on farklı firmada, bazı kriterlere göre Bulanık-AHP ve Bulanık-TOPSIS metotları yardımıyla analiz edilmiştir. Kullanılan Bulanık-AHP ve Bulanık-TOPSIS yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

2.2.1. Bulanık-AHP (Fuzzy-AHP)

AHP, Saaty tarafından, karışık karar problemlerini çözmek için 1977’de önerilmiştir. AHP, karar sürecinde, kararı etkileyen faktörlerin dağılımlarını yüzde olarak ifade eden birçok kriterli karar verme tekniğidir [16]. İkili karşılaştırmalar analizi AHP’de kullanılmakta olan en temel ölçüm aşamalarıdır. AHP’de, ikili karşılaştırmalarda, çift oluşturan birimlerin birbirlerine üstünlüğünü tespit etmek için dokuz adet ölçek kullanılmaktadır. İkili karşılaştırmalarda, i satırındaki $i = \{1, 2, 3, \dots, n\}$ ölçütler n sütunla gösterilmekte ve her bir ölçüt dikkate alınarak derecelendirme yapılmaktadır. AHP’de, 1’den başlayarak 9’a kadar sayısal bir ölçek kullanılmaktadır. AHP’de, ölçüt ve alternatifler için üstünlük derecelerini birbirlerine bağlı olarak tespit edebilmek için ikili karşılaştırma ölçeği tablosunda ağırlıklarına bağlı sınıflandırılmaktadır. Bulanık-AHP yöntemine göre kullanılacak ölçek çeşitleri AHP’de kullanılanlara göre farklıdır. Genel olarak tercih edilen ölçek, bulanık üçgensel sayılardan meydana gelen ve Tablo 3’te sunulan ölçek tipidir [17]. Tablo 3’te görüleceği gibi bulanık önem derecesine göre Sözel Önem (SÖ), Bulanık Ölçek (BÖ), Karşılık Ölçek (KÖ) ve açıklama bölümleri bulunmaktadır.

Tablo 3. Bulanık Üstünlük Dereceleri [18]

SÖ	BÖ	KÖ	Açıklama
Eşit öneme sahip	(1; 1; 1)	(1/1; 1/1; 1/1)	Her iki elemanın katkıları da eşit.
Biraz daha fazla önemli	(1;3;5)	(1/5; 1/3; 1/1)	Elemanlardan biri biraz fazla katkı sağlamaktadır.
Güçlü derecede önemli	(3;5; 7)	(1/7; 1/5;1/3)	Elemanlardan biri daha güçlü derecede katkı sağlamaktadır.
Çok güçlü derecede önemli	(5; 7; 9)	(1/9; 1/7; 1/5)	Elemanlardan biri çok daha güçlü derecede katkı sağlamaktadır.
En güçlü derecede önemli	(7; 9; 9)	(1/9; 1/9; 1/7)	Elemanlardan biri en yüksek derecede katkı sağlamaktadır.

Bulanık-AHP yöntemi, 3 temel adımdan meydana gelmektedir [19]. Bu adımlar aşağıda sunulmuştur.

- 1.Adım:* İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. İkili karşılaştırma matrisinin (C) her bir ögesi (\tilde{C}_{ij}), bir kriterin diğerine göre önemini temsil eden dilsel bir terimdir.
- 2.Adım:* Bulanık ağırlık matrisi hesaplanır.
- 3.Adım:* Bulanık ağırlık matrisi elde edildikten sonra bulanık sayıyı net değere dönüştüren durulaştırma işlemi uygulanır.

2.2.2. Bulanık-TOPSIS (Fuzzy-TOPSIS)

TOPSIS metodu İngilizce “Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution” terimlerin kısaltması olarak tanımlanan, sayısal değerlendirmeler metoduyla birbirinden farklı alternatifleri sıralamada kullanılan çok kriterli bir karar verme tekniğidir [16]. Bulanık-TOPSIS terimi, karar aşamalarını ve grup karar alma proseslerini içerisinde barındıran, bulanık verilere dayalı bir sistemsel terimdir. Ayrıca bulanık değerler, kriterlere uygun alternatif amaçların performans durumlarını ve kriterin ağırlıklarını belirlemek için kullanılmıştır. Ağırlıklı bir şekilde standart hale getirilmiş bulanık olan karar matrisi elde edilmiştir. Bulanık-TOPSIS yöntemde, her alternatif için risk değerleri, sıralı bulanık sayılar kullanılarak ideal olmayan ve ideal olan çözümler kullanılarak hesaplanmıştır. Alternatif stratejilerin sıralama düzenini belirlemek için yakınlık kriterleri kullanılmıştır. TOPSIS yardımıyla her bir kriterin ağırlık değerleri hesaplanmıştır. TOPSIS metodu, m alternatif ve n kriter için, matris şeklinde tanımlanmaktadır [20]. TOPSIS yöntemi, ideal olmayan çözümlerde en uzun fakat ideal çözümler için de en kısa mesafeye bağlı olarak tercih yapılan alternatiflerden biridir. Performans için değerler ve ağırlıklar bulanık veriler ile hesaplanmıştır. TOPSIS yöntemi, 5 temel adımdan meydana gelmektedir [21]. Bu adımlar aşağıda sunulmuştur.

1.Adım: Alternatiflerin sayısı j olmak üzere $j=10$ için normalize edilmiş bulanık karar matrisi; TOPSIS metodunda, her bir alternatifin performansı değeri Eşitlik 2 ile hesaplanır.

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{\tilde{x}_{ij}}{\sqrt{\sum \tilde{x}_{ij}^2}} \quad (2)$$

\tilde{x}_{ij} ‘Karar matrisi; $i=1,2,\dots,m$; ve $j=1,2,\dots,n$; değerlerini almaktadır.

2.Adım: Ağırlıklı ve normalize yapılmış bulanık karar matrisi, Eşitlik 3 ile hesaplanır. Pozitif ideal çözüm değeri, A^+ ve negatif ideal çözüm değeri, A^- ağırlıklı normalize sıralama (\tilde{Y}_{ij}) ifadesi ile hesaplanabilir.

$$\tilde{Y}_{ij} = \tilde{W}_j * \tilde{R}_{ij} \quad \text{Eşitliğinde } i=1,2,\dots,m; \text{ ve } j=1,2,\dots,n. \quad (3)$$

3.Adım: Pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözümün belirlenmesi, eşitlik 4 yardımıyla pozitif ideal çözüm matrisi ve eşitlik 5 yardımıyla da negatif ideal çözüm matrisi değerleri bulunur.

$$A^+ = (\tilde{y}_1^+, \tilde{y}_2^+, \dots, \tilde{y}_n^+) \quad (4)$$

$$A^- = (\tilde{y}_1^-, \tilde{y}_2^-, \dots, \tilde{y}_n^-) \quad (5)$$

4.Adım: Pozitif İdeal Çözüm (POİÇ) ile Negatif İdeal Çözüm (NİÇ)’e göre her bir sonucun mesafesinin hesaplanması, eşitlik 6 yardımıyla POİÇ ile A_i alternatifi arasındaki mesafe hesaplanır.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\tilde{y}_i^+ - \tilde{y}_{ij})^2} \quad i = 1,2, \dots, m \quad (6)$$

Eşitlik 7 yardımıyla NİÇ ile A_i alternatifi arasındaki mesafe hesaplanır.

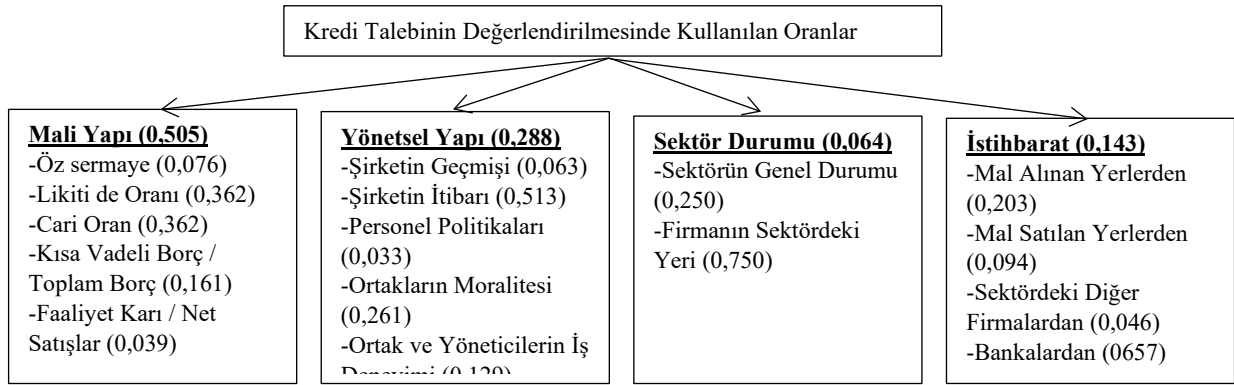
$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\tilde{y}_{ij} - \tilde{y}_i^-)^2} \quad i = 1,2, \dots, m \quad (7)$$

5.Adım: Her bir alternatif için tercih değerinin belirlenmesi, eşitlik 8 yardımıyla her bir tercih alternatifi (V_i) hesaplanır.

$$V_i = D_i^- / (D_i^- + D_i^+); \quad i= 1,2, \dots, m. \quad (8)$$

3. UYGULAMA (APPLICATION)

TK'de, Bulanık-AHP metodu yardımıyla bir kamu bankasında, kredi istekleri doğrultusunda kredi beklentilerini karşılayacak şekilde en uygun kuruluşu seçebilmek için 4 temel kriter mevcuttur. Bu kriterler, Mali Yapı (MY), Yönetsel Yapı (YY), Sektör Durumu (SD) ve İstihbarattır. Kullanılan bu ana kriterlerin ayrıca alt kriterleri de bulunmaktadır. Ana ve alt kriterlerin aralarında oransal yüzdeleri mevcuttur. Oranların tespit edilmesinde kamu bankasında görev yapan uzman ve analistlerin görüş ve önerileri ve bankanın kredi taleplerinde zorunlu tuttuğu kriterler için belirlenen oransal ağırlıklar kullanılmıştır. Örneğin; kamu bankası, gelen kredi talebini değerlendirirken bir puanlama süreci uygulamaktadır. Uygulanan bu süreçte puanlama sisteminin; %50,5'lik kısmını MY, %28,8'lik kısmını YY, %6,4'lük kısmını SD ve %14,3'lük kısmını ise İstihbarat puanlarından meydana gelmektedir. Yukarıda belirtilen kriterlerin oransal ağırlıkları ondalıklı olarak Şekil 4'te detaylıca sunulmuştur [2].



Şekil 4. Kredi Talebinde Baz Alınan Oranlar [2].

TK risk analizinde, bir kamu bankasına kredi talebinde bulunan on farklı kuruluşun, kredi talepleri analiz edilerek incelenmiştir. Elde edilen veriler ışığında TK'in risk analiz hesaplamaları yapılmış, RM oluşturulmuştur. RM ile bir kuruluşun kredi talebi RM tablosundaki verilere bakılarak karar verilir. Daha sonra Bulanık-AHP ile RM'deki sonuçlar çeşitli risk türleri ile entegre edilerek risk analizleri nihai hale getirilir. Kredi taleplerini değerlendirecek kamu bankasında kullanılan puanlama sistemi Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. İstihbarat bilgisine göre puanlama sistemi

İstihbarat Durumu	AAA	AA	A	BBB	BB	B
KR için Puan Değeri	6	5	4	3	2	1

Tablo 5'te görüleceği gibi puanlama ölçeği 1 ile 6 aralığında seçilmiştir. Bu puanlama sistemi, uzman ve analist görüşleri ve kamu bankasının kredi kullandırırken tercih etmiş olduğu kriterlere göre oluşturulmuştur. İstihbarat puanı altı farklı harflendirme sistemi ile tanımlanmıştır. Kredi taleplerini karşılayacak olan kamu bankasında kullanılan teminat sistemi Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Bankanın teminat sistemi

Teminat Durumu	Birden fazla	Sadece bir tane	Teminat yok
Puan Değeri	3	2	1

Tablo 6'da uzman ve istihbarat personeli tarafından önerilen teminat puan değerleri 1 ile 3 aralığında değişmektedir. Kredi taleplerini karşılayacak olan kamu bankasının Risk Bölgeleri (RB) ve RS değerleri ve bunlara bağlı Risk Dönme Hızı (RDH) Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. Bir kamu bankasının RB ve RS değerleri

RB	RS	TANIM
1.	$18 \leq RS \leq 15$	ÇOK YÜKSEK RDH
2.	$14 \leq RS \leq 9$	YÜKSEK RDH
3.	$8 \leq RS \leq 4$	ORTA RDH
4.	$3 \leq RS \leq 1$	DÜŞÜK RDH

Tablo 7’de RB dört farklı düzeyde tanımlanmıştır. 1.RB, çok yüksek bir RDH’ye sahip olup RS yüksektir. 4. RB, düşük bir RDH’ye sahip olup RS düşüktür. TK’de risk analizinin AHS metodu ile uygulanmadan önce ilgili firma hakkında detaylı bilgilere ulaşabilmede kamu bankasının özel sorgulama programı yardımıyla bilgiler elde edilmektedir. Analiz yapılan on farklı kuruluş için RS puanları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Analiz yapılan on farklı kuruluş için RS Puanları

Kuruluşlar	RS Puanları
A-Kuruluşu	0,31
B-Kuruluşu	0,42
C-Kuruluşu	0,38
D-Kuruluşu	0,63
E-Kuruluşu	0,38
F-Kuruluşu	0,53
G-Kuruluşu	0,25
H-Kuruluşu	0,38
I-Kuruluşu	0,65
J-Kuruluşu	0,53

Ana ve alt süreçlerin tanımlanmasından sonra hiyerarşik yapı oluşturulur ve AHP’de temel aşama olarak ikili ve bulanık-ikili karşılaştırma matrisleri elde edilir. İlk olarak her süreçte yer alan alt süreçler karşılaştırıldıktan sonra süreçler kendi arasında karşılaştırılır ve üç temel süreç kendi aralarında karşılaştırılır ve her bir süreç için ayrı ayrı önem dereceleri oluşturulur. İkili karşılaştırma matris ve bulanık-ikili karşılaştırma matrisi oluşturulurken baz alınan bir kamu bankasının Kurumsal ve TK bölümünde görevli on uzmanın kredi taleplerini incelemesi ile ilgili görüş ve önerileri, bankanın takip ettiği kredi risk analizi politikaları dikkate alınarak analiz yapılmıştır. Hesaplama işlemlerinde, Excel programından faydalanılmıştır. Finansal Oran (FO) ana süreci Likidite Oran (LO), Kaldıraç Oran (KO), Faaliyet Oranı (FAO) ve Karlılık Oranı (KAO) olarak dört süreçten oluşmaktadır.

3.1 Bulanık-AHP Uygulaması (Fuzzy-AHP Application)

Ana ve alt kriterler için finansal oranlar, Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9. Ana ve alt kriterler için finansal oranlar

Kriterler	Alt Kriterler-Oranlar	Kriterler	Alt Kriterler-Oranlar
LO	LO-1: Cari	FAO	FAO-1: Stok Devir
	LO-2: Asit Test		FAO-2: Alacak Devir
	LO-3: Nakit O		FAO-3: Net Çalışma Sermayesi Devir
	LO-4: Stok Bağımlılık		FAO-4: Aktif Devir
FAO-5: Öz Kaynak Devir			
KO	KO-1: Uzun Vadeli Yabancı Kaynaklar / Devamlı Sermaye	KA0	KA0-1: Net Kar / Öz Kaynak
	KO-2: Özkaynaklar / Aktif Varlık Toplamı		KA0-2: Net Kar / Net Satışlar
	KO-3: Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar / Pasif Kaynak Toplamı		KA0-3: Net Kar / Aktif Varlık Toplamı

KO-4: Maddi Duran Varlıklar / Uzun
Vadeli Yabancı Kaynaklar
KO-5: Öz Kaynak / Yabancı Kaynak
Toplam
KO-6: Duran Varlıklar / Devamlı
Sermaye
KO-7: Banka Kredileri / Aktif Varlık

KA0-4: Faaliyet Karı / Net Satışlar
KA0-5: Satılan Malın Maliyeti / Net
Satış
KA0-6: Faiz Giderleri / Net Satışlar
KA0-7: Faiz ve Vergiden Önce Elde
Edilen Kar / Faiz Gider,

Süreçler ve tutarlılık seviyesi tanımlanırken bulanık önem derecesinde bankanın temel aldığı değerler ele alınmıştır. Örneğin LO2 sürecinin değeri tanımlanırken bulanık üçgensel sayılar olarak (1;3;5) değerleri için ortanca değer ($m = 3$), en üst değer ($x = 5$) ve en alt değer ($y=1$) dikkate alınarak Eşitlik 9 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$U_m^{xy} = 1/(x-y)/(m-y) = 1/(5-1)/(3-1) = 1/2 \quad (9)$$

AHP, ağırlıklı puan değerleri incelendiğinde, kamu bankasının temel aldığı sürecin alt süreçlerinin oransal yüzdeleri kullanılmıştır. Örneğin Likidite ana kriterinde olan LO'nun alt kriterlerinde LO1 cari oran için LO kriterinin %32,5'ini, LO2 Asit test alt kriterinde LO kriterinin %51,3'ünü, LO3 Nakit oran alt kriterinde LO kriterinin %12,2'sini ve LO4 Stok bağımlılık alt kriterinde LO kriterinin %4'üne karşılık gelmektedir. Diğer kriterlerin belirlenmesinde de aynı hesaplamalar yapılmıştır. Banka verilere göre LO kriteri ve alt kriterlerinin AHS-Ağırlıklı değer puanları, ikili ve bulanık-ikili matrisleri sonucu hesaplanarak Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. LO kriteri alt kriterlerinin ağırlıklı puanları

LO	LO-1	LO-2	LO-3	LO-4	AHS-Ağırlıklı Puan
LO-1	(1;1;1)	(1;3;5)	(3;5;7)	(5;7;9)	0,33
LO-2	(1;3;5)	(1;1;1)	(3;5;7)	(7;9;9)	0,51
LO-3	(3;5;7)	(3;5;7)	(1;1;1)	(3;5;7)	0,12
LO-4	(5;7;9)	(7;9;9)	(3;5;7)	(1;1;1)	0,04
Tutarlılık Oranı					0,06

Tablo 10'da LO kriteri, bankadan elde edilen bilgilere göre dört farklı alt kriter yardımıyla bulanık değerler belirlenmiş ve AHP-ağırlıklı değer puanları oluşturulmuştur. Puan değerleri ana tabloda birleştirilmiştir. Tutarlılık oran değeri, bankadaki uzman ve istihbarat personelinin görüş ve önerileri ve banka değer oranlarına göre elde edilmiştir. Örneğin, LO-1 için ağırlıklı değer puanı 10 numaralı Eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$LO-1 = 1/1 + 1/(1/2) + 1/(1/4) + 1/(1/7) = 14 \quad (10)$$

Eşitlik 10'da hesaplanan, LO-1 puanı, bankanın baz aldığı standart değer, 0,02321 ile çarpılıp 0,33 değeri bulunmuştur. Diğer, AHS-Ağırlıklı puanların hesaplanmasında aynı işlemler yapılmıştır. Banka verilere göre KO kriteri ve alt kriterlerinin AHP-Ağırlıklı değer puanları, ikili ve bulanık-ikili matrisleri sonucu hesaplanarak Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. KO kriteri ve alt kriterlerin ağırlıklı puanları

	KO-1	KO-2	KO-3	KO-4	KO-5	KO-6	KO-7	AHP-Ağırlıklı Puan
KO-1	(1;1;1)	;3;5)	;3;5)	;5;7)	;3;5)	(3;5;7)	(1;3;5)	0,16
KO-2	(1;3;5)	(1;1;1)	(3;5;7)	;7;9)	(1;3;5)	;7;9)	(3;5;7)	0,35
KO-3	1;3;5)	;5;7)	(1;1;1)	;5;7)	;5;7)	;3;5)	(1;3;5)	0,07
KO-4	(3;5;7)	;7;9)	;5;7)	;1;1)	;7;9)	;3;5)	(3;5;7)	0,03
KO-5	(1;3;5)	;3;5)	;5;7)	;7;9)	(1;1;1)	(3;5;7)	(1;3;5)	0,24
KO-6	(3;5;7)	;7;9)	;3;5)	;3;5)	;5;7)	;1;1)	(1;3;5)	0,04
KO-7	(1;3;5)	;3;5)	;3;5)	;5;7)	(1;3;5)	(1;3;5)	(1;1;1)	0,11

Tablo 11’de KO, kriteri bankadan alınan bilgilere göre yedi alt kriter yardımıyla bulanık değerler alınmış ve AHS-ağırlıklı değer puanları oluşturulmuştur. Puan değerleri ana tabloda birleştirilmiştir. Tutarlılık oran değeri, bankadaki uzman ve istihbarat personelinin görüş ve önerileri ve banka değer oranlarına göre elde edilmiştir. Örneğin, KO-1 için ağırlıklı değer puanı Eşitlik 11’deki gibi hesaplanmıştır.

$$KO-1 = 1/1 + 1/(1/3) + 1/3 + 1/5 + 1/(1/2) + 1/4 + 1/2 = 7,3 \quad (11)$$

Eşitlik 11’de hesaplanan, *KO-1* puanı, bankanın baz aldığı standart değer, 0,0215 ile çarpılıp 0,16 değeri bulunmuştur. Diğer AHS-Ağırlıklı puanların hesaplanmasında aynı işlemler yapılmıştır. Banka verilere göre FAO kriteri ve alt kriterlerinin AHS-Ağırlık değer puanları, ikili ve bulanık-ikili matrisleri sonucu hesaplanarak Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. FAO kriteri ve alt kriterlerin ağırlıklı değer puanları

FAO	FAO-1	FAO-2	FAO-3	FAO-4	FAO-5	AHP Ağırlıklı Puan
FAO-1	(1;1;1)	(1;3;5)	(3;5;7)	(3;5;7)	(1;3;5)	0,05
FAO-2	(1;3;5)	(1;1;1)	(3;5;7)	(1;3;5)	(1;3;5)	0,13
FAO-3	(3;5;7)	(3;5;7)	(1;1;1)	(3;5;7)	(3;5;7)	0,49
FAO-4	(3;5;7)	(1;3;5)	(3;5;7)	(1;1;1)	(1;3;5)	0,22
FAO-5	(1,3,5)	(1;3;5)	(3;5;7)	(1;3;5)	(1;1;1)	0,11
Tutarlılık Oranı						0,07

Tablo 12’de FAO, kriteri bankadan alınan bilgilere göre dört alt kriter yardımıyla bulanık değerler almış ve AHP-ağırlıklı değer puanı oluşturulmuştur. Bu puan değerleri ana tabloda birleştirilmiştir. Tutarlılık oran değeri, bankadaki uzman ve istihbarat personelinin görüş ve önerileri ve banka değer oranlarına göre elde edilmiştir. Örneğin, FAO-1 için ağırlıklı değer puanı Eşitlik 12’de hesaplanmıştır.

$$FAO-1 = 1/1 + 1/(1/3) + 1/(1/5) + 1/(1/4) + 1/(1/3) = 16 \quad (12)$$

Eşitlik 12’de hesaplanan, *FAO-1* puanı, bankanın baz aldığı standart değer, 0,0034 ile çarpılıp 0,05 değeri bulunmuştur. Diğer AHP-Ağırlıklı puanların hesaplanmasında aynı işlemler yapılmıştır. Banka verilere göre KAO kriteri ve alt kriterlerinin AHP-Ağırlık değer puanları, ikili ve bulanık-ikili matrisleri sonucu hesaplanarak Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13. KAO kriteri ve alt kriterlerin ağırlıklı değer puanları

KAO	KAO-1	KAO-2	KAO-3	KAO-4	KAO-5	KAO-6	KAO-7	AHP Ağırlıklı Puan
KAO-1	(1;1;1)	(3;5;7)	(1;3;5)	(3;5;7)	(3;5;7)	(3;5;7)	(5;7;9)	0,12
KAO-2	(3;5;7)	(1;1;1)	(3;5;7)	(1;3;5)	(5;7;9)	(5;7;9)	(5;7;9)	0,37
KAO-3	(1;3;5)	(3;5;7)	(1;1;1)	(1;3;5)	(3;5;7)	(3;5;7)	(3;5;7)	0,15
KAO-4	(3;5;7)	(1;3;5)	(1;3;5)	(1;1;1)	(3;5;7)	(3;5;7)	(5;7;9)	0,26
KAO-5	(3;5;7)	(5;7;9)	(3;5;7)	(3;5;7)	(1;1;1)	(1;1;1)	(1;3;5)	0,04
KAO-6	(3;5;7)	(5;7;9)	(3;5;7)	(3;5;7)	(1;1;1)	(1;1;1)	(1;3;5)	0,04
KAO-7	(5;7;9)	(5;7;9)	(3;5;7)	(5;7;9)	(1;3;5)	(1;3;5)	(1;1;1)	0,03
Tutarlılık Oranı								0,07

Tablo 13'te KAO, kriteri bankadan alınan bilgilere göre yedi alt kriter yardımıyla bulanık değerler alınmış ve AHS-ağırlıklı değer puanı oluşturulmuştur. Bu puan değerleri ana tabloda birleştirilmiştir. Tutarlılık oran değeri, bankadaki uzman ve istihbarat personelinin görüş ve önerileri ve banka değer oranlarına göre elde edilmiştir. Örneğin, KAO-1 için ağırlıklı değer puanı Eşitlik 13'te hesaplanmıştır.

$$KAO-1 = 1/(1/3) + 1/(1/5) + 1/5 + 1/5 + 1/6 = 14,6 \quad (13)$$

Eşitlik 13'te hesaplanan, *FAO-1* puanı, bankanın baz aldığı standart değer, 0,008 ile çarpılıp 0,12 değeri bulunmuştur. Diğer AHS-Ağırlıklı puanların hesaplanmasında aynı işlemler yapılmıştır. Banka verilere göre FO kriteri ve alt kriterlerinin AHP-Ağırlık değer puanları, ikili ve bulanık-ikili matrisleri sonucu hesaplanarak Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. FO Süreci Alt Süreçlerinin Ağırlıklı Değer Puanları

FO	LO	KO	FAO	KAO	AHP Ağırlıklı Puan
LO	(1;1;1)	(1;3;5)	(1;3;5)	(1;3;5)	0,44
KO	(1;3;5)	(1;1;1)	(1;3;5)	(1;3;5)	0,31
FAO	(1;3;5)	(1;3;5)	(1;1;1)	(1;3;5)	0,10
KAO	(1;3;5)	(1;3;5)	(1;3;5)	(1;1;1)	0,15
Tutarlılık Oranı					0,05

Öğreneğin LO kriterinin ağırlıklı değer puanı Eşitlik 14'te hesaplanmıştır.

$$LO = 1/1 + 1/2 + 1/3 + 1/3 = 2,167 \quad (14)$$

Eşitlik 14 yardımıyla hesaplanan LO puanı, bankanın kullandığı standart değer olarak elde edilen 0,2025 ile çarpılıp 0,439 değeri hesaplanmıştır. Diğer, ağırlıklı puanların hesaplanmasında aynı işlemler yapılmıştır. Tablo 14'te verilen FO puanları, LO, KO, FAO ve KAO kriterleri entegre edilerek hesaplanmıştır. Hesaplanan puanlar, diğer ana süreçlerin ağırlıklı değer puanları ölçüldükten sonra A ve B kuruluşu için en son risk puanının belirlenmesinde kullanılmıştır. Örneğin, LO-1 için ağırlıklı değer puanı Eşitlik 15'te hesaplanmıştır.

$$LO-1 = 1/1 + 1/2 + 1/3 + 1/3 = 2,17 \quad (15)$$

Eşitlik 15'te hesaplanan, *LO-1* puanı, bankanın baz aldığı standart değer, 0,2025 ile çarpılıp 0,44 değeri bulunmuştur. Diğer, AHS-Ağırlıklı puanların hesaplanmasında aynı işlemler yapılmıştır.

Kredi talebinde bulunan kuruluşların Bulanık-AHP metoduna göre Nihai Risk Puanı (NRP) Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15. On farklı kuruluş için nihai risk puanları

Kuruluşlar	NRP
A-Kuruluşu	0,385
B-Kuruluşu	0,034
C-Kuruluşu	0,117
D-Kuruluşu	0,256
E-Kuruluşu	0,154
F-Kuruluşu	0,227
G-Kuruluşu	0,087
H-Kuruluşu	0,079
I -Kuruluşu	0,208
J-Kuruluşu	0,245

3.2 Bulanık-TOPSIS Uygulaması

Uygulamada kullanılacak Kriterler (K) aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

Kriterler (K)	Bu kriterlerin bulanık sembolleri
K1: LO	ÇB: Çok Büyük
K2: KO	B: Büyük
K3: FAO	AB: Az Büyük
K4: KAO	K: Küçük
K5: Moralite	
K6: Ortaklık Yapısı	
K7: Teminat Yapısı	

A kuruluşunun yukarıdaki işlemlere ve bankadan elde edilen verilere göre Bulanık-TOPSIS yöntemi kullanılarak kredi risk puanı hesaplanmıştır. Kriterlere ait bulanık ifade ve sayılar Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. A kuruluşunun önem ağırlıklarına göre kredi bulanık değerleri

Kriterler	Bulanık Tanımlar	Bulanık Sayılar
K1	Çok Büyük	1,00; 1,00; 1,00
K2	Büyük	0,75; 1,00; 1,00
K3	Küçük	0,50; 0,50; 0,75
K4	Büyük	0,75; 1,00; 1,00
K5	Az Büyük	0,50; 0,75; 1,00
K6	Küçük	0,50; 0,50; 0,75
K7	Çok Büyük	1,00; 1,00; 1,00

Tablo 16’da A kuruluşunun yedi adet kritere göre bulanık değerleri verilmiştir. Kriterlere, bulanık yöntem kullanılarak bulanık sayı değerleri ve karşılığında Çok Büyük, Büyük, Az Büyük ve Küçük olmak üzere dört farklı mantıksal ifade yer almıştır. A kuruluş için POİÇ ve NİÇ değerleri Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. A kuruluşu için POİÇ ve NİÇ değerleri

ÇÖZÜMLER	POİÇ-Y_i^+	NİÇ-Y_i^-	Y_i
Y ₁	1,000	0,000	0,80
Y ₂	1,000	0,750	0,79
Y ₃	0,750	0,500	0,85
Y ₄	1,000	0,750	0,56
Y ₅	1,000	0,500	0,74
Y ₆	0,750	0,500	0,46
Y ₇	1,000	0,000	0,15

Tablo 17’de A kuruluşunun 7 yedi temel süreçte Y_i ağırlıklı normalize edilmiş sıralama, kriter ağırlığı ve alternatif incelemeler bankadan elde edilen verilere göre belirlenmiştir. POİÇ hesaplanırken Tablo 17’de verilmiş olan bulanık sayılardan ilgili sürecin karşılığı olan bulanık rakamların en büyüğü, NİÇ hesaplanırken Tablo 17’de verilmiş olan bulanık sayılardan ilgili sürecin karşılığı olan bulanık sayıların en küçüğü, eğer en küçüğü eğer mevcut değil ise 0 değeri verilmektedir. Banka tarafından kriterlerde belirlenen oranlar A kuruluşunun mali yapısal durumu, firmanın sektörde yer aldığı duruma ve geçmiş piyasa performansına bağlı olarak ele alınmaktadır.

-Y₁ çözümü hesaplanırken $Y_1 = W_1 * R_1$ formülünden çıkan sonuç olan LO kriterinin ağırlıklı değer puanı 0,44 ile bankanın LO için belirlediği 1,82 değeri çarpılarak 0,80 değeri elde edilmiştir.

-Y₂ çözümü hesaplanırken, KO kriterinin ağırlıklı değer puanı 0,31 değeri ile bankanın KO için belirlediği 2,56 değeri ile çarpılarak 0,79 değeri elde edilmiştir.

-Y₃ çözümü hesaplanırken, FO kriterinin ağırlıklı değer puanı 0,10 ile bankanın FO için belirlediği 8,19 değeri ile çarpılarak 0,85 değeri elde edilmiştir.

-Y₄ çözümü hesaplanırken, KAO sürecinin ağırlıklı değer puanı 0,146 ile bankanın KAO için belirlediği 3,86 değeri ile çarpılarak 0,56 değeri elde edilmiştir.

-Y₅ çözümü hesaplanırken, Moralite kriterinin ağırlıklı puanı 0,627 ile bankanın Moralite için belirlediği 1,182 değeri ile çarpılarak 0,74 değeri elde edilmiştir.

-Y₆ çözümü hesaplanırken, Ortaklık yapısı kriterinin ağırlıklı puanı 0,280 ile bankanın Ortaklık yapısı için belirlediği 1,63 değeri ile çarpılarak 0,46 değeri elde edilmiştir.

-Y₇ çözümü hesaplanırken, Teminat yapısı kriterinin ağırlıklı puanı 1 değeri ile bankanın Teminat yapısı için belirlediği 0,145 değeri ile çarpılarak 0,15 değeri elde edilmiştir. A kuruluş için POİÇ ve NİÇ sıralama değerleri Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18.A kuruluşu için POİÇ ve NİÇ sıralama değerleri

Alternatifler	D ⁺	D ⁻	V _i	Sıralaması
K1	0,20	0,80	0,80	1
K2	0,20	0,05	0,18	5
K3	0,10	0,35	0,78	2
K4	0,44	0,19	0,30	4
K5	0,26	0,24	0,48	3
K6	0,29	0,04	0,13	7
K7	0,86	0,15	0,15	6

Tablo 18'de A kuruluşunun yedi temel kriter kullanılarak POİÇ ve NİÇ'e uzaklığı olarak tanımladığı değerler olan D⁺ ve D⁻ her bir alternatifin tercih değeri olan V_i, TOPSIS yöntemindeki formülasyon kullanılarak elde edilmiştir.

D⁺ değerleri Eşitlik 6 kullanılarak elde edilmiştir.

D⁻ değerleri Eşitlik 7 kullanılarak elde edilmiştir.

V_i değerleri Eşitlik 8 kullanılarak elde edilmiştir.

Her bir alternatif, V_i değerleri yardımıyla sıralanmıştır. Sıralamanın sonucu olarak V_i değeri en yüksek olan K1, birinci sırada olup, V_i değeri en düşük olan K6 sonuncu sırada olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre A kuruluşunu V_i değeri en yüksek olan K1 (LO), puan değeri 0,80 olarak kredi değerine sahip olup, banka bu kuruluşun, Bulanık-TOPSIS yöntemine göre kredi talebine olumlu cevap verebilir.

Kuruluşların, Bulanık-TOPSIS metoduna göre hesaplanan kredi NRP değerleri Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. On Farklı kuruluş için Bulanık-TOPSIS metoduna göre NRP

Kuruluşlar	NRP
A-Kuruluşu	0,80
B-Kuruluşu	1,09
C-Kuruluşu	1,36
D-Kuruluşu	1,47
E-Kuruluşu	1,08
F-Kuruluşu	2,25
G-Kuruluşu	1,38
H-Kuruluşu	1,21
I -Kuruluşu	2,68
J-Kuruluşu	1,17

Bulanık-AHP metoduna göre kuruluşlara kredi taleplerinin değerlendirilmesinde, kuruluşun sektör puanı ve kuruluş puanı olarak iki farklı hesaplama yapılmıştır. Yapılan işlemler sonucunda, kuruluşların NRP'ları hesaplanmıştır. Bulunan değerler, Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo20. Bir kamu bankasında on farklı kuruluş için Bulanık-AHP ile NRP değerleri

Kuruluşlar	NRP
A-Kuruluşu	0,385
B-Kuruluşu	0,034
C-Kuruluşu	0,118
D-Kuruluşu	0,257
E-Kuruluşu	0,154
F-Kuruluşu	0,228
G-Kuruluşu	0,087
H-Kuruluşu	0,080
I -Kuruluşu	0,208
J-Kuruluşu	0,245
Sektör Puanı	0,98

Araştırmada, kredi talebinde bulunan kuruluşların başvurularının değerlendirilmesi için bankanın, Bulanık-AHS metodu yardımıyla değerlendirme yapması gerektiği konusunda görüş ve önerilerde bulunulmuştur. Kredi isteğinde bulunan kuruluşların, kredinin ön incelenmesinden istihbarat aşaması da dahil analizi yapılmış, kuruluşların kredi riskleri Bulanık-AHS metoduyla değerlendirilmiş ve NRP değeri her kuruluş için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Tablo 20'deki değerler incelendiğinde, on farklı kuruluşun NRP değerlerine göre banka açısından kredi verebilmeye için en uygun kuruluşun, NRP değeri 0,385 olan A firmasının olduğu belirlenmiştir. A kuruluşunun, NRP değeri en yüksek seviyede olduğu için kredi verilebilecek firmalar arasında diğer dokuz firmaya göre en iyi düzeydedir. Bundan dolayı Bulanık-AHP metoduna göre bankanın A kuruluşuna kredi vermesi uygun bulunmuştur.

Araştırmada, Bulanık-TOPSIS metodu yardımıyla on farklı kuruluş analiz edilmiş ve yedi ana kriter kullanılarak gerekli hesaplamalar yapılmış kuruluşlar için en iyi alternatif değeri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, Tablo 21'de verilmiştir.

Tablo 21. Bir kamu bankasında on farklı kuruluş için Bulanık-TOPSIS ile NRP değerleri

Kuruluşlar	NRP
A-Kuruluşu	0,80
B-Kuruluşu	1,09
C-Kuruluşu	1,36
D-Kuruluşu	1,47
E-Kuruluşu	1,08
F-Kuruluşu	2,25
G-Kuruluşu	1,38
H-Kuruluşu	1,21
I -Kuruluşu	2,68
J-Kuruluşu	1,17

Tablo 21’de on farklı kuruluş için Bulanık-TOPSIS yöntemi ile hesaplanan NRP verilmiştir. NRP değerine göre en yüksek tercih puanına sahip kuruluş 2,68 puan ile I firması iken en düşük tercih puanı hesaplanan kuruluş da 0,80 puan ile A firması olmuştur.

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Kredi alabilmek için bir kamu bankasına başvuruda bulunan boya ve vernik benzeri kaplayıcı maddeler imalatı yapan on farklı kuruluş için kredi risk analizleri, uzman personel ve istihbarat personelinin görüş ve önerileri yardımıyla Bulanık-AHP ve Bulanık-TOPSIS metotları yardımıyla yapılmıştır. On farklı kuruluş için Bulanık-AHP ve Bulanık-TOPSIS metotları ile kredi risk puanları A kuruluşu için Bulanık-AHP ile 0,3857 ve I kuruluşu içinde Bulanık-TOPSIS metodu ile 2,680 olarak en yüksek değerler hesaplanmıştır. Bulanık-AHP, ağırlıklandırmayı kendi yöntemlerine göre yapmakta fakat Bulanık-TOPSIS ise ağırlıklandırmayı dışarıdan aldığı bilgilere göre yaptığından dolayı banka için dezavantaj olmaktadır. Ancak, bankanın kredi risk analizi incelemesi noktasında bir avantaj olarak görülmektedir. Uygun olan metodun, banka için kredi verilebilir politikaları doğrultusunda belirlenmesinin faydalı olacağı düşünülmüştür.

İleride yapılacak araştırmalarda, Bulanık-AHP ve Bulanık-TOPSIS dışında diğer COPRAS, DEMATEL, ELECTRE, VIKOR gibi çok kriterli karar verme teknikleri, banka kredi risk analizlerinin belirlenmesinde, bulanık karar değişkenleri ile kullanılabilir. Ayrıca bu araştırmada önerilen, Bulanık-AHP ve Bulanık-TOPSIS metotları da melez olarak banka kredi risk analizlerinde kullanılarak kıyaslamalar yapılabilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Anonim. “Principles for the management of credit risk”, *Risk Management Group of the Basel Committee on Banking Supervision*, Basel, 2000. Erişim adresi: <https://www.bis.org/publ/bcbs75.pdf>
- [2] Anonim. “Ticari Krediler İzahnamesi”, *Vakıfbank Faaliyet Raporu Yayınları*, 272, 2005.
- [3] Y. T. İç, M. Yurdakul, “Analitik hiyerarşi süreci (AHS) yöntemini kullanan bir kredi değerlendirme sistemi”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 15 (1): 1-14, 2000.
- [4] M.S. Sekreter, G. Akyüz, E.İ. Çetin, “Şirketlerin Derecelendirilmesine İlişkin Bir Model Önerisi: Gıda Sektörüne Yönelik Bir Uygulama”, *Akdeniz İİBF Dergisi*, 8: 139-155, 2004.

- [5] M. Atan, U. Maden, “Bireysel ve Kurumsal Kredibilitenin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Çözümlemesi”, *4. İstatistik Kongresi, İstatistik Mezunları Derneği ve Türk İstatistik Derneği*, Belek, Antalya. 1-6, 2005.
- [6] G. Liu, Z. Zhou, X. Song, Y. Shi, “A Fuzzy Comprehensive Evaluation Method on Firms Credit Sale Risk”, *Lecture Notes in Computer Science*. 4489: 1062-1068, 2007.
- [7] N. Girginer, “Ticari kredi taleplerinin değerlendirmesine çok kriterli yaklaşım: Özel ve Devlet Bankası Karşılaştırması”, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*. Eskişehir 37: 11, 2008.
- [8] K. Mandic, B. Delibasic, S. Knezevic, S. Benkovic, “Analysis of the financial parameters of Serbian banks through the application of the fuzzy AHP and TOPSIS methods”, *Economic Modelling Article*, University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences, Belgrade, 30-37, 2014.
- [9] E. Karakış, Z. G. Göktolga, “Bankaların Ticari Kredi Verme Davranışlarının Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS ile İncelenmesi”, *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 18 (2): 75- 98, 2017.
- [10] A. Sarucan, M. E. Baysal, O. Engin, “Physician selection with a neutrosophic multi-criteria decision making method”, *Intelligent and Fuzzy Techniques: Smart and Innovative Solutions, Proceedings of the INFUS Conference*, Istanbul, Turkey. AISC 1197, Springer Nature Switzerland, 319- 327, 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51156-2_38
- [11] A. Sarucan, M. E. Baysal, O. Engin, “Yol üstü yapı tercihlerinin bulanık AHS yöntemi ile belirlenmesi”, *6th International GAP Engineering Conference-GAP2018*, gap2018.harran.edu.tr, 667- 672, 2018.
- [12] A. Yarız “Bankacılıkta Risk Yönetimi: Risk Yönetimi Uygulaması”, *Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü E-Dergisi*. İstanbul, 1(1), 2011.
- [13] NHS. “A Risk Matrix For Risk Managers”, *National Patient Safety Agency Reports*, London, 2008.
- [14] A. H. Kökçam, O. Engin, “A Hybrid Algorithm for Solving Resource- Constrained Project Scheduling Problems with Fuzzy Activity Durations: An Application in Disc Mower Manufacturing Project”. *J. of Mult.-Valued Logic & Soft Computing*. 39, 561–590, 2022.
- [15] A. Sarucan, M. E. Baysal, O. Engin, “A spherical fuzzy TOPSIS method for solving the physician selection problem”, *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*. 42 (1): 181- 194, 2022. DOI: 10.3233/JIFS-219185
- [16] O. Engin, A. Sarucan, M. E. Baysal, “Türkiye için çok kriterli karar verme yöntemleri ile yenilenebilir enerji alternatiflerinin analizi”, *Journal of Social and Humanities Science Research*, 5 (23): 1223-1231, 2018. <https://doi.org/10.26450/jshsr.476>
- [17] O. Engin, R. C. Durmaz, “An Occupational Safety Fuzzy Risk Analysis: An Application in a Building Construction Sites”, *Celal Bayar University Journal of Science*. 19 (2) 159-165, 2023. DOI: 10.18466/cbayarfbe.1213357
- [18] M. H. Vahidnia, A. A. Alesheikh, “Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives”, *Journal of Environmental Management*. 3048-3056, 2009.
- [19] M. E. Baysal, İ. Kaya, C. Kahraman, A. Sarucan, O. Engin, “A two phased fuzzy methodology for selection among municipal projects”, *Technological and Economic Development of Economy*, 21(3): 405–422, 2015. doi:10.3846/20294913.2014.909902
- [20] C. L. Hwang, K. Yoon, “Multiple Attribute Decision Making: Methods and Application”, *Springer-Verlag, New York*. 1981. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9>
- [21] S. Uyun, I. Riadi, “A Fuzzy Topsis Multiple-Attribute Decision Making For Scholarship Selection”, *Telkomnika-Informatics Department*. Yogyakarta, Indonesia, 9: 37-46, 2011.