

BULANIK BÜTÇELEME VE BULANIK BÜTÇE KONTROLU*

Birol YILDIZ

Osmangazi Üniversitesi İİBF, Meşelik, Eskişehir

Hüseyin GEDİK

Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara

ÖZET

Bütçeleme bir işletmenin etkin ve etkili yönetimi açısından vazgeçilmez bir yönetim aracıdır. Ancak geleneksel yaklaşımla hazırlanan bütçelerde iki temel sorun bulunmaktadır. Birincisi geleneksel bütçeler gerçeği yansıtmayacak kadar deterministik ve değişen koşullara uyum sağlayamayacak kadar esneklikten uzak bir şekilde hazırlanırlar. Geleneksel bütçeleme yaklaşımında karşılaşılan ikinci sorun ise, bütçe uygulaması sonucunda gerçekleşen bütçe rakamının hedeflenenden farklı olduğu her durumda ayrıntılı bir şekilde analiz yapılmasının gerekmesidir. Çünkü tespit edilen farklılığın, üretim hacmindeki farklılıktan veya bir performans sapmasından kaynaklanıp kaynaklanmadığının tespit edilmesi ancak ayrıntılı bir analizle mümkün olmaktadır. Bununla birlikte bu analizin bilgi, tecrübe gerektirmesi ve zaman alması, maliyet analizi konusunda uzman olmayanlar açısından sorun oluşturmaktadır.

Bulanık mantık teorisi, belirsizlikleri ele alma ve işleme konusundaki yaklaşımı nedeniyle yukarıda konu edilen sorunları ortadan kaldıracak teorik yapıyı ve uygulama kolaylığını sunmaktadır. Bütçelerin hazırlanması sırasında bulanık mantıktan yararlanılması, bütçelerin belirsizlikleri içerecek şekilde hazırlanmasını ve esneklik kazanmasını sağlayacaktır. Bütçe kontrolünde bulanık karar destek sisteminden yararlanılması durumunda, bütçe analizi daha hızlı ve etkin bir şekilde yapılabilir ve yöneticilerin detaylı çalışmalar yapmadan etkili karar vermeleri sağlanabilir. Bu çalışmayla bütçeleme sürecinde bulanık mantıktan nasıl yararlanılabileceği ortaya konmaya ve bütçe sapmalarının analizinde kullanılacak bulanık karar destek sisteminin uygulama çerçevesi çizilmeye çalışılmıştır.

* Bu çalışma Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsünde, Yrd.Doç.Dr. Birol Yıldız danışmanlığında yürütülen Hüseyin Gedik'in aynı adlı yüksek lisans tezinden geliştirilerek oluşturulmuştur.

ANAHTAR KELİMELER

Bulanık Mantık, Bütçeleme, Bulanık Uzman Sistem, Bütçe Kontrolü, Yapay Zeka

FUZZY BUTGETING AND FUZZY BUTGETARY CONTROL

Budgeting is a major tool to manage a business in efficient and effective manner. But budgeting process is too deterministic and not flexible enough. Another problem related with budgeting process is the necessity to produce performance reports to compare actual results with the budget. Probable differences must be analyzed. But the analysis requires experience in budgeting and it is very time consuming. These problems prevent budgeting process reach aim mentioned above. These are the main drawbacks to attain the advantages in using of the budget as a control tool.

Fuzzy logic provides an efficient tool to solve to solve these problems stated above. Fuzzy budgeting offer the flexibility by introducing fuzzy numbers and the means budget numbers involve uncertainty. Also fuzzy inference systems provide a decision support tool to managers for effective and efficient budgetary control. The paper firstly try to answer “how to prepare fuzzy budget” question and presents application frame work for fuzzy decision support system for budgetary control.

KEYWORDS

Fuzzy Logic, Budgeting, Fuzzy Expert System, Budgetary Control, Artificial Intelligence.

1. GİRİŞ

Bir bütçe, yönetimin planlama ve kontrol faaliyetlerinin sayısallaşmış ve somutlaşmış ifadesidir. Bütçeler bir işletmenin, ister kar amacı gütsün, ister kar amacı gütmesin, etkin ve etkili yönetilebilmesi için en vazgeçilmez yönetim aracıdır.

Bütçelerin oluşturulması sırasında, kontrol altına alınamayan ancak mutlaka göz önüne alınması gereken bir çok parametre (satış hacmi, rekabet, enflasyon, müşteri tercihleri, talep esnekliği gibi) vardır. İşletmelerin faaliyetlerini ilgilendiren söz konusu parametrelerin hemen hemen tümü, doğaları gereği belirsizdir. Bu nedenle işletmelerin faaliyetleri planlanırken ve bütçe oluşturulurken başlangıç noktası, gelecekle ilgili belirsizliklerin ve risklerin tahmin edilmesidir. Söz konusu tahminlerin gerçekçi olmaları ve uygulama aşamasında ortaya çıkabilecek değişikliklere karşı da esnek bir şekilde yeniden ayarlanabiliyor olmaları beklenmektedir. Bütçelerin hazırlanması sırasında yapılacak tahminler için gerek duyulan geçmişe ait veriler bazı durumlarda bulunmayabilir ve tahminlerin olasılık teorisine dayalı olarak yapılması mümkün olmayabilir. Bu durumda bütçelerin oluşturulmasında kullanılan parametrelerin tahmini, uzman kişilerin uzun yıllar boyunca edindikleri tecrübelerine, hatta uzmanların sezgilerine dayalı olarak yapılması söz konusudur. Uzman tahminleri, bir nokta tahmini şeklinde değil, genellikle bir aralık olarak ve/veya kalitatif (sözel) nitelikte olmaktadır. Geleneksel bütçeleme sürecinde kullanılan tahminler ise, nokta tahmini şeklinde olmaktadır. Bu nedenle

uzmanların yaptıkları bu aralık ve/veya kalitatif şekildeki parametre tahminlerinin nokta tahmine dönüştürülmesi gerekir. Bu zor, aynı zamanda gerçekçilikten uzak bir yaklaşım olmaktadır. Ayrıca bütçe tahminlerini tek bir rakama indirgemek, ileride bütçe sürecinin başlangıcındaki koşulların hiç değişmeden kalması şartını beraberinde getirir ki, bu zaten pek olası değildir. Hiç bir zaman bütçenin hazırlandığı dönemde, bütçe dönemine ait olabilecek olaylar eksiksiz ve hatasız bir şekilde tahmin edilemez. Bundan dolayı bütçenin temel parametrelerini oluşturan tahminlerin değişen koşullara göre esneklik gösterebilmesi, bu değişimleri kapsaması veya değişikliklerden etkilenmemesi gerekir. Yukarıda sayılan nedenlerle, bütçeleme aşamasında nokta tahminlerin kullanılması, bütçelerin etkin bir planlama aracı olarak kullanılmasını engelleyen önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Ting ve diğerleri, 1999).

Bütçe, planlama aracı olduğu kadar, aynı zamanda, faaliyet sonuçlarının değerlendirilmesinde ve yorumlanmasında ölçüt olarak kullanılması nedeniyle, bir kontrol aracıdır. Bütçe hedefleri ile bütçe gerçekleştirmeleri arasındaki sapmalar yön, miktar ve nedenleri açısından değerlendirilerek gerek görüldüğünde önleyici, düzeltici eylemlere başvurulur. Uygulamada karşılaşılan bir diğer sorun ise, bütçe sapmalarının analiz edilmesindeki zorluktur. Bütçe kalemlerinde kullanılan deterministik ifadeler gerçeği yansıtmaktan uzak olduğu kadar, faaliyet sonuçlarının yanlış yorumlanmasına da neden olabilmektedir. Çünkü yıl sonu faaliyet sonuçlarında yer alan her hangi bir rakam, eğer bütçelenenden farklıysa, ilk bakışta bir sapma olarak algılanmaktadır. Oysa sapma olarak görülen rakamların gerçekten bir performans sapmasından mı, yoksa faaliyet düzeyindeki bir değişiklikten mi kaynaklandığını anlamak için yöneticinin gerekli analizleri yapması gerekecektir. Ayrıca, bu sapmanın olumlu-olumsuz, büyük-küçük veya önemli-önemsiz olup olmadığının da değerlendirilmesi uzun, ayrıntılı ve uzmanlığı gerektiren bir analiz süreciyle mümkün olmaktadır. Performans sapması mutlaka düzeltici ve önleyici eylemler gerektirirken, faaliyet düzeyiyle ilgili değişimler sonucu oluşan farklılıklar normal karşılanmalıdır. Bu analizler özellikle üretim hacmi ile doğrusal bir ilişki içinde olmayan genel üretim maliyetleri için zorunlu, zorunlu olduğu kadar da zor ve karmaşık, ayrıntılı, uzun zaman alan bir iş olabilir. Yöneticiler sıklıkla karşılaşılabilecekleri bu gibi bir analiz süreci için, zaman, emek ve dikkatini harcamak zorundadırlar. Ayrıca yöneticinin, bütçe sapmalarının analizini yapabilecek uzmanlığa ve deneyime de sahip olması, olmazsa olmaz bir gereklilik şeklinde karşımıza çıkar. Buna rağmen, yöneticilerin bu tip yeterliliğe sahip olmaması sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Yöneticinin bu gibi analizlerden kaçınması ise olumsuz ve büyük bütçe sapmalarının gözen kaçırılması sonucunu yaratabilir ki, bu durum işletme ve yönetim için tehlikeli sonuçlar yaratabilir. Yukarıda sayılan bu sorunlar, bütçe sonuçlarının yanlış yorumlanmasına, gözden kaçmasına neden olmakta ve işletmenin gerçek performansını görmeyi engellemekte, bütçe konusunda uzman olmayan yöneticileri yanlış kararlara yönlendirebilmektedir. Bütçeden beklenen faydaya, uygulamadaki bu sorunlar nedeniyle ulaşamamaktadır.

Özetle bütçelerin hazırlanması sırasında deterministik ve kesin sayıların kullanılması, esneklikten uzak kalması ve bütçe sonuçlarının ayrıntılı analizler gerektirmesi bütçenin planlama ve kontrol işlevini yerine getirmesinde sorun oluşturmaktadır.

Öğretinin ilk soruna çözüm önerisinin esnek bütçeler hazırlamak olduğu görülmektedir(Garrison, 1982:386-409). Ancak yapılan bir araştırma sonucunda, işletmelerin büyük bir kısmının (%87) esnek bütçe hazırlamadığı tespit edilmiştir(Umapathy, 1987:82). Çünkü esnek bütçe hazırlama esas itibarıyla öngörülen değişik faaliyet hacimlerinin her biri için farklı bir bütçe hazırlamak demektir. İşletmeler tarafından yaygın olarak kullanılmamasının altında yatan neden bu tür bir yaklaşımın zaman, emek ve maliyet sarfını arttırmasından kaynaklanmaktadır. Bu durumda da, esnek bütçeden beklenen faydayla, esnek bütçe hazırlanmasının külfeti karşılaştırıldığında, işletmelerin esnek bütçe hazırlamaktan kaçınılmasını doğal karşılamak gerekir. Pratik ve etkili bir finansal planlama için, belirsizliği, değişimleri modelleyebilecek, planlama sürecini kapsayacak ve gerçekçi olarak ifade edebilen bir yaklaşıma ihtiyaç vardır(Tarrazo ve Guitierrez, 2000).

Bulanık mantık, klasik mantıkta yer alan doğru (1) ve yanlış (0) durumlarını uç durumlar kabul ederek bir önermenin 0 ve 1 arasında kesirli değerler alabileceğini kabul eder ve bu yaklaşım insanın düşünme şekline ve gerçek dünyayı algılama biçimine daha uygundur.

Bulanık mantık teorisi, pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Belirsizliği modelleyebilmesi yeni bir bilgi işleme yöntemi olması, insanlarla bilgisayarlar arasında bir arayüz görevi görmesi, insanların doğal muhakeme şekline yakın olması gibi nedenleriyle uygulamada başarılı sonuçların alınmasına yardımcı olmaktadır (Mukaidono, 2001). Bulanık mantık bu özellikleri nedeniyle, belirsizliğin fazla olduğu ve riskli karar alma eylemlerinin çok sık rastlandığı yönetim, finans ve benzeri işletmecilik alanları için uygun bir yaklaşımdır. Nitekim, bu uygunluk nedeniyledir ki, yazında, yeni ürünlerin fiyatlandırılmasında, maliyet, hacim, kar analizinde, indirgenmiş nakit akımları analizinde, malzemelerin ekonomik ömrünün hesaplanmasında, iş kazalarının önlenmesi için risk faktörlerinin modellenmesinde, AR-GE projelerinin seçiminde, sermaye yatırımlarının modellenmesinde, likidite riskinin ölçülmesinde, sermaye bütçelenmesinde, finansal planlamada, uzman sistemlerin tasarımında, zaman serisi analizinde ve yapay zeka sistemlerinde bulanık mantığı kullanan çalışmalara rastlanmaktadır (Bojadziev ve Bojadziev ,1999; Evans vd., 1989; Kuchta, 2001; Göğüş, 1998; Karsak, 1998; Chiu ve Park, 1998; Tarrazo ve Gutierrez, 2000; Kandel, 1986; Chan ve Yuan,1990).

Bütçeleme ve bütçe kontrolü faaliyetleri belirsizlik, risk ve esneklik gerekleri nedeniyle bulanık mantık uygulaması için elverişli bir süreçtir. Bulanık mantık teorisi bütçeleme faaliyetlerine, belirsizliği içerecek ve gerekli esnekliği sağlayacak teorik yapıyı ve uygulama kolaylığını sunmaktadır.

İşletmenin varlığını devam ettirebilmesi ve amaçlarına ulaşılabilmesi, karar alıcıların etkin kararlar verebilmesine bağlıdır. Karar vermenin temelinde tercihler ve alternatifler arasında seçim vardır (Klir ve Folger, 1988). Stok kontrolü, personel faaliyetleri, yeni ürün geliştirme, ödenek tahsisi, bütçeleme, bütçe kontrolü, vb. faaliyetler işletmede karar vermenin odağını oluşturur. Klasik karar verme sürecinde, alternatifler hakkında yeterli bilgi olmalıdır. Kararlar bu şekilde verilir. Eğer risk varsa bu durumda olasılık teorisine başvurulur. Bulanık mantık teorisine alternatif olabilecek stokastik bir yöntem ise ancak olasılık teorisidir. Olasılık teorisi temelde rassallığa dayanır ve olasılık teorisinin kullanılabilmesi için olasılık dağılımı şeklindeki güvenilir bilgiye ihtiyaç duyulur. Eğer dağılımla ilgili yeterli bilgi yoksa veya eldeki bilgi sözel nitelikte ve deneyime bağlı olarak ortaya

çıkıyşsa, buna rağmen risk varsa, rastlantısılığa dayalı olasılık teorisinden yararlanmak gerçekçi değildir (Tarrazo ve Gutierrez, 2000). Bu durumda söz konusu belirsizlik bulanık teoriyle modellenenebilir. Bütçeler, gelecekle ilgili olduklarından belirsizlik ve riskten kaçınmak mümkün olmamaktadır. Bu belirsiz ortamda yeterli istatistiksel bilgiye sahip olmayan karar alıcılar, son olarak uzman görüşüne başvuracaklardır. Bu hareket tarzı da bulanık teori ile örtüşmektedir. Çünkü uzman görüşü, bu belirsiz ortamdaki yetersiz bilgileri en iyi ifade şekli sözel değişkenlerdir. Bulanık teori ise sözel değişkenlerle ifade edilen bilgileri matematiksel işlemlerde kullanma imkanı vermektedir. Bundan dolayı bulanık mantığın, bütçelerin esnek ve gerçekçi olmasını sağlamak için uygun bir teorik alt yapı oluşturduğu söylenebilir.

Bu çalışmada, yukarıda değinilen bütçe sorunlarına ışık tutmak amacıyla, bulanık mantık teorisinin, bütçeleme ve bütçe kontrolünde kullanılacak uygun bir yaklaşım olup olmadığı konusu incelenmektedir.

Bu amaç doğrultusunda, ikinci bölümde bulanık mantık kavramları tanıtılarak çalışmanın teorik altyapısının oluşturulması hedeflenmiştir. Ardından üçüncü bölümde bulanık mantıkla bütçeleme, bulanık bütçeleme kavramı adı altında ele alınmış ve son olarak bütçe kontrolü konusuyla ilgili bir uygulama çerçevesi oluşturulmaya çalışılmıştır.

2. BULANIK MANTIK VE BULANIK UZMAN SİSTEM

2.1. Bulanık Mantık

Aristo'nun temellerini attığı klasik mantıkta önermeler ya doğrudur (1) ya da yanlış(0). Tüm mantıksal çıkarsamalarda bu ikili yapı kullanılır. Klasik mantık teorisinde üçüncü durumun imkansızlığı olarak da adlandırılan bu mantık kuralı gereği bir önermenin veya çıkarsamanın başka bir değer alması mümkün değildir. Bir başka deyişle, klasik mantıkta sadece siyah ve beyaz vardır, gri tonlara yer yoktur. Örneğin, "Hava sıcaktır" önermesinin ya doğru (1) ya da yanlış (0) bir önerme olarak değerlendirilmesi gerekir. Şekil 1 'de 15°C'nin altında "hava sıcak" önermesi yanlış (0) değerini alırken, bu derecenin üstünde "hava sıcak" önermesi doğru (1) değerini almaktadır (Şekil 1). Klasik mantıkta 0, 1 gibi küçük bir değer değişmesi dahi önermenin sonucunu değiştirebilir. Örneğin, hava sıcaklığı 14,9 °C iken "hava sıcak" önermesi yanlış değerini alırken, hava sıcaklığındaki 0,1 °C lik bir artışla 15 °C olması durumunda önerme doğru (1) değerini almaktadır.

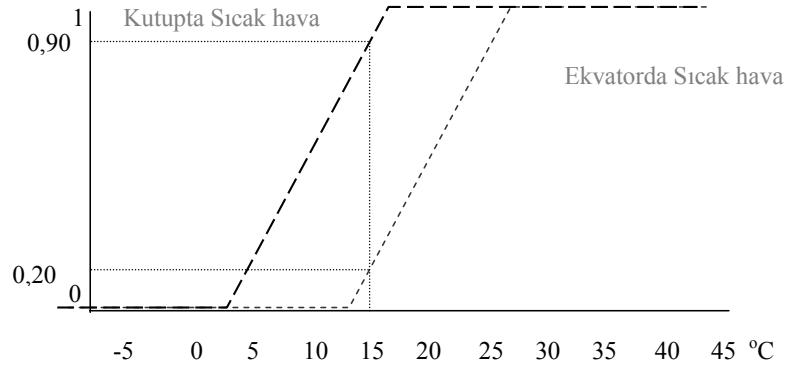


Şekil 1. Klasik mantıkta sıcak ve soğuk ayrımı ani geçişlidir.

Klasik mantık yaklaşık 2000 yıl boyunca bilim ve düşünce dünyasında hakimiyetini korumuştur ve batı medeniyetinin temelini oluşturmuştur. Ancak klasik mantık insan dünyası için pek yeterli ve uygun değildir. İnsan dünyası, ılık, serin, sıcak, biraz sıcak gibi belirsizlik içeren ve klasik mantıkta yeri olmayan kavramlar ve ifadeler vardır. İnsanlar bu kavramlarla düşünür, akıl yürütür. Örneğin “Hava sıcaktır.” önermesinin doğru ya da yanlış olduğunu belirlemek için öncelikle hava sıcaklığının ne kadar olduğunu belirlemek gerekir. Ancak “Hava sıcaktır.” önermesinin doğru ya da yanlış olduğunu belirlemek için bu bilgi de yeterli değildir. Çünkü havanın sıcak veya soğuk olması göreceli bir kavramdır. Örneğin 15 °C ılık hava sıcaklığının ölçülmesi durumunda “hava sıcak” önermesi kutup bölgesi için doğru, ekvator bölgesi yanlış değerini alacaktır. Ayrıca, eğer kutup bölgesinde kaydedilmiş en yüksek hava sıcaklığının 17 °C olduğu, ekvator bölgesinde kaydedilmiş en düşük sıcaklığın 13 °C olduğu biliniyorsa, bu koşullar altında 15 °C hava sıcaklığında, havanın tamamen sıcak veya tamamen soğuk olarak nitelendirilemeyeceği, hatta mümkün değildir. Çünkü kutup bölgesinde 15 °C den daha yüksek hava sıcaklığının görülmesi veya ekvator bölgesi için 15 °C den daha düşük hava sıcaklığının görülmesi teorik olarak mümkündür. Bu durumda “Hava sıcaktır.” önermesinin klasik mantığa uygun şekilde doğru (1) ya da yanlış (0) olup olmadığı nasıl belirlenecektir? Havanın kaç santigrat dereceye kadar soğuk olduğu veya kaç santigrat dereceden sonra havanın sıcak olduğundan bahsedilebilmesi gerekir? Her yerde geçerli bir sınır var mıdır? Bu tip sorunun cevabını, Lutfu A. Zadeh tarafından geliştirilen Bulanık Mantık teorisi ile vermek mümkündür. Bulanık mantık, bir önermenin sadece {0, 1} değerini aldığı klasik mantıktan farklı olarak, 0 ile 1 arasında bir değerlerde söz konusu olabilir [0,1](Zadeh, 1981,1987a,1987b, 2000; Kasko,1993).

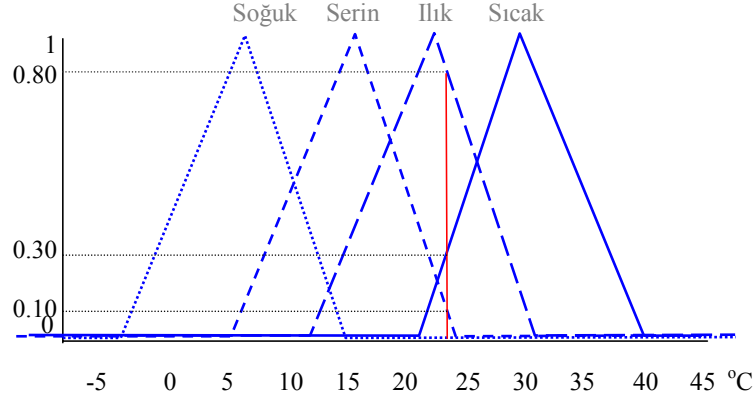
Bulanık mantıkta bir önerme belli bir oranda doğru iken aynı zaman da belli bir oranda da yanlış olabilir. Örneğin, hava sıcaklığının 15°C olarak ölçülmesi

durumunda “Hava sıcaktır.” önermesi, kutup bölgesi için 0.90 oranında doğru iken, aynı zamanda 0.10 oranında da (1-0.90) yanlıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Bulanık mantıkta sıcak ve soğuk ayrımı ani geçişli değildir ve görecelilik söz konusudur.

Aynı önermeyi ekvator bölgesi için değerlendirdiğimizde 15°C lık bir hava sıcaklığı 0.80 oranında yanlıştır ve aynı zamanda 0.20 oranında da doğru olacaktır (Şekil 2). Ayrıca klasik mantıkta serin, ılık, biraz sıcak, biraz soğuk, çok sıcak, çok soğuk gibi sözel ifadelerin karşılığı yoktur. Çünkü serin, ne soğuk ne de sıcaktır, ancak soğuğa daha yakın olan bir sıcaklığı ifade eder. Hangi santigrat dereceler arasının serini ifade ettiği, hangi sıcaklık aralığının ise ılık olarak kabul edilmesi gerektiği kesin değildir. Ancak bilinen birşey varsa serin, ılık gibi sözel ifadelerden tüm insanlar aşağı yukarı aynı anlamı çıkarırlar ve bu kavramlarla iletişim kurulmasında sorun yaşanmaz. İnsan beyni bu tür bilgileri kolaylıkla ve başarı ile işler, anlamlandırır ve kullanır. Bulanık mantıkta sözel ifadelerin matematiksel karşılıkları belirlenir ve en önemlisi bu değerlerle matematiksel işlemler yapılabilir (Şekil 3).



Şekil 3. Bulanık mantıkta serin ve ılık gibi sözel ifadeler matematiksel ifadelere dönüştürülebilir.

Klasik kümeler kuramında da bir kümenin X alt kümesi A 'nın elemanlarını belirlemek için kullanılan üyelik fonksiyonu $X_A: X \rightarrow \{0,1\}$ şeklinde gösterilir ve X 'in her elemanı $\{0,1\}$ kümesinin elemanları ile eşleştirilir. Eğer X 'in bir elemanı aynı zamanda alt kümesi A 'nın da üyesi ise bu durumda 1 değeri ile eşleştirilir. Aksi durumda X 'in elemanı 0 değeri ile eşleştirilir ve bu elemanın A 'nın elemanı olmadığını gösterir. A kümesi, X 'in bir elemanı ve bu elemanın A 'nın üyesi olup olmadığını gösteren 0 ve 1'lerden oluşan sıralı ikililerle $(x, 0)$ veya $(x, 1)$ gösterilir.

$$X = \{a, b, c, d, e\}$$

$$A = \{(a, 1), (b, 0), (c, 0), (d, 1), (e, 1)\}$$

veya genel ifadesi ile

$$A = \{x, \mu_A(x) \mid x \in X\}$$

Bulanık mantıkta önermelerin doğruluk derecesini ve/veya bir elemanın bir kümeye üyelik derecesini gösteren (girdileri çıktılarına dönüştüren) fonksiyon "üyelik fonksiyonu" olarak bilinir, μ işareti ile gösterilir ve $[0,1]$ aralığındaki herhangi bir değeri alabilir. Örneğin $\mu_A = 0,90$

Bulanık kümeler teorisinde bir eleman bir kümenin $[0,1]$ aralığında üyesi olabilir. Aynı zamanda birden fazla kümenin üyeliği de söz konusu olabilmektedir. Örneğin şekil 3'de 24°C sıcaklık, 0.80 oranında ılık, 0.30 oranında sıcak ve 0.10 oranında da serin kümesinin üyesidir.

2.2. Bulanık Uzman Sistem

Bir bulanık uzman sistem asıl itibarıyla çıkarım mekanizması olarak bulanık mantık teorisini kullanan bir uzman sistemdir. Bu nedenle öncelikle uzman sistem kavramını tanımlamak ve bu konuyu kısaca özetlemek gerekecektir.

Uzman sistemler yapay zeka teknolojileri içinde en eskisidir ve ticari olarak da en etkin şekilde kullanılan şekli olmuştur. Bir uzman sistem, insan bilgi birikiminin

bilgisayara kurallar dizisi şeklinde aktarılmasıyla oluşturulan ve bir uzman tarafından çözülebilecek problemlerin çözümünde kullanılan bir yapay zeka teknolojisidir (Turban, 1993).

Bir uzman sistemde üç ana bileşen bulunur:

- i. Bilgi-birikim tabanı (knowledge base)
- ii. Çıkarım mekanizması (inference engine)
- iii. Kullanıcı arayüzü (user interface)

Bunun haricinde açıklama mekanizması, bilgi edinme mekanizması gibi başka alt sistemler de uzman sistemlerde yer alabilir.

Uzman sistemin bilgi-birikim tabanı, gerçekler (facts) ve kurallardan (rules) oluşur. Kurallar genellikle sözel veya sayısal şekilde aşağıdaki gibi çok sayıda ifadeyle oluşur.

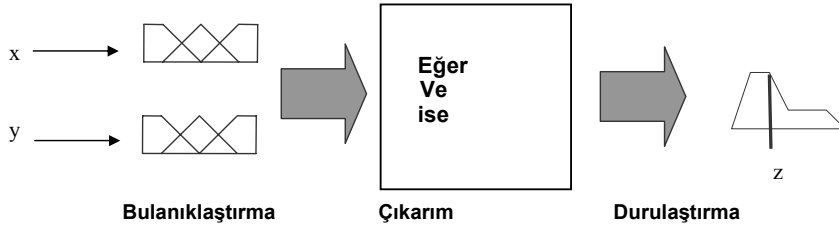
Eğer $x > 3$ ise $y=k$
Eğer $x < 1$ ise $y=k+1$
.....

Bu ifadeler iki bölüme ayrılır. “Eğer,” şeklindeki ilk kısım öncül olarak kabul edilir ve bu ifadenin doğruluğu-yanlışı araştırılır. İkinci kısım “ise” şeklindedir ve bu kısma hüküm kısmı denir. Birinci kısmın doğru olması durumunda ikinci kısımda yer alan ifadeye hükmedilir, öncülün yanlış olduğu aksi halde hüküm kısmı atlanır.

erçekler, gerçek dünya hakkında bilgiler içeren ve doğruluğu konusunda şüphe bulunmayan önermelerdir.

Bu gerçekler ve kurallar çeşitli yöntemlerle genellikle uzmanlardan elde edilir. Çıkarım mekanizması, probleme ve verilere bağlı olarak bu gerçekleri ve kural tabanı kullanarak, gerekli çıkarımı mantık kuralları çerçevesinde yapar ve çözümü oluşturur.

Uzman sistemlerin en önemli dezavantajlarından birisi ikili Aristo mantığını kullanmalarıdır. Bu ikili yapıya dayalı olarak çıkarım yapması nedeniyle, kural ve gerçek tabanında tanımlanmamış veya yer almayan bir durumla karşılaştıklarında uzman sistemlerin gerekli çözüme ulaşamamaları veya yanlış çözüm kümesine ulaşmaları söz konusu olmaktadır.



Şekil 4. Bulanık Uzman Sistem

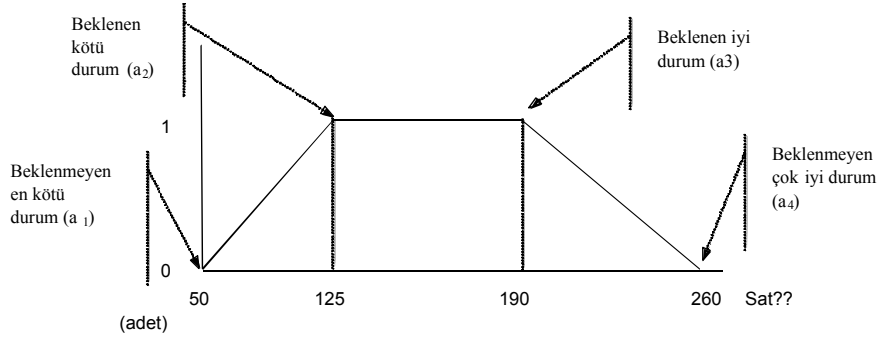
Bulanık uzman sistemlerde ise (Şekil 4) bir çıkarım mekanizmasının en önemli özelliği, çıkarım sırasında bulanık mantık teorisini kullanmaları ve kural tabanındaki kurallara tam uymayan veya kural tabanında hiç olmayan farklı bir durumla karşılaştıklarında, problemin mevcut kurallara ve gerçeklere ne derece uygun olduğunu bulanık mantık ilkelerine dayalı olarak belirleyebilmeleri ve bu problem için de çözüm oluşturabilmeleridir. Böyle bir durumda problemin hangi kurallara ve ne derece uygun olduğu bulanık olarak belirlenerek (bulanıklaştırma- fuzzification), bu kuralların hüküm kısımları yine bulanık mantık teorisine uygun olarak birleştirilerek tek bir hüküm elde edilir(defuzzification). Bulanık mantığın sözel ifadeleri işlemedeki başarısı, insanların bu bilgi işleme yöntemine daha yakın olması, insan uzmanlar tarafından sözel olarak ortaya konan bilgi birikiminin daha iyi işlemesine olanak sağlamaktadır (Jang vd., 1997:11-90).

Çalışmanın bundan sonraki bölümünde bulanık bütçeleme ve bulanık bütçe analizi konusu ele alınacaktır. Bulanık bütçeleme bütçenin oluşturulmasında bulanık sayıların kullanılması, bulanık bütçe analizi ise bütçe sapmalarının analizinde bulanık uzman sistemden bir karar destek aracı olarak yararlanılması şeklinde ele alınacaktır.

3. BULANIK BÜTÇELEME

Bütçeler yönetim faaliyetlerini somut olarak ifade eden ve hedeflenen seviyeye göre işletmenin nerede olduğunu görmeyi sağlayan en önemli araçlardır. Ancak bütçeden beklenen faydanın elde edilebilmesi için bütçe ilkelerine uyulması önemlidir. Bu ilkelerden ikisi gerçekçilik ve esnekliktir. Geleneksel bütçeleme sürecinde bu ilkelere uyum sağlamak önemli bir sorun oluştururken, bulanık bütçelemeyle bu sorunlar aşılmaktadır.

Bulanık bütçelemede, ilk olarak yapılması gereken tüm bütçe tahminlerinin bulanık sayılarla ifade edilmesidir. Bütçe tahminleri bulanık sayılarla ifade edilirken, bulanık sayıların oluşturulmasında geçmişteki verilerden yararlanılabileceği gibi, uzman görüşünden de yararlanılabilir. Bütçe rakamlarının bulanık olarak ifade edilebilmesi için (Şekil 5) bir bütçe rakamının olası en kötü durumunu ifade eden bir alt uç nokta (a_1) beklenen durum aralığı (a_2, a_3), son olarak da olası en iyi durumu ifade eden bir üst uç nokta (a_4) tespit edilmelidir.



Şekil 5. Tahmini satış miktarı rakamı

Böylelikle geleneksel yöntemde tek bir rakamla ifade edilen bütçe tahmini, bulanık bütçeleme sırasında dört değeri de kapsayan bir bulanık rakamla ifade edilmiş olur. Bu tahmini dörtgensel bulanık sayı olarak ifade etmek gerekirse :

$$\text{Satış Tahmini} = (50, 125, 190, 260).$$

Bütçe rakamının bir aralık olarak tespit edilmesi durumunda, aralığın alt ve üst sınırlarında her rakam için gerçekleşme beklentisi aynı olacaktır. Oysa gerçek durum böyle değildir. Beklentiden uzaklaştıkça bir durumun ortaya çıkma olasılığı da azalmaktadır. Örneğin bütçelenen satış miktarının uç noktalarda gerçekleşmesi beklenmez. Büyük olasılıkla alt ve üst sınırların arasında bir yerde gerçekleşecektir. Ancak tahmini satış miktarının uç noktaları da kapsamayı rasyonellik açısından gereklidir ve olasılık az da olsa satış miktarı bu uç noktalarda gerçekleşebilir. Bu durumu üyelik fonksiyonu ile ifade ederek, uç noktalarda yer alan ancak olasılık dahilindeki olayları ve aynı zamanda gerçekleşme olasılığı yüksek durumları da belirtmiş olmaktadır. Bu bütçeye büyük bir esneklik kazandıracaktır, çünkü gerçekleşme, bu dört değer arasında bir yerde kaldığı sürece, yapılan bütçe hiç bir revizyona ihtiyaç göstermeksizin rahatlıkla kullanılabilir. Geleneksel bütçeleme tekniğinde bütçe tahminleri, aynen gerçekleşme olasılığı neredeyse hiç olmayan tek bir rakamla ifade edilmektedir. Bu bütçenin gerçekçilik yönüne zarar vermektedir. Oysa bütçe tahminlerinin dört değerli bir bulanık sayı ile ifade edilmiş olması halinde, bu aralık olabilecek tüm durumları içerdiği için, bütçe gerçekçi bir şekilde ortaya konmuş olacaktır. Örneğin yukarıda örneklenen satış miktarı bulanık sayı olarak ifade edilirken a1 noktası bir ekonomik kriz durumunu, a4 noktası ise beklenenin çok üstündeki bir ekonomik büyümenin olduğu durumu karşılamak amacıyla belirlenebilir.

Bulanık bütçeleme, sadece bütçe tahminlerinin bulanık sayılarla ifade edilmesinden ibaret değildir. Aynı zamanda bütçeleme sürecindeki tüm cebirsel hesaplamaların da bulanık teori temelinde yapılması gerekir. Örneğin, satış bütçesi hazırlanırken, satış miktarını ve satış fiyatını kantitatif ve/veya kalitatif yöntemlerle bulanık sayı olarak tespit ettikten sonra, bulanık sayıların çarpma ve toplama işlemleriyle bulanık satış hasılatı bulunmaktadır.

$$\begin{aligned} \text{Satış Miktarı} &= (900, 1200, 1400, 2000) \\ \text{Satış Fiyatı} &= (500, 600, 650, 750) \end{aligned}$$

Bu durumda satış hasılatı belirtilen bulanık cebir çarpma ve bölme kurallarına göre çarpılması için öncelikle bulanık satış miktarının ve satış fiyatının (α) seviyesine göre aşağıdaki gibi ifade edilmesi gerekir:

$$\begin{aligned} A(\alpha) &= [(a_2 - a_1)\alpha + a_1, -(a_4 - a_3)\alpha + a_4] \\ \text{Satış Miktarı}(\alpha) &= [(300\alpha + 900), (-600\alpha + 2000)] \\ \text{Satış Fiyatı}(\alpha) &= [(100\alpha + 500), (-100\alpha + 750)] \\ \text{Satış Miktarı}(\alpha) \cdot \text{Satış Fiyatı}(\alpha) &= [(300\alpha + 900) \cdot (100\alpha + 500), (-600\alpha + 2000) \cdot (-100\alpha + 750)] \\ &= [(300\,000\alpha^2 + 240\,000\alpha + 450\,000), (60\,000\alpha^2 - 650\,000\alpha + 1\,500\,000)] \\ &\quad \alpha = 0 \text{ için,} \\ &\quad = [450\,000, 1\,500\,000] \\ &\quad \alpha = 1 \text{ için,} \\ &\quad [720\,000, 910\,000] \\ \text{Satış Hasılatı} &= (450\,000, 720\,000, 910\,000, 1\,500\,000) \end{aligned}$$

şeklinde bulanık olarak ifade edilebilecektir.

Bu şekilde bütçe içindeki tüm hesaplamaların bulanık cebirle ve herhangi bir hesap tablosu yazılımıyla yapılması mümkündür.

Bulanık bütçeleme konusunun en kritik noktası, bulanık sayı olarak ifade edilen bütçe tahminlerinin oluşturulması sırasında nasıl bir üyelik fonksiyonunun kullanılacağına belirlenmesidir. Üyelik fonksiyonunun parametrelerinin doğru olarak belirlenmemesi durumunda özellikle bulanık bütçe kontrolü sonucunda yanlış değerlendirmelerin doğması söz konusu olabilecektir.

Bulanık bütçeleme ve bulanık bütçe kontrolü birbirini tamamlayan süreçlerdir. Bütçeleme sürecinde bulanık mantık sadece bütçenin oluşturulması veya sadece bütçe kontrolünde değil, her ikisinde de kullanılmalıdır. Sadece bulanık bütçeleme kendisinden beklenen faydayı sağlamayacağı gibi, bulanık bütçeleme yapılmaksızın bulanık bütçe kontrolünün yapılması da mümkün değildir.

4. BULANIK BÜTÇE KONTROLÜ

Bütçe kontrolü, bütçe uzmanlarından çok yöneticileri ilgilendiren bir konudur. Çünkü bütçe sapmaları karşısında işletmeyi ilgilendiren bir kararı almak (örneğin üretimin kısılması, çalışanlara prim verilmesi vb.) yöneticinin sorumluluğunda olan bir konudur. Bu nedenle yöneticilerin bütçe sapmalarını değerlendirmeleri gerekir. Bu değerlendirme süreci, bütçe hedefleri ile bütçe gerçekleştirmelerinin karşılaştırılarak elde edilmesi ve bu bilginin kullanılarak yapılacak bir yargılama işini gerektirmektedir. Bu süreçteki doğru bilginin elde edilmesi (çıkarsama) ve doğru bir yargılama, yöneticinin kararının doğru ve sağlıklı olması açısından kritik önem taşır. Bununla beraber bilginin elde edilmesi ve bir muhakeme sonucunda karara dönüştürülebilmesi için yöneticinin mutlaka bütçeleme konusunda yeterli bilgiye ve deneyime sahip olması gerekir. Yöneticilerin bu süreçte işletmedeki bütçe uzmanlarından destek görmeleri mümkün olsa da, kendi sorumluluk

alanlarındaki bir karara varırken, bu karara büyük ölçüde temel oluşturacak bilgi ve değerlendirmeler konusunda başka kişilere bağımlı kalınması, yönetici için sıkıntılı bir durum yaratır. Yöneticilerin bütçe konusunda bilgi ve deneyim sahibi olmaları beklenen bir durum olmakla beraber, yöneticilik için gerekli niteliklerin çok çeşitli ve çok farklı olması nedeniyle azımsanmayacak sayıda yönetici, bütçe konusunda az ya da hiç bir fikir sahibi olmadan bu pozisyonlara gelebilmektedir. Doğal olarak bütçe konusunda bilgi ve deneyim sahibi olmaları zaman almakta ve bu süreçte elde edilen bilgi ve deneyim işletmeye farklı boyutlardaki maliyetlere neden olabilmektedir. Bu nedenle yöneticilerin bütçe faaliyetlerini kontrol etmelerinde yardımcı olacak bir karar destek sisteminin son derece önemli bir muhasebe bilgi sistemi parçası olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Yöneticinin bütçe kontrolünde bütçe hedefleri ve gerçekleştirmelerini dikkate alarak elde edeceği bilgi ve değerlendirmeler temel olarak aşağıdaki gibi örneklenebilir:

- Gerçekleşen sonuçlarla, bütçe hedefleri arasında fark var mıdır?
- Farkın kaynağı nedir?
- Gerçek bir performans sapması var mıdır?
- Fark önemli midir ?
- Ne kadar önemlidir?
- Fark olumlu mudur, olumsuz mudur?
- Fark bir karar almayı gerektiriyor mu?

Söz konusu direkt işçilik veya direkt hammadde maliyetleri olduğunda bu soruların cevaplarını vermek göreceli olarak kolay olabilir. Çünkü bu maliyet kalemleri faaliyet hacmi ile doğru orantılı bir davranış gösterdiklerinden, bütçe sapmalarının analizi ve performans açısından değerlendirmesi kolaylıkla yapılabilir. Genel üretim maliyetleri ise çok sayıda değişik alt maliyet kalemlerinden oluşmaktadır ve bu maliyetleri faaliyet hacmiyle doğrusal bir ilişki göstermezler. Bu nedenle bütçelenen faaliyet hacmi gerçekleşmediğinde toplam genel üretim maliyetlerinin ne olması gerektiğini belirlemek bir bulmaca haline dönüşür ve gerçekleşen genel üretim maliyetlerinde bir sapma olup olmadığının tespit edilmesi ayrıntılı analizlerin yapılmasını gerektirir. En önemlisi bu analiz zaman alıcı bir iştir ve yöneticilerin zamanı, maliyeti en yüksek kaynaklardandır.

Bütçe kontrolüne yönelik bir karar destek sistemi, yeterli bilgi ve deneyimi olmayan bir yönetici için, gerek direkt maliyet kalemlerinde ve gerekse genel üretim maliyetlerinde bir sapma olup olmadığını, sapmanın gerçekleşen üretim hacmi dikkate alınarak önemli boyutta olup olmadığını ve son olarak nedenlerini sunabilmelidir. Üstelik bu analizi kısa zamanda gerçekleştirebilmelidir.

Bu amaçla oluşturulacak karar destek sistemi bulanık uzman sistem olarak geliştirilebilir.

Bütçe kontrolü için geliştirilecek bir karar destek sistemi uzman sistem olarak tasarlandığı takdirde, bütçe hedefleri ve bütçe gerçekleştirmeleri dikkate alınarak yukarıda belirtilen sorulara cevap verebilmelidir. Böyle bir uzman sistemde aşağıdaki gibi kuralların bulunması gerekir:

Eğer bütçe_hedefi=x ve bütçe_gerçekleşmesi= z ise sapma yoktur.

Eğer bütçe_hedefi=x ve bütçe_gerçekleşmesi < z ise sapma olumludur.
 Eğer bütçe_hedefi=x ve bütçe_gerçekleşmesi > z ise sapma olumsuzdur.
 Eğer bütçe_hedefi=x ve bütçe_gerçekleşmesi < 2x ise sapma çok olumludur.
 Eğer bütçe_hedefi=x ve bütçe_gerçekleşmesi > 2x ise sapma çok olumsuzdur.
 Eğer bütçe_hedefi=..... ve bütçe_gerçekleşmesi=..... ise sapmadir.

Bir bulanık uzman sisteminde önermelerdeki öncülün doğruluğu bulanık mantık ile test edilir. Bu nedenle klasik uzman sistemlerde olduğu gibi önermeler sadece doğru-yanlış olacak şekilde ikili bir değerlendirme yapılmaz. Bulanık mantıkta değerlendirmeler [0-1] arasında bir ölçekte yapıldığı için, bir problemde bulanık uzman sistemde yer alan tüm kurallar belli oranda kullanılır ve tüm önermelerin yargıları birleştirilerek genel bir yargıya varılır. Bu tür bir işleyiş yapısı problemin değişik yönlerinin dikkate alınarak daha doğru bir yargıya ulaşılmasını da sağlar.

Aşağıda bir bulanık uzman sistemde bir önermenin nasıl işlendiği Matlab 6.5 R13 yazılım platformundaki bulanık mantık araç kutusu (Fuzzy Logic Tool Box) ile gerçekleştirilmiş Genel Üretim Maliyetinin (GÜM) analizine yönelik uygulama denemesinde örneklenmiştir. Çıktının hesaplanmasında ve durulaştırılmasında Sugeno yönteminden yararlanılmıştır (Jang, Sun, Mizutani, 1997:81-84).

Karşılaştırma yapılabilmesine ve esnek bütçe konusunda ayrıntılı karşılaştırma yapılmasına olanak tanımak amacıyla "C.L. Moore, R.K. Jaedicke Yönetim Muhasebesi Çev: Alparslan Peker, İ.Ü Yayın No :3486, 1988, İstanbul" eserindeki esnek bütçe problemindeki sayılar temel alınarak örnek oluşturulmuştur.

Örnek : X üretim şirketi normal kapasitede 100.000 makina saati kullanmakta ve standartlara göre saatte 4 parça üretmektedir. Normal kapasite kullanımında, toplam GÜM ise 600.000. \$ olarak bütçelenmiştir. İşletme 280.000 parçayı 80.000 makina saati kullanarak 526.000. \$ a mal etmiştir.

Bu analizin esnek bütçe ile aynı sonuçlara ulaştığını göstermek amacıyla öncelikle Moore (1988) verileri kullanılarak esnek bütçe yardımıyla çözümü aşağıda gösterilecektir.

Tablo 1. X İşletmesi esnek bütçesi

| | Çeşitli Üretim Düzeylerinde GÜM Bütçeleri | | | |
|-------------------------|---|----------------|----------------|----------------|
| Standart Üretim Miktarı | 400.000 | 360.000 | 320.000 | 280.000 |
| Üretim Makina Saati | 100.000 | 90.000 | 80.000 | 70.000 |
| Değişken GÜM | | | | |
| Dolaylı-Hammadde | 280.000 | 252.000 | 224.000 | 196.000 |
| Tamir-Bakım | 77.000 | 69.300 | 61.600 | 53.900 |
| Yağlama | 15.000 | 13.500 | 12.000 | 10.500 |
| Enerji | 28.000 | 25.200 | 22.400 | 19.600 |
| Toplam Değişken GÜM | 400.000 | 360.000 | 320.000 | 280.000 |
| Değişken GÜM Haddi | 4 | | | |
| Sabit GÜM | | | | |
| Yönetim Maliyeti | 95.000 | 95.000 | 95.000 | 95.000 |
| Vergi ve Sigorta | 34.000 | 34.000 | 34.000 | 34.000 |
| Isıtma-Işıklandırma | 16.000 | 16.000 | 16.000 | 16.000 |
| Amortisman | 55.000 | 55.000 | 55.000 | 55.000 |
| Sabit GÜM Toplamı | 200.000 | 200.000 | 200.000 | 200.000 |
| Sabit GİM Haddi | 2 | | | |
| GÜM Toplamı | 600.000 | 560.000 | 520.000 | 480.000 |
| Makina Saati Başına GÜM | 6 | | | |
| Mamül Başına GÜM | 1,5 | | | |

Yukarıdaki rakamlar doğrultusunda öncelikle toplam sapma miktarının hesaplanması gerekir.

İşletmenin standart olarak saatte 4 birim üretim yapması gerektiği için 280.000 adet üretim için $280.000 / 4 = 70.000$ makina saati kullanması gerekir. Bu nedenle üretim miktarının esas alındığı kapasite 70.000 makina saati için üretilmiş olan esnek bütçe ile ilgili bilgiler kullanılacaktır. Buna göre

| | |
|-----------------|----------------|
| Fiili GÜM | 526.000 |
| 70.000 için GÜM | <u>480.000</u> |
| Sapma | (46.000) |

İşletme 46.000 \$ lık toplam olumsuz bir sapma ile karşılaşmıştır. Bundan sonra bu sapmanın bütçe veya kapasite sapması şeklinde ayrıştırılması gerekir.

Bütçe sapması işletmenin kullandığı fiili makina saati için bütçelenmiş GÜM tutarı ile fiili GÜM tutarının karşılaştırılmasıyla elde edilmektedir.

| | |
|----------------------|---------|
| Fiili GÜM | 526.000 |
| 80.000 saat için GÜM | 520.000 |
| Sapma | (6.000) |

İşletme 6.000 \$ lık olumsuz bir sapma ile karşılaşmıştır.

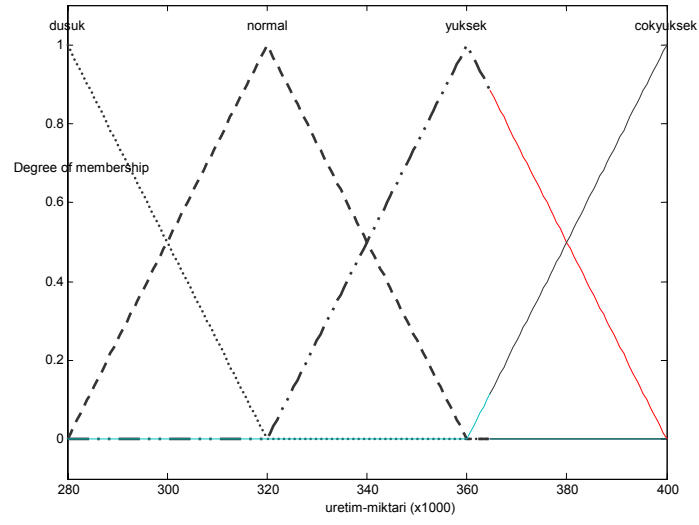
Verim sapması işletmenin fiilen kullandığı 80.000 saat için bütçelenmiş GÜM tutarı ile fiili üretim miktarının sağlanması için kullanması gereken standart GÜM tutarının karşılaştırılmasıyla elde edilmektedir.

| | |
|---|----------|
| Fiili kullanılan 80.000 için GÜM Tutarı | 520.000 |
| Fiili üretim için gerekli 70.000 standart | |
| Saate göre GÜM tutarı | 480.000 |
| Sapma | (20.000) |

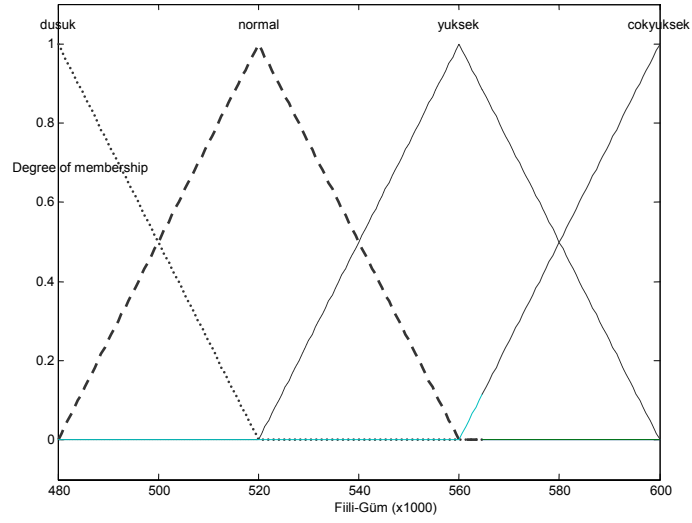
İşletme 20.000 \$ olumsuz verim sapması ile karşılaşmıştır.

Aşağıdaki örnekte FIS kullanılarak bütçe gerçekleştirmeleri analize tabi tutulmuştur. Öncelikle hedeflenen ve gerçekleşen rakamlar kullanılarak GÜM'de toplam değerinde bir sapmanın olup olmadığı konusunda yargıya varılmaktadır. İkinci aşamada ise eğer bir GÜM sapması varsa bu sapmayı bütçe sapması ve verim sapması şeklinde inceleyerek sapmanın neden kaynaklandığı tespit edilmektedir.

1. Aşama: Bu aşamada gerçekleşen üretim miktarı ile gerçekleşen GÜM karşılaştırılarak öncelikle GÜM'de bir sapmanın olup olmadığı üretim miktarına göre beklenen GÜM tutarı ile gerçekleşen GÜM arasında bir fark olup olmadığı, büyüklüğü, farkın yönü tespit edilir. Bu değerlendirmeyi yapmak için üretim miktarı ve gerçekleşen (fiili) GÜM'in girdi olarak kullanıldığı bir FIS oluşturulması gerektir. Üretim miktarı ve bu üretim miktarları için belirlenen GÜM'ler dört bulanık sayı ile ifade edilmiştir. Bu üretim düzeyleri bulanık GÜM rakamlarının parametreleri (başlangıç-orta ve bitiş noktaları) işletmenin standart maliyetleri dikkate alınarak oluşturulabileceği gibi, işletmenin geçmiş yıllardaki gerçekleştirmeleri veya uzman görüşlerinden yararlanarak da oluşturulabilir. Örneğin (280.000,320.000, 360.000) şeklinde bulanık sayı ile ifade edilen normal kapasite için (480.000, 520.000, 560.000) şeklinde bulanık sayı ile ifade edilen beklenen GÜM rakamı karşılık gelmektedir.



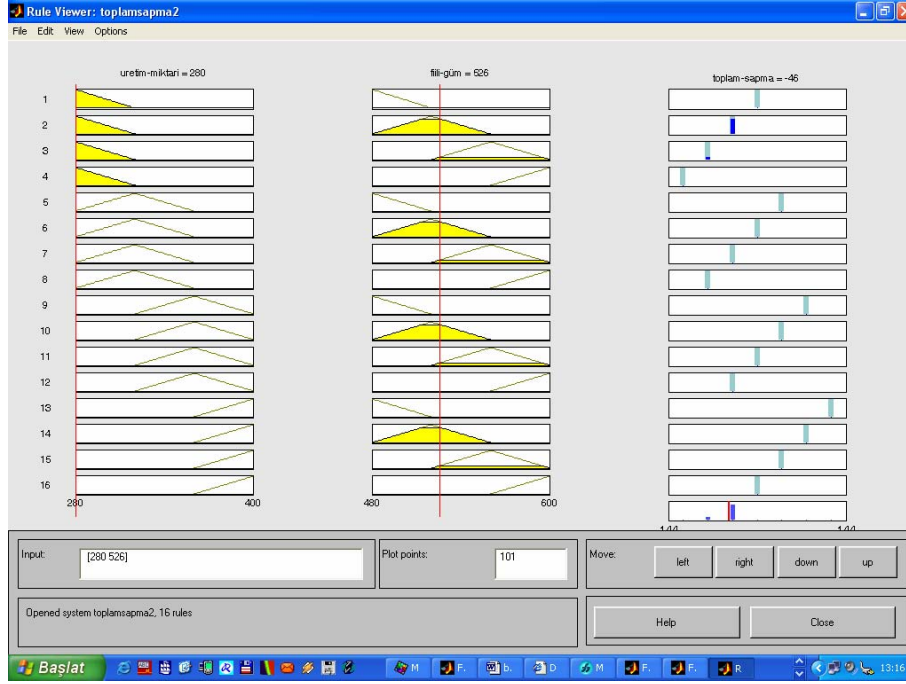
Şekil 6. Üretim miktarı girdisinin değerlendirilmesinde kullanılan dört bulanık sayı



Şekil 7. Fiili GÜM'in değerlendirilmesinde kullanılan dört bulanık sayı

Bu üyelik fonksiyonları aşağıdaki kural tabanı kullanılarak çıktı haline dönüştürülmüştür.

1. If (uretim-miktari is dusuk) and (fiili-güm is dusuk) then (toplamlapma is yok) (1)
2. If (uretim-miktari is dusuk) and (fiili-güm is normal) then (toplamlapma is olumsuz) (1)
3. If (uretim-miktari is dusuk) and (fiili-güm is yuksek) then (toplamlapma is cokolumsuz) (1)
4. If (uretim-miktari is dusuk) and (fiili-güm is cokyuksek) then (toplamlapma is cokcokolumsuz) (1)
5. If (uretim-miktari is normal) and (fiili-güm is dusuk) then (toplamlapma is olumlu) (1)
6. If (uretim-miktari is normal) and (fiili-güm is normal) then (toplamlapma is yok) (1)
7. If (uretim-miktari is normal) and (fiili-güm is yuksek) then (toplamlapma is olumsuz) (1)
8. If (uretim-miktari is normal) and (fiili-güm is cokyuksek) then (toplamlapma is cokolumsuz) (1)
9. If (uretim-miktari is yuksek) and (fiili-güm is dusuk) then (toplamlapma is cokolumlu) (1)
10. If (uretim-miktari is yuksek) and (fiili-güm is normal) then (toplamlapma is olumlu) (1)
11. If (uretim-miktari is yuksek) and (fiili-güm is yuksek) then (toplamlapma is yok) (1)
12. If (uretim-miktari is yuksek) and (fiili-güm is cokyuksek) then (toplamlapma is olumsuz) (1)
13. If (uretim-miktari is cokyuksek) and (fiili-güm is dusuk) then (toplamlapma is cokcokolumlu) (1)
14. If (uretim-miktari is cokyuksek) and (fiili-güm is normal) then (toplamlapma is cokolumlu) (1)
15. If (uretim-miktari is cokyuksek) and (fiili-güm is yuksek) then (toplamlapma is olumlu) (1)
16. If (uretim-miktari is cokyuksek) and (fiili-güm is cokyuksek) then (toplamlapma is yok) (1)

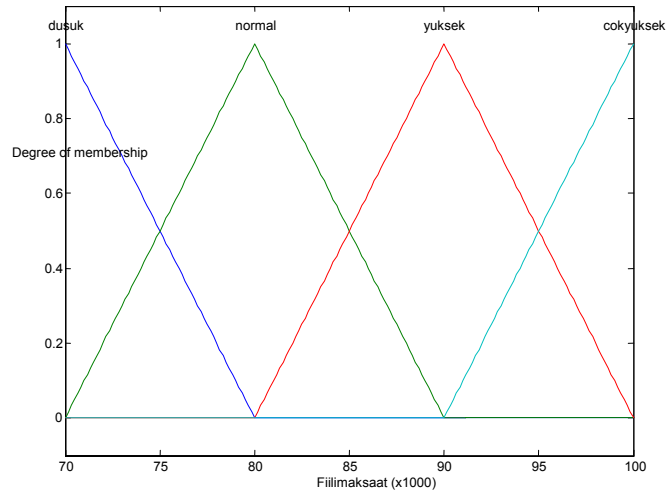


Şekil 8. Üretim Miktarı – Fiili GÜM tutarının değerlendirilmesi ve sonuç

Ele alınan örnekte 2 numaralı kuralın aktive olarak -46 \$ (x1000) değerini ürettiği görülmektedir. Bu değer -120 ile +120 arasındaki bir değerlendirme aralığında olumsuz olarak 46 \$ lık (x1.000) bir performans anlamına gelmektedir. Sistemin ürettiği toplam sapma değerinin +120 olması üretim miktarının 400.000 adet iken GÜM nin 480.000 \$ olduğu durumda ortaya çıkarken; -120 değeri tam tersi bir durum olan 280.000 adet üretime karşılık 600.000 \$ GÜM oluşması durumunda ortaya çıkmaktadır.

2. Aşama : Bu aşamada gerçekleşen GÜM’de bir sapma olduğu tespit edilmiş ise bu sapmanın “bütçe sapması” ve/veya “verim sapması” olarak ayrıştırılmasının yapılması gerekir. Bu analiz iki ayrı FIS kullanılarak yapılabilir. Öncelikle fiili GÜM ‘in harcaması ile fiilen kullanılan makina satine göre saptanan GÜM arasında bir sapma oluşup oluşmadığının tespit edilmesi gerekir. Bu rakam bütçe sapması olarak karşımıza çıkacaktır.

Şekil 9’da fiili makina saati için kullanılan bulanık sayılar görülmektedir.

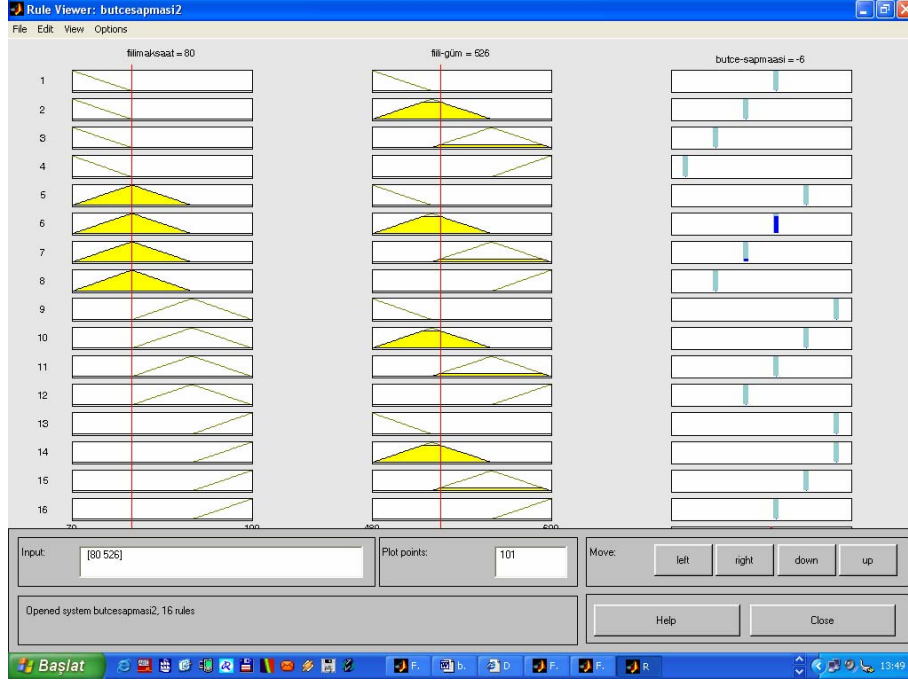


Şekil 9. Fiili makina saatinin değerlendirilmesinde kullanılan dört bulanık sayı

Bütçe sapmasının analizinde aşağıdaki bir kural tabanı kullanılmıştır:

1. If (fiilimaksaat is dusuk) and (fiili-güm is dusuk) then (butce-sapmasi is yok) (1)
2. If (fiilimaksaat is dusuk) and (fiili-güm is normal) then (butce-sapmasi is olumsuz) (1)
3. If (fiilimaksaat is dusuk) and (fiili-güm is yuksek) then (butce-sapmasi is cokolumsuz) (1)
4. If (fiilimaksaat is dusuk) and (fiili-güm is cokyukse) then (butce-sapmasi is cokolumsuz) (1)
5. If (fiilimaksaat is normal) and (fiili-güm is dusuk) then (butce-sapmasi is olumlu) (1)
6. If (fiilimaksaat is normal) and (fiili-güm is normal) then (butce-sapmasi is yok) (1)
7. If (fiilimaksaat is normal) and (fiili-güm is yuksek) then (butce-sapmasi is olumsuz) (1)
8. If (fiilimaksaat is normal) and (fiili-güm is cokyukse) then (butce-sapmasi is cokolumsuz) (1)
9. If (fiilimaksaat is yuksek) and (fiili-güm is dusuk) then (butce-sapmasi is cokolumlu) (1)
10. If (fiilimaksaat is yuksek) and (fiili-güm is normal) then (butce-sapmasi is olumlu) (1)
11. If (fiilimaksaat is yuksek) and (fiili-güm is yuksek) then (butce-sapmasi is yok) (1)

12. If (fiilimaksaat is yuksek) and (fiili-güm is cokyuksek) then (butce-sapmasi is olumsuz) (1)
13. If (fiilimaksaat is cokyuksek) and (fiili-güm is dusuk) then (butce-sapmasi is cokcokolumlu) (1)
14. If (fiilimaksaat is cokyuksek) and (fiili-güm is normal) then (butce-sapmasi is cokolumlu) (1)
15. If (fiilimaksaat is cokyuksek) and (fiili-güm is yuksek) then (butce-sapmasi is olumlu) (1)
16. If (fiilimaksaat is cokyuksek) and (fiili-güm is cokyuksek) then (butce-sapmasi is yok) (1)



Şekil 10. Bütçe sapmasının çözümlendiği Matlab ekranı

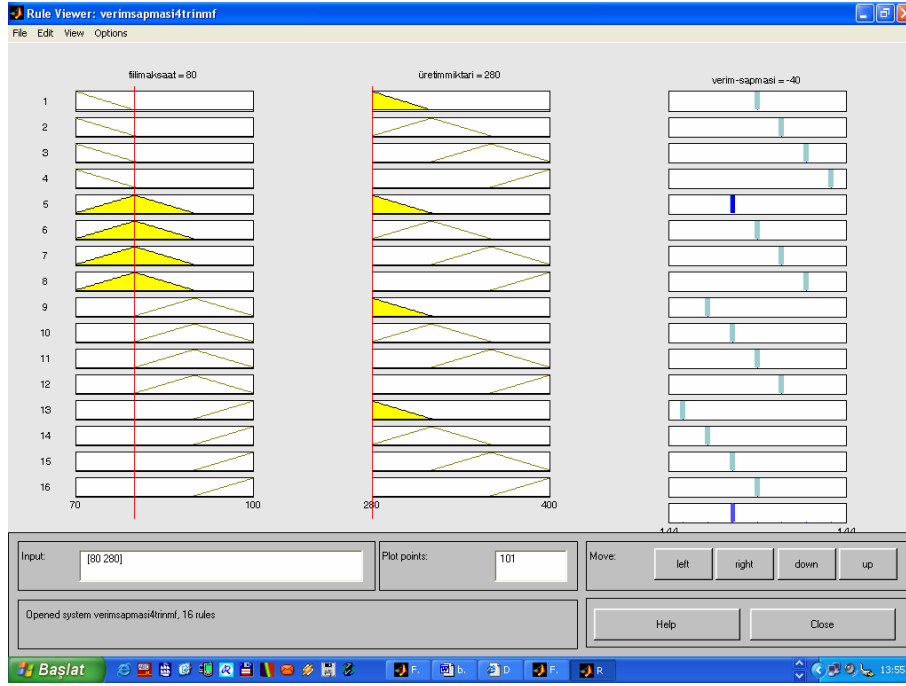
Şekil 10’da fiili üretim hacmini ifade eden 80.000 makina saati için standart değerle ifade edilen GÜM tutarı ile fiili GÜM tutarı karşılaştırılarak GÜM bütçe sapması -6 (x1.000) değeri üretilmiştir. Bu çıktı değeri yine +120 ile -120 arasında ölçekte değerlendirilmelidir. Ölçeğin üst değeri, üretim hacminin 100.000 makina saati olduğu durumda, fiili GÜM’in 480.000 \$ olduğu durumu, ölçeğin alt değeri ise 70.000 makina saati olması durumuna karşılık GÜM’in 600.000 \$ olduğu ve tüm sapmanın bütçe sapmasından kaynaklandığı durumu göstermektedir.

Ardından fiilen kullanılan faaliyet hacmi için belirlenen (standart) GÜM tutarı ile fiili üretim miktarı esas alınarak tespit edilen faaliyet hacminin gerektirdiği GÜM karşılaştırılarak “verim sapması” belirlenecektir.

Verim sapmasının analizinde de fiili makine saati ve fiili GÜM tutarları için aynı bulanık sayılar kullanılmıştır.

Bu üyelik fonksiyonlarının kullanılarak verim sapmasının ortaya çıkartılması için aşağıdaki bir kural tabanı kullanılmıştır:

1. If (fiilimaksaat is dusuk) and (üretimiktari is dusuk) then (verim-sapmasi is yok) (1)
2. If (fiilimaksaat is dusuk) and (üretimiktari is normal) then (verim-sapmasi is olumlu) (1)
3. If (fiilimaksaat is dusuk) and (üretimiktari is yuksek) then (verim-sapmasi is cokolumlu) (1)
4. If (fiilimaksaat is dusuk) and (üretimiktari is cokyuksek) then (verim-sapmasi is cokolumlu) (1)
5. If (fiilimaksaat is normal) and (üretimiktari is dusuk) then (verim-sapmasi is olumsuz) (1)
6. If (fiilimaksaat is normal) and (üretimiktari is normal) then (verim-sapmasi is yok) (1)
7. If (fiilimaksaat is normal) and (üretimiktari is yuksek) then (verim-sapmasi is olumlu) (1)
8. If (fiilimaksaat is normal) and (üretimiktari is cokyuksek) then (verim-sapmasi is cokolumlu) (1)
9. If (fiilimaksaat is yuksek) and (üretimiktari is dusuk) then (verim-sapmasi is cokolumsuz) (1)
10. If (fiilimaksaat is yuksek) and (üretimiktari is normal) then (verim-sapmasi is olumsuz) (1)
11. If (fiilimaksaat is yuksek) and (üretimiktari is yuksek) then (verim-sapmasi is yok) (1)
12. If (fiilimaksaat is yuksek) and (üretimiktari is cokyuksek) then (verim-sapmasi is olumlu) (1)
13. If (fiilimaksaat is cokyuksek) and (üretimiktari is dusuk) then (verim-sapmasi is cokolumsuz) (1)
14. If (fiilimaksaat is cokyuksek) and (üretimiktari is normal) then (verim-sapmasi is cokolumsuz) (1)
15. If (fiilimaksaat is cokyuksek) and (üretimiktari is yuksek) then (verim-sapmasi is olumsuz) (1)
16. If (fiilimaksaat is cokyuksek) and (üretimiktari is cokyuksek) then (verim-sapmasi is yok) (1)



Şekil 11. Verim sapmasının analizini veren Matlab ekranı

Şekil 11’de verim sapmasının analizini yapan FIS -40 (x1.000.-) değerini üretmiştir. Bu işletmenin 40.000.- TL olumsuz verim sapması ortaya çıkardığını göstermektedir. Bu çıktı değeri daha önceki sapmalarda olduğu gibi yine +120 ile -120 arasında ölçeğe değerlendirilmelidir. Ölçeğin üst değeri, üretim hacminin 70.000 makina saati olduğu durumda, üretim miktarının 400.000 adet olduğu durumu, ölçeğin alt değeri ise 100.000 makina saati olması durumuna karşılık GÜM’in 480.000 \$ olduğu ve tüm sapmanın verim sapmasından kaynaklandığı durumu göstermektedir.

Yönetici sapmaların +120.000 \$ ile -120.000 \$ arasında olacağını bilerek sapmaların miktarını türünü ve yönünü dikkate alarak değerlendirmesini yapacaktır. Bunu yaparken detaylı analizler yapmasına gerek kalmayacak ve sapmanın büyüklüğünü değerlendirebilmesi için FIS’lerin ürettiği sonuç yeterli olacaktır. Ayrıca, yönetici bütçe sapmalarının analizini sürekli olarak ve kolaylıkla yapabilecektir. Sistemin muhasebe bilgi sistemiyle bütünleştirilmesi durumunda işletmenin durumunu sürekli izleme olanağına kavuşacaktır.

Burada dikkat çekilmesi gereken bir nokta, esnek bütçe ile bulanık bütçeleme ve bütçe analiziyle sonucu elde edilen değerlerin aynı olması durumudur. Böyle bir durum bulanık bütçeleme için esnek bütçedeki değerlerin bire bir aynısının kullanılması sonucunda ortaya çıkmıştır. Gerçek hayatta bulanık bütçeleme için kullanılacak bulanık sayıların elde edilme yöntemine göre sonuç aynen gerçekleşmeyebilir. Örneğin uzmanın deneyimine dayalı verilerin kullanılması

durumunda bulanık bütçeleme ve bulanık bütçe analizi klasik bütçeleme ile aynı sonuçları üretmeyecektir. Ancak sistem eşdeğer sonuçlar üretecektir.

5. SONUÇ

Bütçe hazırlama sürecinde kullanılan parametreler doğaları gereği belirsizlik içermektedirler. Ancak geleneksel bütçe hazırlama metodolojisi bu belirsizlikleri modellemekte yetersiz kalmaktadır. Bütçeler gereğinden fazla determinist ve sonradan meydana gelen değişimlere uyum sağlamada yetersiz kalmaktadırlar.

Bulanık mantık, klasik mantıkta yer alan doğru (1) ve yanlış (0) durumlarını uç durumlar olarak ele alan, önermelerin ve çıkarmaların değerlendirilmesi 0-1 arasında değerler alabilmesini sağlayan çok değerli bir mantık platformudur. Kurallar şeklinde ifade edilen bilgilerden yararlanılarak karar vermede kullanılan uzman sistemler ile bulanık mantık teorisinden yararlanılarak geliştirilen bulanık uzman sistemler (Fuzzy Inference Systems – FIS) ise özellikle karar destek sistemi geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir yapay zeka teknolojisidir.

Klasik bütçeleme tekniğinin yapısından kaynaklanan bu sorunların ortadan kaldırılması amacıyla bu çalışmada, bütçelerin hazırlanmasında bulanık mantıktan ve bütçe sonuçlarının analiz edilmesinde bulanık uzman sistemlerden yararlanılması önerilmiş ve bu önerilerin nasıl uygulanacağı uygulamalı olarak gösterilmiştir.

Bulanık bütçelerin hazırlanması ve bütçe sapmalarının analizinde bulanık uzman sistemlerden yararlanılması, bütçeleri deterministik yaklaşımdan kurtaracak ve bütçeleri değişen koşullara özünden bir şey kaybetmeden uyum sağlayabilmesini olanaklı kılacaktır. Ayrıca bütçe sapmalarının kolaylıkla, hızla, fazla eğitime gerek kalmadan, objektif bir şekilde analiz edilmesine imkan tanyacaktır.

KAYNAKLAR

Bojadziev G., M. Bojadziev, (1999). *Fuzzy Logic For Business, Finance and Management*, Singapore, World Scientific Pub. Co. Pte. Ltd..

Chan, L., Y. Yuan, (1990). Dealing with Fuzziness in Cost-Volume-Profit Analysis, *Journal of Accounting and Economics*, V: XII, N:4, 83-95.

Chiu, C.-Y., C.S., (1998). Park, Capital Budgeting Decisions with Fuzzy Projects, *The Engineering Economist*, V: XXXXII, N: 2, 125-150.

Evans, G.W., W. Karwowski, (1989). M.R. Wilhelm, *Applications of Fuzzy Set Methodologies in Industrial Engineering*, Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V..

Garrison, R.H., (1982). *Managerial Accounting(3.Ed.)*, Business Pub. Inc., N.Y.

Göğüş, Ö, T.O., (1998). Boucher, Fuzzy NCIC, *The Engineering Economist*, V: XXXXIII, N:3, 203-246.

- Jang R.J., C.Sun, E. Muzutani**, 1997. *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*, Prentice Hall, N.J.
- Kandel, A.**, (1986). *Fuzzy Mathematical Techniques with Applications*, Massachusetts, Addison-Wesley Pub. Comp..
- Karsak, E. E.**, (1998). Measures of Liquidity Risk Supplementing Fuzzy Discounted Cash Plan Analysis, *The Engineering Economist*, V:XXXIII, N: 4, 331-344.
- Kasko, B.**, (1993). *Fuzzy Thinking: The New Science of Fuzzy Logic*, N.Y.
- Klir, G.J., T.A.**, (1988). Folger, *Fuzzy Sets, Uncertainty, and Information*, N.J. Prentice Hall.
- Kuchta, D.**, (2001). A Fuzzy Model For R&D Project Selection with Benefit, Outcome and Resource Interactions, *The Engineering Economist*, V: XXXIII, N: 3, 164-180.
- Moore, C.L., R.K. Jaedicke**, (1988). Yönetim Muhasebesi Çev: Alparslan Peker, İ.Ü Yayın No :3486, İstanbul.
- Mukaidono, M.**, (2001). *Fuzzy Logic For Beginners*, World Scientific Pub. Co., Singapore.
- Tarrazo, M., L.**, (2000). Gutierrez, Economic Expectations, Fuzzy Sets and Financial Planing, *European Journal of Operating Research*, V:126, N:
- Ting, D.P.K. ve diğerleri**, (1999). Product and Process Cost Estimation With Fuzzy Multi-Attribute Utility Thoery, *The Enginnering Economist*, V: XXXIV, N:4, 303-313.
- Turban, E.**, (1993). *Decision Support and Expert Systems*, 3. Ed., Macmillan Pub. Co..
- Umapathy, S.**, (1987). *Current Budgeting Practies In U.S. Industry: The State of the Art*, Quorum Books, N.Y..
- Zadeh, L.A.**, (1981). A Meaning Representation Language for Natural Languages, *E.H. Mamdani, B.R. Gaines (Ed.), Fuzzy Reasoning and Its Applications*, London, Academic Press Inc..
- Zadeh L.A.**, (1987a) . Fuzzy Sets, *R.R.Yager ve Diğerleri (Ed.), Fuzzy Sets and Applications: Selected Papers by L.A.Zadeh*, N.Y., John Wiley & Sons.
- Zadeh, L.A.**, (1987b). The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to Approximate Reasoning-1, *R R.R.Yager ve Diğerleri (Ed.)*,

Fuzzy Sets and Applications: Selected Papers by L.A.Zadeh, N.Y., John Wiley & Sons.

Zadeh, L.A., (2000). Toward a Logic of perceptions Based on Fuzzy Logic, *V. Novak, I. Perfilieva (Ed.)*, Physica-Verlag Heidelberg.