

FARKSAL GELİŞİM ALGORİTMASI İLE KARMA YEM MALİYET OPTİMİZASYONU

*Yaşar YAŞAR¹, Burhanettin DURMUŞ²

¹yasaartr@gmail.com

²Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kütahya, burhanettin.durmus@dpu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, farksal gelişim algoritması (FGA) ile karma yem maliyet optimizasyonu çalışılmıştır. Tavşan büyüme yemi için hazırlanan rasyon hesabında hayvanın besin ihtiyaçlarını karşılayacak ve düşük maliyetli uygun yem karışımlarının üretilmesi amaçlanmıştır. Karma yem içindeki yem hammaddelerinin seçiminde bilimsel verilerde yer alan sınır değerlerine ve kısıtlara dikkat edilmiş, kısıt aşımalarında ceza uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar parçacık sürü optimizasyonu (PSO), gerçek kodlu genetik algoritma (RGA) ve lineer programlama (LP) ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre; FGA'nın karma yem maliyetini düşürdüğü gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Farksal gelişim algoritması, optimizasyon, yem maliyet optimizasyonu.*

THE COST OPTIMIZATION OF MIXED FEED WITH DIFFERENTIAL EVOLUTION ALGORITHM

ABSTRACT

In this work, the cost optimization of mixed feed with differential evolution algorithm (DE) has been studied. In the ration calculation prepared for rabbit grower compound feed, it has been aimed to produce optimal and low-cost compound feed meeting the nutritional needs of the animal. In the selection of the feed raw materials in the compound feed the limit values and constraints taking place in the scientific data have been considered and penalties have been imposed in the case the constraints are exceeded. The obtained results have been compared to those of particle swarm optimization (PSO), real code genetic algorithm (RGA) and linear programming (LP). According to the results; it has been observed that DE has reduced the cost of compound feed.

Keywords: *Differential evolution algorithm, optimization, cost optimization of feed.*

1. GİRİŞ

Dünya genelindeki nüfus artışları arz talep dengesini bozduğundan çeşitli beslenme sorunlarını ortaya çıkarmaktadır. Üretimde gözle görülür bir iyileşme oluşsa da beslenme ihtiyacı karşılanamamaktadır. Ayrıca, modern yaşam tarzı insanları hazır tüketim zincirine doğru sürüklemekte olup üretim azalmakta, tüketim ise artmaktadır [1]. Nüfus artışıyla birlikte, gelecek yıllar için yeterli ve dengeli beslenme sorunu dünya sorunları arasında önemli bir yer edineceği açıktır. İnsanların birinci beslenme kaynakları olan hayvansal besinlerin kaliteli ve ihtiyaca yetecek düzeyde uygun fiyatta üretilmesi büyük önem taşımaktadır.

Hayvansal besinler tüm zamanlarda insanların beslenmesinde büyük önem oluşturmuştur. Dünya nüfusundaki artışlar hayvancılığın ülkelerin ekonomilerindeki yerini ve önemini artırmıştır. Ülkelerde hayvancılığın gelişmesi ya da hayvansal ürünlerin üretiminin artırılması için verimi yüksek ırkların kullanılmasının yanı sıra, hayvanların ihtiyaçlarını karşılayacak uygun yem karışımları (rasyon) hazırlanmalıdır.

Hayvancılıkta üretim maliyetini etkileyen en önemli faktör yemdir. Öyle ki hayvansal ürün maliyetinde yemin payı % 70-75 arasındadır [2]. Bu rakam, bilimsel beslenme programı uygulanması halinde yaklaşılabilecek bir değerdir; aksi halde bu değer de üzerine çıkmaktadır. Bilimsel beslenme programı hayvanın türüne, yaşına ve hayvandan beklenen verime göre değişmektedir. Dolayısıyla üretim maliyeti üzerinde bu denli öneme sahip yem sektöründe hammadde üretimi ve ithalatından karma yem üretimine kadar her aşamada sorunlar çözümlenmeye çalışılmaktadır. Bu da ancak hayvancılıkla uğraşanların planlı ve bilimsel bir yaklaşıma sahip olmalarıyla mümkündür [2].

Modern hayvan yetiştirme tekniği hayvanların tür, ırk, yaş, cinsiyet ve verim özelliklerine göre belirlenen günlük vitamin, mineral ve besin maddesi ihtiyaçlarını yeterli ve uygun oranlarda karşılanması olarak tanımlanmaktadır [2, 3]. Bu tanımlama dengeli ve yeterli beslenme için, hayvanların tüm gereksinimlerinin karşılanacağı rasyon adı verilen yem karışımlarını oluşturulma zorunluluğunu ortaya koymaktadır. Karma yem hazırlarken yemin hem hayvan ihtiyaçlarını

karşılması, hem de en ucuz maliyete sahip bir rasyon olması istenir. Dolayısıyla bu rasyondaki değerlerin elde edilmesi bir optimizasyon problemine dönüşmektedir.

Literatürde, bu problemin çözümüne dair çeşitli çalışmalar yer almaktadır; Tesmer ve Zimmerman, yem maliyeti kontrol edilirken hayvanın besin ihtiyaçlarının dengeli bir şekilde karşılanmasının önemini vurgulanmış, uygun rasyon hesabında kullanılan yöntemleri ele almıştır [4]. Hadrich ve arkadaşları, çok parametrelili optimizasyon yöntemleriyle hayvanların beslenme ihtiyaçları için türü ve yaşı göz önüne alarak hayvan yemlerinin maliyet optimizasyonu modellemişlerdir [5]. Şahman ve arkadaşları, GA ile karma yem maliyet optimizasyonu hazırlamıştır [6]. Altun ve Şahman, tavşan, düve ve kanatlı hayvanlar için PSO algoritmasını yem maliyet optimizasyon problemine uygulamış ve hazırlanan rasyon hesabının daha ekonomik sonuçlar verdiğini göstermişlerdir [7].

Bu çalışmada, sezgisel algoritmalarından biri olan FGA ile tavşan besi yemi için rasyon hesabı hazırlanmıştır. FGA, sahip olduğu yapısal basitliği ve hesap gücü özelliği ile çeşitli alanlarda uygulanmaktadır [8-11]. Bahsedilen çalışmalarda, çeşitli kısıtlar altındaki çok boyutlu problemlerin çözümünde diğer algoritmalara göre FGA'nın daha iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Bundan dolayı FGA temelli bir rasyon hesabı hazırlanmıştır. Tavşan büyütme yemi için hazırlanan rasyon, hayvanın ihtiyaç duyduğu besin maddelerini içeren uygun yem karışımını en az maliyet ile hazırlamayı amaçlamaktadır. Elde edilen sonuçlar literatürde yer alan sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

2. KARMA YEM RASYON HESAPLAMA

Hazırlanacak dengeli rasyon, hayvandan maksimum düzeyde verim almak için hayvanın ihtiyaç duyduğu besin maddelerini optimum miktarlarda içeren karışımdır. Ayrıca rasyon formülasyonunun önemli amaçlarından biri de dengeli rasyonun en ekonomik şekilde hazırlanmasıdır. Dengeli rasyonun hazırlanmasında bilimsel verilerin kullanılması ile yemin içeriği daha verimli olacak ve maliyet düşecektir. Hayvanın ihtiyacından fazla besin maddesi verilmesi, hayvandan alınacak verimi artırmak yerine verimi düşürmekte ve de maliyeti artırmaktadır. Hazırlanacak yemin içeriği de önemlidir. Bu içerik hayvandan hayvana ve hayvanın cinsine göre de değişmektedir. Yem katkı maddeleri seçilirken maliyet de göz önünde bulundurulmalıdır [3].

Rasyon hesaplanırken karışım ağırlığının net 100 kg olması istenir ve karışım oranları 100 kg temel alınarak hesaplanır. Bu bilgiler ışığında rasyon hesabı aşağıdaki aşamalar ile yapılmaktadır.

- Rasyon hesabında ilk önce hayvanın türü, tipi ve buna bağlı olarak ihtiyaçları alınmalıdır,
- Rasyona katılacak yemlerin değerlikleri ve içerikleri alınmalıdır,
- Her yem miktarı ile içeriklerinin çarpımları hesaplanmalıdır,
- Aynı değerlikli hesaplamalar toplanmalıdır,
- Toplam değerler önceden belirlenmiş hayvanın ihtiyaçlarını karşılayacak sınırlar arasında olmalıdır,
- Bulunan ihtimaller arasından en ekonomik olanı seçilmelidir [3].

Bu çalışmada, tavşan büyütme yemi için eksik ve tam rasyon olmak üzere iki türlü rasyon hesabı yapılmıştır. Eksik rasyon hesabında yem karışımı için 7 adet yem maddesi kullanılarak ihtiyacı tam olarak karşılamayan bir karışım hesaplanırken, tam rasyon hesabında ise 9 adet yem maddesi ile hayvanın tüm besin ihtiyacını karşılayan bir karışım hesaplanmaktadır.

Çizelge 1 'de tavşanın ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin alt ve üst sınır değerleri yüzdelik oran üzerinden verilmiştir. Çizelge 2 ve 3 'de ise eksik ve tam rasyon için kullanılan yem maddelerinin içerikleri verilmiştir. Kullanılan veriler Selçuk Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi 'nden alınmıştır [12].

Çizelge 1. Tavşana ait ihtiyaç maddeleri

İhtiyaç Kriterleri	En Az	En Çok
Ham Protein (HP, %)	16.0	-
Metabolik Enerji (ME, %)	2.3	-
Kalsiyum (Ca, %)	0.8	1.4
Fosfor (P, %)	0.6	-
Sodyum (Na, %)	0.3	0.4
(Ham Selüloz, %)	0.0	10.0
(Ham Kül, %)	0.0	10.0

Çizelge 2. Tavşan yemi eksik rasyonu için yem maddelerinin bulundurduğu içerikler

Yem Değerlikleri							
Yem Değerlik Kriterleri	Soya küspesi, Solvent 44HP	Pamuk tohumu Küspesi	Yonca Unu, %15	Kireç Taşı	Dikalsiyum Fosfat	Tuz	Vitamin - Mineral
Kuru Madde	91	90	90	100	100	100	100
Ham Protein(%)	46.8	29	17.3	0	0	0	0
Metabolik Enerji(kcal/kg)	3	2.2	2.06	0	0	0	0
Kalsiyum(%)	0.32	0.2	1.37	35	24	0	0
Fosfor(%)	0.71	1	0.24	0	18	0	0
Sodyum(%)	0.04	0.05	0.08	0.06	0.03	39.34	0
Ham Selüloz(%)	7	23	29.4	0	0	0	0
Ham Kül(%)	6.6	7.3	9.9	100	100	100	0
Fiyat	50	25	30	2.5	55	10	250
En az	0	0	0	0	0	0.25	0.25
En çok	40	30	20	7	3	0.5	0.35

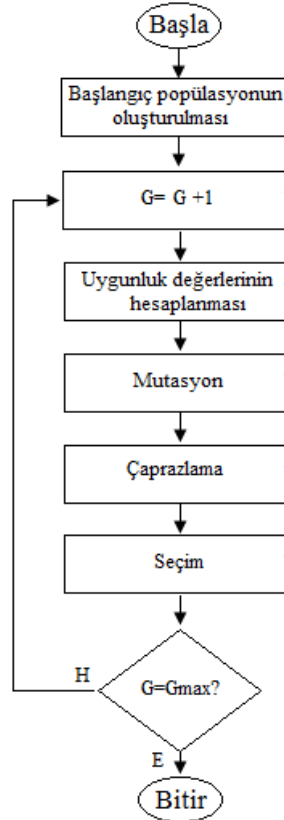
Çizelge 3. Tavşan yemi tam rasyonu için yem maddelerinin bulundurduğu içerikler

Yem Değerlikleri									
Yem Değerlik Kriterleri	Mısır, 2950	Arpa	Soya küspesi, Solvent 44HP	Pamuk Tohumu Küspesi	Yonca Unu, %15	Kireç Taşı	Dikalsiyum Fosfat	Tuz	Vitamin - Mineral
Kuru Madde	88	88	91	90	90	100	100	100	100
Ham Protein(%)	10.1	13.5	46.8	29	17.3	0	0	0	0
Metabolik Enerji (kcal/kg)	2.95	3.11	3	2.2	2.06	0	0	0	0
Kalsiyum(%)	0.02	0.05	0.32	0.2	1.37	35	24	0	0
Fosfor(%)	0.29	0.38	0.71	1	0.24	0	18	0	0
Sodyum(%)	0.02	0.02	0.04	0.05	0.08	0.06	0.03	39.34	0
Ham Selüloz(%)	2.4	5.7	7	23	29.4	0	0	0	0
Ham Kül(%)	1.5	2.9	6.6	7.3	9.9	100	100	100	0
Fiyat	25	30	50	25	30	2.5	55	10	250
En az	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0.25
En çok	70	60	40	30	20	7	3	0.5	0.35

Çizelge 2 ve 3 'de yer alan veriler, hammaddelerin yem karışımındaki içeriğin yüzdelik cinsinden değerini ifade etmektedir. Diğer bir deyişle 100 kg 'lık bir karışımındaki oranlardır. Fiyat bilgileri ise TL cinsindedir [3, 12].

3. FGA

FGA, genetik algoritmaya dayanan popülasyon temelli sezgisel bir algoritmadır [13]. İterasyonlar boyunca, operatörler yardımıyla problemin çözümleri içinde en iyi sonuç araştırılmaktadır. Kromozom denilen sonuç vektörlerine çeşitli çaprazlama ve mutasyon işlemleri uygulanarak sonraki kuşaklar için aday çözümler üretilmektedir. Mevcut çözümler yeni elde edilen aday çözümler ile uygunluk değerleri yönünden karşılaştırılmakta, yeni oluşturulan çözüm mevcut çözümden daha yüksek uygunluğa sahip ise mevcut çözümün yerini alarak popülasyona dâhil edilmektedir. Bu işlemler belirlenen bir iterasyon sayısına sürdürülmektedir. İterasyona ulaşıldığında hesaplama durdurularak o ana kadar elde edilen en uygun kromozom, çözüm olarak kabul edilmektedir [14]. Şekil 1 'de FGA 'nın akış şeması verilmiştir.



Şekil 1. FGA akış şeması

Algoritma, belirlenen kromozom (çözüm) sayısı ve değişken sayısı kadar boyutlu başlangıç popülasyonunun üretilmesi ile başlatılır. Kromozomların üretilmesi aşağıdaki denklem ile gerçekleştirilir [15].

$$x_{i,j,G} = x_j^l + rand [0,1] * (x_j^u - x_j^l) \quad i = 1,2,\dots, NP \quad ve \quad j = 1,2,\dots, D \quad (1)$$

Burada, i bireyi, j parametreyi (gen), u j . parametrenin üst sınırını, l j . parametrenin alt sınırını, G kuşak sayısını, NP popülasyon boyutunu (birey sayısı), D değişken (parametre) sayısını ve $rand$ ise rastgele sayıyı temsil eder.

Başlangıç popülasyonu oluşturulduktan sonra kromozomlar mutasyon işlemine tabi tutulurlar. Mutasyon işlemi mevcut kromozomdan deneme kromozomunun üretilmesi işlemidir. Literatürde FGA için 6 adet mutasyon operatörü tanımlanmaktadır [16]. Bu operatörler aşağıda verilmiştir.

1- DE/rand/1

$$v_i = x_{r,1} + F * (x_{r,2} - x_{r,3}) \quad (2)$$

2- DE/best/1

$$v_i = x_{best} + F * (x_{r,1} - x_{r,2}) \quad (3)$$

3- DE/rand-to-best/1

$$v_i = x_i + F * (x_{best} - x_i) + F * (x_{r,1} - x_{r,2}) \quad (4)$$

4- DE/best/2

$$v_i = x_{best} + F * (x_{r,1} - x_{r,2}) + F * (x_{r,3} - x_{r,4}) \quad (5)$$

5- DE/rand/2

$$v_i = x_{r,1} + F * (x_{r,2} - x_{r,3}) + F * (x_{r,4} - x_{r,5}) \quad (6)$$

6- DE/RandToBest/2

$$v_i = x_i + F * (x_{best} - x_i) + F * (x_{r,1} - x_{r,2}) + F * (x_{r,3} - x_{r,4}) \quad (7)$$

Burada v_i , i . birey için üretilen deneme kromozomu, x_{best} popülasyondaki en iyi kromozomu, $x_{r,1}, x_{r,2}, x_{r,3}, x_{r,4}, x_{r,5}$ mevcut popülasyondan rastgele seçilen bireyleri ve F ise mutasyon faktörünü temsil eder.

Mutasyondan elde edilen deneme kromozomu mevcut kromozom ile çaprazlanarak yeni jenerasyona aday kromozom ($u_{i,G+1}$) üretilir. Aday kromozomuna ait her bir gen CR (*Crossover Rate*-çaprazlama oranı) olasılıkla fark kromozomundan, $1 - CR$ olasılıkla mevcut kromozomdan seçilir. 0 ile 1 arasında üretilen rasgele sayı CR 'den küçükse gen, aday kromozomdan aksi takdirde mevcut kromozomdan seçilir [14]. Çaprazlama işlemi denklem (8)' de görülmektedir.

$$u_{i,j,G+1} = \begin{cases} v_{i,j} & \text{eger } rand[0,1] \leq CR \\ x_{i,j,G} & \text{aksi halde} \end{cases} \quad (8)$$

Mutasyon ve çaprazlama operatörleri ile üretilen aday kromozomun uygunluk değeri hesaplanır. Uygunluk değeri, üretilen aday kromozomun probleme ait amaç fonksiyonundaki değeridir ve çözüm kalitesinin göstergesidir. Yeni nesile ($G = G + 1$) aktarılacak olan kromozom uygunluk değerine göre belirlenir. Karşılaştırılan kromozomlardan uygunluğu yüksek olan kromozom yeni neslin bireyi olarak atanmaktadır [14]. Seçim operatörüne ait işlem Denklem (9) 'da görülmektedir.

$$x_{i,G+1} = \begin{cases} u_{i,G+1} & \text{eger } f(u_{i,G+1}) \geq f(x_{i,G}) \\ x_{i,G} & \text{aksi halde} \end{cases} \quad (9)$$

Burada, $f(u_{i,G+1})$ aday kromozomun, $f(x_{i,G})$ ise mevcut kromozomun uygunluk değerini temsil eder.

Yukarıda anlatılan mevcut çözümlerin geliştirilerek yeni nesillerin oluşturulması, önceden tanımlanan iterasyon sayısına ulaşıncaya kadar devam edilir. İterasyon sayısına ulaşıldığında hesaplama durdurularak o ana kadar elde edilen en uygun kromozom çözüm olarak kabul edilir.

4. DENEYSEL SONUÇLAR

Tavşan yemi için hazırlanan karma yem maliyet optimizasyon programında, öncelikle Bölüm 3 'de anlatılan 6 farklı mutasyon operatörü ile FGA temelli hesaplama gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak mutasyon operatörlerinin etkileri yorumlanmıştır. Daha sonra ise FGA 'dan elde edilen sonuçlar literatürde yer alan diğer çalışmalar ile karşılaştırılmıştır.

Karma yem maliyet optimizasyonunda amaç, en uygun ve minimum fiyatlı yem karışımının bulunmasıdır. Karışımın maliyeti, gıda maddesi miktarı ile gıdanın birim fiyatının çarpılmasıyla hesaplanır. Bu bağlamda amaç fonksiyonu denklem (10) 'daki gibidir [3].

$$f(x) = \sum_{i=0}^k (yem_miktar_i \times yem_fiyat_i) \quad (10)$$

Hazırlanan rasyon programında, Çizelge 2 ve 3 'de belirtilen sınırların dışında üretilen çözümler için ceza puanı uygulanmıştır. Ceza puanları hesaplanırken sınır aşımaları ve yüz kiloluk miktar limiti dikkate alınmaktadır. Popülasyonun her bir bireyi için ayrı ayrı ceza puanı hesaplanmaktadır. Her bir kısıt aşımı için ayrı ceza hesaplanırken, bu ceza kısıt aşım miktarının karesi olarak hesaplanır. Tüm cezalar toplanarak toplam ceza hesaplanmış olur. Kısıt değerlerden olan uzaklıklar Denklem (11) 'deki gibi hesaplanmaktadır [3].

$$\varphi_j(x) = \sum_{i=1}^k [g_{j,i}(x)]^2 \quad (11)$$

Elde edilen sonuçları literatürdeki benzer çalışmalar ile karşılaştırmak için FGA 'ya ait parametre değerleri; mutasyon faktörü (F): 0.85, çaprazlama oranı (CR): 0.8, birey sayısı: 200 ve iterasyon sayısı: 1000 olarak seçilmiştir. Her bir yöntem için program 25 defa çalıştırılmış ve elde edilen sonuçlar fiyat, ceza ve standart sapma türünden Çizelge 4 ve 5 'de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçların maliyet fiyatları TL cinsindedir.

Çizelge 4. Tavşan yemi eksik rasyon sonuçları

Yöntemler	Ortalama		En iyi		Standart Sapma
	Ceza	Fiyat	Ceza	Fiyat	
DE/rand/1	842.95	33.91	841.60	33.46	0.46
DE/best/1	1659.73	30.52	1592.08	29.82	0.51
DE/rand-to-best/1	1364.95	31.66	1869.86	29.50	0.57
DE/best/2	841.84	34.09	841.47	33.57	0.37
DE/rand/2	842.74	33.75	839.60	33.48	0.33
DE/RandToBest/2	841.36	33.85	846.82	32.94	0.34

Çizelge 5. Tavşan yemi tam rasyon sonuçları

Yöntemler	Ortalama		En iyi		Standart Sapma
	Ceza	Fiyat	Ceza	Fiyat	
DE/rand/1	0.004089	33.67	0.000708	30.76	0.41
DE/best/1	29.519970	34.43	5.722201	29.76	0.47
DE/rand-to-best/1	12.187925	33.36	17.596625	29.55	0.51
DE/best/2	0.000406	34.36	0.000003	30.12	0.31
DE/rand/2	0.000486	34.25	0.000397	28.99	0.29
DE/RandToBest/2	0.001023	33.39	0.000048	30.51	0.35

Tavşan yemi eksik rasyon hesabında elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; DE/best/1 ve DE/rand-to-best/1 yöntemlerinden elde edilen sonuçlarda fiyatın düşük, fakat cezanın yüksek çıktığı görülmektedir. DE/rand/1, DE/best/2, DE/rand/2 ve DE/RandToBest/2 yöntemlerinde ise tam tersi sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçların farklı çıkmasının nedeni DE/best/1 ve DE/rand-to-best/1 yöntemlerinin az değişkenli problemler için tasarlanmış olmasıdır. Ele alınan problemin çok değişkenli olmasından dolayı ceza puanları yüksek çıkmıştır.

Tam rasyon hesabından elde edilen sonuçlara bakıldığında ise birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. En düşük maliyet DE/rand/2 yöntemi ile hesaplanmıştır. Ceza puanları ise DE/rand-to-best/1 haricinde oldukça düşük değerlerde kalmıştır. Bu sonuçlar tam rasyon hesabında kısıtlara uyulduğu ve belirlenen sınır değerleri içerisinde çözümler üretildiği şeklinde yorumlanabilir. Tavşan yemi eksik ve tam rasyon sonuçlarının farklı çıkmasının sebebi ise elde edilen rasyon içeriğinin kısıt değerlere uzaklığıdır. Tam rasyon içeriğine bakıldığında kısıt değerlerinde aşma veya eksik gözlenmemekte ve toplam 100 kg olması gereken karışımın kabul edilebilir miktarda toplam ağırlığa yakın olduğu görülmektedir. Eksik rasyonda ise kısıt değerlerde uyumsuzluk ve toplam miktardaki düşüklük, sonuca etki etmekte ve ceza puanlarını artırmaktadır.

Tavşan için hazırlanan FGA temelli yem maliyet optimizasyonu hesaplamalarından elde edilen sonuçlar, LP, RGA ve PSO 'yu kapsayan literatürdeki çalışmalar ile karşılaştırılmıştır [6, 7]. Tüm sonuç değerleri Çizelge 6 'da verilmiştir.

Çizelge 6. Tavşan yemi rasyon hesabı için farklı algoritmaların karşılaştırması

Algoritmalar		Rasyon	
		Eksik	Tam
FGA	Ceza	841.36	$3.0 e^{-5}$
	Fiyat	33.85	28.99
LP [7]	Ceza	932.79	0.0
	Fiyat	26.73	30.17
RGA [6, 7]	Ceza	842.27	$1.57 e^{-10}$
	Fiyat	33.77	32.04
PSO [7]	Ceza	838.08	$9.15 e^{-17}$
	Fiyat	34.09	35.69

Sonuçlara bakıldığında; tavşan yemi tam rasyonu için maliyet açısından en iyi sonucun FGA olduğu görülmektedir. Aynı hesaplamada ceza puanları dikkate alındığında ise daha büyük değerler hesaplanmıştır. Zira maliyeti en aza indirmeye adına en uygun kombinasyonu oluştururken sınır aşımalarının daha fazla olduğu, beraberinde de ceza puanlarının arttığı söylenebilir. Tavşan yemi eksik rasyon hesabında ise maliyet açısından bakıldığında lineer programlamanın gerisinde kalmıştır. Problemin lineer oluşundan dolayı bu sonuç doğaldır. Tavşan yemi eksik rasyon hesabına ceza puanı açısından bakıldığında ise yakın sonuçlar elde edilmiştir.

5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Hayvancılık işletmelerinin en önemli girdisi yem harcamalarıdır. Ekonomik bir yetiştiricilik için temel şart bu önemli girdiyi en düşük düzeyde tutmaktır. Hayvanların ihtiyaçlarının ve yem hammaddelerinin bileşimlerinin iyi bilinmesi ve bunlara dayalı olarak uygun rasyonların hazırlanması, bu temel şart için mutlaka gereklidir.

Bu çalışmada, FGA 'nın farklı versiyonları kullanılarak bir rasyon programı hazırlanmıştır. Programda tavşan büyüme yemi için kullanılan hammadde sınır değerleri ve fiyatları bilimsel verilere göre belirlenmiştir. Bu sınır değerler içerisinde en ucuz maliyete sahip ve ceza puanı düşük bir karışım sonucuna ulaşmak istenmektedir.

Tavşan büyüme yemi için hazırlanan rasyon programından cezasız sonuçlar elde edilememiştir. Fakat maliyetler düşük bulunmuştur. Tavşan yemi tam rasyon hesabında maliyet açısından en iyi sonucun FGA olduğu görülmektedir. Ceza puanı ise kısmen daha fazla hesaplanmıştır. Tavşan yemi eksik rasyon hesabında ise lineer programlama ile daha düşük maliyet değeri elde edilirken ceza puanının arttığı görülmüştür. Problemin doğrusal oluşu bunun temel nedeni olarak yorumlanabilir. Diğer algoritmalar ile hem maliyet hem de ceza puanı açısından yakın sonuçlar elde edilmiştir. Gelecek çalışmalar için bu çalışmanın kapsamı farklı türlerdeki hayvanlar için de genişletilebilir, yeni optimizasyon algoritmaları kullanılabilir.

KAYNAKÇA

- [1] N. Özen, "Hayvan Besleme Fizyolojisi ve Metabolizması Genişletilmiş 2. Baskı", Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi No:6, Antalya, (2005).
- [2] A. Ergün, Ş. T. Tuncer, İ. Çolpan, S. Yalçın, G. Yıldız, M. K. Küçükersan, S. Küçükersan, A. Şehu, "Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları 4. Baskı", Pozitif Matbaacılık, Ankara, 1-725 (2008).
- [3] Y. Yaşar, "Diferansiyel gelişim algoritması ile karma yem maliyet optimizasyonu", Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2014).
- [4] J. A. Tesmer ve B. Zimmerman, "Diet Formulation", University of Minnesota Extension Service, www Report Lesson 5, MN55965, Preston, 1-11 (2004).
- [5] J. Hadrich, C. Wolf, and S. Harsh, "Optimal livestock diet formulation with farm environmental compliance consequences", American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Providence, Rhode Island, July 24-27, 2005.
- [6] M. A. Şahman, M. Çunkas, F. İnal, Ş. İnal, B. Coşkun, U. Taşkıran, "Cost optimization of feed mixes by genetic algorithms", Advanced Engineering Software, 40, 965-974 (2009).
- [7] A. A. Altun and M. A. Şahman, "Cost optimization of mixed feeds with the particle swarm optimization method", Neural Computing & Applications, 22(2), 383-390 (2011).
- [8] N. Karaboga, "Digital IIR filter design using differential evolution algorithm", EURASIP Journal on Applied Signal Processing, 8, 1269-1276 (2005).

- [9] T. W. Liao, "Two hybrid differential evolution algorithms for engineering design optimization", *Applied Soft Computing*, 10(4), 1188-1199 (2010).
- [10] B. Yu, and X. S. He, "Training radial basis function networks with differential evolution", *Transactions on Engineering Computer and Technology*, 11(2), 157-160 (2006).
- [11] A. Gün, B. Durmuş, H. Temurtaş, and G. Kuvat, "A comparative study on optimum PID tuning with differential evolution and particle swarm optimization", 2nd International Symposium on Computing Science & Engineering (ISCSE-2011), 2, Kuşadası, Aydın, 101-107, (2011).
- [12] [https://www.selcuk.edu.tr/Sayfa.aspx?birim=014003&sayfa=4690&dt=1\(2014\)](https://www.selcuk.edu.tr/Sayfa.aspx?birim=014003&sayfa=4690&dt=1(2014)).
- [13] R. Storn and K. Price, "Differential evolution - a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces", *Journal of Global Optimization*, 11, 341-359 (1997).
- [14] T. Keskinürk, "Diferansiyel gelişim algoritması", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1), 85-99 (2006).
- [15] N. Karaboğa ve C. A. Koyuncu, "Diferansiyel gelişim algoritması kullanılarak adaptif lineer toplayıcı tasarımı", III. Otomasyon Sempozyumu 2005, Denizli, 216, (2005).
- [16] D. Zaharie, "Influence of crossover on the behavior of differential evolution algorithms", *Applied Soft Computing*, 9(3), 1126-1138 (2009).