



YÖNETİM KARARLARINDA GEÇERLİ MALİYET ANALİZLERİNE ALTERNATİF BİR YÖNTEM: BULANIK TOPSIS YÖNTEMİ

Mihriban COŞKUN ARSLAN

Yrd.Doç.Dr., Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü

mihriban.arslan@gop.edu.tr

ÖZ

Bu çalışmanın amacı; üretim işletmelerinin yönetim kararlarının geçerli maliyet analizlerine alternatif bir araç olarak bulanık TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi ile analiz edilmesidir. Yönetim muhasebesi alanında, karar vericiye yardımcı bir yöntem olarak Bulanık TOPSIS yönteminin nasıl kullanılacağına örneklendirilmesi çalışmanın önemini ifade etmektedir.

Bu amaç doğrultusunda işletmelerin karşılaştıkları teknoloji yenileme ve kapasite artırma problemi iki farklı yöntem kullanılarak çözümlenmiştir. İşletmedeki temel karar problemi mevcut makine ve almayı planladığı iki CNC makinesine ait seçim kararı olarak tanımlanmıştır. Problemin çözümünde; geçerli maliyet analizi ile bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Sonuçta; her iki yöntemde göre belirlenen makine seçim kararı karşılaştırılmıştır. Problemin çözümünde geçerli maliyet analizi kullanılarak elde edilen sıralamaya benzer bir sıralama bulanık TOPSIS yöntemi ile de elde edilmiştir. İşletmelerin yönetim kararlarında geçerli maliyet analizlerine alternatif olarak bulanık TOPSIS yönteminin de kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Geçerli Maliyet, Bulanık Karar Verme, Bulanık TOPSIS

AN ALTERNATIVE METHOD FOR CURRENT COST ANALYSIS APPLICABLE IN MANAGEMENT DECISIONS: FUZZY TOPSIS METHOD

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the management decisions of the intended production enterprises with the fuzzy TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) method as an alternative to the valid cost analyzes. In the area of management accounting, it is important for the decision maker to model how to use the Fuzzy TOPSIS method as an auxiliary method.

In this study, technology upgrading and capacity building problem of businesses face was analyzed using two different methods. Basic decision problem in business has been described existing machines and is planning to take decisions as the choice of two CNC machines. Fuzzy TOPSIS method and current cost analysis are used in solving the problem. As a result; both methods were compared by determining the machine selection decision. A similar ranking obtained using the current cost analysis in order solve the problem were obtained by fuzzy TOPSIS method. As an alternative to the current cost analysis in business management decision has been reached as a result of fuzzy TOPSIS method can be used.

Keywords: *Current Cost, Fuzzy Decision Making, Fuzzy TOPSIS*

1. GİRİŞ

İşletmeler açısından karar verme bir süreç işidir. Bu süreç sorunun tanımlanması ile başlar; önceliklerin, alternatiflerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi yapıldıktan sonra seçim yaparak sonlandırılır. Rekabet koşulları gereği artık kararların çok hızlı bir şekilde alınması yani bu sürecin hızlı bir şekilde işletilmesi gerekmektedir. Karar verme süreci; problemlere ilişkin çözümlerin sadece sezgisel değil bilimsel yöntemlerin de kullanılması ile hızlanmaktadır. Problemin birçok parametresi olması ya da alternatiflerin kendi arasında avantajlarının derecelendirilememesi gibi durumlarda karar verme zorlaşmaktadır. Bu gibi durumlarda yani karar vermeye etki eden bir çok kriter bulunduğu durumda karar vericiler tarafından çok kriterli karar verme teknikleri (ÇKKV) kullanılmaktadır. ÇKKV teknikleri içerisinde de en çok kullanılanlardan biri TOPSIS yöntemidir.

Karar verme süreci yalnızca belirli ortamlarda değil belirsiz ortamlarda da devam etmektedir. Amaç ve kısıtların net olarak belirli olmadığı bulanık ortamlarda işletmelere; tutarlı ve doğru karar verebilmek için bulanık karar verme süreci yardımcı olmaktadır. Karar problemlerinin birçok alternatif içermesi ve sürecin bulanıklaşması sebebiyle çözüm için bulanık TOPSIS yöntemi kullanılabilir.

İşletmeler muhasebe bilgilerini karar verme süreçlerinde kullanılmaktadırlar. Bu çalışmada da yönetimin teknoloji yenileme ve kapasite arttırma problemi ilk olarak geçerli maliyet analizi yöntemi ile çözümlenmiştir. Aynı problem, seçim kriterlerine ait önem düzeylerinin bulanıklaştırılması ile bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak tekrar çözümlenmiştir. Bu bağlamda öncelikle; yönetim kararları açısından maliyetler sınıflandırılmıştır, karar verme ve bulanık karar verme kavramları açıklanmıştır. Daha sonra Bulanık TOPSIS yöntemi detaylandırılarak konu ile ilgili yapılan literatür taramasına yer verilmiştir. Uygulama kısmında ise; teknoloji yenileme ve kapasite arttırma problemine ilişkin çözümler; geçerli maliyet analizi ve Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

2. YÖNETİM KARARLARI AÇISINDAN MALİYETLERİN SINIFLANDIRILMASI

İşletme yönetimi sürekli olarak, işletme olanaklarının en iyi nasıl kullanılacağı ve üretim araçlarının en düşük maliyet ile nasıl bir araya getirileceği sorunları ile karşı karşıya kalmaktadır (Peker, 1988, s. 554). Bu sorunların çözümü için ortaya konulan her bir karar seçeneği belirli kriterlere göre değerlendirilerek, işletme için en uygun olanı tercih edilmektedir. Karar verme geleceğe yönelik bir eylem olduğundan, işletme tarafından hangi karar seçeneğinin tercih edileceği, karar seçeneklerinin gelecek dönemlerdeki olası sonuçlarının tahmini ile şekillenecektir. Bu durumda da karar seçeneklerinde çoğunlukla geçerli maliyetler göz önüne alınmaktadır (Gürsoy, 1999, s. 423).

İşletmenin vereceği bazı kararlarda seçenek sayısı oldukça azdır. Az sayıda seçeneğin karşılıklı olarak değerlendirilmesini içeren yönetim kararlarında maliyet bilgileri; geçerli maliyetler ve batmış maliyetler olarak sınıflandırılmaktadır (Büyükmirza, 2008, s. 566).

Bu çalışmada da işletmenin makine seçim kararı geçerli maliyetler ve Bulanık TOPSİS yöntemi ile incelendiğinden bu kavramlar kısaca açıklanmıştır.

2.1. Geçerli Maliyetler

İşletme tarafından alınacak kararlar; olmuş bitmiş bir durumu asla değiştiremez. Her ne kadar geçmişte yaşanan olaylardan yararlı dersler çıkarılmış olsa da geçmişte ortaya çıkan gelirler ve giderler de asla değiştirilemez ve karar verme sürecinde kullanılamaz. Bu durumda verilen kararların etkileri gelecekle ilgili olacağı için, bu kararlar işletmenin gelir ve giderlerini de etkilemektedir¹. Geçerli maliyetler, çoğunlukla karar seçenekleri arasında seçim yapmak için kullanılmakta ve alınacak karardan etkilendikleri için karar verme aşamasında kesinlikle yer alması gerekmektedir.

Bir maliyetin, karar verme sürecinde geçerli olarak adlandırılabilmesi yani verilecek kararı doğrudan etkileyebilmesi için;

- Gelecekte gerçekleşeceği beklenen bir maliyet olması ve

¹[http://ebooks.narotama.ac.id/files/Management%20Accounting%20\(2nd%20Edition\)/Chapter%2010%20%20Relevant%20Costs,%20Pricing%20And%20Decisions%20Under%20Uncertainty.pdf](http://ebooks.narotama.ac.id/files/Management%20Accounting%20(2nd%20Edition)/Chapter%2010%20%20Relevant%20Costs,%20Pricing%20And%20Decisions%20Under%20Uncertainty.pdf), s:3.

- Karar seçenekleri arasında farklı olması gerekmektedir (Gürsoy, 1999, s. 423).

Bu açıklamalar ışığında geçerli maliyet, karar seçenekleri arasında farklılık olan ve gelecekte gerçekleşmesi beklenen maliyettir. Geçerli maliyetlerin karar verme sürecinde iki farklı şekilde uygulama biçimi vardır (Büyükmirza, 2008, s. 567):

- Ek maliyetler
- Fırsat maliyetleri

2.1.1. Ek Maliyetler

Faaliyet hacminde ortaya çıkan bir değişikliğin; maliyetler üzerinde meydana getirdiği veya alternatifler arasında yapılacak bir seçim sonucunda toplam maliyetlerde ortaya çıkabilecek bütün değişimler ek maliyet olarak tanımlanmaktadır (Akdoğan, 2000, s. 15). Başka bir ifade ile ek maliyet; bir alternatife diğer bir alternatife tercih edilmesi nedeniyle toplam maliyetlerde meydana gelen farktır (Büyükmirza, 2008, s. 568).

Karar verme aşamasında hangi maliyetlerin ek maliyet kabul edileceği kararın konusuna ve o günkü durumlara bağlıdır. Ayrıca, işletmelerin sürekli bir karar verme politikası olarak ek maliyetleri kullanması uygun değildir. Ek maliyet yönteminde, karar seçeneklerinin maliyetleri ve gelirleri birbirleriyle karşılaştırılarak değerlendirilmesi gerekir. Bu şekilde ek maliyetlerin ve varsa ek gelirlerin hesaplanmasına olanak sağlanır. (Kartal vd., 2004, s. 325).

2.2.2. Fırsat Maliyetleri

Genellikle sınırlı sayıda seçenek arasından yöneticiler; en uygun olanı seçmek için çaba gösterirler. Karar verilmesi gereken konu ya da sorunla ilgili olarak bütün seçeneklere ulaşamaması, bazı seçeneklerin gözden kaçırılması veya seçenekler hakkında yeterince bilgi toplanılamaması hatta bazı seçeneklerin yeterince ilginç olmaması gibi nedenlerden dolayı karar vermede seçenek sayıları sınırlı kalmaktadır. Fırsat maliyeti kavramı da sınırlı sayıdaki seçeneklerden birinin seçilmesi gerekliliğinden doğmuştur. Yöneticiler, karar anında olası bütün seçenekleri değerlendirmeye tabi tutamadıkları için, fırsat maliyeti önemli bir geçerli maliyet kalemidir. Uygulamada, sınırlı sayıda seçenek arasından, değerlendirme dışı bırakılan seçeneklerden en kârlısı, net kârı

ya da katkı marjı değerlemeye sokulan seçeneklerin fırsat maliyeti olarak ifade edilmektedir (Gürsoy, 1999, s. 430).

Fırsat maliyeti, yapılan seçim nedeniyle, seçilmemiş olan en iyi alternatifin vazgeçilen net yararı, yapılan seçimin maliyetidir. Vazgeçilen ya da yerine getirilmeyen seçeneklere ait olan fırsat maliyetleri muhasebe kayıtlarında yer almazlar. İşletmelerde gerçekleşen kazançlar ve işlemler kayda konu olduğu için yapılmadığı için kaçırılan kazançların tespiti zor olduğu için kayda alınamazlar. Fırsat maliyeti kayıtlara geçirilemediği için de belgelendirilmesi kolay değildir (Horngren ve Foster, 1991, s. 376).

2.2. Batmış Maliyetler

Karar verme sürecinde, seçenekler arasında yapılan bir seçimden etkilenmeyen maliyetlere batmış maliyet dendir. Bu maliyetler yöneticilerin verecekleri kararlarda geçersizdir. Batmış maliyetler; genellikle geçmişte verilen bir karara ilişkin oldukları için ve bugün verilecek kararlarda bir etkisi olmayacağı için tarihsel maliyet olarak da ifade edilebilir (Akdoğan, 2000, s. 15).

Bununla birlikte geçerli maliyet olarak değerlendirilemeyen bütün maliyetler batmış maliyet kapsamında değerlendirilebilir. Bir maliyet; geçmişte ait olduğunda ve/veya karar seçeneklerinde tutarı değişmediğinde batmış maliyet olarak ifade edilebilir (Büyükmirza, 2008, s. 574).

3. KARAR VERME VE BULANIK KARAR VERME

Karar verme bir süreçtir. Sürecin bir başlangıç noktası vardır ve başladığı noktadan itibaren farklı iş, faaliyet ve düşüncelerin ortaya çıkması ile sona ulaşıldığında tercih yapılmaktadır (Koçel, 2003, s. 81). Karar verme belirlenen amaca ulaşabilmek için mevcut olanak ve koşullara uygun çeşitli faaliyetlerden en mümkün görüneni seçmektir (Öztürk, 2011, s. 16). Hem uzmanlık hem de tecrübe karar verme sürecinde gereklidir. Karar verme aynı zamanda bir tasarım sürecidir ve insana, yeteneğe, amaca, zamana ve tecrübeye bağlı olarak değişmektedir (Kıranlı ve İlğan, 2007, s. 151).

İşletmede verilen kararlar geleceğe yönelik olmakla birlikte karar verme sürecinde çoğunlukla geçmiş ile ilgili bilgiler kullanılır. Bu durumda karar verici için önemli nokta geleceğe yönelik bilgilerin kullanılmasıdır. Geliştirilen farklı

kalitatif ve kantitatif yöntemler karar vericilere bu kararlarında yardımcı olmaktadır (Koçel, 2003, s. 101). Karar vericiler; kalitatif yöntemlerde görüş ve yargılara göre, kantitatif yöntemlerde ise sayısal veriler kullanılarak uygun istatistiksel tekniklere göre tahminleme yapabilmektedir. Kullanılan yöntemler ve ulaşılan sonuçların paylaşılması, ayrıca hesaplamalardaki tüm varsayımların, verilerin ve yargıların açık bir şekilde belirtilmesi uygulamalarda objektiflik sağlamaktadır.

Uzun veya kısa vadeli karar verme süreci, birçok farklı faktör içeren karmaşık bir faaliyettir. Bu çalışmada özellikle kısa vadeli karar verme süreci üzerine odaklanılmıştır. Kısa vade kavramı ise, paranın zaman değerini göz ardı edilebilecek kadar kısa bir dönemi ifade etmektedir².

İşletme yöneticileri sadece belirlilik ortamlarında değil aynı zamanda belirsizlik ortamlarında da karar vermektedir. Karar verme sürecinde amaç ve kısıtların belirgin olmadığı ve kararların belirsizlik altında verildiği ortamlar bulanık ortamlardır. Bulanık ortamlarda karar vermede; Zadeh (1965) tarafından 1960'lı yıllarda geliştirilen Bulanık Mantık teorisinin temeli olan "Bulanık küme teorisi" yardımcı olmaktadır. Bu teoriye dayanarak Bellman ve Zadeh tarafından 1970 yılında yayımlanan "Bulanık Ortamlarda Karar Verme" adlı makale ile bulanık karar teorisi ortaya konulmuştur. Bu teori; faaliyetlerin ve gözlemlerin iyi olarak tanımlanamadığı muğlak ve belirsizlik içeren çevresel problemlerin çözümü için geliştirilmiştir (Kaufmann ve Gupta, 1991, s. 76).

Yöneticilerin belirsizlik altında tutarlı ve doğru kararlar vermelerini sağlayan düşünce mekanizmalarının oluşturulması yani bulanık karar verme süreci klasik karar verme süreçlerine benzemektedir. Temel farklılık; amaç fonksiyonu, kısıtlayıcılar ve parametrelerde ortaya çıkan bulanıklık durumunun çözüm yolunda değişiklikler ortaya çıkarmasıdır. Bulanık ortamlarda karar verme, amaçların veya kısıtlayıcıların kontrol altına alınamadığı durumlarda ortaya çıkmaktadır (Başkaya, 2011, s. 151-152).

Karar verme sürecinin başlaması için öncelikle içlerinden seçim yapılacak çeşitli alternatiflerin olması gerekir. (Baysal ve Tecim, 2006, s. 12). Genellikle işletmeler de, karar verme sürecinde çoğunlukla birden fazla ve birbirleri ile

² http://www.cgapdnet.org/non_verifiableproducts/coursenotes/2010/ma1/module09.pdf,

çelişebilen amaçlarla/kriterlerle karşılaşırlar. Kriterler ise alternatiflerin; etkinliklerini ölçmede yararlanılan ve değerlendirilmesinde temel oluşturan özellikleri içerisine alan değerlendirme ölçütleridir (Lai vd.,1994, s. 105). Alternatiflerin seçiminde eğer çok sayıda kriter var ise bu yapıları analiz etmek için çok kriterli karar verme teknikleri (ÇKKV) kullanılmaktadır. Genel olarak ÇKKV teknikleri, çok sayıda, birbirinden bağımsız ve değişik şekillerde belirtilen kriterleri dikkate almaktadır (Ustasüleyman, 2009, s. 37).

ÇKKV teknikleri birimlerin farklı olduğu ve farklı kriterler yönünden değişik alternatiflerin değerlendirilmesinde karar vericiler için avantaj sağlamaktadır. Geleneksel karar metotlarında tüm kriterler tek birim doğrultusunda değiştirildiği için bu metotlara göre avantajlı bir metot olarak belirtilebilir. Aynı zamanda ÇKKV tekniğinin nitel ve nicel değerlendirme kriterlerini bir arada sunması da yine bir avantajdır. (Bozbura vd., 2007, s. 1102).

Literatürde ÇKKV tekniklerinden en çok kullanılanı TOPSIS tekniğidir. Bu yöntemde çoğunlukla karşılaşılan sıkıntı karar verme problemlerinde karar kriterleri açısından belirsizliğin etkisidir. İnsan düşünce sisteminin tanımlamanın zorluğu nedeniyle bulanık ortamlarda karar verme sürecine sözel değişkenler de eklenerek TOPSIS yöntemi bulanıklaştırılmıştır (Chen ve Chueh, 2008, s.1411).

4. BULANIK TOPSIS YÖNTEMİ

ÇKKV teknikleri içerisinde en çok bilineni TOPSIS yöntemidir. İlk kez 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından yapılan çalışmada bu yöntem ÇKKV probleminde kullanılmıştır. Bu yöntem; karar verilen alternatif için pozitif ideal çözümün en kısa mesafesi ve negatif ideal çözümün en uzak mesafesi ilkesine dayanmaktadır. (Chen, 2000, s.2). Ayrıca, bu yöntem hem ideal hem de ideal olmayan çözümleri de bir arada göstermektedir (Wang vd., 2009, s.377). Ancak, işletmelerin karar verme sürecinde yalnızca sayısal veriler yeterli olmayabilir. Bu sürece karar vericilerin düşünce ve yargılarının da dahil olması klasik mantık ile açıklanabilir bir durum değildir (Ecer, 2007, s.6). İnsan yargı ve düşünceleri; iyi, az iyi ya da çok iyi gibi dilsel değişkenler ile ifade edilebilir. Klasik ikili mantık ile açıklanamayan bu dilsel değişkenler bulanık küme teorisi ile anlamlı hale getirilerek karar verme sürecine dahil edilebilirler. Bulanık küme teorisini temel alan ve çok sayıda karar kriteri, alternatif ve karar

vericinin yer aldığı problemlerin çözümünde kullanılabilen yöntem; ilk defa Chen tarafından 2000 yılında bir sistem analizi mühendisinin seçimi probleminin çözümünde kullanılmıştır.

Bulanık TOPSIS yöntemi, bulanık ortamlardaki çok kriterli karar problemlerinde çok sayıda karar vericinin karar verme sürecinde yer aldığı grup problemlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Bu süreçte dilsel değişkenler ağırlıklandırılarak her bir alternatifin derecelendirilmesi yapılabilmektedir (Chen, 2000, s. 2). Bulanık TOPSIS yöntemi; bulanık kümeleri ve bulanık sayıları temel aldığından öncelikle bu kavramların açıklanması gerekmektedir.

4.1. Bulanık Küme Teorisi

İnsan bilgisini, anlayışını ve dünyayı ilgilendiren kavramları modellemede bulanık kümeler önemli bir araç olarak ifade edilmektedir (Kecman, 2001, s. 368). Bulanık küme teorisi bazı dil bilimsel yapıları mesela az, çok, düşük, yüksek, orta, birçok vb. kullanarak verileri derecelendirmektedir.

Bu şekilde, belirsiz ve kesin olmayan veriler de modellemeye yardımcı olmakta ve insan düşüncesine benzer işlemler gerçekleştirilebilmektedir. (Nabiyev, 2003, s. 640). Yani, belirsiz bilgiler işlenebildiğinde, karar verme süreci kolaylaşmaktadır (Öztemel, 2003, s. 27)

Bulanık küme; üyelerinin tam belli olmadığı ama aday üyelerin kümede aitlik derecelerinin bilindiği kümedir. Örneğin "X" bir evrensel küme ve "x" ise bu evrensel kümenin bir elemanı olduğunu ifade ettiğimizde, bu durumda $X = \{x\}$ tir. Evrensel küme X' in bir bulanık alt kümesi olan \tilde{A} , X' deki her bir elemanı birbirine bağlayan [0,1] aralığında bir reel sayı olan üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}}(x)$ yardımıyla tanımlanabilir (Chen ve Hwang, 1992, s. 30).

\tilde{A} bulanık kümesi aşağıdaki şekilde tanımlanır (Zadeh,1978).

$$\tilde{A} = \{x, \mu_{\tilde{A}}(x)\}, x \in X$$

Bulanık kümelerde, farklı aitlik derecesi ile kümelerin nitelendirilmesi aynı zamanda anlamların ve tanımların da genişlemesini sağlamaktadır. Bu durumu açıklamak için tanımlanan fonksiyona üyelik fonksiyonu denmektedir. Klasik kümeler teorisinde (0,1) şeklinde oluşturulan ikili çözüm, bulanık kümelerde ara değerler ile arttırılmıştır. (Pedrycz, 1993, s. 2). Bulanık küme teorisi; insan

bilgi, yargı ve algılarıyla ilgili dilsel belirsizliğin modellenmesinin matematiksel olarak ifade edilmesini sağlamaktadır (Cheng vd., 2002, s. 980).

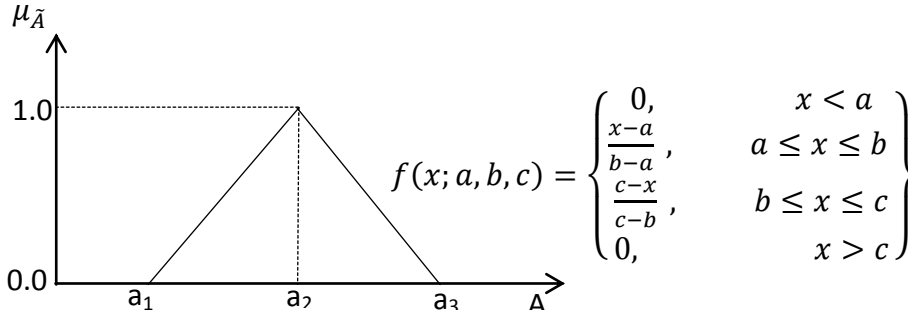
4.2. Bulanık Sayılar

Bulanık sayılar dışbükey, normalleştirilmiş, sınırlı sürekli üyelik fonksiyonu olan ve gerçel sayılarla tanımlanmış bulanık kümedir. Bulanık bir küme, değişik üyelik derecelerine sahip elemanlardan oluştuğu için kendi üyelik fonksiyonları için bulanık sayılar ile aynı kavramı ifade etmektedir (Baykal ve Beyan, 2004, s.115).

Üyelik fonksiyonu, küme elemanlarının ait oldukları kümelerdeki üyelik derecelerini gösteren eğri olarak tanımlanabilir. Üyelik fonksiyonuna ait grafikte x eksenini elemanları gösterirken y eksenini de o kümedeki üyelik derecelerini göstermektedir. Literatürde bulanık mantık içerisinde kullanılan farklı yapıda birçok üyelik fonksiyonu mevcuttur. Ancak en yaygın olarak kullanılan üyelik fonksiyonları üçgen, yamuk ve gaussian tipi fonksiyonlardır (Mendel, 1995, s. 345). Çalışma kapsamında üçgen bulanık sayılar kullanıldığı için bu kavramla ilgili açıklamalar yapılmıştır.

4.2.1.Üçgen Bulanık Sayılar

Üçgen bulanık sayılar a, b ve c olmak üzere üç parametre ile tanımlanır. a parametresi üçgenin sol minimum noktasını, b parametresi üçgenin tepe noktasını ve c parametresi de üçgenin sağ minimum noktasını gösterir Bir üçgen üyelik fonksiyonu matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Zhao ve Bose, 2002, s. 229).



Şekil 1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Bulanık TOPSIS yöntemi aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (Chen, 2000, s. 3-6,):

Adım 1: Karar verici grubun oluşturulması ve değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi: Karar verici grubun kimlerden oluşacağı belirlenir ve alternatifler arasında yapılacak seçim ile ilgili değerlendirme kriterleri tespit edilir.

Adım 2: Dilsel değişkenlerin ve dilsel skorların kullanılması: Değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıklarına ve alternatiflerin değerlendirilmesine uygun olarak dilsel değişkenler belirlenir. Çalışmada üçgen bulanık sayılar kullanıldığı için kriterlerin önem ağırlıklarının ve alternatiflerin değerlendirilmesi için kullanılan dilsel değişkenler Tablo 1 ve Tablo 2’ de verilmiştir.

Tablo 1. Kriterlerin Önem Ağırlıkları için Dilsel Değişkenler

Çok Düşük (ÇD)	(0.0, 0.0, 0.1)
Düşük (D)	(0.0, 0.1, 0.3)
Biraz Düşük (BD)	(0.1, 0.3, 0.5)
Orta (O)	(0.3, 0.5, 0.7)
Biraz Yüksek (BY)	(0.5, 0.7, 0.9)
Yüksek (Y)	(0.7, 0.9, 1)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.9, 1, 1)

Tablo 2. Alternatiflerin Değerlendirilmesi için Kullanılan Dilsel Değişkenler

Çok Zayıf (ÇZ)	(0, 0, 1)
Zayıf (Z)	(0, 1, 3)
Biraz Zayıf (BZ)	(1, 3, 5)
Orta (O)	(3, 5, 7)
Biraz İyi (Bi)	(5, 7, 9)
İyi (İ)	(7, 9, 10)
Çok İyi (Çİ)	(9, 10, 10)

Adım 3: Değerlendirmelerin birleştirilmesi: Kriterler ve alternatiflerin karar vericiler tarafından yapılan değerlendirilmeler bulanık sayılara dönüştürülür. Tüm ağırlıklar formül (1) ve (2) kullanılarak birleştirilir.

$$\widetilde{w}_j = \frac{1}{K} \left[\widetilde{w}_j^1 + \widetilde{w}_j^2 + \dots + \widetilde{w}_j^k \right] \quad (1)$$

$$\widetilde{x}_{ij} = \frac{1}{K} \left[\widetilde{x}_{ij}^1 + \widetilde{x}_{ij}^2 + \dots + \widetilde{x}_{ij}^k \right] \quad (2)$$

K: Karar vericilerin toplam sayısı

w_j : "j" kriterine ait ağırlık

x_{ij} : i alternatifinin "j" kriterine ait ağırlıktan aldığı değer

Adım 4: Karar matrislerinin belirlenmesi: Bulanıklaştırılmış karar matrisi ile normalize karar matrisi oluşturulması bu aşamada yapılır. Normalizasyon işlemi formül (3), (4) ve (5) kullanılarak yapılır.

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

$$\widetilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right); \quad c_j^* = \min_i c_{ij} \quad \text{if } j \in B \quad (4)$$

$$\widetilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right); \quad a_j^- = \min_i a_{ij} \quad \text{if } j \in C \quad (5)$$

B: fayda kriterleri kümesi

C: maliyet kriterleri kümesi

Adım 5: Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin oluşturulması: Ağırlıklar ile matrisin elemanlarının çarpımı ile oluşan değerlerle ağırlıklandırılmış normalize matrisi formül (6) kullanılarak elde edilir.

$$\widetilde{v}_{ij} = \widetilde{r}_{ij} \otimes \widetilde{w}_j \quad (6)$$

Adım 6: Pozitif ve negatif ideal çözümün bulunması: Bulanık pozitif (A+) ideal çözüme ve bulanık negatif (A-) ideal çözüme ilişkin çözüm kümeleri oluşturulur.

$$A^+ = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+) \quad A^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-) \quad (7)$$

$$v_j^+ = (1, 1, 1) \quad v_j^- = (0, 0, 0) \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Adım 7: Uzaklıkların belirlenmesi: Alternatiflere ait bulanık pozitif ve negatif ideal çözüm için uzaklıklar formül (8) ve (9) kullanılarak hesaplanır.

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^+), \quad i = 1, 2, 3, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^-), \quad i = 1, 2, 3, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

Adım 8: Yakınlığa ait katsayıların hesaplanması: Her bir alternatife ait yakınlık katsayısı (CC_i) formül (10) kullanılarak bulunur.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (10)$$

Adım 9: Alternatiflerin sıralanması: Yakınlık katsayılarının azalan şekilde sıralaması yapılarak alternatiflerin tercih sırası bulunur.

$$CC_n > CC_m > CC_k > \dots > CC_x$$

4.3. Literatür Taraması

Bulanık TOPSIS yönteminin ilk uygulaması 2000 yılında Chen tarafından sistem mühendisi seçim probleminin çözümü için kullanılmıştır. Chen bu çalışmada kriterlerin ağırlıklandırılması için bulanık sayıları ve çözüm için de üçgen bulanık sayılar yaklaşımını kullanmıştır. Sıralama ölçütü olarak yine kendisinin geliştirmiş olduğu tepe noktası yaklaşımı ile lineer normalizasyon kullanmıştır.

Literatürde son yıllarda bulanık TOPSIS yöntemi kullanılan pek çok çalışma vardır. Bunlardan biri de Chu'nun 2002 yılında üçgen bulanık sayıları kullanarak tesis yeri seçim probleminde TOPSIS yöntemini kullandığı çalışmadır. Çalışmada toplam sıralama yöntemi ile normalize yöntemi olarak düzenlenmiş Manhattan uzaklığı kullanılmıştır.

Tsaura ve Changb 2002 yılında hava yollarının servis kalitesi probleminin çözümü için TOPSIS yöntemi uygulamasında kesin değerlerden yararlanmıştır. Çalışmada alan merkezi sıralama yöntemi ve vektör normalizasyonu kullanılmıştır.

Chu ve Lin 2003 yılında yaptıkları çalışmada tarafından robot seçim probleminin çözümünde üçgen bulanık sayıları kullanmışlardır. Çalışmada ortalamalar yöntemi kullanılarak sıralama yapılmış ve normalize etmek için lineer normalizasyon uygulanmıştır. Yine 2003 yılında İç ve Yurdakul Türkiye otomotiv sektöründe faaliyet gösteren ve hisseleri İstanbul Menkul Kıymetler

Borsası'na (İMKB) kote olan beş tane büyük ölçekli otomotiv işletmesinin mali tablolarını kullanarak bu işletmelere ait derecelendirme yapmışlardır. Cha ve Yung da 2003 yılında atama probleminin çözümünde kesin değerleri TOPSIS yönteminde kullanmıştır. Bulanık uzaklık yöntemine göre sıralama yapmışlardır. Tiryaki ve Ahlatçioğlu 2005 yılında yaptıkları çalışmada portföy seçim probleminde bulanık TOPSIS yöntemini kullanmışlardır.

Wang ve Elhag 2006 yılında yapılacak bir köprünün risk analizini yapmak için üçgen bulanık sayıları problemin çözümünde kullanmışlardır. Chen (2000) tarafından geliştirilen vertex metodu yaklaşımını ve normalize yöntemi olarak da lineer normalizasyonu çalışmalarında kullanmışlardır. Yine 2006 yılında Jahanshohloo, Hosseinzadeh ve Izadikhah, bankaların finansal performanslarının sıralamasını yapmak için 15 bankanın finansal oranlarını kullanmışlardır. Üçgen bulanık sayıların kullanıldığı çalışmada lineer normalizasyon işlemi yapılmıştır.

2007 yılında Ecer ve Küçük bulanık TOPSIS yöntemini tedarikçilerin değerlendirme ve seçim probleminde kullanmışlardır. Çalışmada pozitif ve negatif yakınlık katsayıları hesaplanarak sıralama yapılmıştır. Benitez, Martin ve Roman 2007 yılında servis kalitesinin belirlenmesi probleminin çözümünü bir otel üzerinde uygulama yaparak göstermişlerdir. Bulanık TOPSIS yönteminin kullanarak otelde dinamik olarak çalışan bir yaklaşım sunmuşlardır.

Coşkun tarafından 2007 yılında yapılan çalışmada, optimizasyona yönelik mühendislik problemlerinin çözümünde klasik optimizasyon yöntemlerinin yetersiz kaldığı; doğru kararların verilmesi noktasında insan düşüncesini de dikkate alan sistemlerin yani yapay zeka optimizasyon tekniklerinin kullanılarak daha hızlı ve gerçekçi çözümler elde edileceği bazı örnekler vererek açıklanmıştır.

Milani, Shanian ve El Lahham 2008 yılında ölçme ve stratejik karar verme problemlerinde insan davranış direncini birleştiren birden fazla kriter optimizasyon modellerini kullandıkları çalışmalarında bulanık TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Çalışmanın uygulamasında, bir hizmet işletmesinde bilgi teknolojisi projesine ait uygun strateji seçim problemini, bulanık TOPSIS yöntemi ve entropi ağırlıklandırma tekniği kullanılarak çözümlenmiştir.

Önerilen her strateji için bir direnç faktörü ölçülmüş ve uygun bir strateji seçmek için performans kriterleri kullanılmıştır.

Singh ve LyesBenyoucef 2011 yılında yaptıkları çalışmada e-tedarikçi seçiminde kazananın seçim problemine ait çözümü bulanık TOPSIS yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Yaptıkları çalışma ile otomatik karar vericilerin katılımı olmadan çeşitli niteliklerin ağırlıklarını numaralandırmak için kullanılan entropi yöntemine örnek teşkil etmişlerdir.

Chamodrakas ve Martakos 2012 yılında yaptıkları çalışmada performans ve enerji tüketimi arasındaki en iyi dengeyi elde edecek optimum ağı seçmek için hesap kullanıcı tercihleri, ağı koşulları ve enerji tüketimi gereksinimlerini dikkate alan bir uygulamayı bulanık TOPSIS yöntemi ile sıralamışlardır.

Damghani, Nezhad ve Tavana 2013 yılında yaptıkları çalışmada portföy yöneticilerinin çok yönlü riskleri minimize ve karını maksimize edecek en iyi portföy oluşturma probleminin çözümünde bulanık TOPSIS yöntemini kullanmışlardır.

Sanga, Liu ve Qin 2015 yılında yaptıkları çalışmada personel seçim probleminin çözümünde bulanık TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Rudnik ve Kacprzak tarafından 2016 yılında yapılan çalışmada bir üretim sisteminde, ayrı ayrı akış kontrolü siparişlerin yerine getirilmesi probleminin çözümünde bulanık TOPSIS yöntemini kullanmışlardır.

5. TEKNOLOJİ YENİLEME VE KAPASİTE ARTTIRMA YÖNETİM KARARININ ANALİZİ

5.1. Araştırmanın Amacı

Çalışmada; mobilya üretimi yapan bir işletmenin “teknoloji yenileme ve kapasite arttırma” yönetim kararının, maliyet analizi ile bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak, analiz edilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda; işletmenin “teknoloji yenileme ve kapasite arttırma” kararına yönelik olarak mevcut makine ve almayı planladığı iki CNC makinesine ait seçim kararı geçerli maliyet analizi ile bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak analiz edilerek iki yöntemin karşılaştırılması yapılmıştır.

5.2. Araştırmanın Önemi

İşletme yönetiminin karar verme sürecinde sağlıklı karar vermelerinde ve başarılı yönetim politikalarının oluşturulmasında maliyet analizleri yardımcı olmaktadır. İşletmenin karar verme sürecini etkileyen maliyet analizleri dışında pek çok faktör bulunmaktadır. Karar vericinin en uygun kararı verebilmesi için sayısal ve sayısal olmayan yargıları bir arada bulunduran bulanık TOPSIS yönteminin de yönetsel karar alma sürecine dahil edilmesi çalışmanın önemini ifade etmektedir.

5.3. Araştırmanın Yöntemi ve Kısıtları

Araştırma kapsamında karar alma süreciyle alakalı olarak çözüm için iki ayrı yöntem uygulanmıştır. İlk olarak maliyet analizlerinin yönetim kararları üzerindeki etkilerini ortaya koymak için geçerli maliyet analizi ile işletmenin makine seçim kararı belirlenmiştir. İkinci olarak da; aynı makine seçim kararı bulanık TOPSIS yöntemiyle belirlenmiştir. Sonuçta; her iki yönetime göre belirlenen makine seçim kararı karşılaştırılmıştır. Araştırmanın sadece, teknoloji yenileme ve kapasite artırma yönetim kararını tek bir işletme bilgisine dayalı olarak verilmesi araştırmanın kısıtı olarak belirtilebilir. Ayrıca, maliyet analizlerinin ve bulanık TOPSIS yönteminin taşıdığı doğal kısıtlar araştırmanın bir diğer kısıtıdır.

5.4. Geçerli Maliyet Analizlerinin Yönetim Kararlarında Uygulanması

Araştırma kapsamında ABC mobilya işletmesi için mevcut makine ve alınması planlanan CNC makinesi değerlendirilmiştir. İşletmenin mevcut makine ve iki alternatif makine arasından yapacağı seçim geçerli maliyet analizi ile tespit edilmiştir. Makinelere ait maliyetler ve amortisman süreleri aşağıdaki gibidir. Makinelerin hurda değeri yoktur.

Tablo 3. Makinelerin Maliyet Bedeli ve Amortisman Süresi

	X Makinesi (Mevcut Makine)	Y Makinesi	Z Makinesi
Maliyet Bedeli	280.000 TL	350.000 TL	300.000 TL
Amortisman Süresi	7 yıl	5 yıl	5 yıl

İşletmenin, mevcut kullandığı makinenin amortisman süresi boyunca yıllık satış düzeyinin %5, değişken giderlerinin %3 ve sabit giderlerinin (amortisman dahil değildir) de %1 artarak devam edeceği tahmin edilmektedir. Satışlara ve satışlara ait maliyet bilgileri aşağıdaki gibidir.

Tablo 4. X Makinesi İçin Satış Gelirleri ve Değişken ve Sabit Giderler (5 yıllık)

X Makinesi (Mevcut Makine)	Satışlar (TL)	Değişken Giderler (TL)	Sabit Giderler (TL)
1.yıl	2.500.000	1.250.000	800.000
2.yıl	2.625.000	1.287.500	808.000
3.yıl	2.756.250	1.326.125	816.080
4.yıl	2.894.063	1.365.909	824.241
5.yıl	3.038.766	1.406.886	832.483

İşletme Y makinesini tercih ettiğinde, değişken maliyetleri 1. yılda %8 azalacaktır. Takip eden yıllarda ise değişken maliyetler %3 artacaktır. Sabit giderlerde X makinesinde geçerli olan durum korunacaktır. Sadece amortisman giderleri ayrı olarak değerlendirildiğinden her makine için amortisman tutarı ayrı bir kalem olarak Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 5. Y Makinesi İçin Satış Gelirleri ve Değişken ve Sabit Giderler (5 yıllık)

Y Makinesi (Yeni Makine)	Satışlar (TL)	Değişken Giderler (TL)	Sabit Giderler (TL)
1.yıl	2.500.000	1.150.000	800.000
2.yıl	2.625.000	1.184.500	808.000
3.yıl	2.756.250	1.220.035	816.080
4.yıl	2.894.063	1.256.636	824.241
5.yıl	3.038.766	1.294.335	832.483

İşletme Z makinesini tercih ettiğinde ise, 1. yıl değişken maliyetler %5 azalacaktır. Takip eden yıllarda ise değişken maliyetler %2 artacaktır. Sabit giderlerde X makinesinde geçerli olan durum korunacaktır. Sadece amortisman giderleri ayrı olarak değerlendirildiğinden her makine için amortisman tutarı ayrı bir kalem olarak Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 6. Z Makinesi İçin Satış Gelirleri ve Değişken ve Sabit Giderler (5 yıllık)

Z Makinesi (Yeni Makine)	Satışlar (TL)	Değişken Giderler (TL)	Sabit Giderler (TL)
1.yıl	2.500.000	1.187.500	800.000
2.yıl	2.625.000	1.211.250	808.000
3.yıl	2.756.250	1.235.475	816.080
4.yıl	2.894.063	1.260.185	824.241
5.yıl	3.038.766	1.285.388	832.483

İşletme açısından kullanılmakta olan makinenin tümüyle amorti edilmemiş olması işletme açısından isteksizlikle karşılanan bir durum olabilir. Ancak mevcut makine ile diğer iki makine arasındaki seçimin daha somut halde getirilmesi ek maliyet ve ek gelirlerini hesaplayacak bir analiz ile yapılabilir. Geçerli maliyet analizi yapılmadan makine yenileme kararının doğruluğu hakkında net cevap verilmesi uygun değildir. Çünkü ilk bakışta, kendisinden daha 5 yıl yararlanılması mümkün olan bir makine vardır ve mevcut makinenin satış değeri olmadığından, satılması, 200.000 TL'lik amorti edilmemiş tutarın zarar olarak gösterilmesi anlamına gelmektedir.

Yönetim teknoloji yenileme ve kapasite arttırma kararı içerisinde eski makinenin alış maliyetinin geçerli bir maliyet olmadığını tespit etmesi gerekmektedir. Çünkü, eski makinenin maliyet bedeli iki yıl önce alınmış bir kararın sonucuna dayanmakta ve amortisman giderleri de bu maliyetin yıllara dağıtılmasını yansıtmaktadır ve bu iki maliyetin de batmış maliyet olduğu gözden kaçırılmamalıdır. İşletme yeni makinelerden birinin alınıp alınmaması problemi ile ilgili karar verirken mutlaka eski makineye ait net defter değerini de göz ardı etmemelidir. Ayrıca, takip eden beş yıl toplam olarak değerlendirildiğinde, 200.000 TL'nin şimdi doğrudan zarar yazılması ile her yıl 40.000 TL'lik kısmının gider yazılması arasında vergiden önceki kâr açısından aralarında bir fark olmadığı açıktır.

İşletmenin teknoloji yenileme ve kapasite arttırma kararı için eski makinenin net defter değeri batmış bir maliyet olacağından seçim yapılacak diğer iki makine için maliyet bedeli ile değişken giderlerde sağlayacağı ek gelire dikkat edilmelidir. Çünkü, bu değerler gelecek ile ilgili olduğu kadar makinenin yenilenip yenilenmemesi kararına göre de farklılık göstermektedir. Bu

durumda, “mevcut makine ile devam edilmesi mi?” yoksa “alternatif iki makineden birinin seçilmesi mi?” sorularının cevabı beş yılı bir arada gösteren bir analiz tablosu ile verilebilecektir.

Tablo 7. X Makinesi İçin Katkı Tipi Gelir Tablosu (5 yıllık)

X Makinesi (Mevcut)	1. yıl	2. yıl	3.yıl	4.yıl	5.yıl	TOPLAM
Satışlar (TL)	2.500.000	2.625.000	2.756.250	2.894.063	3.038.766	13.814.078
Değişken Giderler (TL)	1.250.000	1.287.500	1.326.125	1.365.909	1.406.886	6.636.420
Katkı Payı (TL)	1.250.000	1.337.500	1.430.125	1.528.154	1.631.880	7.177.658
Sabit Giderler (TL)	800.000	808.000	816.080	824.241	832.483	4.080.804
Amortisman Gideri (TL)	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	200.000
KAR (TL)	410.000	489.500	574.045	663.913	759.396	2.896.854

İşletme mevcut makinesini kullanarak üretime devam ettiğinde 5. yılın sonunda toplam karı 2.896.854 TL olacaktır. Amortisman giderleri, sabit giderlerin içerisinde de değil ayrıca gösterilmiştir.

Tablo 8. Y Makinesi İçin Geçerli Maliyet Analizi (5 yıllık)

Y Makinesi (Yeni)	1. yıl	2. yıl	3.yıl	4.yıl	5.yıl	TOPLAM
Satışlar (TL)	2.500.000	2.625.000	2.756.250	2.894.063	3.038.766	13.814.078
Değişken Giderler (TL)	1.150.000	1184500	1220035	1256636	1294335	6.105.506
Katkı Payı (TL)	1.350.000	1.440.500	1.536.215	1.637.426	1.744.430	7.708.572
Sabit Giderler (TL)	800.000	808.000	816.080	824.241	832.483	4.080.804
Amortisman Gideri (Yeni Makine) (TL)	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	350.000
Elden Çıkarma Zararı (Eski Makine) (TL)	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	200.000
KAR (TL)	440.000	522.500	610.135	703.186	801.947	3.077.768

İşletme Y makinesini satın aldığı anda 5. yılın sonunda 3.077.768 TL toplam kâr tutarı elde etmiş olacaktır. Eski makinenin bilanço değeri batmış bir maliyet olduğu için alınacak karar içerisinde “elden çıkarma zararı” geçerli maliyet analizine dahil edilmiştir. Amortisman giderleri yine, sabit giderlerin dışında ayrı bir kalem olarak gösterilmiştir.

Tablo 9. Z Makinesi İçin Geçerli Maliyet Analizi (5 yıllık)

Z Makinesi (Yeni)	1. yıl	2. yıl	3.yıl	4.yıl	5.yıl	TOPLAM
Satışlar (TL)	2.500.000	2.625.000	2.756.250	2.894.063	3.038.766	13.814.078
Değişken Giderler (TL)	1.187.500	1.211.250	1.235.475	1.260.185	1.285.388	6.179.798
Katkı Payı (TL)	1.312.500	1.413.750	1.520.775	1.633.878	1.753.377	19.993.876
Sabit Giderler (TL)	800.000	808.000	816.080	824.241	832.483	4.080.804
Amortisman Gideri (Yeni Makine) (TL)	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	300.000
Elden Çıkarma Zararı (Eski Makine) (TL)	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	200.000
KAR (TL)	412.500	505.750	604.695	709.637	820.894	3.053.476

İşletme makine tercihini Z makinesinden yana kullandığından 5. yılın sonunda elde edeceği toplam kâr 3.053.476 TL'dir. Eski makinenin bilanço değeri batmış bir maliyet olduğu için alınacak karar içerisinde "elden çıkarma zararı" geçerli maliyet analizine dahil edilmiştir. Amortisman giderleri yine, sabit giderlerin dışında ayrı bir kalem olarak gösterilmiştir.

Seçime konu olan üç makineye ait 5 yıllık toplam kâr rakamları Tablo 10'da bir arada gösterilmektedir. Geçerli maliyet analizi sonuçlarından elde edilen toplam kârları gösteren Tablo 10'a göre işletmenin 5. yılda kârlılık düzeyini arttırabilmesi için "Y" makinesini alması uygun bir karar olarak tespit edilmiştir.

Tablo 10. Makinelere Ait Toplam Kâr Tutarları (5 yıllık)

	TOPLAM KÂR	KÂR AÇISINDAN SIRALAMA
X Makinesi	2.896.854 TL	3
Y Makinesi	3.077.768 TL	1
Z Makinesi	3.053.476 TL	2

5.5. Bulanık TOPSIS Yönteminin Yönetim Kararlarında Uygulanması

Araştırma kapsamında incelenen işletmede üretime; kullanılan mevcut makine ile mi yoksa alternatif iki makine arasında seçim yapılarak mı devam edileceği şeklindeki karar probleminin çözümüne alternatif olarak bulanık TOPSIS yöntemiyle cevap aranmıştır. Makinelere ilişkin seçim yapılırken "dilsel

değişkenler” kullanılmıştır. Makine seçiminde öne çıkan kriterler daha önce yapılmış literatür çalışmalarından ve makine yatırım kararını verecek olan uzmanların görüşleri göz önüne alınarak belirlenmiştir. Karar verme probleminde yardımcı olacak yedi adet kriter belirlenmiştir.

K1-Maliyet Bedeli: Makine seçiminde karar vermeyi etkileyen etmenlerin başında makinelere ait maliyet bedelleri belirlenmiştir.

K2-Uygulama Kolaylığı: Makinelerin kullanımının kolay olması karar vericilerin tercihini etkileyen bir diğer önemli kriter olarak belirlenmiştir.

K3-Esneklik: Makinelerin farklı parçaları da üretebilme imkanına sahip olması da değerlendirmede dikkate alınacak bir diğer kriterdir.

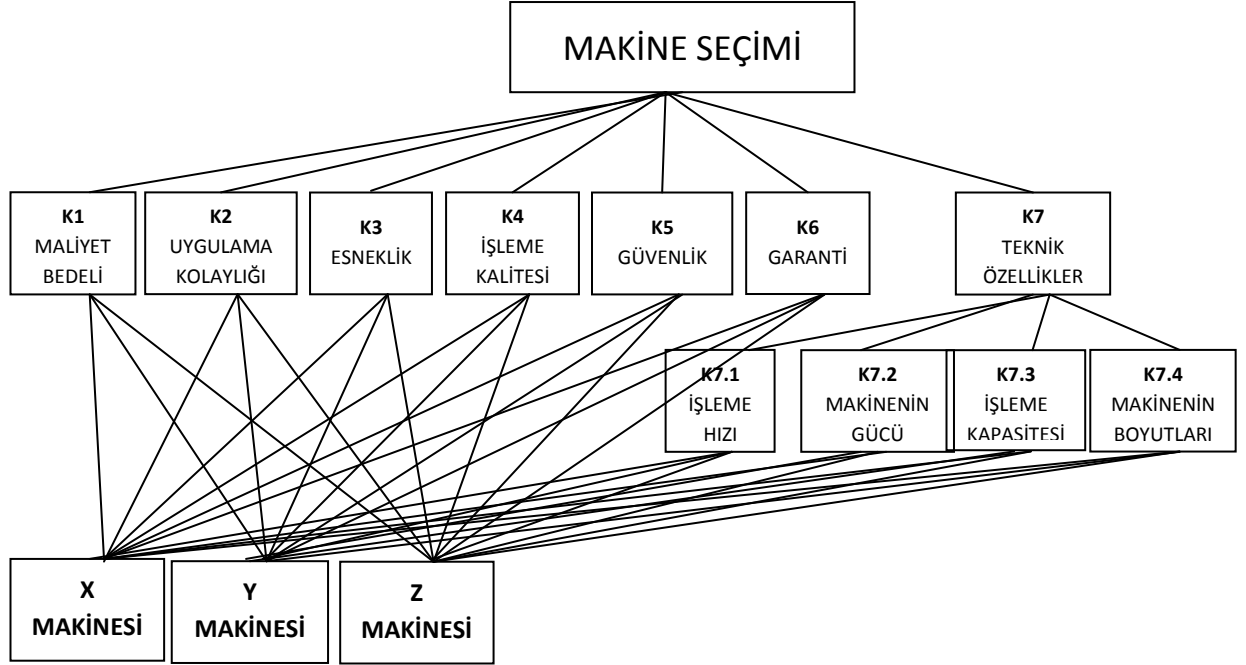
K4-İşleme Kalitesi: Makinelerin işleme kalitesinin uzun yıllar boyunca sağlanmasını ifade eden bu kriter de değerlendirme de göz önüne alınmıştır.

K5-Güvenlik: Makinelerin çalışmasında oluşabilecek tehlikelere karşı kendisini ve çevresini korumak için bazı özelliklere sahip olması da değerlendirmede kullanılacak bir diğer kriter olarak belirlenmiştir.

K6-Satış Sonrası Servis Garantisi: Makinelerin yüksek maliyetlere sahip olması sebebiyle, makinelerin satış sonrası servis desteği de önemli bir değerlendirme kriteridir.

K7-Teknik Özellikler: Makinelerin sahip olduğu teknik özelliklerde karar alma probleminde göz önüne alınmıştır. Teknik özellikler; işleme hızı, makinenin gücü, işleme kapasitesi ve makinenin boyutları olarak belirlenmiştir.

Hiyerarşik yapının doğru olarak belirlenmesi bulanık TOPSIS yönteminde en önemli aşamalardan biri olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda çalışmaya ait karar probleminde ilişkin hiyerarşik yapı aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.



Şekil 2. Karar Probleminin Hiyerarşik Yapısı

Karar vericiler tarafından kriterlerin önem ağırlıkları açısından belirlediği dilsel değişkenler Tablo 11’de verilmiştir. Bu değişkenler 5.5 no’lu başlıkta açıklanmıştır.

Tablo 11. Karar Vericilerin Kriterlere Verdikleri Önem Ağırlıkları

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
A	ÇY	BY	BD	ÇY	BD	D	Y
B	ÇY	ÇY	D	Y	D	D	ÇY
C	ÇY	Y	O	ÇY	D	ÇD	Y

	K7.1	K7.2	K7.3	K7.4
A	BD	BD	BD	Y
B	ÇY	O	O	ÇY
C	Y	Y	Y	ÇY

İşletmede karar alma probleminde, görüşüne başvurulmuş uzman olarak nitelendirilen üç karar verici (A-B-C), belirlenen yedi kriteri

değerlendirmişlerdir. Karar vericilerin belirlenen kriterler bazında alternatif değerlendirmeleri Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Alternatiflerin Sözel Değişkenler Yardımıyla Değerlendirmeleri

	K1			K2			K3			K4			K5		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
X	çi	oi	i	i	çi	çi	i	çi	i	Z	O	O	Z	O	O
Y	oi	i	i	çi	i	i	O	i	çi	O	oi	i	çi	i	çi
Z	i	çi	oi	oi	oi	O	oi	oi	i	oi	O	O	O	oi	O

	K6			K7.1			K7.2			K7.3			K7.4		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
X	i	i	O	i	i	i	Z	oi	i	Z	oi	oi	i	i	i
Y	O	O	i	oi	çi	çi	i	i	çi	çi	i	i	çi	i	çi
Z	O	O	oi	oi	i	i	OZ	oi	i	çi	i	i	i	i	oi

Aşağıdaki tabloda karar vericilerin kriter bazındaki alternatif değerlendirmelerin kriter ağırlıklarını da içeren bulanık karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 13. Bulanık Karar Matrisi

	K1			K2			K3			K4			K5		
Ağırlık	0,64	0,90	1,00	0,83	0,97	0,70	0,30	0,13	0,50	1,00	0,83	0,97	0,05	0,37	0,27
X	7,00	9,33	10,00	8,33	9,37	10,00	8,00	4,33	10,00	8,33	3,67	5,67	3,00	7,00	7,33
Y	7,67	8,67	9,33	8,00	7,67	9,67	5,67	8,00	9,00	9,67	4,33	9,33	8,33	8,33	10,00
Z	4,33	8,33	9,67	7,67	6,33	8,33	7,67	7,67	9,33	5,00	2,37	7,00	5,67	6,33	5,67

	K6			K7.1			K7.2			K7.3			K7.4		
Ağırlık	0,00	0,07	0,43	0,83	0,43	0,68	0,73	0,53	0,28	0,73	0,28	0,53	0,90	1,00	0,64
X	7,67	8,00	8,67	9,00	10,00	8,67	10,00	5,67	5,67	4,00	5,67	8,33	6,33	5,67	7,67
Y	5,00	6,33	7,00	9,67	9,00	9,67	9,67	9,00	8,67	7,67	4,00	9,67	10,00	9,67	10,00
Z	4,33	5,67	4,33	8,33	8,33	8,33	8,33	4,33	9,67	8,00	3,00	9,33	8,33	7,00	6,33

Karar vericilerin kriter bazındaki alternatiflerin kriterlerden aldığı değerlerin normalize edilmesi sonucu elde edilen değerler Tablo 14’de oluşturulmuştur.

Tablo 14. Normalize Bulanık Karar Matrisi

	K1			K2			K3			K4			K5		
X	0,72	0,93	1,00	0,83	0,93	1,00	0,80	0,43	1,00	0,83	0,37	0,57	0,30	0,70	0,78
Y	0,78	0,87	0,93	0,80	0,78	0,97	0,57	0,80	0,90	0,97	0,43	0,93	0,83	0,83	1,00
Z	0,50	0,83	0,97	0,78	0,63	0,83	0,78	0,78	0,93	0,50	0,24	0,70	0,57	0,63	0,57

	K6			K7.1			K7.2			K7.3			K7.4		
X	0,78	0,80	0,87	0,90	1,00	0,87	1,00	0,57	0,57	0,40	0,57	0,83	0,63	0,57	0,78
Y	0,50	0,63	0,70	0,97	0,90	0,97	0,97	0,90	0,86	0,78	0,40	0,97	1,00	0,97	1,00
Z	0,43	0,57	0,43	0,83	0,83	0,83	0,83	0,43	0,97	0,80	0,30	0,93	0,83	0,70	0,63

Normalize edilmiş bulanık karar matrisinde yer alan değerlerin ilgili kriterlerin ağırlıkları ile çarpılarak elde edilen “ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi” Tablo 15’te oluşturulmuştur.

Tablo 15. Ağırlıklandırılmış Normalize Bulanık Karar Matrisi

	K1			K2			K3			K4			K5		
X	0,46	0,84	1,00	0,69	0,90	0,70	0,24	0,06	0,50	0,83	0,31	0,55	0,02	0,21	0,21
Y	3,20	0,78	0,93	0,66	0,76	0,68	0,17	0,10	0,45	0,97	0,36	0,90	0,04	0,31	0,27
Z	2,77	0,75	0,97	0,65	0,61	0,58	0,23	0,10	0,47	0,50	0,20	0,68	0,03	0,23	0,15

	K6			K7.1			K7.2			K7.3			K7.4		
X	0,00	0,06	0,37	0,75	0,43	0,59	0,73	0,30	0,16	0,29	0,16	0,44	0,57	0,57	0,50
Y	0,00	0,05	0,30	0,81	0,39	0,66	0,71	0,48	0,24	0,57	0,11	0,51	0,90	0,97	0,64
Z	0,00	0,04	0,18	0,69	0,36	0,56	0,61	0,23	0,27	0,58	0,08	0,49	0,75	0,70	0,40

Her bir makine alternatifine ait bulanık pozitif ideal çözümden ve bulanık negatif ideal çözümden uzaklığını hesaplamak için Tablo 16’da bulanık pozitif (A^*) ve bulanık negatif (A^-) ideal noktaları tanımlanmıştır.

Tablo 16. Bulanık Pozitif ve Negatif İdeal Noktalar

	K1	K2	K3	K4	K5
A^*	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1
A^-	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0

	K6	K7.1	K7.2	K7.3	K7.4
A^*	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1
A^-	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0

Karar probleminde makine seçim kararını verebilmek için her bir alternatifin bulanık pozitif ve bulanık negatif ideal çözümden uzaklıkları hesaplanarak Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Bulanık Pozitif İdeal Çözüm (A^+) ve Bulanık Negatif İdeal Çözümden (A^-) olan Uzaklıklar

Alternatifler	(A^+)’dan olan uzaklık	(A^-)’dan olan uzaklık
X Makinesi	5,88	6,12
Y Makinesi	5,27	5,68
Z Makinesi	5,64	4,72

Modelin son adımı olan yakınlık katsayı değerleri ve yakınlık katsayılarına göre alternatiflerin sıralaması Tablo 18’deki gibi elde edilmiştir.

Tablo 18. Alternatiflerin Yakınlık Katsayıları ve Sıralamadaki Yeri

Alternatifler	CC_i	Sıralamadaki Yeri
X Makinesi	0,51	2
Y Makinesi	0,52	1
Z Makinesi	0,46	3

5.6. Yöntemlerin Karşılaştırılması

İşletmeler açısından, teknoloji yenileme ve kapasite arttırma problemi, çözülmesi gereken önemli bir yatırım kararıdır. Bu çalışmada işletmenin teknoloji yenileme ve kapasite arttırma kararına yönelik olarak mevcut makine ve almayı planladığı iki CNC makinesine ait seçim kararı geçerli maliyet analizi ile bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Tablo 19’da iki yöntemin karşılaştırılması yapılmıştır.

Tablo 19. Yöntemlerin Karşılaştırılması**Geçerli Maliyet Analizi**

Alternatifler	TOPLAM KÂR	Sıralamadaki Yeri
X Makinesi	2.896.854 TL	3
Y Makinesi	3.077.768 TL	1
Z Makinesi	3.053.476 TL	2

Bulanık TOPSIS Yöntemi

Alternatifler	CC _i	Sıralamadaki Yeri
X Makinesi	0,51	2
Y Makinesi	0,52	1
Z Makinesi	0,46	3

Tablo 19'a göre; geçerli maliyet analizi ve bulanık TOPSIS yöntemi sonuçlarına ait sıralamaların ikisinde de Y makinesi 1. sırada yer almaktadır. Bu durumda her iki yöntemde de benzer bir sonuca ulaşıldığı için geçerli maliyet analizleri ile birlikte bulanık TOPSIS yöntemi de kullanılabilir.

6. SONUÇ

İşletmede birden fazla karar vericiden oluşan gruplarda alternatifleri değerlendirerek seçim yapmak oldukça zordur. Çünkü karar vericiler, karar verme sürecinde değişik alternatiflerden birbirine yakın olanlar ya da birbirleri ile çelişenler ile karşılaşmaktadırlar. Bu tip problemlerin çözümünde ÇKKV teknikleri kullanılmaktadır. Bu tekniklerden en çok kullanılan TOPSIS yöntemi de belirsizliklerden kaynaklanan durumlarda karar vericilere yardımcı olan kullanışlı bir yöntemdir.

Yönetim, işletmenin sahip olduğu olanakları en iyi nasıl kullanılacağı ve üretim araçlarının en düşük maliyet ile gerçekleştirilecek biçimde nasıl bir araya getireceği problemleri ile karşılaşmaktadır. Her seçenek çeşitli kriter kullanılarak değerlendirilir ve en uygun olanı seçilir. Verilen kararların etkileri gelecekte kendini göstereceği için bu durumda da karar seçeneklerinde geçerli maliyetler kullanılmaktadır.

İşletmelerde özellikle teknoloji yenileme ve kapasite arttırma yönetsel problemin geçerli maliyet analizine göre çözümünde sadece sayısal verilerden

yararlanılmaktadır. Bu çalışmada problemin çözümünde sözel bilgiler dilsel değişkenler kullanılarak bulanık TOPSIS yönteminde kullanılmıştır. Yapılan uygulamada, işletmenin teknoloji yenileme ve kapasite arttırma kararı; mevcut makine ve almayı planladığı iki CNC makinesine ait seçim problemi geçerli maliyet analizi ile bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçta her iki yöntemde de aynı makinenin seçimi konusunda ortak bir çözüm bulunmuştur. Bu durumda yönetsel kararların verilmesinde geçerli maliyet analizine alternatif olarak bulanık TOPSIS yöntemi de kullanılabilir.

KAYNAKÇA

- Akdoğan, N., (2000). *Tekdüzen Muhasebe Sisteminde Maliyet Muhasebesi Uygulamaları*. 5. Baskı, Ankara, Gazi Kitapevi.
- Başkaya, Z., & Öztürk, B. (2011). Bulanık TOPSIS ile Satış Elemanı Adaylarının Değerlemesi. *Business and Economics Research Journal*, (2)2, 77-100.
- Başkaya, Z. (2011). *Bulanık Doğrusal Programlama*, Bursa. Ekin Kitabevi.
- Baykal N., Beyan T. (2004). *Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler*. Ankara, Bıçaklar Kitabevi.
- Baysal, G., & Tecim, V. (2006). Katı Atık Depolama Sahası Uygunluk Analizinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Çok Kriterli Karar Yöntemleri ile Uygulaması, 4. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri*, Fatih Üniversitesi, İstanbul, 1-8.
- Bellman, R., & Zadeh, L. A. (1970). Decision-Making in A Fuzzy Environment. *Management Science*, (17) 4, 141-164.
- Benitez, J.M., Martin J.C., & Roman, C. (2007). Using Fuzzy Number for Measuring Quality of Service in The Hotel Industry. *Tourism Management*, 28(2),544-555.
- Bozbura, T. F., Beskese, A., & Kahraman, C. (2007). Prioritization of Human Capital Measurement Indicators Using Fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications*, 32, 1100-1112.
- Cha, Y., & Yung M. (2003). Satisfaction assessment of multi-objective schedules using neural fuzzy methodology. *International Journal of Production Research*, 41(8), 1831-1849.
- Chamodrakas, I., & Martakos D. (2012). A utility-based fuzzy TOPSIS method for energy efficient network selection in heterogeneous wireless networks. *Applied Soft Computing*, 12, 1929–1938.

- Chen, C.T. (2000). Extensions of the TOPSIS for Group Decision Making Under Fuzzy Environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114, 1-9.
- Chen, S. J., & Hwang, C. L. (1992). Fuzzy Multiple Attribute Decision Making. *Springer-Verlag*, Berlin, 28-36.
- Chen, T.Y.T., & Chueh Y. (2008). The interval-valued fuzzy TOPSIS method and experimental analysis. *Fuzzy Sets And Systems*, 159, 1410-1428.
- Cheng, S., Chan. C.W., & Hwang, G.H. (2002). Using Multiple Criteria Decision Analysis for Supporting Decisions of Solid Waste Management. *Journal of Environ. Sci. Health*, 37(6), 975–990.
- Chu, T.C. (2002). Facility Location Selection Using Fuzzy TOPSIS Under Group Decisions. *International Journal Of Uncertainty Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 10 (6), 687-701.
- Chu, T.C., & Lin Y.C. (2003). A Fuzzy TOPSIS Method for Robot Selection. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, (21) 4, 284–290.
- Coşkun, A. (2007). Yapay Zeka Optimizasyon Teknikleri: Literatür Değerlendirmesi. *Doğu Anadolu Araştırmaları*, 5(2), 142-146.
- Damghani, K. K., Nezhad, S.S., & Tavana, M. (2013). Solving multi-period project selection problems with fuzzy goal programming based on TOPSIS and a fuzzy preference relation. *Information Sciences*, 252, 42–61.
- Ecer, F. (2007). *Fuzzy TOPSIS Yöntemiyle İnsan Kaynağı Seçiminde Adayların Değerlemesi ve Bir Uygulama*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı.
- Hongren, C., & Foster, G. (1991). *Cost Accounting A Managerial Emphasis*, Prentice Hall New Jersey, International Editions.
- [http://ebooks.narotama.ac.id/files/Management%20Accounting%20\(2nd%20Edition\)/Chapter%2010%20Relevant%20Costs,%20Pricing%20And%20Decisions%20Under%20Uncertainty.pdf](http://ebooks.narotama.ac.id/files/Management%20Accounting%20(2nd%20Edition)/Chapter%2010%20Relevant%20Costs,%20Pricing%20And%20Decisions%20Under%20Uncertainty.pdf), 1-26. (19.06.2016).
- http://www.cga-pdnet.org/non_verifiableproducts/coursenotes/2010/ma1/module09.pdf, s:1-24. (19.06.2016).
- Hwang, C.L., & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decisions Making-methods and Applications, a state-of-the-art survey*, New York: Springer-Verlag.
- İç, Y. T., & Yurdakul M. (2008). İşleme Merkezi Seçimine Yönelik Bir Karar Destek Sisteminin Geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Dergisi*, (23)1, 85–95.
- Jahanshohloo, G.R., Hosseinzadeh L., & Izadikhah M. (2006). Extension of the TOPSIS Method for Decision Making Problems with Fuzzy Data. *Applied Mathematics and Computation*, 181, 1544–1551.

- Kartal, A., Sevim A., & Gündüz E. H. (2008). *Maliyet Muhasebesi. Eskişehir*, 4. Baskı, Anadolu Üniversitesi Yayını No. 1524.
- Kaufmann, A., & Gupta, M. M. (1991). Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications. *Van Nostrand Reinhold*, 74-84.
- Kecman, V. (2001). *Learning and Soft Computing*. London, MIT Press.
- Kıranlı, S., & İlğan, A. (2007). Eğitim Örgütlerinde Karar Verme Sürecinde Etik. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8 (14), 150-162.
- Koçel, T. (2003). *İşletme Yöneticiliği*. 9. Baskı, İstanbul, Beta Yayınları.
- Lai, Y., Hwang J., & Ching, L. (1994). Fuzzy Multiple Objective Decision Making Methods and Applications, *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 404.
- Mendel, J.M. (1995). Fuzzy Logic Systems For Engineering: A Tutorial. *Proceedings of the IEEE*, 83(3), 345-377.
- Milani, A.S., Shanian, A., & El-Lahham C. (2008). A decision-based Approach for measuring human behavioral resistance to organizational change in Strategic planning. *Mathematical and Computer Modelling*, (12)5, 1765–1774.
- Nabiyev, V. V. (2003). *Yapay Zeka - Problemler - Yöntemler – Algoritmalar*. Ankara, Seçkin Yayıncılık.
- Öztemel, E. (2003). *Yapay Sinir Ağları*. İstanbul, Papatya Yayıncılık.
- Öztürk, A. (2011). *Yöneylem Araştırması*. 13. Baskı, Bursa, Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Pedrycz, W. (1993). *Fuzzy Control And Fuzzy System*. 2. Extended Edition. John Wiley & Sons Inc.
- Peker, A. (1988). *Yönetim Muhasebesi*. 4.Baskı, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Rudnik, K., & Kacprzak, D. (2016). Fuzzy TOPSIS method with ordered fuzzy numbers for flow control in a manufacturing system. *Applied Soft Computing*, PII: S1568-4946(16)30486-0, DOI: <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.asoc.2016.09.027>, Reference: ASOC 3826
- Sanga, X., Liub X., & Qin J. (2015). An analytical solution to fuzzy TOPSIS and its application in personselection for knowledge-intensive enterprise. *College Applied Soft Computing*, 30, 190–204.
- Singh, R.K., & LyesBenyoucef, N. (2011). A fuzzy TOPSIS based approach for e-sourcing. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 24, 437–448.
- Tiryaki, F., & Ahlatcioglu, M. (2005). Fuzzy stock selection using a new fuzzy ranking and weighting algorithm. *Applied Mathematics and Computation*, 170 (1), 144 – 157.
- Tsaura, S. H., & Changb, T. Y. (2002). The evaluation of airline service quality by fuzzy MCDM. *Chang-Hua Yena Tourism Management*, 23,107–115.

Erişim:<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.457.2158&rep=rep1&type=pdf>

Ustasüleyman, T. (2009). Bankacılık Sektöründe Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi: AHS-TOPSIS Yöntemi. *Bankacılar Dergisi*, 69, 33-43.

Wang, J.W., Cheng, C.H., & Cheng, H.K. (2009). Fuzzy Hierarchical TOPSIS for Supplier Selection. *Applied Soft Computing*, 9, 377-386.

Zadeh, L.A. (1965). *Fuzzy sets information and control*. 8(3).

Zadeh, L.A. (1978). Fuzzy Sets As A Basis For A Theory Of Possibility. *Fuzzy Sets and Systems*, 1, 3-28.

Zhao, J., & Bose, B. K. (2002). Evaluation of Membership Functions for Fuzzy Logic Controlled Induction Motor Drive. *28th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, İspanya.