

BULANIK ORTAMLARDA MAĞAZA KURULUŞ YERLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR KARAR VERME ARACI OLARAK BULANIK TOPSIS YÖNTEMİ

Fatih ECER*

Öz

Çalışmanın amacı, mağaza kuruluş yeri değerlendirme ve seçimine yardımcı olmaya yönelik bir karar verme yaklaşımı sunmaktır. İşletmelerin verdiği en önemli kararlardan birisi olan kuruluş yeri seçimi, işletmelerin gelecekteki başarılarını etkiler. Mağaza kuruluş yerine karar verirken hem mağazaların ihtiyaçları ile amaçları hem de müşteri ihtiyaçları dikkate alınmalıdır. Fakat bu tür kararlar genellikle zor ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Uygun mağaza kuruluş yerine karar verirken ulaşım, otopark, rakiplere uzaklık gibi pek çok faktör göz önünde bulundurulur. Çalışmada, bu faktörlerin önem ağırlıklarını ve kriter değerlerini değerlendirmek için dilsel değişkenler kullanılmış ve değerlendirmeler pozitif yamuk bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Sonrasında ise bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak mağaza kuruluş yeri problemi çözülmüştür. Bulanık TOPSIS yöntemi, Bulanık Çok Kriterli Karar Verme (BÇKKV) yöntemlerinden birisidir ve bulanık ortamlarda grup kararı vermeye yardımcı olur. Bulanık TOPSIS yöntemine göre mağaza kuruluş yerlerinin sıralamasını belirlemek için yakınlık katsayıları hesaplanır. Yakınlık katsayısı, Fuzzy Pozitif İdeal Çözüm (FPIÇ) ve Fuzzy Negatif İdeal Çözüm (FNİÇ) olan uzaklıklar kullanılarak hesaplanır. Çalışmanın sonunda bir örnekle yöntem adım adım açıklanmıştır. Çalışma, bulanık TOPSIS yönteminin mağaza kuruluş yeri değerlendirme ve seçiminde bir karar verme aracı olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar Sözcükler: Bulanık TOPSIS, mağaza kuruluş yeri, pozitif yamuk bulanık sayılar.

* Arş.Gör..Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi, AFYON, İşletme Bölümü, fecer@aku.edu.tr

Abstract**Evaluation of Store Plant Locations in Fuzzy Environments: Fuzzy TOPSIS Method as a Decision-Making Tool**

The purpose of the study is to present a decision-making approach towards helping store plant location evaluation and selection. Plant location selection, one of the most important decisions made businesses, effects success of businesses. Both needs of stores and customers should be considered while making decision of store plant location. Yet, these types of decisions usually have strong and complex nature. It is considered many factors to determine suitable store plant location such as transportation, parking and distance from competitors. In study, linguistic variables were used to assess the importance weights and ratings for these factors and converted to positive trapezoidal fuzzy numbers. Then, store plant location problem solved using fuzzy TOPSIS method. Fuzzy TOPSIS method is one of the Fuzzy Multiple Criteria Decision Making (FMCDM) methods and helps group decision-making in fuzzy environments. According to fuzzy TOPSIS method, a closeness coefficient is evaluated to determine the ranking order of store plant locations. The closeness coefficient is calculated by the distances from Fuzzy Positive Ideal Solution (FPIS) and Fuzzy Negative Ideal Solution (FNIS). End of the study, the method was explained step by step with an example. The study showed that fuzzy TOPSIS method could be used in store plant location evaluation and selection as a decision-making tool.

Keywords: Fuzzy TOPSIS, store plant location, positive trapezoidal fuzzy numbers.

GİRİŞ

İşletmelerin gelecekte başarılı olabilmelerinde ve yaşamlarını sürdürebilmelerinde verilecek doğru kararların önemli bir etkisi vardır. Doğru karar vermeyi gerektiren en kritik işletme kararlarından birisi kuruluş yerini belirlemektir. Mağaza kuruluş yerine, gerek mal ve hizmet sunan mağazalar gerekse de bu mal ve hizmetlerden yararlanan müşteriler açısından değerlendirilerek karar verilebilir.

Kuruluş yerine karar vermeye yardımcı olmaya yönelik geçmişte çeşitli modeller geliştirilmiştir. Fakat bu modellerin birçoğu veriler nicel olduğunda kullanılabilmekte ve karar verme sürecini etkileyen tam olmayan bilgi, belirsizlik ve verilerin nitel olması gibi faktörleri dikkate almamaktadır (Dilworth, 1992: 149-158; Stevenson, 1999: 375-381; Krajewski ve Ritzman, 2001: 414-426; Üreten, 2002: 339-355). Kuruluş yeri kararları genellikle hem

pek çok kriterin etkisi altında hem de karar sürecinde birden fazla karar vericinin (KV) olması durumunda verilmektedir. KV'lerin kuruluş yerlerini belirlenen karar kriterlerine göre sözel değerlendirmeleri belirsizliğe neden olabilmektedir. Dolayısıyla alternatif kuruluş yerleri içinden seçim yapmak güçleşebilmektedir.

İnsan düşünce ve yargılarını kullanabilme yeteneğine sahip olan bulanık küme kavramı, Zadeh (1965) tarafından literatüre kazandırılmıştır. Zadeh, belirsiz durumların çözümünün küme elemanlarına farklı üyelik derecelerinin verilmesi ile mümkün olacağını belirtmiştir. Örneğin bulanık küme teorisinde boy uzunluğu sadece “uzun” ve “kısa” olarak değil ayrıca boy uzunluğunun ara değerleri olan “çok kısa”, “biraz uzun”, “çok uzun”, “çok çok uzun” olarak ele alınır (Şen, 2001: 16). Bulanık küme teorisi, karar vermek için nitel bilgiyi kullanan insan mantığına benzetilebilir. Bulanık küme teorisinde, nitel değerlendirmeler matematiksel olarak ifade edilebilir. Böylece bulanık küme teorisi, daha kolay karar vermeye yardımcı olur (Kahraman vd., 2003: 386).

Mağaza kuruluş yerine karar verme, çoklu kriterler altında bir grup kararı vermedir. Grup kararı verirken karar kriterlerinin farklı önem ağırlıklarına sahip olabilecekleri ihtimalinin göz önünde bulundurulması yerinde olur. Böyle durumlara uygun çözümler sunan ve BÇKKV yöntemlerinden biri olan bulanık TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yönteminin esasını seçilen alternatifin Fuzzy Negatif İdeal Çözümünden (FNİÇ) en uzak, Fuzzy Pozitif İdeal Çözümünden (FPIÇ) ise en yakın mesafede olması oluşturur.

Bulanık TOPSIS yöntemi yardımıyla mağaza kuruluş yerlerini değerlendirmeyi amaçlayan çalışmanın ilk bölümünde mağaza kuruluş yeri seçimi ile bu seçime etki eden faktörler ele alınmıştır. İkinci bölümde bulanık küme teorisinden kısaca bahsedilmiştir. Bu kapsamda dilsel değişkenin ne anlama geldiği ile bulanık sayılar ve özelliklerine değinilmiştir. Üçüncü bölümde bulanık TOPSIS yöntemi ortaya konulmuştur. Dördüncü ve son bölümde ise mağaza kuruluş yerlerinin bulanık TOPSIS yöntemi yardımıyla değerlendirilmesine yönelik bir uygulama yapılmıştır.

1. MAĞAZA KURULUŞ YERİ SEÇİMİ

Kuruluş yeri seçimi, alternatif konumların değerlendirilip aralarından birinin seçilmesini ifade eder (Yamak, 1999: 71). Bir mağazanın başarı ya da başarısızlığına konumu değerlendirilerek karar verilebilir (Thang ve Tan, 2003: 195). Mağaza kuruluş yeri seçimi, uzun vadeli bir planlamayla yapılır. Bu kararlar uzun dönemli yatırım kararlarıdır, dolayısıyla kolayca ve kısa sürede

değiştirilemezler. Seçime gerekli özen gösterilmelidir çünkü verilecek kararlar uzun süre mağazayı belli koşullar altında çalışmak zorunda bırakacaktır. Bu nedenle mağazanın mevcut ve gelecekteki ihtiyaçları ile amaçları göz önünde bulundurularak en uygun kuruluş yeri belirlenmelidir (Tekin, 2004: 56-60; Levy ve Weitz, 1991: 313; Demir ve Gümüšoğlu, 1998: 166). Kuruluş yeri seçimi, çalışmaların en başında yapılır ve en önemli girişim kararlarından birisi olarak görülür (Demir ve Gümüšoğlu, 1998: 166). Perakendecilikte verilen en önemli kararlardan biri kuruluş yerine karar vermektir (Levy ve Weitz, 1991: 313). Çünkü perakendecilikte rekabet çarpıcı boyutlara ulaşmıştır ve kendi bulunduğu yerdeki rekabetin az, rakiplerin bulunduğu yerlerdeki rekabetin ise fazla olması arzu edilen bir durumdur (Leszczyc vd., 2000: 323; Levy ve Weitz, 1991: 317-318). Sürdürülebilir rekabet avantajı kazanmada kuruluş yeri kararları önem kazanır (Levy ve Weitz, 1991: 313). Bu bakımdan kuruluş yerinin neresi olacağı konusunda rekabet göz önünde bulundurulması gereken bir unsurdur. Rakip mağazaların fiziksel özellikleri, büyüklükleri ve hedef pazarlarla ilgili bilgiler rekabet bağlamında elde edilmeye çalışılır (Mason vd., 1991: 249). Mağazanın kurulduğu yer çok iyi olsa da eğer rekabet çok aşırı düzeydeyse o yer dezavantajlı bir yer halini alabilir. Tersine dezavantajlı olarak değerlendirilen bir kuruluş yeri de rekabetin az olması sebebiyle iyi bir konum haline gelebilir. Bir yerdeki rekabet değerlendirilirken mevcut mağaza sayısı, mağazaların dağıtım kanalı büyüklükleri, yeni mağaza açılma oranı, mağazaların güçlü ve zayıf yönleri, kısa ve uzun vadeli eğilimler ve doygunluk düzeyi dikkate alınır. Bunun yanı sıra bu unsurların nüfus büyüklüğü ve nüfus artış hızıyla ilişkilendirilmesi de yerinde olur (Berman ve Evans, 1992: 235).

Bir pazara girilip uzun süre orada kalınmak isteniyorsa mağaza kuruluş yeri, müşterilerin beklentileri dikkate alınarak belirlenmelidir (Kaufmann vd., 2000: 125). Çünkü mağazanın konumu, müşterilerin mağaza tercihini etkileyen en önemli unsurlardan birisidir (Severin vd., 2001: 194; Levy ve Weitz, 1991: 313; Solgaard ve Hansen, 2003: 170). Müşteri öncelikle alışveriş yapmaya ihtiyacı olup olmadığına karar verir, sonra ne kadar harcama yapacağını belirler ve bir mağaza seçer (Leszczyc vd., 2000: 328). Ayrıca iyi bir kuruluş yeri, müşteri tatminini de pozitif etkilemektedir (Pan ve Zinkhan, 2006: 231).

Kuruluş yerinin mağazalara sağladığı çeşitli avantajlar vardır. Bu avantajlardan biri reklam masraflarının azalmasıdır. İyi bir kuruluş yerine sahip mağazanın reklam masrafları daha kötü bir konuma sahip mağazaya göre daha azdır (Levy ve Weitz, 1991: 314). Diğer bir avantajı mağazalara rekabet avantajı sağlamasıdır (Yılmaz ve Altunışık, 2003: 98). Kuruluş yerinin yanlış seçimi ise çeşitli sorunlara yol açar. Bu sorunların en önemlileri işletmenin mali yapısının olumsuz etkilenmesi ve rekabet avantajının kaybedilmesidir (Çelikçapa, 2000: 57; Üreten, 2002: 324; Stevenson, 1999: 362).

1.1. Mağaza Kuruluş Yerinin Belirlenmesini Etkileyen Faktörler

Çok sayıda faktöre bağlı olması nedeniyle kuruluş yeri kararları genellikle kapsamlı bir biçimde düşünüp karar vermeyi gerektiren bir konudur. Bu nedenle mağaza kuruluş yerine karar vermek karmaşık bir problem olarak görülür (Berman ve Evans, 1992: 215; Nahmias, 1997: 34). Mağaza kuruluş yeri belirlenirken önce mağazanın kurulacağı şehir belirlenir, sonra şehir içinde bir ticaret alanı seçilir, daha sonra ise mağazanın konumu belirlenir (Özdemir, 2006: 37). Daha açık bir ifadeyle kuruluş yeri seçiminde dikkate alınan faktörler demografik özellikler, ulaşılabilirlik, rekabet, arazi ve binanın özellikleri, maliyet, otopark imkanı, yakındaki mağazaların özellikleri, mağazanın yol üzerinde olması ve yasal sınırlılıklar olarak sıralanabilir (Dunne vd., 1992: 177; Berman ve Evans, 1992: 215; Yılmaz ve Altunışık, 2003: 104; Üreten, 2002: 328). Mağaza kuruluş yerinin belirlenmesi ve değerlendirmesinde dikkate alınan en önemli unsurlar şunlardır:

1.1.1. Rakiplere Uzaklık

Aynı sektördeki mağazaların yakınlığı aynı tür ürünler satmaları nedeniyle ticaret alanlarını daraltır (Levy ve Weitz, 1991: 321). Rakiplerle uzaklık arttıkça ticaret alanı artar ve dolayısıyla mağazanın satış grafiği yükselir (Dunne vd., 1992: 170; Berman ve Evans, 1992: 220).

1.1.2. Ulaşım Kolaylığı

Kuruluş yeri kararlarında ulaşım dikkate alınması gereken önemli bir faktördür (Ulaga vd., 2002: 394; Nahmias, 1997: 35; Chase vd., 1998: 354; Tekin, 2004: 63; Kobu, 2003: 160; Demir ve Gümüšoğlu, 1998: 174; Yamak, 1999: 75; Çelikçapa, 2000: 58). Ulaşım, müşterileri mağazaya çeken bir etmendir. Ulaşımın kolay ve ulaşım süresinin kısa olması diğer koşullar aynı iken müşterilerin mağazayı tercih etmelerine neden olur (Thang ve Tan, 2003: 195). Yapılan araştırmalar mağaza yeri seçimiyle kolay ulaşım arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermiştir (Pan ve Zinkhan, 2006: 231). Müşteriler zaman tasarrufu sağlamak için ulaşımın kolay olduğu, sürüş zamanının ve zorluğunun en az olduğu mağazaları seçerler. Trafiğin yoğun olduğu, yolların dar, dolambaçlı ve bozuk olduğu yerlerden ise uzak durular (Thang ve Tan, 2003: 198; Berman ve Evans, 1992: 257; Altunışık ve Mert, 2001: 149). Mağazanın bulunduğu konumdan toplu taşıma araçlarının geçmesi, hem müşterilerin mağaza tercihinde etkili olur hem de mağazaya gelen müşteri sayısının artmasına neden olur (Dunne vd., 1992: 177). Müşteriler mağazaya ne kadar kolay ulaşır, girer ve çıkarlarsa alışveriş etmek için mağazayı ziyaret etme ihtimalleri de o kadar artar. Ulaşım, fiziksel ve psikolojik olmak üzere iki boyutta ele alınır. Fiziksel boyut, ulaşımın somut özellikleri ile ilgilidir.

Psikolojik boyut ise müşterilerin mağazaya ulaşımı algılamalarıyla ilgilidir. Müşteriler ulaşımın zor, tehlikeli ve sıkıntı verici olduğuna inanıyorlarsa psikolojik engeller en az fiziksel engeller kadar etkili olur (Lewison, 1991: 378).

1.1.3. Otopark İmkanları

Otopark imkanı, mağaza kuruluş yeri seçiminde dikkate alınması gereken faktörlerden birisidir (Dunne vd., 1992: 180). Müşterilerin mağazaları tercih etme nedenlerinin belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada, otopark imkanının ürün çeşitliliğinin ardından ikinci sırada yer aldığı belirlenmiştir (Thang ve Tan, 2003: 198). Diğer bir çalışmada ise kolay park edebilme ve park imkanı müşterilerin mağaza tercihinde kalite, servis, fiyat ve moda gibi faktörlerin önünde yer almıştır (Severin vd., 2001: 196). Otoparka giren ve çıkan müşterilerin birbirlerini engellememeleri için mağazanın otopark alanı yeterince büyük ve geniş olmalı, araç park yeri sayısı, otoparkın mağazaya uzaklığı ve mağaza çalışanları için park yerinin mevcut olması dikkate alınmalıdır (Lewison, 1991: 380; Dunne vd., 1992: 177; Berman ve Evans, 1992: 258). Düşünülen konumun otoparkı yoksa arazinin otopark için yeterli olup olmadığına karar verilmelidir. Karar verilirken mağazanın büyüklüğü, müşterilerin ziyaret sıklığı, ziyaretlerin süresi ve mevcut ulaşım yöntemleri (otobüs, metro, minibüs vb.) göz önünde bulundurulmalıdır (Dunne vd., 1992: 180).

1.1.4. Mağazanın Müşterilere Yakınlığı

Tüketicilere yakın olmak günümüzde önemli bir hale gelmiştir (Yılmaz ve Altunışık, 2003: 98). Artan müşteri isteklerine cevap verme ihtiyacı nedeniyle mağazanın müşteriye yakın olması önemlidir. Böylelikle müşteri ihtiyaçları hızla karşılanabilir (Chase vd., 1998: 352-353). Diğer yandan kuruluş yeri, mağazaya gelen müşteri sayısını ve niteliğini belirler (Levy ve Weitz, 1991: 313). Belki de bir yerin iyi bir kuruluş yerine sahip olduğunu belirlemede kullanılabilecek en basit ölçek o yerdeki yaya trafiği ve niteliğidir. Tüm koşullar eşitken en fazla yaya trafiğine sahip olan yer en iyi yer olarak değerlendirilir (Berman ve Evans, 1992: 256).

1.1.5. Binanın Fiziksel Özellikleri

Binanın büyüklüğü, şekli, genişliği, yaşı ve kullanışlılığı kuruluş yeri seçiminde dikkate alınır. Düşünülen yerin fiziksel özellikleriyle bu nitelikler karşılaştırılır ve karar verilir (Berman ve Evans, 1992: 259-260). Büyük mağazalar küçük mağazalara göre daha avantajlıdır. Çünkü binanın büyüklüğü ve genişliği nedeniyle ürün çeşitliliği fazladır ve müşteriler ihtiyaçlarını buradan karşılamaya meyillidirler (Thang ve Tan, 2003: 194).

1.1.6. Depolama İle Yükleme-Boşaltma Kolaylığı

Mağazanın depolama olanakları, kapasitesi ve yükleme-boşaltma kolaylığı kuruluş yeri belirlenirken dikkate alınması gereken unsurlardandır (Mason vd., 1991: 241).

2. BULANIK KÜME TEORİSİ

Bu bölümde dilsel değişken kavramı ile bulanık kümelerin bazı temel özelliklerine değinilecektir.

2.1. Dilsel Değişken (Dilsel İfade)

Dilsel değişken ya da dilsel ifade, değerleri anadildeki cümleler olan değişken ya da kelime ile kelime gruplarını sayılar gibi kullanan değişkendir (Zadeh, 1987a: 109; Cebeci ve Beşkeş, 2002: 93). Dilsel değişkenlerden çok karmaşık olan ya da iyi tanımlanmamış durumları nicel olarak ifade etmede yararlanılır. Dilsel değişkenlere örnek olarak “ağırlık” verilebilir. Çünkü ağırlık “çok ağır”, “biraz ağır”, “çok çok ağır” vb. şekilde ifade edilebilir (Chen vd., 2006: 4-5).

2.2. Bulanık Sayılar

İnsanın kesin olmayan bilgiyi anlama ve analiz etme yeteneğinden yola çıkan Zadeh, kesinlik içermeyen problemleri çözmek ve insan düşüncesinin anahtar elemanlarının sayılar değil dilsel değişkenler olduğu fikrini dayanak olarak bulanık küme teorisini geliştirmiştir (Mao, 1999: 7; Chou ve Liang, 2001: 378; Chen, 2001: 66). Aristo mantığı olarak da bilinen ikili mantığa dayalı kesin kümelerde, küme elemanının kümeye ait olması 1, olmaması ise 0 ile ifade edilir. Bu iki değer dışında herhangi bir değer yoktur. Bulanık kümelerde ise 0 ve 1 değerlerinin yanı sıra bu değerler arasında yer alan farklı değerlerden de söz etmek mümkündür (Şen, 2001: 17). Gündelik yaşamda pek çok yargıya belirsizlik altında varılır ve kesinlik yaklaşımıyla belirsizlik gerçekçi bir şekilde modellenemez. Ancak bulanık kümeler bu modellemeyi yapabilme özelliğine sahiptir. Kesin kümelerde yer alan evet/hayır, iyi/kötü, doğru/yanlış ifadeleri bulanık kümelerde yerini kısmen doğru ve kısmen yanlış gibi ifadelere bırakır (Kleyle vd., 1997: 70). Bulanık küme teorisi, insan algı ve öznel yargılarıyla ilgili belirsizliği modellerken nitel parametrelerin yorumlanmasını ve belirsizliğin matematiksel olarak ifade edilebilmesini de sağlar (Knight, 2001: 17; Liang, 2001: 46; Cheng vd., 2002: 981; Byrne, 1995: 24).

2.2.1. Üyelik Fonksiyonu ve Üyelik Derecesi

Dilsel değişkenlerin dilsel olgusunu açıklayan teknik sayının değerine üyelik derecesi denir (Hamitoğulları, 1999: 12). Üyelik derecesi sübjektif olarak belirlenir (Zadeh, 1987b: 468). Sürekli bir değişken için üyelik derecesi üyelik fonksiyonuyla ifade edilir (Hamitoğulları, 1999: 12). Bir değişkenin üyelik derecesini tanımlamak için kullanılan üyelik fonksiyonları dilsel değişkenlerden oluşan bir anlam grubudur ve üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}}$ ile gösterilir. Bulanık küme

teorisinin temelini oluşturan üyelik fonksiyonları 0 ile 1 arasında bir üyelik derecesine sahiptir (Kahya, 2003: 24). Üyelik fonksiyonunun en önemli özelliği kümenin üyesi olma durumundan üyesi olmama durumuna geçişte bir yaklaşım sunmasıdır (Hassanein ve Cherlopalle, 1999: 43).

Bulanık kümeler teorisinde üyelik derecesi, karakteristik fonksiyonun genelleştirilmesiyle belirlenir ve üyelik fonksiyonu olarak adlandırılır. $\{0,1\}$ kümesi yerine $[0,1]$ aralığı kullanılır ve üyelik fonksiyonu şu şekilde ifade edilir:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) : x \rightarrow [0,1] \text{ veya } 0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x) \leq 1.$$

$\mu_{\tilde{A}}(x) = 0$ olması x 'in $\tilde{A}$ 'nın üyesi olmadığını, $\mu_{\tilde{A}}(x) = 1$ olması ise x 'in $\tilde{A}$ 'nın tam üyesi olduğunu göstermektedir (Allahverdi, 2005).

Örneğin $X_0 = \{a_1, a_2, \dots, a_6\}$ kümesi için küme elemanlarının üyelik dereceleri sırasıyla 0.3, 0.7, 0.9, 0.6, 0.1, 0.2 olsun. Diğer bir ifadeyle $\mu_{\tilde{A}}(a_2) = 0.7$, $\mu_{\tilde{A}}(a_6) = 0.2$ şeklinde ifade edilebilir ve $A = 0.3/a_1 + 0.7/a_2 + 0.9/a_3 + 0.6/a_4 + 0.1/a_5 + 0.2/a_6$ olarak gösterilebilir. Burada “+” işareti toplama değil birleşme anlamı taşımaktadır. Üyelik dereceleri sonlu ve sonsuz kümeler için sırasıyla,

$$\tilde{A} = \sum_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x)/x, \quad \tilde{A} = \int_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x)/x$$

olarak da yazılabilir. Burada $\sum$ ve $\int$ işaretleri de “+” işareti gibi birer gösterimdir (Bandemer ve Gottwald, 1995: 9-10).

2.2.1.1. S Fonksiyonu

S fonksiyonu, genellikle üyelik fonksiyonlarının hesaplanması için kullanılan bir fonksiyondur. Fonksiyonun grafiği çizildiğinde elde edilen grafik S harfine benzediği için bu fonksiyona S fonksiyonu denilmektedir. S fonksiyonu aşağıdaki gibi gösterilir (Allahverdi, 2005):

$$S(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ 2\left(\frac{x-a}{c-a}\right)^2, & a \leq x \leq b \\ 1 - 2\left(\frac{x-c}{c-a}\right)^2, & b \leq x \leq c \\ 1, & x \geq c \end{cases} \quad (1)$$

2.2.1.2. t -norm

t -norm bulanık kümelerin kesişimini ifade eder. $t : [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ fonksiyonu $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümelerinin kesişimini üyelik fonksiyonuna dönüştüren fonksiyon olsun öyle ki;

$$t\left[\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\right] = \mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \min\left[\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\right]. \quad (2)$$

t fonksiyonunun t -norm olarak adlandırılabilmesi için aşağıdaki dört aksiyomun koşullarını sağlaması gerekir (Allahverdi, 2005; Klir ve Yuan, 1995: 61-62):

Aksiyom t1 : $t(0,0) = 0$; $t(a,1) = a$ (sınır koşulu).

Aksiyom t2 : $t(a,b) = t(b,a)$ (yer değiştirme koşulu).

Aksiyom t3 : $b \leq d$ iken $t(a,b) \leq t(a,d)$ (azalmama koşulu).

Aksiyom t4 : $t(a, t(b,c)) = t(t(a,b), c)$ (birleşme koşulu).

2.2.1.3. s -norm (t -conorm)

s -norm bulanık kümelerin birleşimini ifade eder. $s : [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ fonksiyonu $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümelerinin birleşimini üyelik fonksiyonuna dönüştüren fonksiyon olsun öyle ki;

$$s\left[\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\right] = \mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \max\left[\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\right]. \quad (3)$$

s fonksiyonunun s -norm olarak adlandırılabilmesi için aşağıdaki dört aksiyomun koşullarını sağlaması gerekir (Allahverdi, 2005; Klir ve Yuan, 1995: 76-77):

Aksiyom s1: $s(1,1) = 1$, $s(a,0) = s(0,a) = a$ (sınır koşulu).

Aksiyom s2: $s(a,b) = s(b,a)$ (yer değiştirme koşulu).

Aksiyom s3: $b \leq d$ iken $s(a,b) \leq s(a,d)$ (azalmama koşulu).

Aksiyom s4: $s(a, s(b,c)) = s(s(a,b), c)$ (birleşme koşulu).

2.2.2. Konvekslik

$\forall x_1, x_2 \in X, \forall \lambda \in [0,1]$ için

$$\mu_{\tilde{A}}(\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2) \geq \min(\mu_{\tilde{A}}(x_1), \mu_{\tilde{A}}(x_2)) \quad (4)$$

eşitsizliğini sağlayan $\tilde{A}$ bulanık kümesi konvektir. Diğer bir ifadeyle $\tilde{A}$ 'nın artan değerleri için üyelik değerleri monoton artan veya azalan ya da önce monoton artıp sonra monoton azalan oluyorsa $\tilde{A}$ kümesi konvektir (Zadeh, 1965: 347; Kaufmann ve Gupta, 1991: 11; Karanfil, 1997: 13).

2.2.3. Normallik

X 'in en az bir elemanı için "1" üyelik değerini alan yani $\max_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x) = 1$

eşitliğini sağlayan $\tilde{A}$ bulanık kümesi normaldir (Kaufmann ve Gupta, 1991: 12; Bandemer ve Gottwald, 1995: 12; Karanfil, 1997: 13).

2.2.4. Bulanık Sayı

Normal ve konveks olan bulanık kümeye bulanık sayı denir (Kaufmann ve Gupta, 1991: 14; Karanfil, 1997: 13; Bandemer ve Gottwald, 1995: 49). En fazla kullanılan bulanık sayılar üçgen ve yamuk bulanık sayılardır.

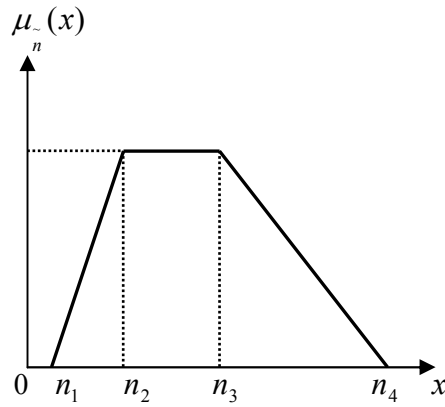
2.2.4.1. Pozitif Yamuk Bulanık Sayı

İşlem verimliliği ve veri kazanım kolaylığı nedeniyle pozitif yamuk bulanık sayılar sıklıkla işlemlerde tercih edilmektedir (Zimmermann, 1990: 57).

Bir pozitif yamuk bulanık sayı $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3, n_4)$ şeklinde ifade edilir ve Şekil 1'deki gibi gösterilir. Üyelik fonksiyonu ise şöyle tanımlanır (Chen vd., 2006: 4):

$$\mu_{\tilde{n}}(x) = \begin{cases} 0, & x < n_1 \\ \frac{x - n_1}{n_2 - n_1}, & n_1 \leq x \leq n_2 \\ 1, & n_2 \leq x \leq n_3 \\ \frac{x - n_4}{n_3 - n_4}, & n_3 \leq x \leq n_4 \\ 0, & x > n_4 \end{cases} \quad (5)$$

Şekil-1: Yamuk Bulanık Sayı (Chen vd., 2006: 4)



2.2.4.2. Yamuk Bulanık Sayılarda Temel İşlemler

$\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3, m_4)$ ve $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3, n_4)$ pozitif yamuk bulanık sayılar ve r pozitif bir reel sayı olmak üzere pozitif yamuk bulanık sayılarla yapılan bazı temel işlemler şöyledir (Chen vd., 2006: 4):

$$\tilde{m} \oplus \tilde{n} = [m_1 + n_1, m_2 + n_2, m_3 + n_3, m_4 + n_4] \quad (6)$$

$$\tilde{m} \ominus \tilde{n} = [m_1 - n_4, m_2 - n_3, m_3 - n_2, m_4 - n_1] \quad (7)$$

$$\tilde{m} \otimes r = [m_1 r, m_2 r, m_3 r, m_4 r] \quad (8)$$

$$\tilde{m} \otimes \tilde{n} \cong [m_1 n_1, m_2 n_2, m_3 n_3, m_4 n_4] \quad (9)$$

2.2.5. α -Kesim

$\tilde{n}$ bulanık sayısının α -kesimi şöyle tanımlanır (Chen vd., 2006: 4):

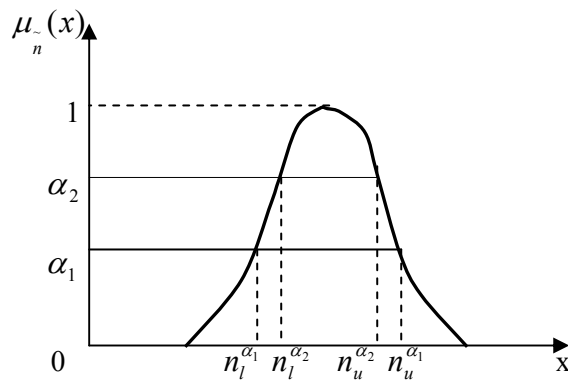
$$\tilde{n}^\alpha = \left\{ x_i : \mu_{\tilde{n}}(x_i) \geq \alpha, x_i \in X \right\}. \quad (10)$$

$\tilde{n}$, X evreninde boş olmayan, sınırlı ve kapalı bir aralığa sahip bir bulanık sayı olsun ve $\tilde{n}_l^\alpha$ kapalı aralığın alt sınırını, $\tilde{n}_u^\alpha$ ise üst sınırını ifade etmek üzere $\tilde{n}^\alpha = [\tilde{n}_l^\alpha, \tilde{n}_u^\alpha]$ şeklinde gösterilsin. $\tilde{n}$ bulanık sayısının α -kesimi,

$$\tilde{n}^{\alpha_1} = [\tilde{n}_l^{\alpha_1}, \tilde{n}_u^{\alpha_1}], \quad \tilde{n}^{\alpha_2} = [\tilde{n}_l^{\alpha_2}, \tilde{n}_u^{\alpha_2}]$$

olarak ifade edilebilir. Eğer $\alpha_2 \geq \alpha_1$ ise $\tilde{n}_l^{\alpha_2} \geq \tilde{n}_l^{\alpha_1}$ ve $\tilde{n}_u^{\alpha_2} \geq \tilde{n}_u^{\alpha_1}$ olur. $\tilde{n}$ bulanık sayısının α -kesimi Şekil 2'deki gibi gösterilebilir (Chen, 2000: 2-3).

Şekil-2: $\tilde{n}$ Bulanık Sayısının α -Kesimi (Chen, 2000: 3)



2.2.6. Bulanık Matris

En az bir elemanı bulanık sayı olan matrise bulanık matris denir (Chen, 2000: 3). Bulanık matris, $\forall i, j$ için $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$ şeklindeki pozitif yamuk bulanık sayılardan oluşan bir matristir ve aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}.$$

2.2.7. Vertex Metodu

$\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3, m_4)$ ve $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3, n_4)$ gibi iki pozitif yamuk bulanık sayı arasındaki uzaklığı bulmak için vertex metodundan yararlanılır. Vertex metodu kullanılarak pozitif yamuk bulanık sayılar arasındaki uzaklık şöyle hesaplanır (Chen vd., 2006: 5):

$$d_v(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{4}[(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2 + (m_4 - n_4)^2]}. \quad (11)$$

3. BULANIK TOPSIS YÖNTEMİ

FÇKKV yöntemlerinden biri olan bulanık TOPSIS yönteminin temel mantığı, seçilen alternatifin FPIÇ'e en yakın, FNİÇ'e ise en uzak mesafede olmasıdır (Chen vd., 2006: 3). TOPSIS'e bulanık sayılara başvurularda yapılan çalışmaları Negi (1989) bir doktora teziyle, Chen ve Hwang (1992) ise yayımladıkları bir kitapla başlatmışlardır (Chu, 2002: 688). Bulanık TOPSIS alanındaki çalışmalar Triantaphyllou (2000), Chen (2000) ve Chen vd. (2006) ile devam etmiştir. Bu bölümde Chen vd. (2006) tarafından geliştirilen bulanık TOPSIS yöntemi üzerinde durulacaktır.

KV'ler karar kriterlerinin önem ağırlıklarını ve kriter değerlerini dilsel değişkenler yardımıyla ifade ederler. Dilsel değişkenleri sayısal olarak ifade edebilmek için üçgen veya yamuk üyelik fonksiyonlarından faydalanılabilir. Çalışmada pozitif yamuk bulanık sayılar kullanılmış olup KV'lerin

değerlendirmelerde kullandıkları dilsel değişkenler ile bunların pozitif yamuk bulanık sayılar olarak karşılıkları Tablo 1 ve Tablo 2’deki gibidir.

Tablo-1: Karar Kriterlerinin Değerlendirilmesinde Yararlanılan Dilsel Değişkenler ve Pozitif Yamuk Bulanık Sayılar Olarak Karşılıkları (Chen vd., 2006: 5)

Çok Yüksek (ÇY)	(0,8,0,9,1,1)
Yüksek (Y)	(0,7,0,8,0,8,0,9)
Biraz Yüksek (BY)	(0,5,0,6,0,7,0,8)
Epeyce (E)	(0,4,0,5,0,5,0,6)
Biraz Düşük (BD)	(0,2,0,3,0,4,0,5)
Düşük (D)	(0,1,0,2,0,2,0,3)
Çok Düşük (ÇD)	(0,0,0,1,0,2)

Tablo-2: Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Yararlanılan Dilsel Değişkenler ve Pozitif Yamuk Bulanık Sayılar Olarak Karşılıkları (Chen vd., 2006: 5)

Çok İyi (Çİ)	(8,9,10,10)
İyi (İ)	(7,8,8,9)
Biraz İyi (Bİ)	(5,6,7,8)
Epeyce (E)	(4,5,5,6)
Biraz Kötü (BK)	(2,3,4,5)
Kötü (K)	(1,2,2,3)
Çok Kötü (ÇK)	(0,0,1,2)

Mağaza yöneticileri tarafından gerçekleştirilen ve bir FÇKKV problemi olan mağazaların kuruluş yerlerinin değerlendirilebilmesi için şu unsurlara ihtiyaç duyulur:

- ✓ Karar vericiler ($KV_1, KV_2, \dots, KV_k$).
- ✓
- ✓ Mağaza kuruluş yeri alternatifleri ($A_1, A_2, \dots, A_m$).
- ✓
- ✓ Alternatiflerin değerlendirildiği karar kriterleri kümesi ($K_1, K_2, \dots, K_n$).
- ✓
- ✓ Karar kriterleri bazında adayların değerlendirildiği kriter değerleri kümesi.
- ✓

Bulanık TOPSIS yönteminin algoritması aşağıda ayrıntılı olarak açıklanacaktır (Chen vd., 2006: 6-8):

k. KV'nin karar kriterleri ve bu karar kriterlerine göre alternatiflere ilişkin yaptığı değerlendirmeler sırasıyla $\tilde{w}_{jk} = (w_{jk1}, w_{jk2}, w_{jk3}, w_{jk4})$ ve $\tilde{x}_{ijk} = (a_{ijk}, b_{ijk}, c_{ijk}, d_{ijk})$ olsun ($i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$). KV'lerin kriterlere göre adayları değerlendirmesiyle elde edilen bulanık kriter değerleri $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$ şeklinde gösterilir. Burada,

$$a_{ij} = \min_k \{a_{ijk}\}, b_{ij} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K b_{ijk}, c_{ij} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K c_{ijk}, d_{ij} = \max_k \{d_{ijk}\} \quad (12)$$

şeklinde hesaplanır. Benzer biçimde karar kriteri önem ağırlıkları da $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, w_{j4})$ şeklinde gösterilir. Burada,

$$w_{j1} = \min_k \{w_{jk1}\}, w_{j2} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K w_{jk2}, w_{j3} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K w_{jk3}, w_{j4} = \max_k \{w_{jk4}\} \quad (13)$$

Formülleri yardımıyla hesaplanır.

Karar problemi matris formunda şöyle gösterilir:

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}, \tilde{W} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_1 & \tilde{w}_2 & \dots & \tilde{w}_n \end{bmatrix}.$$

Burada $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$ ve $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, w_{j4})$ pozitif

yamuk bulanık sayılardır. $\tilde{D}$, bulanık karar matrisi $\tilde{W}$ ise bulanık ağırlıklar matrisidir. Karar kriterleri fayda ve maliyet kriterleri olarak gruplandırılabilir. Dolayısıyla normalize edilmiş bulanık karar matrisi şöyle oluşur:

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_{ij} \end{bmatrix}_{m \times n}. \quad (14)$$

B fayda kriterini, C ise maliyet kriterini göstermek üzere

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{d_j^*}, \frac{b_{ij}}{d_j^*}, \frac{c_{ij}}{d_j^*}, \frac{d_{ij}}{d_j^*} \right), \quad d_j^* = \max_i d_{ij}, \quad j \in B, \quad (15)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{d_{ij}}, \frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right), \quad a_i^- = \min_i a_{ij}, \quad j \in C, \quad (16)$$

şeklinde hesaplanır.

Her karar kriteri farklı ağırlığa sahip olabileceği için ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin belirlenmesine ihtiyaç duyulur. Bu matris;

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (17)$$

şeklinde oluşturulur. Burada,

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\cdot) w_j \quad (18)$$

olarak bulunur.

Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin belirlenmesinin ardından FPIÇ (FPIÇ, A^*) ve FNİÇ (FNİÇ, A^-) şöyle belirlenir:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*),$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-).$$

Burada $i = 1, 2, \dots, m$ ve $j = 1, 2, \dots, n$ olmak üzere,

$$\tilde{v}_j^* = \max_i \{v_{ij4}\} \text{ ve } \tilde{v}_j^- = \min_i \{v_{ij1}\} \text{ 'dir.}$$

$d_v(\cdot, \cdot)$ iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı göstermek üzere her bir alternatifin FPIÇ ve FNİÇ'ten uzaklığı sırasıyla şöyle bulunur:

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (19)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (20)$$

Uzaklıkların bulunmasının ardından alternatiflerin yakınlık katsayıları hesaplanır. Yakınlık katsayısı,

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (21)$$

formülü kullanılarak hesaplanır. Hesaplanan yakınlık katsayılarına göre alternatifler sıralanır.

Verilen bilgiler çerçevesinde yöntemin algoritması adım adım özetle şöyledir:

Adım 1: KV'lerden oluşan bir jüri oluşturulur ve karar kriterleri belirlenir.

Adım 2: Karar kriterleri ve alternatifler dilsel değişkenlerle değerlendirilir.

Adım 3: Değerlendirmenin ardından dilsel değişkenler pozitif yamuk bulanık sayılara dönüştürülerek kriter ağırlıkları ve kriter değerleri bulunur.

Adım 4: Bulanık karar matrisi ve bulanık ağırlıklar matrisi elde edilir.

Adım 5: Normalize edilmiş bulanık karar matrisi oluşturulur.

Adım 6: Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi oluşturulur.

Adım 7: FPIÇ ve FNİÇ belirlenir.

Adım 8: Her alternatifin FPIÇ ve FNİÇ'ten olan uzaklıkları hesaplanır.

Adım 9: Alternatiflerin yakınlık katsayıları hesaplanır ve alternatifler sıralanır.

4. BULANIK TOPSIS YÖNTEMİ YARDIMIYLA MAĞAZA KURULUŞ YERLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bulanık TOPSIS yöntemini kullanarak mağaza kuruluş yerlerini değerlendirmek amacıyla öncelikle perakendecilik sektöründe faaliyet gösteren üç mağazanın işletme müdürlerinin KV (KV_1 , KV_2 , KV_3) olduğu bir jüri oluşturulmuştur. Gerek literatürden gerekse de jüri üyelerinin görüşlerinden yararlanarak mağaza kuruluş yerini belirlemeye etki eden faktörler karar kriterleri olarak ele alınmıştır. Sonra, KV'ler dört mağazanın kuruluş yerlerini

(A_1, A_2, A_3, A_4) aşağıdaki altı karar kriterine ($K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$) göre Tablo 1 ve 2'deki dilsel değışkenler yardımıyla değerlendirmişlerdir:

K_1 : Rakiplere uzaklık

K_2 : Ulaşım kolaylığı

K_3 : Otopark imkanları

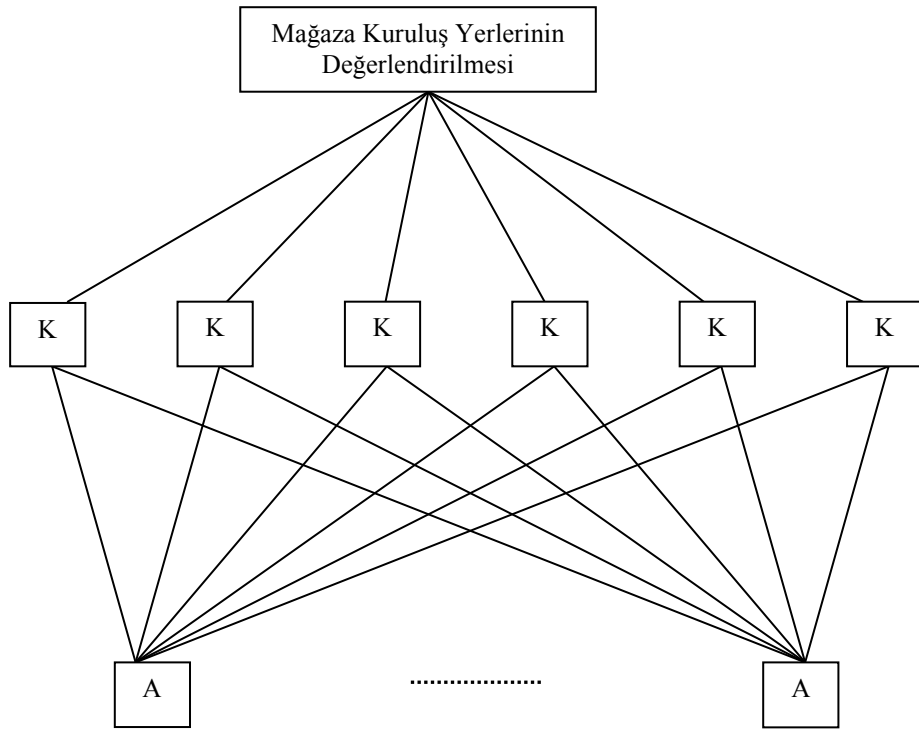
K_4 : Mağazanın müşterilere yakınlığı

K_5 : Binanın fiziksel özellikleri (büyüklük, genişlik vb.)

K_6 : Depolama ile yükleme-boşaltma kolaylığı

Mağaza kuruluş yeri değerlendirme karar probleminin hiyerarşik yapısı şekil 3'teki gibidir.

şekil-3: Karar Probleminin Hiyerarřik Yapısı



Yöntemin algoritması adım adım şöyledir:

Adım 1: KV'ler Tablo 1'deki dilsel değişkenleri kullanarak karar kriterlerini değerlendirirler. Değerlendirmeler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo-3: Karar Kriterlerinin Dilsel Değişkenlerle Değerlendirilmesi

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6
KV_1	ÇY	Y	ÇY	BY	ÇY	ÇY
KV_2	E	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY	BY
KV_3	Y	ÇY	ÇY	Y	Y	BY

Adım 2: KV'ler Tablo 2'deki dilsel değişkenleri kullanarak alternatifleri karar kriterlerine göre değerlendirirler. Değerlendirmeler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo-4: Mağaza Kuruluş Yerlerinin KV'ler Tarafından Değerlendirilmesi

Kriterler	Alternatifler	KV ₁	KV ₂	KV ₃
K₁	A ₁	E	İ	Bİ
	A ₂	E	E	Bİ
	A ₃	BK	BK	Bİ
	A ₄	Çİ	E	E
K₂	A ₁	İ	İ	Çİ
	A ₂	İ	Çİ	İ
	A ₃	Çİ	İ	İ
	A ₄	Çİ	İ	Çİ
K₃	A ₁	K	BK	E
	A ₂	İ	Çİ	İ
	A ₃	ÇK	K	BK
	A ₄	Çİ	Çİ	Çİ
K₄	A ₁	Çİ	Çİ	Çİ
	A ₂	E	BK	Bİ
	A ₃	Çİ	İ	Çİ
	A ₄	ÇK	ÇK	K
K₅	A ₁	İ	E	BK
	A ₂	Bİ	Çİ	İ
	A ₃	E	Bİ	E
	A ₄	Çİ	Çİ	Çİ
K₆	A ₁	Bİ	E	BK
	A ₂	İ	Çİ	İ
	A ₃	BK	E	BK
	A ₄	Çİ	Çİ	Çİ

Adım 3: Değerlendirmeler bu adımda pozitif yamuk bulanık sayılara dönüştürülür. (12) numaralı formül kullanılarak bulanık karar matrisi, (13) numaralı formül kullanılarak ise bulanık ağırlıklar matrisi elde edilir. Bulanık karar matrisi Tablo 5'te, bulanık ağırlıklar matrisi ise Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo-5: Bulanık Karar Matrisi

	K_1	K_2	K_3
A_1	(4.0, 6.3, 6.7, 9.0)	(7.0, 8.3, 8.7, 10.0)	(1.0, 3.3, 3.7, 6.0)
A_2	(4.0, 5.3, 5.7, 8.0)	(7.0, 8.3, 8.7, 10.0)	(7.0, 8.3, 8.7, 10.0)
A_3	(2.0, 4.0, 5.0, 8.0)	(7.0, 8.3, 8.7, 10.0)	(0.0, 1.7, 2.3, 5.0)
A_4	(4.0, 6.3, 6.7, 10.0)	(7.0, 8.7, 9.3, 10.0)	(8.0, 9.0, 10.0, 10.0)

	K_4	K_5	K_6
A_1	(8.0, 9.0, 10.0, 10.0)	(2.0, 5.3, 5.7, 9.0)	(2.0, 4.7, 5.3, 8.0)
A_2	(2.0, 4.7, 5.3, 8.0)	(5.0, 7.7, 8.3, 10.0)	(7.0, 8.3, 8.7, 10.0)
A_3	(7.0, 8.7, 9.3, 10.0)	(4.0, 5.3, 5.7, 8.0)	(2.0, 3.7, 4.3, 6.0)
A_4	(0.0, 0.7, 1.3, 3.0)	(8.0, 9.0, 10.0, 10.0)	(8.0, 9.0, 10.0, 10.0)

Tablo-6: Bulanık Ağırlıklar Matrisi

K_1	(0.40, 0.73, 0.77, 1.00)
K_2	(0.70, 0.87, 0.93, 1.00)
K_3	(0.80, 0.90, 1.00, 1.00)
K_4	(0.50, 0.77, 0.83, 1.00)
K_5	(0.70, 0.87, 0.93, 1.00)
K_6	(0.50, 0.70, 0.80, 1.00)

Adım 4: Normalize edilmiş bulanık karar matrisi, (15) numaralı formül kullanılarak ve bulanık karar matrisi yardımıyla (14)'teki gibi oluşturulur. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo-7: Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi

	K ₁	K ₂	K ₃
A ₁	(0.40, 0.63, 0.67, 0.90)	(0.70, 0.83, 0.87, 1.00)	(0.10, 0.33, 0.37, 0.60)
A ₂	(0.40, 0.53, 0.57, 0.80)	(0.70, 0.83, 0.87, 1.00)	(0.70, 0.83, 0.87, 1.00)
A ₃	(0.20, 0.40, 0.50, 0.80)	(0.70, 0.83, 0.87, 1.00)	(0.00, 0.17, 0.23, 0.50)
A ₄	(0.40, 0.63, 0.67, 1.00)	(0.70, 0.87, 0.93, 1.00)	(0.80, 0.90, 1.00, 1.00)

	K ₄	K ₅	K ₆
A ₁	(0.80, 0.90, 1.00, 1.00)	(0.20, 0.53, 0.57, 0.90)	(0.20, 0.47, 0.53, 0.80)
A ₂	(0.20, 0.47, 0.53, 0.80)	(0.50, 0.77, 0.83, 1.00)	(0.70, 0.83, 0.87, 1.00)
A ₃	(0.70, 0.87, 0.93, 1.00)	(0.40, 0.53, 0.57, 0.80)	(0.20, 0.37, 0.43, 0.60)
A ₄	(0.00, 0.07, 0.13, 0.30)	(0.80, 0.90, 1.00, 1.00)	(0.80, 0.90, 1.00, 1.00)

Adım 5: Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi, (18) numaralı formül kullanılarak normalize edilmiş bulanık karar matrisi ve bulanık ağırlıklar matrisi yardımıyla (17)'deki gibi oluşturulur. Bu matris Tablo 8'deki gibidir.

Tablo-8: Ağırlıklı Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi

	K ₁	K ₂	K ₃
A ₁	(0.16, 0.46, 0.51, 0.90)	(0.49, 0.72, 0.81, 1.00)	(0.08, 0.30, 0.37, 0.60)
A ₂	(0.16, 0.39, 0.43, 0.80)	(0.49, 0.72, 0.81, 1.00)	(0.56, 0.75, 0.87, 1.00)
A ₃	(0.08, 0.29, 0.38, 0.80)	(0.49, 0.72, 0.81, 1.00)	(0.00, 0.15, 0.23, 0.50)
A ₄	(0.16, 0.46, 0.51, 1.00)	(0.49, 0.75, 0.87, 1.00)	(0.64, 0.81, 1.00, 1.00)

	K ₄	K ₅	K ₆
A ₁	(0.40, 0.69, 0.83, 1.00)	(0.10, 0.46, 0.53, 0.90)	(0.10, 0.33, 0.43, 0.80)
A ₂	(0.10, 0.36, 0.44, 0.80)	(0.35, 0.66, 0.78, 1.00)	(0.35, 0.58, 0.69, 1.00)
A ₃	(0.35, 0.66, 0.78, 1.00)	(0.28, 0.46, 0.53, 0.80)	(0.10, 0.26, 0.35, 0.60)
A ₄	(0.00, 0.05, 0.11, 0.30)	(0.56, 0.78, 0.93, 1.00)	(0.40, 0.63, 0.80, 1.00)

Adım 6: FPIÇ ve FNIÇ değerlerine ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisine göre karar verilir. Buna göre FPIÇ ve FNIÇ sırasıyla,

$$A^* = [(1,1,1,1), (1,1,1,1), (1,1,1,1), (1,1,1,1), (1,1,1,1), (1,1,1,1)].$$

$$A^- = [(0.08,0.08,0.08,0.08), (0.49,0.49,0.49,0.49), (0,0,0,0), (0,0,0,0), (0.1,0.1,0.1,0.1), (0.1,0.1,0.1,0.1)].$$

şeklinde belirlenir.

Adım 7: Her alternatifin FPIÇ ve FNIÇ'ten olan uzaklıkları (19) ve (20) numaralı formüller yardımıyla hesaplanır. Uzaklıklar Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo-9: FPIÇ ve FNIÇ'ten Olan Uzaklıklar

	d_i^*	d_i^-
A_1	3.11	2.86
A_2	2.59	3.30
A_3	3.37	2.50
A_4	2.56	3.31

Adım 8: Her alternatifin yakınlık katsayıları (21) numaralı formül kullanılarak bulunur.

Adım 9: Yakınlık katsayılarına göre alternatifler sıralanır. Yakınlık katsayıları ve alternatiflerin sıralamaları Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo-10: Yakınlık Katsayıları ve Adayların Sıralamaları

	Yakınlık Katsayıları (CC_n)	Sıralamadaki Yeri
A_1	0.479	3.
A_2	0.561	2.
A_3	0.426	4.
A_4	0.564	1.

Yakınlık katsayıları büyükten küçüğe doğru $CC_4 > CC_2 > CC_1 > CC_3$ şeklinde olduğu için mağaza kuruluş yerleri $A_4 > A_2 > A_1 > A_3$ olarak sıralanır. Diğer bir ifadeyle değerlendirme sonucunda dördüncü mağazanın kuruluş yeri ilk sırada üçüncü mağazanın kuruluş yeri ise son sırada yer almıştır.

SONUÇ

Rekabet gücünü arttırmak, başarılı olmak, müşteri tatminini sağlamak ve müşteri beklentilerini karşılamak için işletmelerin iyi bir kuruluş yeri belirlemeleri gerekir. Kuruluş yeri, uzun vadeli büyük bir yatırımdır. Verilen karardan geriye dönülmesi ise oldukça zordur.

Kuruluş yeri kararları verilirken her zaman kesin bilgilere ve verilere ulaşamayabilir. Bazen eksik bilgi ve sayısal olmayan değerler kullanılarak karar vermek zorunda kalınabilir. Böyle durumlarda karar vermek için bulanık küme teorisi uygun yaklaşımlar sunar. Karar verme sürecinde kuruluş yerinin belirlenmesinde etkili olan faktörler sayısal değerlerle ifade edilemediğinde dilsel değişkenlerin kullanılması yerinde olur. Diğer bir ifadeyle mağaza kuruluş yeri alternatiflerini değerlendirirken sayısal değerler yerine dilsel değişkenler kullanılabilir. Karar vericilerin sözel olarak yaptıkları değerlendirmeler, üyelik fonksiyonu verilerek sayısallaştırılır ve bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak hesaplamalar yapılır. Elde edilen yakınlık katsayılarına göre alternatifler sıralanır. Böylelikle mağaza kuruluş yerlerini değerlendirme ve seçme gücünün büyük ölçüde ortadan kaldırılabilir.

Çalışmada, mağaza kuruluş yerleri ve karar kriterleri üç karar verici tarafından değerlendirilmiştir. Dolayısıyla elde edilen kriter ağırlıkları ve değerlendirme sonuçları bu kişilerin düşüncelerine göre şekillenmiştir. Çalışmada, mağaza kuruluş yeri belirlemede ve değerlendirmede dikkate alınan karar kriterleri en önemliden daha az önemliye doğru sırasıyla otopark imkanı, ulaşım kolaylığı, binanın fiziksel özellikleri, müşterilere yakınlık, depolama ile yükleme-boşaltma kolaylığı ve rakiplere uzaklık şeklinde gerçekleşmiştir. Bu karar kriterleri başka karar vericilerce değerlendirdiğinde karar kriterlerinin önem ağırlıklarında ve sıralamada farklılıklar oluşabilir. Bulanık TOPSIS yönteminin en önemli özelliklerinden birinin karar kriterlerinin farklı önem ağırlıklarına sahip olmasına imkan tanınması olduğunu burada vurgulamak gerekir. Diğer yandan karar verici sayısı üçten fazla olursa da karar kriteri önem ağırlıkları ve dolayısıyla elde edilen sonuçlar değişebilir. Esas olanın grup kararı veren jürideki karar verici sayısından ziyade jürinin alanlarında uzman ve donanımlı bireylerden oluşması olduğu söylenebilir.

Çalışma, mağaza kuruluş yerlerini değerlendirmede bulanık TOPSIS yönteminin bir karar verme aracı olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Çalışmada mağazaların mevcut kuruluş yerleri değerlendirilmiş olmakla birlikte bulanık TOPSIS yöntemi, birtakım kriterlerin karar sürecine dahil edilmesiyle birlikte sadece mağazaların değil aynı zamanda tesis, fabrika, alışveriş merkezi vb. gibi yerlerin kuruluş yerlerinin belirlenmesinde veya değerlendirilmesinde de kullanılabilir. Ayrıca bulanık TOPSIS yöntemi bulanık ortamlarda birçok

kriterin etkisi altında grup kararı vererek alternatifler arasından seçim ve değerlendirme yapmayı gerektiren benzer karar problemlerine de uygulanabilir.

KAYNAKÇA

- Allahverdi, N. (2005) **Bulanık Mantık ve Sistemler**,
<http://farabi.selcuk.edu.tr/egitim/bulanik/bulanik.htm>, (17.08.2005).
- Altunışık, R. ve K. Mert (2001) “Tüketicilerin Alışveriş Merkezlerindeki Satınalma Davranışları Üzerine Bir Saha Çalışması: Tüketiciler Kontrolü Yitiriyor mu?”, **6. Ulusal Pazarlama Kongresi**, Erzurum, 145-151.
- Bandemer, H. and S. Gottwald (1995) **Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Fuzzy Methods with Applications**, London: John Wiley & Sons Ltd.
- Berman, B. and J.R. Evans (1992) **Retail Management**, (5th ed.), New York: MacMillan Publishing,
- Byrne, P. (1995) “Fuzzy Analysis: A Vague Way of Dealing with Uncertainty in Real Estate Analysis”, **Journal of Property Valuation & Investment**, 13(3), 22-41.
- Cebeci, U. and A. Beşkese (2002) “An Approach to the Evaluation of Quality Performance of the Companies in Turkey”, **Managerial Auditing Journal**, 17(1), 92-100.
- Chase, R.B., Aquilana, N.J. and F.R. Jacobs (1998) **Production and Operations Management: Manufacturing and Services** (8th ed.), New York: McGraw Hill,
- Chen, C.T. (2000) “Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making under Fuzzy Environment”, **Fuzzy Sets and Systems**, 114, 1-9.
- Chen, C.T. (2001) “A Fuzzy Approach to Select the Location of the Distribution Center”, **Fuzzy Sets and Systems**, 118, 65-73.
- Chen, C.T., C.T. Lin, and S.F. Huang (2006) “A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management”, **International Journal of Production Economics**, 1-13.
- Chen, S.J. and C.L. Hwang (1992) **Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications**, Berlin: Springer-Verlag.
- Cheng, S., Chan, C.W. and G.H. Huang (2002) “Using Multiple Criteria Decision Analysis for Supporting Decisions of Solid Waste Management”, **Journal of Environment Science Health**, 37(6), 975-990.

- Chou, T.Y. and G.S. Liang (2001) "Application of a Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Model for Shipping Company Performance Evaluation", **Maritime Policy & Management**, 28(4), 375-392.
- Chu, T.C. (2002) "Facility Location Selection Using Fuzzy TOPSIS under Group Decision", **International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems**, 10(6), 687-701.
- Çelikçapa, F.O. (2000) **Üretim Yönetimi ve Teknikleri**, İstanbul: Alfa Basım.
- Demir, H. ve Ş. Gümüsoğlu (1998) **Üretim Yönetimi**, İstanbul, Beta Basım, 5. Baskı.
- Dilworth, J.B. (1992) **Operations Management: Design, Planning and Control for Manufacturing**, New York: McGraw Hill.
- Dunne, P., Lusch, R., Gable, M. and R. Gebhardt (1992) **Retailing**, Ohio: South-Western Publishing.
- Hamitoğulları, H.C. (1999) **Fuzzy Çok Amaçlı Optimizasyon Yöntemiyle Portföy Seçimi**, İstanbul, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Hassanein, A.A.B. and V. Cherlopalle (1999) "Fuzzy Sets Theory and Range Estimation", **AACE International Transaction, Abi / Inform Global**, 41-49.
- Kahraman, C., U. Cebeci and Z. Ulukan (2003) "Multi-Criteria Supplier Selection Using Fuzzy AHP", **Logistics Information Management**, 16 (6), 382-394.
- Karanfil, S. (1997) **Fuzzy Lojik Problemlerinde Üyelik Fonksiyonunun Belirlenmesinde DeneySEL Verilere Dayanarak Bir Yöntem Geliştirilmesi**, İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Kaufmann, P.J., N. Donthu and C.M. Brooks (2000) "Multi-Unit Retail Site Selection Processes: Incorporating Opening Delays and Unidentified Competition", **Journal of Retailing**, 76(1), 113-127.
- Kaufmann, A. and M.M. Gupta (1991) **Introduction to Fuzzy Arithmetic Theory and Applications**, New York: Van Nostrand Reinhold Publishing.
- Kleyle, R., Korvin, A.D. and K. Karim (1997) "Investing in New Companies in an Unstable Economic Environment: A Fuzzy Set Approach", **Managerial Finance**, 23(6), 68-80.
- Klir, G.J. and Yuan, B. (1995) **Fuzzy Sets and Fuzzy Logic Theory and Applications**, New Jersey: Prentice Hall Publishing.

- Knight, K.G. (2001) **A Fuzzy Logic Model for Predicting Commercial Building Design Cost Overruns**, Master of Science Thesis, University of Alberta.
- Kobu, B. (2003) **Üretim Yönetimi** (11. Baskı), İstanbul: Avcıol Yayıncılık,
- Krajewski, L.J. and L.P. Ritzman (2001) **Operations Management: Strategy and Analysis**, New Jersey: Prentice Hall, 6th Edition.
- Leszczyc, P.T.L., Sinha, A. and H.J.P. Timmermans (2000) “Consumer Store Choice Dynamics: An Analysis of the Competitive Market Structure for Grocery Stores”, **Journal of Retailing**, 76(3), 323-345.
- Levy, M. and B.A. Weitz (1991) **Retailing Management**, New York: Irwin Publishing.
- Lewison, D.M. (1991) **Retailing**, New York: MacMillan Publishing.
- Liang, Y. (2001) **Dynamic Strategic Planning and Justification Systems for Advanced Manufacturing Technology Acquisition**, Master of Science Thesis, University of Windsor.
- Mao, H. (1999) **Estimating Labour Productivity Using Fuzzy Set Theory**, Master of Science Thesis, University of Alberta.
- Mason, J.B., Mayer, M.L. and H.F. Ezell (1991) **Retailing**, (4th ed.), New York: Irwin Inc.
- Nahmias, S. (1997) **Production and Operations Analysis** (3rd ed.), Singapore: McGraw Hill,
- Negi, D.S. (1989) **Fuzzy Analysis and Optimization**, Ph.D. Thesis, Kansas State University.
- Özdemir, Ş. (2006) **Müşteri Odaklı Mağaza Yönetimi**, Ankara: Nobel Yayın.
- Pan, Y. and G.M. Zinkhan (2006) “Determinants of Retail Patronage: A Meta-Analytical Perspective”, **Journal of Retailing**, 82(3), 229-243.
- Şen, Z. (2001) **Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri**, İstanbul: Bilge Kültür Sanat.
- Severin, V., Louviere, J.J. and A. Finn (2001) “The Stability of Retail Shopping Choices Over Time and Across Countries”, **Journal of Retailing**, 77, 185-202.
- Solgaard, H.S. and T. Hansen (2003) “A Hierarchical Bayes Model of Choice Between Supermarket Formats”, **Journal of Retailing and Consumer Services**, 10, 169-180.

- Stevenson, W.J. (1999) **Production Operations Management** (6th ed.) New York: McGraw Hill,
- Tekin, M. (2004) **Üretim Yönetimi** (5. Baskı), Ankara: Eğitim Yayıncılık.
- Thang, D.C.L. and B.L.B. Tan (2003) "Linking Consumer Perception to Preference of Retail Stores: An Empirical Assessment of the Multi-Attributes of Store Image", **Journal of Retailing and Consumer Services**, 10, 193-200.
- Triantaphyllou, E. (2000) **Multi Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study**, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Ulag, W., A. Sharma and R. Krishnan (2002) "Plant Location and Place Marketing: Understanding the Process from the Business Customer's Perspective", **Industrial Marketing Management**, 31, 393-401.
- Üreten, S. (2002) **Üretim/İşlemler Yönetimi: Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri** (3. Baskı), Ankara: Gazi Kitapevi,
- Yamak, O. (1999) **Üretim Yönetimi** (2. Baskı), İstanbul: Alfa Basım.
- Yılmaz, M. ve R. Altunışık (2003) "Perakende Sektöründe Kuruluş Yeri Seçiminde Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanılması", **8. Ulusal Pazarlama Kongresi**, Kayseri, 97-111.
- Zadeh, L. A. (1965) "Fuzzy Sets", **Information and Control**, 8, 338-353.
- Zadeh, L. A. (1987a) "Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Process" in R.R. Yager, S. Ovchinnikov, R.M. Tong, H.T. Nguyen (ed.), **Fuzzy Sets and Applications: Selected Papers by L.A. Zadeh**, John Wiley & Sons Publishing, Ottawa, 105-146.
- Zadeh, L.A. (1987b) "A Fuzzy Set Theoretic Interpretation of Linguistic Hedge" in R.R. Yager, S. Ovchinnikov, R.M. Tong, H.T. Nguyen (ed.), **Fuzzy Sets and Applications: Selected Papers by L.A. Zadeh**, John Wiley & Sons Publishing, Ottawa, 467-498.
- Zimmermann, H.J. (1990) **Fuzzy Set Theory and Its Applications**, London: Kluwer Academic Publishers.