

## BULANIK DOĞRUSAL PROGRAMLAMA KULLANILARAK BROILER ETLİK PİLİÇLERİ İÇİN YEM KARIŞIMLARININ HAZIRLANMASI

Şenol ERDOĞMUŞ\*, Ahmet Sabri ÖĞÜTLÜ\*\*

\* Osmangazi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü

\*\* Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi,  
İstatistik Bölümü  
AFYON

### ÖZET

“Karişım problemleri” başlığı altında toplanabilecek problemler Doğrusal Programlama (DP)’nin önemli bir uygulama alanını oluşturmaktadır. Genel olarak karişım problemi, farklı girdilerin belirli oranlarda karişımından bir ürün elde edilmesidir. Bu problemin çözümünde DP kullanıldığında mutlaka sağlanması gereken belirli kısıtlar altında maliyet en azlanmaya çalışılır. Ancak gerçek yaşamda kısıtlar her zaman, DP’de olduğu gibi, katı kurallara bağlı değildir. Karişım problemlerinde besin öğelerine ilişkin kısıtlar hayati önem taşıyan değerlerin altına düşmeyecek yada üstüne çıkmayacak şekilde ihlal edilebilir. DP’den farklı olarak Bulanık Doğrusal Programlama (BDP) amaç ve kısıtlarda esnekliğe izin vererek çatışan amaç ve kısıtlar arasında uzlaşık bir çözümü garanti eder. Bu çalışmada karişım problemlerinin çözümünde kullanılabilecek bir alternatif teknik olarak BDP tanıtılmıştır. Tekniđin uygulaması beslenme dönemlerine göre Broiler etlik piliçleri için yem karişımının hazırlanmasında yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğrusal Programlama, Bulanık Doğrusal Programlama, Yem Karişım Problemi

## PREPARATION OF FEED MIXTURES FOR BROILER CHICKENS USING FUZZY LINEAR PROGRAMMING

### ABSTRACT

Problems that could be gathered under the title of “blending problems” constitute an important application field of Linear Programming (LP). Blending problems concern situations in which various inputs must be blended in some desired proportion to produce goods. In finding a solution to this problem by LP, focus is to minimize cost under some constraints that must be met strictly. However, in the real world problems not all constraints

are subject to strict rules which are the case in LP. In feed mixture problems, constraints regarding nutrients may be violated so as not to exceed or fall below vital values. As distinct from LP, Fuzzy Linear Programming (FLP) guarantees a compromise solution among conflicting objective and constraints, allowing flexibility in objective and constraints. In this study, as an alternative technique that could be employed in the solution of the problem, FLP is introduced. Application of this technique is made for preparing feed mixtures for Broiler chickens according to feeding terms.

## 1. GİRİŞ

Tarımsal işletmeciliğin önemli bir kısmını oluşturan hayvancılık sektöründe yem maliyetleri yüksek paya sahiptir. Herhangi bir hayvancılık işletmesi için yem maliyetleri toplam maliyetin yaklaşık %70-80'ini oluşturmaktadır. Bu nedenle, hayvancılık sektöründe görev yapan yöneticilerin çözmek zorunda olduğu en önemli problemlerin başında ekonomik yem karışımlarının hazırlanması gelmektedir. Yemin hazırlanmasında dikkat edilecek nokta, diğer bir deyişle amaç, yaş dönemlerine ve beklenen verime göre kalite ve miktar bakımından hayvanları dengeli bir şekilde besleyerek en ekonomik verimi sağlamaktır. Buradaki dengeli besleme kavramı, yem karışımlarının belirli düzeylerde protein, vitamin, mineral vb. besin maddelerini içermesi anlamına gelmektedir[1],[3],[4].

Yem karışımlarının hazırlanmasında DP 'dan sıklıkla faydalanılmaktadır. DP kullanılırken mutlaka sağlanması gereken belirli kısıtlar altında maliyet en azlanmaya çalışılır. Gerçek yaşamda amaç ve kısıtlar her zaman bu şekilde katı kurallara bağlı olmayabilir. Gerçek yaşam problemlerinde birbiriyle çatışan amaç ve kısıtlar arasında ödünleşmeye izin vermek daha gerçekçidir

Yem karışım problemlerinde muğlak olarak dile getirilen “ekonomik olma” amacını, tam doyumunu ifade eden “maliyeti en küçüklemek” şeklinde ele almak yerine, gerçek yaşama daha uygun olarak maliyet için belirlenen hedef değere olası en iyi derecede ulaşmak şeklinde bulanık olarak ele almak daha doğrudur. Benzer şekilde besin öğelerinin önerilen düzeylerini kesin olarak sağlamak yerine, bu kısıtlarda esnekliğe izin vererek, bu kısıtları bulanık olarak ele almak daha gerçekçi olabilir. Böylece BDP kullanarak, amaç ve kısıtlarda ödünleşmeye izin verilerek birbiriyle çatışan ekonomik olma amacı ile karışımın içereceği besin maddelerinin belirli düzeylerde karşılanmasına ilişkin kısıtlar için ortak bir uzlaşma noktası, yani problem için bir uzlaşık çözüm elde edilebilecektir. Dolayısıyla bu tür gerçek yaşam problemlerinde BDP kullanılarak gerçeğe daha yakın çözümlere ulaşılabilir.

Yem karışım problemlerinin çözümünde bir alternatif teknik olan BDP'nin nasıl uygulanacağını gösteren bu çalışma dört kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda yem karışım problemi kısaca tanıtılmış ve BDP'nin neden bu problemin çözümünde kullanılabilmesine değinilmiştir. İzleyen kısımda modellerde kullanılacak karar değişkenleri ile parametreler tanımlandıktan sonra yem karışım problemine ilişkin DP ve BDP modelleri geliştirilmiştir. Çalışmanın uygulama kısmında, beslenme dönemlerine göre Broiler etlik piliçleri için yem karışımları BDP kullanılarak hazırlanmıştır. Sonuç ve öneriler kısmında ise araştırmacı ve uygulamacılara bazı öneriler sunulmuştur.

## 2. YEM KARIŞIM PROBLEMİNE İLİŞKİN BDP VE DP MODELLERİ

### 2.1. Karar Değişkenleri ve Parametrelerin Tanımlanması

Yem karışım probleminin çözümünde kullanılacak karar değişkenleri ve parametreler aşağıda tanımlanmıştır.

#### Karar Değişkenleri:

$x_i$  : i. Yemin karışımındaki kullanım oranı,

#### Parametreler:

$c_i$  = i. yemin kilogram maliyeti ( $i=1,2,\dots,13$ )

$a_{ij}$  = i. yemin bir kilogramında bulunan j. besin ögesi ve enerji miktarı  
( $j=1,2,\dots,7$ )

A =  $a_{ij}$  teknoloji katsayıları matrisi

$b_j$  = 1000 gr'lık bir yem karışımında bulunması önerilen i. besin ögesi ve enerji miktarı

### 2.2. DP ve BDP Modelleri

Yem karışım probleminin genel DP modeli aşağıdaki gibi yazılabilir:

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Min}z = \sum_{i=1}^n c_i x_i \quad (1)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} x_i \geq b_j \quad , \quad \forall j \quad (2)$$

Yukarıdaki modelin amaç fonksiyonu yem karışım maliyetini en küçüklemektedir. Buradaki maliyet fonksiyonu yem karışımına giren yemlerin kilogram maliyetleri ile karar değişkenlerinin bir doğrusal fonksiyonudur. Kısıt seti-(2) karışımın içermesi istenen enerji ve besin öğeleri miktarlarını karşılanmasını sağlar. Karşımı oluşturacak yem oranlarının toplamı “1” olacağından modele  $\sum_{i=1}^n x_i = 1$  şeklinde ek bir kısıtlayıcı eklemek gerekir. Bundan başka karışımın özelliklerine göre modele ilave kısıtlayıcılar konulabilir.

Bellman ve Zadeh tarafından önerilen bulanık ortamda karar verme kavramına dayalı olarak geliştirilen BDP, klasik doğrusal programlamanın bir uzantısıdır. Amaç ve kısıtları bulanık kümelerle ifade edilebilen problemlerin çözümünde, DP’yi uygulamak isteyenler için BDP büyük bir esneklik getirmiştir[5].

Yem karışım probleminin çözümünde kullanılacak BDP modeli genel olarak,

$$\min z = \sum_{i=1}^n c_i x_i \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} x_i \geq b_j, \quad \forall_j \quad (4)$$

$$x \geq 0 \text{ ve } \alpha \in [0,1]$$

şeklinde gösterilebilir [6]. Bu modele karışımın özelliklerine göre istenildiğinde ek bulanık ve yapısal kısıtlayıcılar eklenebilir.

Kısıtlar için üyelik fonksiyonları  $\mu_j(x)$ ,  $x$ ’in  $i$ . kısıtı tatmin etme derecesini gösterir ve aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$\mu_j(x) = \begin{cases} 1 & , (Ax)_j \geq b_j \\ 1 - [b_j - (Ax)_j] / d_j & , b_j - d_j < (Ax)_j \leq b_j \\ 0 & , (Ax)_j \leq b_j - d_j \end{cases} \quad (5)$$

Buradaki ( $d_j > 0$   $j=1, \dots, m$ ); sübjektif olarak seçilmiş kabul edilebilir sapma sabitleri, yani en büyük sapma değerleri (toleranslar)dir [7],[8],[9].

Amaç fonksiyonu için tanımlanan üyelik fonksiyonu  $\mu_0(x)$ , x'in amacı tatmin etme derecesini gösterir ve Werners'in yaklaşımıyla

$$\mu_0(x) = \begin{cases} 1 & , cx < z^0 \\ 1 - (cx - z^0) / (z^1 - z^0) & , z^0 \leq cx \leq z^1 \\ 0 & , cx > z^1 \end{cases} \quad (6)$$

şeklinde tanımlanır[6]. Buradaki  $z^0$  ve  $z^1$  değerleri aşağıdaki gibi tanımlanır[6]:

$$\begin{aligned} z^0 &= \min cx \\ &(Ax)_j \geq b_j - d_j \quad , \quad \forall_j \\ &x \geq 0 \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} z^1 &= \min cx \\ &(Ax)_j \leq b_j \quad , \quad \forall_j \\ &x \geq 0 \end{aligned} \quad (8)$$

Bellman ve Zadeh'in yaklaşımına göre bulanık karar;

$$D(x) = \min \{ \mu_0(x), \mu_1(x), \dots, \mu_m(x) \} \quad (9)$$

olarak tanımlanır ve BDP'nin çözümü max(min) operatörü kullanılarak

$$D(x_{opt}) = \max_x D(x) \quad (10)$$

eşitliğinden belirlenir[11],[12],[13],[14]. Burada kısıtları ve amacı olası en yüksek derecede tatmin eden bir x bulmaya çalışılır. Amaç ve kısıtların ortak tatmin derecesi  $\alpha$  ile gösterilirse, Eşitlik-(10);

$$\begin{aligned} &\max \alpha \\ &\min \{ \mu_0(x), \mu_1(x), \dots, \mu_m(x) \} \geq \alpha \end{aligned} \quad (11)$$

$$\alpha \in [0,1], \quad x \in R^n$$

olur. Bu da,

$$\max \alpha \quad (12)$$

$$\mu_0(x) \geq \alpha, \mu_1(x) \geq \alpha, \dots, \mu_m(x) \geq \alpha$$

$$\alpha \in [0,1], \quad x \in R^n$$

şeklinde ifade edilebilir [14], [15]. Böylece Eşitlik (3-4)'de verilen BDP modeli;

$$\max \alpha \sum_{i=1}^n c_i x_i + (z^1 - z^0) \alpha \leq z^1 \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} x_i - d_j \alpha \geq b_j - d_j, \quad \forall j \quad \alpha \in [0,1]$$

olarak ifade edilebilir [10].

BDP modellerini çözmek amacıyla max(min) işlemcisi kullanıldığında, bu modeller amaç fonksiyonunun en büyükleştiği klasik DP modellerine dönüşür [9]. Eşitlik 13’de verilen model de bu şekilde elde edilmiş bir klasik DP modelidir. Bu modelin çözümü, Eşitlik (3-4)’de verilen BDP modelinin de çözümü olacaktır.

### 3. Broiler Etlik Piliçlerinin Beslenmesine Yönelik Bir Yem Karışım Probleminin Bulanık Doğrusal Programlama İle Çözümü

Broiler (Etlik Piliç) yetiştiriciliğinde hayvanların ihtiyaçlarını karşılayacak yem karışımları 3 farklı beslenme dönemi için farklı olmaktadır. Bu beslenme dönemleri;

1. Dönem: 0-2 haftaları kapsayan “Cıvciv Başlatma” Dönemi
2. Dönem: 3-5 haftaları kapsayan “Broiler Büyütme” Dönemi
3. Dönem: 6. hafta itibariyle “Broiler Bitirme” Dönemidir[2].

Yem karışımlarında girdi olarak kullanılacak yemlerin 1000 gram’ında bulunan besin maddeleri içerikleri ve girdi yemlerinin fiyatları Tablo 1’de gösterilmiştir. Bir Broiler yeminin besin maddeleri (protein, mineral, vitamin vs.) kompozisyonları beslenme dönemlerine göre farklılık göstermektedir. Beslenme dönemlerine göre bir Broiler yeminde bulunması önerilen besin maddeleri miktarları Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 1 ve 2’deki veriler Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme A.B.D ’dan alınmıştır.

Çalışmamızda beslenme dönemlerine göre Broiler etlik piliçlerinin dengeli beslenmesini sağlayacak en ekonomik yem karışımları belirlenecektir. Bu amaçla her beslenme dönemi için üç farklı BDP yem karışım modeli kurulup çözülecektir. Etlik piliçlerin dengeli beslenmesinin anlamı, beslenme dönemlerine göre oluşturulan yem karışımlarının protein, vitamin, mineral vb. besin maddelerini belirli düzeylerde içermesidir.

Beslenme dönemlerine göre kurulacak BDP modellerinde besin maddelerine ilişkin bulanık kısıtlar, Tablo2’ye göre oluşturulmuştur. Besin maddesi

kısıtlarına ek olarak her dönem için yem karışımlarında bitkisel yağ oranının 0.05 (3. dönem için 0.07)'de, tuz oranının 0.003'de sabit tutulması, VÖK (vitamin ön karma) oranının en az 0.0025 ve MÖK (mineral ön karma) oranının en az 0.001 olması istenmiştir. Bu kısıtlar da herhangi bir esnekliğe izin verilmediğinden bu kısıtlar modellerde yapısal kısıt olarak yer almıştır. Ayrıca karışıma girecek yemlerin karışımdaki oranları 0'dan küçük olamaz ve yemlerin karışımdaki oranlar toplamı 1' e eşit olmalıdır.

Civciv başlatma dönemindeki Broiler etlik piliçlerinin beslenmesinde kullanılacak yem karışımlarının hazırlanmasına yönelik yukarıda tanımlanan ek kısıtlayıcılarla birlikte Eşitlik 3-4 göre oluşturulan BDP modeli aşağıda verilmiştir:

$$\begin{aligned} \min z = cx = & 175000x_1 + 130000x_2 + 110000x_3 + 300000x_4 + 150000x_5 \\ & + 700000x_6 + 250000x_7 + 4000x_8 + 350000x_9 + 550000x_{10} + 10000x_{11} + \\ & 2500000x_{12} + 750000x_{13} \end{aligned}$$

$$93x_1 + 120x_2 + 110x_3 + 400x_4 + 320x_5 + 650x_6 + 400x_7 \geq 260 \quad (d_1 = 30)$$

$$3300x_1 + 3038x_2 + 2761x_3 + 2254x_4 + 2250x_5 + 2560x_6 + 2160x_7 + 9000x_{10} \geq 3300 \quad (d_2 = 200)$$

$$1.9x_1 + 1.8x_2 + 2x_3 + 6.9x_4 + 6x_5 + 18x_6 + 3.8x_7 \geq 7 \quad (d_3 = 1.8)$$

$$3.9x_1 + 4.5x_2 + 4.4x_3 + 13.6x_4 + 14x_5 + 34.3x_6 + 6.2x_7 \geq 12 \quad (d_4 = 2.6)$$

(14)

$$2.7x_1 + 3.4x_2 + 2x_3 + 27x_4 + 17x_5 + 40x_6 + 18x_7 \geq 15 \quad (d_5 = 2.5)$$

$$0.4x_1 + 0.7x_2 + 0.7x_3 + 2.8x_4 + 2x_5 + 62.5x_6 + 162.7x_7 + 381x_8 + 23.5x_9 \geq 11 \quad (d_6 = 1.5)$$

$$2.8x_1 + 4x_2 + 4x_3 + 6.6x_4 + 11.8x_5 + 36.5x_6 + 78.4x_7 + 0.4x_8 + 1.7x_9 \geq 9 \quad (d_7 = 1.5)$$

$$x_{10} = 0.05$$

$$x_{11} = 0.003$$

$$x_{12} \geq 0.0025$$

$$x_{13} \geq 0.001$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} = 1$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13} \geq 0$$

Burada “ $\tilde{\geq}$ ” bulanık kısıtları,  $\tilde{\min} z = cx$ , de bulanık amacı göstermektedir.

Eşitlik 14 ile verilen BDP modeli Eşitlik 13’e göre düzenlenirse aşağıdaki model elde edilir. Eşitlik 13’de yer alan  $z^0$  ve  $z^1$  değerleri Eşitlik 7-8’de verilen formülasyona göre belirlendiğine dikkat edilmelidir.

$$\max \alpha$$

$$cx + 108000\alpha \leq 368000$$

$$93x_1 + 120x_2 + 110x_3 + 400x_4 + 320x_5 + 650x_6 + 400x_7 - 30\alpha \geq 230$$

$$3300 x_1 + 3038 x_2 + 2761 x_3 + 2254 x_4 + 2250 x_5 + 2560 x_6 + 2160 x_7 + 9000 x_{10} - 200 \alpha \geq 3100$$

$$3.9x_1 + 4.5x_2 + 4.4x_3 + 13.6x_4 + 14x_5 + 34.3x_6 + 6.2x_7 - 2.6\alpha \geq 9.4$$

(15)

$$2.7x_1 + 3.4x_2 + 2x_3 + 27x_4 + 17x_5 + 40x_6 + 18x_7 - 2.5\alpha \geq 12.5$$

$$0.4x_1 + 0.7x_2 + 0.7x_3 + 2.8x_4 + 2x_5 + 62.5x_6 + 162.7x_7 + 381x_8 + 23.5x_9 - 1.5\alpha \geq 9.5$$

$$2.8x_1 + 4x_2 + 4x_3 + 6.6x_4 + 11.8x_5 + 36.5x_6 + 78.4x_7 + 0.4x_8 + 1.7x_9 - 1.5\alpha \geq 7.5$$

$$x_{10} = 0.05$$

$$x_{11} = 0.003$$

$$x_{12} \geq 0.0025$$

$$x_{13} \geq 0.001$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} = 1$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13} \geq 0$$

$$\alpha \geq 0, \quad \alpha \leq 1$$

modeli elde edilir. Eşitlik 14’de verilen BDP modeli bu modelin çözümünden elde edilir.

Bu modelin çözüm sonuçları Tablo 3’ün ilk sütununda verilmiştir.



#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Prof. Lofti A. Zadeh tarafından 1965 yılında bulanık küme kuramının temellerini oluşturan ve ileriki çalışmaları derinden etkileyen bir çalışmanın yayınlanmasından sonra bulanık küme kuramı yöneylem araştırmasının çok farklı alanlarında kullanılmıştır[16]. Bellmann ve Zadeh (1970) tarafından bulanık küme kuramına dayalı olarak bulanık karar ortamının tanımlanmasıyla problemlerin ifade edilmesindeki muğlaklıklar karar süreçlerinde matematiksel olarak ele alınabilmektedir. Bulanık ortamda karar verme yaklaşımı olan BDP, günümüze kadar bir çok alandaki gerçek yaşam problemlerinin modellenmesi ve çözümünde kullanılmıştır.

Çalışmamızda BDP kullanılarak Broiler etlik piliçlerin üç farklı beslenme dönemi için yem karışımları hazırlanmıştır. Besin öğelerine ilişkin kısıtlarda ve “ekonomik olma” amacıyla görülen esnekliklerden yararlanmak için söz konusu amaç ve kısıtlar bulanık olarak ele alınmış ve kurulan modellerin çözümü için Werners’in yaklaşımından faydalanılmıştır.

BDP kullanılarak farklı beslenme dönemlerine göre bulunan Broiler yem kompozisyonları Tablo3 'de verilmiştir. Elde edilen çözüme göre, civciv başlatma dönemindeki Broiler etlik piliçlerini beslemek için hazırlanan yem karışımları %53,35 mısır, %3,7 soya küspesi, %21,6 balık unu, %5 bitkisel yağ, %0,3 tuz, %0,25 vitamin ön karma ve %0.1 oranında mineral ön karma içermelidir. Birbirleriyle çatışan amaç ve kısıtlar 0,5 üyelik derecesine sahip çözümde uzlaşmışlardır. Daha yüksek üyelik derecesine sahip başka bir çözüm elde edilemez. Tablo 3'den yararlanarak diğer dönemler için de benzer yorumlar yapılabilir

Civciv başlatma dönemindeki Broiler etlik piliçlerini beslemek için hazırlanan yem karışımının maliyeti 314000 TL/Kg'dır. Broiler büyüme ve bitirme dönemleri için hazırlanacak yemlerin maliyetleri de sırasıyla 306700 ve 291000 TL/Kg'dır. Bu sonuçlara göre maliyeti en yüksek dönem 1. dönem ve maliyeti en düşük dönem ise 3. dönemdir.

Bu çalışmada kullanılan modellerde amaç ve kısıtlar için parçalı doğrusal üyelik fonksiyonları benimsenmiştir. Söz konusu yem karışım probleminin yapısı için en uygun üyelik fonksiyonunun ne olduğu başka bir araştırma konusu olabilir. Çalışmamızda yalnızca amaç ve kısıtların bulanık olduğu düşünülmüştür. Ayrıca yem karışım problemindeki amaç ve kısıt parametrelerini bulanık kümelerle tanımlayarak bu problemlere çözüm aramak da olasıdır.

**KAYNAKLAR**

1. Erensayın, C., Bilimsel-teknik-pratik tavukçuluk, cilt 3, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 434s, (2000).
2. Erensayın, C., Bilimsel-teknik-pratik tavukçuluk, cilt 1, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 559s, (2000).
3. Akyıldız, R., Yemler Bilgisi ve Teknolojisi, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları:934, 2.Basım, Ankara, (1986).
4. Ergül, M., Karma Yemler ve Karma Yem Teknolojisi, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:384, 2.Basım, İzmir, (1994).
5. Zhao, R., Govind, R., Fan, G., The complete decision set of the generalized symmetrical fuzzy linear programming problem, Fuzzy Sets and Systems, 51, 53-65, (1992).
6. Lai, Y., Hwang, C., Interactive fuzzy linear programming, Fuzzy Sets and Systems, 45, 169-183. (1992).
7. Carlsson, C., Korhonen, P., A parametric approach to fuzzy linear programming, Fuzzy Sets and Systems, 20, 17-30, (1986).
8. Chanas, S., The use of parametric programming in fuzzy linear programming, Fuzzy Sets and Systems, 11, 243-251, (1983).
9. Delgado, M., Verge day, J.L., Vila, M. A., A general model for fuzzy linear programming, Fuzzy Sets and Systems, 29, 21-29, (1989).
10. Öğütü A.S., Bulanık Doğrusal Programlama ve Bir yem Karışım Problemine Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 112s, (2002).
11. Bellman, R. E., Zadeh, L. A., Decision-making in a fuzzy environment, Management Science, 17, 4, 141-164, (1970)
12. Zimmermann, H. J., Fuzzy mathematical programming, Computers and Operations Research, 10, 291-298, (1983).
13. Zimmermann, H. J., Using fuzzy sets in operational research, European journal of Operational Research, 13, 201-216, (1983).
14. Zimmermann H.J., Fuzzy Programming and Linear programming with several objective functions, Fuzzy Sets and Systems, 1, 45-55, (1978).
15. Rommelfanger, H., Fuzzy linear programming and applications, Fuzzy Sets and Systems, 92, 512-527, (1996).
16. Özkan, M. M., Bulanık Hedef Programlama, Ekin Kitabevi , 288s, (2003).