**BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ**

****

**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME ALGORİTMALARININ TEDARİKÇİ PORTALINA UYGULANMASI**

**LİSANS BİTİRME ÇALIŞMASI**

**İhsan Oğuz AKPINAR**

|  |
| --- |
| **Bilgisayar Mühendisliği Bölümü** |
|  |
|  |
|  |

**Temmuz 2022**

**BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**MÜHENDİSLİK VEDOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ**

**İhsan Oğuz AKPINAR**

**18360859004**

**LİSANS BİTİRME ÇALIŞMASI**

**Temmuz 2022**

****

**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME ALGORİTMARININ TEDARİKÇİ PORTALINA UYGULANMASI**

|  |
| --- |
| **Bilgisayar Mühendisliği Bölümü** |
|  |

**Danışman: Prof. Dr. Turgay Tugay BİLGİN**

BTÜ, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü’nün 18360859004 numaralı öğrencisi İhsan Oğuz AKPINAR, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME ALGORİTMALARININ TEDARİKÇİ PORTALINA UYGULANMASI”başlıklı bitirme çalışmasını aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Danışmanı : Prof. Dr. Turgay Tugay Bilgin** ..............................

Bursa Teknik Üniversitesi

**Dr. Öğr. Hayri Volkan AGUN** ..............................

Bursa Teknik Üniversitesi

**BM Bölüm Başkanı : Prof. Dr. Turgay Tugay Bilgin** ..............................

Bursa Teknik Üniversitesi ....../......../.......

**Savunma Tarihi :** 07 Temmuz 2022

**Jüri Üyeleri : Dr. Öğr. Ergün Gümüş** .............................

Bursa Teknik Üniversitesi

**İNTİHAL BEYANI**

Bu bitirme çalışmasında görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, bitirme çalışması içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri bitirme çalışmasında kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: İhsan Oğuz AKPINAR

İmzası :

ÖNSÖZ

Bu tez merhum babaannem Aysel AKPINAR’a ve her zaman yanımda olan sevgili aileme ithaf edilmiştir.

Bölüm başkanı Turgay Tugay BİLGİN başta olmak üzere lisans eğitim sürecim boyunca desteklerini esirgemeyen tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Temmuz 2022 İhsan Oğuz AKPINAR

İÇİNDEKİLER

**Sayfa**

[1. GİRİŞ… 1](#_Toc108090824)

[2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME 2](#_Toc108090825)

[3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME ALGORİTMALARI 4](#_Toc108090826)

[3.1 Analitik hiyerarşi süreci 4](#_Toc108090827)

[3.1.1 Analitik hiyerarşi süreci neyi kullanır 4](#_Toc108090828)

[3.1.2 Standart tercih tablosu 4](#_Toc108090829)

[3.2 BULANIK TOPSIS 10](#_Toc108090830)

[3.2.3 Bulanık TOPSIS nedir? 14](#_Toc108090831)

[3.2.4 Hesaplamalar 15](#_Toc108090832)

[3.3 VIKOR 19](#_Toc108090833)

[3.3.1 Giriş 19](#_Toc108090834)

[3.3.2 Hesaplamalar 19](#_Toc108090835)

[4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERMENİN UYGULANIŞI 23](#_Toc108090836)

[4.1 Analitik Hiyerarşi Süreci 23](#_Toc108090837)

[4.2 Bulanık İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performans Tekniği ve Vikor 26](#_Toc108090838)

[5. SONUÇLAR 28](#_Toc108090839)

KISALTMALAR

**JSON :** JavaScript Object Notation

**AHP :** Analytical Hierarchy Process

**TOPSIS :** Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution

ŞEKİL LİSTESİ

[Şekil 1: Standart tercih tablosu 5](#_Toc108090780)

[Şekil 2: Üstünlük durumu 5](#_Toc108090781)

[Şekil 3: Üstünlük durumları 6](#_Toc108090782)

[Şekil 4: Sütun toplamları 7](#_Toc108090783)

[Şekil 5: Hücrelerin sütun toplamına bölümü 7](#_Toc108090784)

[Şekil 6: Satır ortalamaları 8](#_Toc108090785)

[Şekil 7: Tüm kriterler için hesaplama sonuçları 8](#_Toc108090786)

[Şekil 8: Kriterlerin birbirlerine baskınlığı 9](#_Toc108090787)

[Şekil 9: Satır ortalamaları 9](#_Toc108090788)

[Şekil 10: Kriter ağırlıkları 9](#_Toc108090789)

[Şekil 11: Kriter ağırlıklarının çarpımları 10](#_Toc108090790)

[Şekil 12: Satır toplamları 10](#_Toc108090791)

[Şekil 13: Önem ağırlıkları 15](#_Toc108090792)

[Şekil 14: Bulanık sayılar 16](#_Toc108090793)

[Şekil 15: Önem oranlarının bulanık karşılıkları 16](#_Toc108090794)

[Şekil 16: Bölüm sonucu değerler 16](#_Toc108090795)

[Şekil 17: Kriter ağırlıklarının dahil edilmiş hali 17](#_Toc108090796)

[Şekil 18: Kriter ağırklarının etkisinden sonra değerler 17](#_Toc108090797)

[Şekil 19: A\* ve A- değerleri 17](#_Toc108090798)

[Şekil 20: Aşağıdaki hesaplamalardan sonraki tablo 17](#_Toc108090799)

[Şekil 21: A- değerleri ile oluşan tablo 18](#_Toc108090800)

[Şekil 22: Oluşan iki tablo 18](#_Toc108090801)

[Şekil 23: d\* ve d- değerlerini içeren tablo 19](#_Toc108090802)

[Şekil 24: CC ve sonuçlar 19](#_Toc108090803)

[Şekil 25: Önem oranları 19](#_Toc108090804)

[Şekil 26: Önem oranlarının sayısal karşılıkları 20](#_Toc108090805)

[Şekil 27: f\*j ve f-j değerleri 20](#_Toc108090806)

[Şekil 28: Kriter ağırlarının eklenmesi 20](#_Toc108090807)

[Şekil 29: Oluşan ek tablo 21](#_Toc108090808)

[Şekil 30: S değerleri 21](#_Toc108090809)

[Şekil 31: S, R ve Q tablosu 21](#_Toc108090810)

[Şekil 32: S ve R değerleri 22](#_Toc108090811)

[Şekil 33: Q değerinin hesaplanması 22](#_Toc108090812)

[Şekil 34: Canlı sistemde önem seçme ekranı 24](#_Toc108090813)

[Şekil 35: Controllerda kod akışı 24](#_Toc108090814)

[Şekil 36: MCDM metodu 25](#_Toc108090815)

[Şekil 37: Kriter ağırlıklarının hesaplanması 26](#_Toc108090816)

[Şekil 38: Kriter ağırlıklarının bulanık sayılara dönüşümü 27](#_Toc108090817)

[Şekil 39: TOPSIS metodunun kendi alt metotlarını çağırması 28](#_Toc108090818)

[Şekil 40: Vikor metodunun kendi metotlarını çağırması 28](#_Toc108090819)

[Şekil 41: Alternatiflerin tutulduğu nesne 29](#_Toc108090820)

[Şekil 42: Final sonucunu hesaplayan kod parçası 30](#_Toc108090821)

[Şekil 43: Öneri yapılması durumunda ekrana çıkan yanıt 30](#_Toc108090822)

[Şekil 44: Öneri yapılamaması durumunda ekrana çıkan yanıt 30](#_Toc108090823)

**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME ALGORİTMALARININ TEDARİKÇİ PORTALINA UYGULANMASI**

ÖZET

Bu çalışmada Çok kriterli karar verme algoritmaları bir tedarikçi portalı üzerine entegre edilerek maksimum verimlilikte, matıksal ve matematiksel sonuçlar elde edilmeye ve rekabet ortamında rakiplerine üstünlük sağlanması çalışılmıştır. Bu süreçte tek bir metoda bağlı kalınmayarak birden fazla çok kriterli karar verme metodu kullanılarak bir metodun ürettiği sonucun diğeri çok kriterli karar verme metodu tarafından doğrulanması sağlanmıştır. Bu sayede olası hesap hataları veya çok kriterli karar verme metotlarının yapısı gereği bazı durumlarda olabilecek hesap hatalarının önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Çok kriterli karar verme işlemine “Analitlik Hiyerarşi Süreci” yani AHP ile değerlendirme sırasında kullanılacak olan kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması sırasında yer verilmiştir. Analitlik Hiyerarşi Süreci tarafından oluşturulan kriter ağırlıkları uygulamanın ikinci adımı olan çok kriterli karar verme metotlarından “Fuzzy TOPSIS” yani Bulanık İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performans Tekniği sırasında kullanılıcaktır. Bulanık İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performans Tekniği tarafından oluşturulan en iyi sonuç bir kenarda saklanacaktır. Bulanık Bulanık İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performans Tekniği tamamlandıktan sonra çok kriterli karar verme metodu olan VIKOR metodu çalışmaya başlayacaktır. VIKOR metodu tarafından oluşturulan en iyi üç sonuç, bir adım önce çalışıp sonuç üreten Bulanık Bulanık Bulanık İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performans Tekniği metodu ile karşılaştırılacaktır. Eğer herhangi bir eşleşme olmaz ise algoritma herhangi bir sonuç üretilemediğine dair geri bildirim yapmaktadır ve bu sayede kullanıcı olumlu veya olumsuz yönde bilgilendirilerek karar verme sürecine etki edilmeye çalışılmıştır. Eşleşme olur ise eşleşen firmanın ismi ekran gösterilecektir bu sayede olumlu yönde bildirim yapılabilecektir. Algoritma tarafından üretilen sonuç nihai karar olmamaktadır. Bir sonuç üretilmesine rağmen karar verici kararı beğenmeyerek veya algoritma tarafından işlenenmeyen bazı bilgirele dayanarak kendi istediği şekilde karar verebilmektedir. Hesaplamalar insan eli yapılmak için fazla karmaşık olabildiği ve yapılsa bilse dahi fazla zaman alabildiği için bilgisayarların yüksek işlem gücünden faydalanılmak istenmektedir. Bunu yapmanın en uygun yolu ise tedarikçi portallarının içerisine yerleştirmektir. Çünkü bu portalların pek çok yerinde karşılaştırma yapmaya uygun ortamlar oluşabilmektedir. En sık kullanılan alan satın alma süreçlerinin sonundaki, hangi tedarikçinin kazandığına dair karar verilmesi gereken ekrandır.

**Anahtar kelimeler:** Çok Kriterli Karar Verme, AHP, VIKOR, TOPSIS, Tedarikçi

**IMPLEMENTATION OF MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING ALGORITHMS TO THE SUPPLIER PORTAL**

SUMMARY

In this study, it has been tried to obtain logical and mathematical results with maximum efficiency by integrating multi-criteria decision-making algorithms on a supplier portal and to gain superiority over their competitors in the competitive environment. In this process, by using more than one multi-criteria decision-making method, the result produced by one method was verified by the other multi-criteria decision-making method. In this way, it is aimed to prevent possible calculation errors or calculation errors that may occur in some cases due to the nature of multi-criteria decision making methods. The multi-criteria decision-making process was included during the calculation of the weights of the criteria to be used during the evaluation with the "Analythality Hierarchy Process", that is, the AHP. The criterion weights created by the Analytical Hierarchy Process will be used during the second step of the application, the "Fuzzy TOPSIS", that is, the Ranking Performance Technique in terms of Similarity to the Fuzzy Ideal Solution, which is one of the multi-criteria decision making methods. The best result generated by the Sorting Performance Technique in Similarity to the Fuzzy Ideal Solution will be kept aside. After the Ranking Performance Technique in terms of Similarity to the Fuzzy Ideal Solution is completed, the VIKOR method, which is a multi-criteria decision-making method, will start to work. The three best results generated by the VIKOR method will be compared with the Ranking Performance Technique method in terms of Similarity to the Fuzzy Ideal Solution, which works one step earlier and produces the result. If there is no match, the algorithm gives feedback that no result can be produced, and in this way, the user is informed positively or negatively to influence the decision-making process. If there is a match, the name of the matching company will be displayed on the screen, so that positive notification can be made. The result produced by the algorithm is not the final decision. Although a result is produced, the decision maker can make a decision as he or she wants, by not liking the decision or based on some information that is not processed by the algorithm. It is desired to benefit from the high processing power of computers because the calculations can be too complex to be done by human hands and can take a lot of time even if it is done. The most convenient way to do this is to embed it in supplier portals. Because in many parts of these portals, environments suitable for comparison can occur. The most frequently used area is the screen at the end of the purchasing processes, where it is necessary to decide which supplier wins.

**Keywords:** Multi-Criteria Decision Making, AHP, VIKOR, TOPSIS, Supplier Selection

# GİRİŞ

Tüm sektörlerde olduğu gibi otomotiv endrüstrisinde de yaşanan rekabet tüm firmaları, kaynaklarını etkin bir şekilde kullanmaya itmektedir. Günümüz şartlarında pandeminin de etkisi ile giderek etkisini arttırmakta olan ekonomik kriz durumu şartları giderek zorlamaktadır. Artan maliyetler, düşen iş ve alım gücü, gittikçe sıkılaşan emisyon kuralları ile firmaların kaynak yönetimi konusunda giderek daha dikkatli olması ve sahip oldukları bu kaynakları çok daha verimli bir şekilde yönetmeleri gerekmektedir. Bu noktada devreye giren çok kriterli karar verme metotları mevcut şartlar altında en iyi alternatifin belirlenmesinde kilit rol oynamaktadır.

Çok kriterli karar vermeyi özümseyen, firma çapında özümseyen ve mümkün olan her karar verme sürecinde bu metotlardan faydalanan firmalar kaynaklarını doğru ve tuturlı kullanarak isabetli kararlar alarak rakiplerine göre büyük üstünlükler yakalayabilirler.

Firmalar çok kriterli karar verme metotlarını işletme için personel, operasyonlarını sürdürmek için tedarikçi, büyüme sırasında yeni kuruluş yeri, hizmetlerini satarken lojistik firma ve yöntemleri, firma içersinde kullanılan cihazların seçimine kadar pek çok yerde kullanabilirler. Bu kararlar alırnırken içgüdüsel olarak değil de matematiksel temellere dayanırlarsa başarıyı yakalayabilirler.

Çok kriterli karar verme, karar sürecini kriterlere göre modelleme ve karar vericinin süreç sonunda elde edeceği faydayı enbüyükleyecek şekilde matematiksel yöntemler kullaranarak birden fazla sayısal değeri tek bir nihai değere indirgemeye dayanır. Kriterler ve alternatifler arttıkça bu mantıksal kıyasların zihinde yapılması hatta kağıt üzerinde dâhi giderek zorlaşır neredeyse imkansızlaşır. Çok kriterli karar verme algoritmalarını bilgisayar teknolojine uyarlayarak tüm bu süreç hızlandırılmaya çalışılmıştır.

# ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Karar verme, insanın yaşamı boyunca hemen hemen her döneminde karşılaştığı bir olgudur. İnsan hayatı boyunca çeşitli alternatifler arasından seçim yapmak zorunda kalır(Tekeş, 2002:2). Karar verme, bir amaca ulaşabilmek için eldeki olanak ve koşullara göre mümkün olabilecek çeşitli faalitetlerden en uygun olanını seçmektir.(Öztürk, 2004: 14). Bir diğer deyişle hedef ve amaçların gerçekleştirilmesi yönünde alternatif eylem planlarından birini seçme sürecidir(Kuruüzüm ve Atsan, 2001: 84). Bu süreç içinde mevcut tüm alternatifler, faaliyetler, seçenekler, olasılıklar, stratejiler içinden amaç veya amaçlara uygun ve mümkün bir veya bir kaçı seçilir(Tekeş: 2002: 3).

İnsanlar günlük yaşantılarında ne zaman kalkacaklarına, ne yiyeceklerine,

giyeceklerine ve ne zaman uyuyacaklarına dair karar vermek zorundadırlar. Bunun

yanında işletme yöneticileri de, karşılaştıkları problemleri çözümlemek ve amaçları

gerçekleştirmek için sürekli olarak karar vermek durumundadır (Tütek ve Gümüşolu,

2000: 65)

Çok kriterli karar vermeyi anlamak için küçük bir örnek verelim. Bir telefon alacağımızı hayal edelim. Dikkate aldığımız iki kriter olsun hafıza ve fiyat. Bu noktada karar verirken en az para ile en fazla hafızayı almamız gerektiğini bilir ve hızlıca mukayese yapabiliriz. Ancak gerçek hayat senaryolarında işler bu denli kolay olmuyor. Etkin bir karar vermek üzere mantıksal sınamalar yapmanız mümkün olmayacak, sezgileriniz ile karar vermeniz ise çok verimli sonuçlar elde etmenize olanak sağlamayacaktır. ÇKKV çok sayıdaki kriteri ve alternatifleri belirli bir mantık çervesinde karşılaştırarak matematiksel olarak en kârlı seçimi yapmamızı sağlıyor. Bu sürecin doğru bir şekilde işletilebilmesi için dikkat edilmesi gereken bâzı önemli noktalar bulunmaktadır.

Karara bağlanması beklenen sorunun doğru bir şekilde tespit edilmesi ve karar sürecinin yönlendirilmesi için amaç ya da amaçların doğru belirlenmesi önemlidir. Amaca karar verildikten kriterler belirlenmeli ve kriter seti oluşturulmalıdır. Kriterler belirlenirken çok titiz olunması gerekir çünkü kriterlerin, sonuçlar üzerinde dramatik şekilde etkileri vardır. Kriter seti oluşturulurken sadece olumlu etkili kriterler olmak zorunda değildir. Olumsuz etki etki eden kriterler de olabilir.

Kriterlerin sahip olması gereken 3 temel özellik vardır. Bunlar kapsayıcılık, ölçülebilirlik, yeterlilik.

* Kapsayıcılık, değerlendirmeye giren tüm alternatiflerin aynı kriter için bi puana sahip olması gerekir. Telefonlar arasında bir seçim yapılırken eğer bir telefonun fiyatı bilinmiyorsa, fiyat kriteri kapsayıcı değildir.
* Ölçülebilirlik, değerlendirmeye giren kriterin farklı alternatiflerin karşılaştırılabilmesi için sayısal yani ölçümlenmiş bir değeri olması gerekir
* Yeterlilik, kriterlerin amacı temsil etmesidir. Her problemde azami ve asgari sayıda kriter bulunması gerekir. Benzer özelliği temsil eden kriterlerin tek başlık altında toplanarak olabildiğince sadeleşmesi gerekir.

Amaçlar ve kriterler belirlendikten sonra alternatif seti oluşturulmalıdır. Alternatif seti oluşturulurken dikkat edilmesi geren noktalardan birisi eklenmiş olan tüm alternatiflerin belirlenen kriterler için skorlara sahip olmasıdır. Herhangi bir eksik bilgi olması durumunda hatalı sonuçlar üretilerek faydadan daha fazla zarar edilmesi muhtemeldir.

Amaçlar, kriterler ve alternatifler belirlendikten sonra alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesi aşamasına geçilir. En sade ifade ile bu aşama karar verme sürecinin analiz edildiği aşamadır. Kriterlere göre alternatiflerin sahip olduğu skorlar, kullanılan ÇKKV yaklaşımında önerilen matematik işlemlere tabi tutularak değerlendirilir.

Süreç tamamlandıktan sonra algoritma tarafından oluşturulan sonuçları düzenli olarak kontrol edilmeli ve değerledirilmelidir. Algoritmaya tam olarak güvenmeden önce yaklaşık bir yıllık bir süreçte titizlikle sonuçlar kontrol edilmelidir.

# ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME ALGORİTMALARI

## Analitik hiyerarşi süreci

Analitik Hiyerarşi Süreci, Russell ve Taylor tarafından yazılan Operations Management kitabındaki tanıma göre, karar alternatiflerinin çoklu kriterlere göre sıralanmasına ve seçim yapılmasına yarayan nicel bir yöntemdir.

Diğer bir deyimle Analitik Hiyerarşi Süreci; her bir karar alternatifini, karar vericinin kriterlerini yakalama derecesine göre sıralamak için rakamsal değerler geliştirme sürecidir.

Analitik Hiyerarşi Süreci; karar vericinin tüm kriterlerini yakalayan en iyi alternatifi seçmekle, “Hangisini seçeceğiz?” veya “En iyisi hangisidir?” sorularına cevap bulur.

### Analitik hiyerarşi süreci neyi kullanır

**Basit Matematik:** Analitik Hiyerarşi Süreci, hepimizin bildiği temel matematiği kullanır. Bunlar dört işlem yani, toplama, çıkarma, çarpma ve bölmedir.

**Kriter:** Karar verici için önemli görünen (fiyat, kalite, mesafe, … gibi) herhangi bir şeydir.

**Standart Tercih Tablosu:** Her kriterin karar verici için ne kadar önem taşıdığını belirtmeye yarayan değerler içerir.

Algoritma bu temel 3 bilgiyi doğru bir şekilde işleyerek bir sonuç üretir.

### Standart tercih tablosu

Standart değerler tek sayılardan oluşur ve çift sayılar ara değer olarak adlandırılır. Sayıların anlamları şu şekildedir;

1 : eşit Önemde,

3 : Biraz daha Önemli (Hafif baskın),

5 : Oldukça Önemli (Baskın),

7 : Oldukça Önemli (Ciddi Miktarda Baskın),

9 : Son Derece Önemli (Kesin Baskın),

2, 4, 6 ve 8 : ara değerler

Bu değerler standart olup konu hakkında uzmanlaşmış araştırmacılar tarafından belirlenmiştir.

Table

Description automatically generated

Şekil 1: Standart tercih tablosu

* + 1. Analitik hiyerarşi süreci nasıl çalışır?

Basit bir örnek yapılarak anlatım yapılacaktır.

Örnekte A ve B ürünü için iki adet kriter bulunmakta: Maliyet ve Kalite.

A’nın maliyeti 60 TL ve kalitesi ortalamanın üzerinde. B’nin maliyeti 15 TL ve kalitesi ortalama düzeyde. Hangisi tercih edilmelidir ?

Şekil 2’de görüldüğü gibi maliyette B’nin A’ya çok üstünlükle, kalitede ise A’nın B’ye az üstünlükle tercih edileceği iki matris yapıldı.

Table

Description automatically generated

Şekil 2: Üstünlük durumu

Buradaki matrislerde, B’nin fiyatı A’nın fiyatına çok üstünlükle tercih edilmiş. B’nin A’ya üstünlüğü 7, bunun karşılığı ise 1/7. A’nın kalitesi de B’nin kalitesine az üstünlükle tercih edilmiş. A’nın B’ye üstünlüğü 3, bunun karşılığı ise 1/3. Matrislere ilk bakışta, maliyet kriterini çok önemsendiği açıkça belli oluyor. Bu veriler ışığında üretilen sonuç A’nın tercih edilmesi oluyor.

Daha karmaşık bir örnek;

Baltalar Mobilya’nın kararına etki edecek 4 kriteri var: Emlâk fiyatı, tedarikçilere uzaklığı, o yerdeki işgücünün kalitesi ve işçilik maliyeti.

Firmanın karar vermesi gereken 3 yer alternatifi var: A, B ve C.

Table

Description automatically generated

Şekil 3: Üstünlük durumları

Bunlardan örnek olarak fiyat matrisini okuyalım: Emlâk fiyatı açısından A ve C yerleşimleri eşit önem verilerek tercih edilmiş, ancak B’ye göre daha üstün tutulmuş.

* + 1. Hesaplamalar

Her sütünun toplanması ile başlanır.

Table

Description automatically generated with medium confidence

Şekil 4: Sütun toplamları

İşlem yapıldıktan sonra her hücrede bulunan sayı sutün toplamına bölünür.

Table

Description automatically generated

Şekil 5: Hücrelerin sütun toplamına bölümü

İşlemlerin devamında anlamanın kolaylaşması için kesirli ifadeleri virgüllü ifadelere çevriliyor. Her toplamı üçe bölünerek ortalama bulunur.

Table

Description automatically generated

Şekil 6: Satır ortalamaları

Satır ortalamarının toplanlarının 1 olmasına dikkat edilmiştir.

Şimdiye kadar uygulanan işlemler sadece Emlak Fiyatı içindi ancak doğru sonuçlar üretmek için tüm kriterlere bu işlemi uygunlaması gerekmekte.

Table

Description automatically generated

Şekil 7: Tüm kriterler için hesaplama sonuçları

Tüm kriterlere İşlemler uygulandıktan sonra oluşan sonuçlar şekil 7 ‘deki gibi.

Bu noktaya kadar olan işlemlerimiz alternatifleri elimizdeki kriterlere göre karşılaştıracak matrisi oluşturmak içindi. Aynı işlemleri kullanarak kriterlerin arasındaki önem sırasını belirlemiz gerekiyor. Bu işlemi yaptığımızda kriter ağırlılarını elde etmiş olacağız.

İlk başta olduğu gibi, standart tercih tablosundaki değerleri kullanarak ilk matrisimizi oluşturuyoruz.

Table

Description automatically generated

Şekil 8: Kriterlerin birbirlerine baskınlığı

Fabrika seçimi yerinde takip edilen ilk 4 adım bu matrise de uygulanmıştır.

Table

Description automatically generated

Şekil 9: Satır ortalamaları

Satır ortalamanın toplamının 1 olmasına dikat edilmiştri. Bu tabloyu oluşturulduğunda elde edilen ortalamalar kriter ağırlıkları belirlenmiş oldu.

Table

Description automatically generated

Şekil 10: Kriter ağırlıkları

Mevcutta 2 adet matris bulunmakta birisi seçeneklerin birbirlerine göre oranları diğeri ise kriterlerin ağırlıkları. Bu 2 matrisi birleştirilerek en iyi sonucu bulacağız.

Yapılacak son hesaplama yer alternatifleri matrisindeki her alternatifin, her kriter bazındaki değerini o kriterin ağırlık puanıyla çarparak bulunduğu satırı toplamak olacaktır.

Table

Description automatically generated

Şekil 11: Kriter ağırlıklarının çarpımları

Table

Description automatically generated

Şekil 12: Satır toplamları

Çarpımlar sonucunda her alternatif tek bir sayısal değere indirgenmiş oldu. Alternatifler arasında en yüksek puana sahip olan en iyi alternatif olarak seçilmeye hak kazanmış oluyor.

## BULANIK TOPSIS

* + 1. Bulanık mantık

Gerçek dünya karmaşıktır ve bu karmaşıklık, genel olarak belirsizlik ve kesin karar verilemeyişten kaynaklanır. Birçok sosyal, iktisadi ve teknik konularda insan düşüncelerinin tam anlamı ile olgunlaşmamış olmasından dolayı belirsizlikler her zaman bulunur. İnsan tarafından geliştirilmiş olan bilgisayarlar, bu tür belirsizlikleri işleyemezler ve bilgisayarların çalışmaları için sayısal bilgiler gereklidir. Gerçek bir olayın tam olarak kavranılması insan bilgisinin yetersizliği nedeniyle tam anlamı ile mümkün olamayacağı için insan düşünce sisteminde ve zihninde bu gibi olayları yaklaşık düşünme ve eksiklik ya da belirsizlik içeren veri ile işlem yapabilme yeteneği vardır. Genel olarak, değişik biçimlerde ortaya çıkan karmaşıklık ve belirsizlik gibi tam ve kesin olmayan bilgi kaynaklarına bulanık kaynaklar adı verilir (Şen, 2004: 7). Bu tür tam ve kesin olmayan bilgilere dayanarak tutarlı ve doğru kararlar vermeyi sağlayan düşünme ve karar verme mekanizması bulanık mantık olarak adlandırılır (Allahverdi, 2002: 157). Bulanık mantık, modelleme ve hesap yaparken günlük konuşma dilinde geçen sözel belirsizlikleri işin içine katma imkânı sağlar. Gerçekte insan kararları belirsiz ve bulanıktır ve kesin sayısal değerlerle belirtmeye uygun değildir. Bu nedenle insan kararlarını modellemede sözel değişkenler kullanmak daha gerçekçi olacaktır. Bulanık mantığın diğer mantık sistemlerinden önemli bir farklılığı sözel değişkenlerin kullanılmasına izin vermesidir (Li ve Yang, 2004: 264). Bulanık mantığı diğer mantık sistemlerinden ayıran diğer bir özellik ise üçüncünün olmazlığı ilkesi ve çelişmezlik ilkesi olarak adlandırılan ve diğer mantık sistemleri için oldukça önemli olan, hatta temel kural denilebilecek iki özelliğin bulanık mantık için geçerli olamamasıdır. Bulanık mantıkta bir önerme aynı zamanda hem doğru hem yanlış olamaz denilemez. Bu durum, doğruluğun çok değerli oluşundan ve bu çerçevede “ve” bağlaçlarına yüklenen anlamdan kaynaklanmaktadır. Bulanıklık bir önermeyle, değili arasındaki belirsizlikten kaynaklanır (Baykal ve Beyan, 2004a: 39).

Bir sistem hakkında ne kadar fazla öğrenerek bilgi sahibi olunursa, sistem daha iyi anlaşılabilir ve onun hakkındaki karmaşıklıklar da o derece azalır, fakat tamamen yok olmaz. İncelenen sistemlerin karmaşıklığı, az veya yeterli miktarda veri bulunmazsa bulanıklık o kadar etkili olacaktır. Bu sistemlerin çözümünün araştırılmasında bulanık olan girdi ve çıktı bilgilerinden, bulanık mantık kurallarının kullanılması ile anlamlı ve yararlı çözüm çıkarımlarının yapılması yoluna gidilebilir (Şen, 2004: 8).

Bulanık mantık iki anlamda kullanılmaktadır. Dar anlamda bulanık mantık, klasik iki değerli mantığın genelleştirilmiş şeklidir. Geniş anlamda ise bulanık kümeleri kullanan bütün teorileri ve teknolojileri ifade etmektedir. Dar anlamda bulanık mantık, geniş anlamda bulanık mantığın bir dalını oluşturur. Diğer alanlar; bulanık kontrol, bulanık model tanımlama, bulanık aritmetik, bulanık matematiksel programlama, bulanık karar analizi, bulanık sinir ağları olarak sayılabilir. Tüm bu alanlarda, geleneksel siyah ve beyaz ikili üyelik kavramı, kısmi üyelik kavramına genelleştirilmiştir. Böylece, belirsiz kavramlar içeren insan bilgisini açıklamak kolaylaşmış ve gerçek hayat problemlerine daha etkin çözümler getirilebilmiştir (Yen ve Langari, 1999: 3–4).

* + 1. Bulanık mantık kavramı

Bulanık mantık kavramı, ilk kez 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından “Information and Control” dergisinde yayınlanan “Bulanık Kümeler” adlı makale ile ortaya atılmıştır. Bu makalede bulanık kümelerin tanımı, temel işlemleri, kavramları ve özellikleri verilmiştir. Zadeh (1965), gerçek dünya sorunları ne kadar yakından incelenmeye alınırsa, çözümün daha da bulanık hale geleceğini ifade etmiştir. Çünkü bilgi kaynaklarının tümünü insan aynı anda ve etkileşimli olarak kavrayamaz ve bunlardan kesin sonuçlar çıkaramaz. Burada bilgi kaynaklarının temel ve kesin bilgilere ilave olarak, özellikle sözel olan bilgileri de içerdiği vurgulanmalıdır. İnsan sözel düşünebildiğine ve bildiklerini başkalarına sözel ifadelerle aktarabildiğine göre bu ifadelerin kesin olması beklenemez (Şen, 2004: 7–8). Bulanık sistemlerin asıl değerlendireceği alan, bu tür bilgilerin bulunması halinde çözüme ulaşmak için nasıl düşünüleceğidir. Bulanık mantıkta, herhangi bir problemin yaklaşık olarak modellenmesine ve matematiksel olarak karmaşık olmayacak çözümlerle denetim altına alınmasına çalışılmaktadır (Baykal ve Beyan, 2004a: 40).

Bulanık mantık yaklaşımı, makinalara insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden ve önsezilerinden yararlanarak çalışabilme yeteneği verir. Bu yeteneği kazandırırken sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanır. İşte bu sembolik ifadelerin makinalara aktarılması matematiksel bir temele dayanır. Bu matematiksel temel, bulanık kümeler kuramı ve bulanık mantıktır (Elmas, 2003a: 25). Bulanık mantık ilişki olarak makinaları ve ürünleri insanların yaptığı şekle benzeyen süreç bilgisi vasıtasıyla, bağımsız ve daha etkili bir şekilde işletmeyi mümkün kılar. Bulanık mantık, uzman tahminlerini ya da yaklaşımlarını kullanır, ayrıca hızlı, geniş, biraz ya da yeşile bakan mavi gibi öznel ya da bulanık kavramları içerme kapasitesine sahiptir (Ertuğrul, 1996: 4). İnsan mantığı; açık, kapalı, sıcak, soğuk, 0 ve 1 gibi değişkenlerden oluşan kesin ifadelerin yanı sıra az açık, az kapalı, serin, ılık gibi ara değerleri de göz önüne almaktadır. Bulanık mantık klasik mantığın aksine iki seviyeli değil, çok seviyeli işlemleri kullanmaktadır (Elmas, 2003a: 26). Bir başka deyişle; bulanık mantık, doğruluğun veya yanlışlığın derecesini konu aldığı için iki seviyeli mantığın oldukça genişletilmiş hali olarak da düşünülebilir. Öyle ki, doğru ve yanlış arasında kısmen doğru ve kısmen yanlış kavramları da sokularak spektrum genişletilmiştir (Ertuğrul, 1996: 6).

İnsan beyninin muhakeme etme yeteneği bilgisayarlarınkinden farklıdır. Bilgisayarlar, muhakemede bulunurken siyah veya beyaz şeklinde ifadelere dayanan belirgin adımlar izlerler ve 0-1’li sistemi kullanırlar. İnsanlar ise sağduyularına dayanarak belirsizlik ve bulanıklık içeren ifadeler ile muhakemede bulunurlar. Bulanık veya gri durumlar, 0 ile 1 arasında değerler alır. İnsan beyni, bu bulanık modeller ile rahatlıkla çalışırken, bilgisayarlar için aynı durum geçerli değildir. Bulanık mantık yardımıyla, bu eksikliğin üstesinden gelinmeye çalışılmaktadır (Kosko, 1997: 3–4). Yalnız, bulanık mantığın da yapabilecekleri sınırlıdır. İnsan düşüncesinin ve yaratıcılığının bulanık mantık ile tümüyle taklit edilmesi imkânsızdır. Bununla birlikte bulanık mantık, bir durum için çözüm üretirken aynı durumlar için önceden tanımlanmış kuralları kullanır. Yani, teknik bir sistemin, belirli, kesin durumlarda istenilen performansa ulaşması için gerekli kurallar tanımlanabilirse, bulanık mantık etkin bir biçimde bu bilgiyi çözüme çevirecektir (Öztürk, 1999: 37). Bulanık mantık özellikle anlaşılması güç ve yoruma dayanan çok karmaşık sistemlerde ve insan muhakemesine, algılamasına veya karar verme olgusuna dayanan süreçlerde çok faydalı olmaktadır (Tekeş, 2002: 86).

Bulanık mantığın en geçerli olduğu durumlardan ilki, incelenen olayın çok karmaşık olması ve bununla ilgili yeterli bilginin bulunmaması durumunda kişilerin görüş ve yargılarına yer verilmesi, ikincisi ise insan kavrayış ve yargısına gerek duyan hallerdir (Ertuğrul ve Pelitli, 2008: 94). Bulanık mantıkta karşılaşılan her türlü sorunun karmaşık da olsa çözülebileceği anlamı çıkarılmamalıdır. Ancak en azından insan düşüncelerinin incelenen olayla ilgili olarak bazı sözel çıkarımlarda bulunması dolayısıyla en azından daha iyi anlaşılabileceği sonucuna varılabilir (Şen, 2004: 10–11). Araştırmacıların bulanık sistemleri kullanması için genel olarak iki sebep sıralanabilir:

* Gerçek dünya olaylarının çok karmaşık olması nedeniyle bu olayların belirgin denklemler ile tanımlanarak kesinlikle kontrol altına alınması mümkün olmaz. Bunun sonucu olarak araştırmacı, kesin olmasa bile yaklaşık fakat çözülebilirliği olan yöntemlere başvurmayı tercih eder.
* Mühendislikte bütün teori ve denklemler gerçek dünyayı yaklaşık bir şekilde ifade eder. Birçok gerçek sistem doğrusal olmamasına rağmen bunların klasik yöntemlerle incelenmesinde doğrusallık kabulünü işin içine koymak için her türlü gayret sarf edilir (Şen, 2004: 17).

Bulanık mantığın ardındaki temel fikir, bir önermenin doğruluğunun, önermelerde kesin yanlış ve kesin doğru arasındaki sonsuz sayıda doğruluk değerlerini içeren bir kümedeki değerler, ya da sayısal olarak [0,1] gerçel sayı aralığında ilişkilendirilen bir fonksiyon olarak kabulüdür (Baykal ve Beyan, 2004a: 39). Bulanık mantığın genel özellikleri şu şekilde özetlenebilir:

* Bulanık mantıkta kesin nedenlere dayalı düşünme yerine yaklaşık değerlere dayanan düşünme kullanılır.
* Bulanık mantıkta her şey [0,1] aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
* Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok az gibi sözel ifadeler şeklindedir.
* Bulanık çıkarım işlemi sözel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.
* Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
* Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için çok uygundur (Baykal ve Beyan, 2004a: 41).

### Bulanık TOPSIS nedir?

Gerçek hayatta eksik ve elde edilmesi zor bilgiler yüzünden, veriler deterministik değil bulanıktır. Genellikle tercih içeren hükümler belirsizdir ve tercih kesin bir sayısal değer ile ifade edilemez. Bu nedenle TOPSIS yöntemi bulanık veriler kullanılabilecek şekilde geliştirilmiştir (Jahanshahloo vd, 2006: 1545). Bulanık TOPSIS yöntemi, birden fazla karar vericinin çok sayıda kritere göre belirsizlik altında alternatifleri değerlendirerek sıralamasına, dolayısıyla da seçime yönelik kararını doğru vermesine yardımcı olan bir yöntemdir (Dündar vd, 2007: 287).

Klasik TOPSIS yönteminde, performans değerleri ve kriterlerin ağırlıkları kesin sayılar olarak verilmektedir. Bu yüzden, ağırlıkların ve nitel ölçümlerin belirlenmesinde insan algılamasından ortaya çıkan belirsizliği dikkate alamaz. Kesin verilerin, gerçek hayatta karşımıza çıkan uygulamaları modellemede yetersiz kalmasından dolayı sübjektif nitelikler ve niteliklerin ağırlıkları çoğu zaman sözel değişkenler ile ifade edilir (Yong, 2006: 839).

### Hesaplamalar

Hesaplamalar sırasında son kullanıcı olan, karar verici sayıların içinde boğulmaması için arayüzde sözel ifader kullanılıcaktır. Aşağıdaki basit bir örnek ile inceleyelim.

Table

Description automatically generated

Şekil 13: Önem ağırlıkları

Normal şartlarda yukarıdaki tabloda yazılı halde görünen değerler son kullanıcıya gösterilmeden algoritmalara sağlanmaktadır. Ancak şuan konuyu daha rahat anlatabilmek adına yazılı ifadeler halinde verilmekteler. Örneğin 0 ile 21 puan arasında olan bir seçenek “çok düşük” olarak tabloya işlenmiştir. 60 - 81 ise “yüksek olarak işlenmiştir.”

Table

Description automatically generated

Şekil 14: Bulanık sayılar

Dönüştürme işleminden sonra aşağıdaki tablo elde edilir.

Table

Description automatically generated

Şekil 15: Önem oranlarının bulanık karşılıkları

İlk tablodaki sözel ifadelere bulanık sayılara dönüştürülden sonra her bir hücrenin içindeki değer incelediğimiz kriterdeki en büyük bulanık sayı ile bölünür. Kriter-1 için konuşulduğu takdirde alternatif-3 ün sahip olduğu 9 değeri en büyüktür. Bu durumda ilk satır için 1/9, 1/9, 1/3 şeklinde işlemler yapılacaktır.

Table

Description automatically generated

Şekil 16: Bölüm sonucu değerler

Her hücre kendi içinde bulunduğu bölgenin en büyük değerine bölünerek yukarıdaki tablo ortaya çıkartılmıştır. Hesaplamaların devamında kriter ağırlıkları da hesaplamalara dahil olacak. Bir önceki bölümde anlatılan “AHP” metodu uygulamada bu kriter ağırlıklarını oluşturmakla görevi ancak bu bölümde hesaplamaların kolay anlatılabilmesi için kriter ağırlıkları rastgele olarak verilmiş durumda.

Table

Description automatically generated

Şekil 17: Kriter ağırlıklarının dahil edilmiş hali

Rastgele olarak verdiğimiz kriter ağırlılarını her bir hücre ile tek tek çarpılarak aşağıdaki tablo elde edilecektir. Ilk sırada kriter ağırlığı yine sözel bir ifade olan “ortalama” ifadesinin bulanık sayılara yani “3,5,7” şekline dönüştürülmüş halidir. Burada ki 3 ifadesini tüm alternatiflerin 1. değerleri ile çarpılarak sonuçlar tabloya işlenmiştir. Daha sonra 2. sutüna geçilerek hücredeki değerler 5 ile çarpılmıştır ve tüm tablo bu şekilde doldurulmuştur.

Table

Description automatically generated

Şekil 18: Kriter ağırklarının etkisinden sonra değerler

Hesaplamaların devamın her sütündaki en büyük ve en küçük değerler A\* ve A- olmak üzere 2 satıra indirgenir.

A screenshot of a computer

Description automatically generated with low confidence

Şekil 19: A\* ve A- değerleri

A\* değerleri her sütünda bulunan en büyük sayılardan oluşurken A- değeri ise A\*’ın tam tersine en küçük sayılardan meydana gelir. Bu değerleri de çıkarttıktan sonra ortaya çıkan tablo üsttedir.

Table

Description automatically generated

Şekil 20: Aşağıdaki hesaplamalardan sonraki tablo

Bir önceki adımda bulunan A\* değerleri kullanılarak yukarıda tablo elde edimiştir. Bu aşamada gerçekleştirilen işlemler sırası ile şöyledir; ilk olarak 1. sütünda bulunan 1. değer olan 0.333333 değerinden A\* ‘ın ilk değeri olan 2.333333 değeri çıkartılır. Bir hücre sağa kayılarak aynı işlem 2 kez tekrarlanır. Elde edilen bu 3 değer toplanır ve 3 e bölünür. Burada 3 sabit bir sayıdır ve bulanık sayıların 3 olmasından gelmektedir. Bölme sonucu elde edilen sonuç son olarak kareköke alınarak tek tek bir sonuç elde edilir ve bu sonuç yukarıdaki tablodaki 3.89576112 değerine karşılık gelmektedir. Tüm hücreler bu işlemler tekrarlanarak doldurulur.

Table

Description automatically generated

Şekil 21: A- değerleri ile oluşan tablo

Yukarıda anlatılan aynı işlemler bu kez A- satırı kullanılarak tekrar yapılmıştır yukarıdaki tablo elde edilmiştir. Bu işlemler sonucunda her alternatif ve her kriter için 2 adet değer ortaya çıkmış oldu son aşamalarda bu değerleri de her bir alternatif için tek bir sayısal değere indirgenecektir.

Table

Description automatically generated

Şekil 22: Oluşan iki tablo

Değerler satır satır toplandığı zaman d\* ve d- değerleri elde edilmektedir bu değerleri ayrı bir tabloya alarak anlatımı kolaylaştıralım.

Table

Description automatically generated

Şekil 23: d\* ve d- değerlerini içeren tablo

Tüm alternatifler için 2 değere indirgenmiş durumda. Son adımda bu değerler son bir işleme sokularak tek bir nihai değere indirgenecektir. Bunu yapmak için d- değeri, d\* ve d- değerinin toplamına bölünecektir.

Table

Description automatically generated

Şekil 24: CC ve sonuçlar

Yukarıdaki işlemin de her satıra uygulanması sonucunda elde edilen CC değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanarak alternatiflerin sıralaması oluşturulmuş olur.

## VIKOR

### Giriş

Vikor metodu bir başka çok kriterli karar verme metotlarından bir başkasıdır. Veriler birazdan anlatılacak olcak bir dizi işlemden geçerek matematiksel ve mantıksal olarak en iyi sonuç ortaya çıkar ve karar vericiye seçim aşamasında bir fikir oluşturur.

### Hesaplamalar

Paragraf Hesaplamalar anlatılırken kafa karışıklığını önlemek adına aynı örnek veri üzererinden anlatım yapılacaktır. Ancak bu kez veriler doğrudan sayılara dönüştürülerek başlanacaktır.

Table

Description automatically generated

Şekil 25: Önem oranları

Table

Description automatically generated

Şekil 26: Önem oranlarının sayısal karşılıkları

Tabloya sayılar alındıktan sonra her bir kriter için en büyük değer seçilerek “f\*j” satırına yazılır. Benzer şekilde en küçük değerler ise f-j satırına işlenir.

Table

Description automatically generated

Şekil 27: f\*j ve f-j değerleri

Tabloya eklenen 2 satırdan sonra her hücre için S değeri hesaplanacaktır. S değeri hesaplamarında kriter ağırlıkları önemli oldukları için Tabloya eklendiler

Table

Description automatically generated

Şekil 28: Kriter ağırlarının eklenmesi

S değeri hesaplanması şu şekildedir. Öncelikle Kriter ağırlığı 0,3 değeri, kriter için en büyük değer olan f\*j ’ den(83) alternatif 1 in kriter-1 için olan puanının farkıyla çarpılır. Ardından oluşan sonuç f\*j den puanlar arasında en küçüğü tutan f-j’ nin farkına bölünür.

Table

Description automatically generated

Şekil 29: Oluşan ek tablo

Yukarıdaki tablo oluştuktan her satırdaki veri yatay olarak toplanarak her bir alternatif için ayrı ayrı S değeri hesaplanmış olur.

Table

Description automatically generated

Şekil 30: S değerleri

S değerleri hesaplandıktan sonra sırada R değerinin hesaplanması bulunmakta. R değeri hesaplanırken herhangi bir işlem yapılmayacak sadece S değerini hesaplanmasında kullanılan sayıların en büyüğü seçilecektir.

Table

Description automatically generated

Şekil 31: S, R ve Q tablosu

R değerleri de belirtilen şekilde tabloya eklendi. Son olarak Q değerini bulunacak ve ardından sıralama yapılarak sonuç üretilecektri. Q değeri hesaplanmadan önce 4 farklı değere daha ihtiyacımız olacak ancak bunlarda R değerine benzer olarak sadece En büyük küçük sayıların bir kenara ayrımı şeklinde olacaktır. Bu değerler S\*, S-, R\* ve R- ‘ dır. S\* en küçük S değeri, S- en büyük S değeri, R\* en küçük R değeri ve R- en büyük R değeri olacaktır. Bunlarda ayrı tabloya alınarak görselleştirilmiştir.

A screenshot of a computer

Description automatically generated with medium confidence

Şekil 32: S ve R değerleri

S ve R değerleri hesaplandıktan sonra Q değerinin hesabına geçilebilir Q değeri hesaplanırken formül şu şekilde; ((Si - S\*)/(S- - S\*) / 2) + ((Ri - R\*)/(R- - R\*) / 2). Açıklamak için 1. alternatifin Q değeri hesaplanmasına bakılacaktır. S değerinden S\* değeri çıkartılır, S- değerinden S\* değeri çıkartılır daha sonra bu 2 ilk bulunan değer 2.ye bölünür ardından bu değer de 2 ye bölünür. Aynı işlem R için de tekrarlanır ve bu iki değer toplanarak Q değeri elde edilir.

Table

Description automatically generated

Şekil 33: Q değerinin hesaplanması

Q değeri ideal sonuca olan uzaklığı hesaplamaktadır. Bu bilgi ışığında Q değeri ne kadar küçükse alternatif o kadar iyidir. Örnek senaryomuzda Alternatif-4 0,009 değeri en düşük olduğu için en iyi alternatiftir.

# ÇOK KRİTERLİ KARAR VERMENİN UYGULANIŞI

ÇKKV geniş çaplı bir web projesinin “satın alma” modülü içerisinde ki nihai kararın verildiği aşamaya entegre edildi. Amacı karar vericiye bilgisayar ve matematik destekli bir öneride bulunmaktır.

Uygulamaya geçilmeden önce yapılan değerlendirmeler sırasında tek bir ÇKKV algoritmasına güvenilmemesi ve birden fazla sayıda algoritmanın eşzamanlı olarak çalışmasına karar verildi. Bu kadar sonucunda, kriter ağırlıklarının oluşturulmasında “Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)”, birincil sonucu üretmesi için “Bulanık İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performans Tekniği (Fuzzy TOPSIS)” ikincil yani doğrulama sonucu üretmesi için “Vikor (Vikor)” algoritmaları tercih edilmiştir.

## Analitik Hiyerarşi Süreci

İlk adımda kullanılan AHP kriter ağırlılarının ortaya çıkartılması için kullanılmaktadır.

Karar vericinin ulaşabileceği bir ekran yardımı ile veritabanından alınan verilerin(kriterler) birbirlerine göre üstünlüklerini girmesi gerekmektedir şekil 34.

Her açılan ihalede bu ekrana ulaşmak mümkün değildir. Kriterlerin sahip olması gereken özelliklerde anlatılan kapsayıcılık özelliğinden dolayı, işleme girecek olan kriterlerin bir tanesi için bile eksik veri içeren alternatif varsa bu tabloya ulaşmak mümkün olmayacaktır.

Gerekli veri karar vericiden alındıktan sonra işlenmesi için algoritmaya gönderilmektedir.

Table

Description automatically generated

Şekil 34: Canlı sistemde önem seçme ekranı

Karar verici önem oranı seçerken dikkat etmesi gereken iki nokta bulunmakta. Birincisi tabloyu nasıl okuyacağı ile alakalı. Tabloyu soldan sağa, yukarıdan aşağı olarak okumalıdır. Örnek olarak lojistik satırını ele alınırsa,lojistiğin fiyat sutünu ile kesiştiği hücre “lojistiğin fiyata göre önemi” olarak ifade edilir. Tablonun köşegeninin sabit yazıdan oluşmasının sebebi de bundan kaynaklanmakdatır. Bir kirter kendisinden daha fazla önemli olamaz. İkinci dikkat edilmesi gereken nokta ise köşegene göre simetrik olan hücrelerin sadece bir tanesine değer girilmesi gerekmektedir. Bir örnekle açıklanırsa fiyat satırının kalite ile kesiştiği hücre ve kalite satırının fiyat sütunu ile kesiştiği hücre ele alınsın.

Eğer iki hücreye de anı anda değer girilirse türkçe olarak şöyle bir ifade ortaya çıkacaktır. “Fiyat kaliteye göre önemlidir ve kalite fiyata göre önemlidir.”

Tablo doldurulduktan sonra üretilen sonuçlar “AjaxGet” aracılığı ile bir kaç gerekli paramtre ile birlikte “Api” üzerinde işlenmek üzere “Controller’a” gönderiliyor şekil 35.

Text

Description automatically generated

Şekil 35: Controllerda kod akışı

Controller iki parametre almakta, birincisi kriterlerin ve alternatiflerin veritabanında bulunmasını sağlayacak olan id bilgisi diğeri ise az önce karar verici tarafından doldurulmuş olan tablodan alınmış olan kriterlerin birbirlerine göre önem oranları. İkinci paramatrenin buraya 2 boyutlu bir dizi olarak gelmesi planlanmıştı ancak kodlama aşamasında bu gerçekleştirilemediği için dizi “JSON string’e” dönüştürülmüş daha sonra controllerda tekrar 2 boyutlu dizi haline getirilmiştir.

Katmanlı mimariye uygun olarak tasarnamış bu projede nihai sonuca ulaşmayı saylayacak olan kodlar iş katmanında bulunmaktadır (bussiness layer). “demandService” nesnesi yardımı ile iş katmanında bulunan çok kriterli karar verme metotlarını içeren metoda erişilmiş ve parametreler geçilmiştir.

Text

Description automatically generated

Şekil 36: MCDM metodu

Şekil 36’da çağrı yapılan, iş katmanında bulunan metot “MCDM”. Bu başlıkta konu bütünlüğünü korumak için AHP içeren kısımlar açıklanacaktır kodun tamamı ise ilerleyen bölümlerde açıklanacaktır.

157. Satırda kriter ağırlıklarını tutmak amacı ile bir değişken tanımlanmış ve ilk değer ataması başka metota yapılan çağrının dönüşü ile yapılmaktadır.

Text

Description automatically generated

Şekil 37: Kriter ağırlıklarının hesaplanması

“CalculateCriteriaWeights” 2 boyutlu bir double dizisi alıp geriye 1 boyutlu double dizisi döndüren ve amacı kriterler arasında, karar vericinin sağladığı bilgilere göre matematiksel bir oran belirleyen metottur. AHP’yi uygulayan bu metot şekil 37’de verilmiştir.

## Bulanık İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performans Tekniği ve Vikor

Kriter ağırlıkları AHP ile oluşturulduktan sonra Fuzzy TOPSIS ile birincil sonucu oluşturması için alternatiflerin bulunduğu liste ve AHP tarafından üretilmiş ağırlıklar Şekil 3’te görünen, 185. Satırda bulunan, “InitiateFuzzyTOPSIS metoduna” parametre olarak geçiliyor. İkinci parametrede başka bir metota çağrıda bulunulduğu görünmektedir bunun sebebi bulanık bir yöntem izlendiği için kriter ağırlıklarının bulanık hale getirilmesi gerekmektedir. Araya eklenmiş ufak bir metot sayesinde bu işlem gerçekleştirilmektedir Şekil 38.

Text

Description automatically generated

Şekil 38: Kriter ağırlıklarının bulanık sayılara dönüşümü

Bulanık kriter ağırlıkları oluştuktan sonra “initiateFuzzyTOPSIS” metodu işlemeye başlıyor algoritmanın gerektirdiği matematiksel işlemleri sıra ile yapmaya başlıyor. Bulanık bir algoritma kullandığımız için veri tabanından alınan 0 – 100 arası sayısal tedarikçi skorlarının 3’lü bulanık tipe dönüştürülmesi gerekiyor.

Ardından fuzzy TOPSIS algoritması adım adım işleniyor ve bir sonuç üretiliyor.

Text

Description automatically generated

Şekil 39: TOPSIS metodunun kendi alt metotlarını çağırması

Algirtma tamamen işledikten sonra oluşan “CC” değeri elde ediliyor. Alternatifler arasında en büyük “CC” değerine sahip olan alternatif en iyisi olarak belirleniyor. Bundan sonraki adımda çalıştırılacak olan “Fuzzy Vikor” algoritması –şekil 39- ise bir “Q” değeri üretecek. “Q” değeri “CC” ‘nin aksine ne kadar küçük olursa o kadar iyi oluyor.

Graphical user interface, text, application, chat or text message

Description automatically generated

Şekil 40: Vikor metodunun kendi metotlarını çağırması

2 algoritmanın ard arda çalıştırılması sonucunda elde edilen “Q” ve “CC” değerleri her alternatifin sahip olduğu proplara kaydediliyor. Şekil 40.

# SONUÇLAR

A screenshot of a computer

Description automatically generated with medium confidence

Şekil 41: Alternatiflerin tutulduğu nesne

“Q” ve “CC” değerleri algoritmalar tarafından hesaplandıktan sonra nihai bir sonuç üretmek üzere if koşuluna sokuluyorlar. Yapılan testlerde 1000 adet alternatif, 8 farklı kriter rastlege skor ve kriter ağırlığı belirlenerek 100 farklı kez çalıştırılmıştır. Test sonucunda yüzde 60 oranında aynı sonuca ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Yüzde 60’lık eşleşme oranı arttırılmak için karar verme algoritmalarından Fuzzy TOPSIS birincil sonucu üretmekte ve Fuzzy Vikor ise ikincil sonucu üretmektedir. Eğer birincil sonuç, Vikor tarafından üretilen sonuçların ilk 3’ünde yer alıyorsa eşleşme vardır şeklinde değerlendirilmiştir.

Bu yapılan çalışma sonucunda oran yüzde 85 seviyesinin üzerine çıkmıştır.

Text

Description automatically generated

Şekil 42: Final sonucunu hesaplayan kod parçası

Algoritmalar tarafından üretilen sonuçlar eşleşir ise en iyi alternatifin id’si döndürülmektedir bu sayede karar vericiye en iyi seçeneğin adı gösterilebilmektedir. Şekil 43.

Ancak vikor tarafından üretilen ilk 3 sonuç TOPSIS tarafından üretilen en iyi sonuç ile eşleşmez ise -1 değeri döndürülmektedir. Bu durumda ekranda bir firma ismi yerine “Öneri Yapılamıyor” şeklinde bir mesaj gösterilmektedir. Şekil 44.

Logo

Description automatically generated with medium confidence

Şekil 43: Öneri yapılması durumunda ekrana çıkan yanıt

A picture containing text

Description automatically generated

Şekil 44: Öneri yapılamaması durumunda ekrana çıkan yanıt

KAYNAKLAR

AHP metotu anlatım ve örnek görselleri : **Baltalar H.** Analitik Hiyerarşi Süreci ve Kullanımı. (2008). <http://www.hasanbaltalar.com/index.php?id=43>

**Şen Z. (2004).** Mühendislikte Bulanık Mantık ile Modelleme Prensipleri, Su Vakfı, istanbul.

**Allahverdi N. (2002).** Uzman Sistemler Bir Yapay Zeka Uygulaması, Atlas Yayın

Dağıtım, istanbul.

**Li, D. F., Yang, J. B. (2004).** Fuzzy Linear Programming Technique for Multiattribute

Group Decision Making in Fuzzy Environments, Information Sciences, 158,

p. 263-264.

**Baykal N., Beyan T. (2004a).** Bulanık Mantık İlke ve Temelleri, Bıçaklar Kitabevi,

Ankara.

**Yen J., Langari R. (1999).** Fuzzy Logic, Intelligence, Control and Information, Prentice Hall, New Jersey.

**Zadeh, L. A. (1965).** Fuzzy Sets, Information and Control, 8, p.338-353

**Elmas Ç. (2003a).** Bulanık Mantık Denetleyiciler, Seçkin Yayıncılık, Ankara

**Erturul, . (1996)** Bulanık Mantık ve Bir Üretim Planlamasında Uygulama Örneği,

(Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler

Enstitüsü, Denizli.

**Kosko B. (1997).** Fuzzy Engineering, Prentice Hall, New Jersey.

**Öztürk, R. Ö. (1999)** Fuzzy Karar Verme (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara

Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

**Tekeş, M. (2002)** Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Türk Silahlı Kuvvetleri’nde

Kullanılan Tabancaların Bulanık Uygunluk İndeksli Analitik Hiyerari Prosesi

İle Karılatırılması (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), stanbul Teknik

Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, stanbul.

**Erturul, ., Pelitli, D. (2008).** Portföy Analizinde Bulanık Mantık Yaklaşımı, İktisat

İletme ve Finans Dergisi, 23 (265), p.91-113.

**Jahanshahloo, G. R., Hosseinzadeh, L. F., Izadikhah, M. (2006).** Extension of the

TOPSIS Method for Decision Making Problems with Fuzzy Data, Applied

Mathematics and Computation,181(2), p.1544-1551.

**Dündar, S., Ecer, F., Özdemir, Ş. (2007).** Fuzzy TOPSIS Yöntemi ile Sanal Maazaların

Web Sitelerinin Deerlendirilmesi, Atatürk Üniversitesi ktisadi ve dari

Bilimler Dergisi, Cilt:21, Sayı:1, s.287-305.

**Yong, D. (2006)**. Plant Location Selection Based on Fuzzy TOPSIS, International

Journal of Advanced Manufacturing Technology, 28, p.839-844.

ÖZGEÇMİŞ

TARANMIŞ VESİKALIK

FOTOĞRAF

Ad-Soyad : İhsan Oğuz AKPINAR

Doğum Tarihi ve Yeri : 04/01/2000 Tokat/Zile

E-posta : ioguzakpinar8@gmail.com

**BİTİRME ÇALIŞMASINDAN TÜRETİLEN MAKALE, BİLDİRİ VEYA SUNUMLAR:**

* …………………………………………………………………………………….
* ……………………………………………………………………………………..
* …………………………………………………………………………………