

RASYONEL ve EKONOMİK HAYVAN BESLEMEDE DOĞRUSAL PROGRAMLAMADAN YARARLANMA

(Using Linear Programing In Rational And Economical Animal
Nutritisn)

Prof. Dr. Alaettin KUTSAL (*)

Dr. Gülsüm Hocaođlu (*)

Reşat Öznacar (**)

Eyüp Oktay (**)

GİRİŞ

Hayvan besleme biliminde, beslenecek canlının türü,ırkı,cinsi yaşı ve verimi gibi hususlar göz önünde tutularak, yaşama ve verim paylarını karşılayacak en uygun rasyonu düzenlemek temel amaçtır. Canlının fizyolojik faaliyetlerini normal düzeyde sürdürmek ve beklenen verimi optimum düzeyde sağlamak için gerekli olan protein, karbon hidrat, yağ, mineral maddeler,iz elementler ve vitaminler gibi günlük besin maddeleri ihtiyaçları çeşitli yem maddeleri ile katkı maddelerinden sağlanmaya çalışılır. Bir hayvanın yaşama ve verimini garanti altına alacak biçimde hazırlanan yemleri oluşturan yem maddelerinin piyasa değerleri değişik olduğu gibi, yeme katılma oranları da değişiktir.

Dengeli ve en ucuz rasyonu düzenlemek oldukça zor ve vakit alan karışık hesapları gerektirir. Bu nedendir ki, yem maddelerinin kapsadıkları besin maddeleri, yem maddelerinin piyasa değerleri ve hayvanın günlük besin maddeleri ihtiyaçları gözönünde bulundularak rasyonel ve aynı zamanda ekonomik yemlerin bulunması önemli bir konudur.

(*) Hacettepe Üniversitesi Öğretim Üyesi

(**) Lalahan Zootekni Araştırma Enstitüsü

Bu çalışmamızda hayvan beslemede bazı örnekler ele alınarak bunların doğrusal programlama yardımı ile çözümündeki esasları açıklamak istiyoruz.

GENEL BİLGİLER

Problemin tertip ve çözümü için doğrusal programlama tekniğinden yararlanılır (Hadley 1962). Bu teknikte rasyonel beslenmeyi en ucuz fiatla sağlayan yem karışımı saptanabilir. Problemin nasıl formüle edilebileceğini kısaca açıklayalım:

Yetiştirici düzenleyeceği bir tabloda, yemleyeceği hayvan grubu için, yem karışımının bir biriminde ne gibi besin maddelerinin bulunması gerektiğini, bildirir.

Yetiştirici düzenleyeceği ikinci bir tabloda, anbarındaki yemlerin çeşidini ve her çeşidin kapsadığı besin maddeleri ve miktarlarını ve bir birimin kendisine maloluş değerini bildirir.

Bu bilgiler yardımıyla problem,

$$\begin{aligned}
 a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n &\geq b_1 \\
 a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2n} x_n &\geq b_2 \\
 &\dots \dots \dots \\
 a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n &\geq b_m \\
 x_j &\geq 0 \quad j = 1, \dots, n
 \end{aligned} \tag{1}$$

şeklinde formüle edilir. Burada,

a_{ij} , i. yemin biriminin kapsadığı j. besin maddesi b_j , Verilen beslenme tanımına göre, hayvanın bir günde alması gerekli j. besin maddesi ya da birim yem karışımında olması gereken j. besin maddesi, x_j , rasyonel beslenmenin sağlanması için gereken j. yem miktarı, şeklinde tanımlanır (1). Kısıtlayıcılarını sağlayan, aynı zamanda

$$Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$$

amaç fonksiyonunu minimum yapan x_1, x_2, \dots, x_n çözüm takımı, yem karışımının, hangi yemleri ne miktarda kapsayacağını verir. Burada, c_j , j. yemin biriminin fiyatıdır.

Bu tür problemlerde çözüm genellikle Simpleks yöntem (ya da revize Simpleks yöntem) ile yapılır (Hadley 1962). Kısıtlayıcı ve bilinmeyen sayısı arttıkça çözümü bulmak için elle işlem yapmak zorlaşır, hatta olanaksız hale gelebilir. Bu nedenle doğrusal programlama problemlerinin çözümünde bilgi sayarlarından yararlanmak gerekir. Bunun için hazırlanmış programlar vardır.

ÇEŞİTLİ PROBLEMLER VE ÇÖZÜMLERİ

Yukarıdaki kısa açıklama ile ilgili olarak basit-den karışığa doğru bir kaç örnek alalım:

Örnek I) Bir yetiştirici, koyunlarının beslenmesinde kullanacağı rasyonun 1 kg. ının, en az, 100 gr. hazmolabilir protein ve en az 600 birim nişastayı kapsamasını istiyor. Ambarındaki yemlerin cinsi, besin maddeleri ve fiyatlarını şöyle veriyor.

Tablo I. Ambardaki yemlerin, cinsi, kapsadıkları besin maddeleri ve fiyatları

Yemin cinsi	1 kg. Yemin içindeki besin maddeleri		Fiat kg/kr.	Gerekli yem miktarı
	Hazmolabilir protein	Nişasta birimi		
Arpa	80	715	97	x_1
Yulaf	88	635	90	x_2
Kepek	110	475	80	x_3
Mısır	72	800	135	x_4
Çiğit küspesi	319	590	125	x_5

Acaba, rasyonda hangi yemden ne miktar bulunursa rasyonel ve en ucuz besleme sağlanabilir ?

Yukarıdaki açıklamalara göre problem,

$$80 x_1 + 88 x_2 + 110 x_3 + 72 x_4 + 319 x_5 \geq 100$$

$$715 x_1 + 635 x_2 + 475 x_3 + 800 x_4 + 590 x_5 \geq 600$$

$$x_j \geq 0 \quad j=1, \dots, 5$$

$$\min Z = 97 x_1 + 90 x_2 + 80 x_3 + 135 x_4 + 125 x_5$$

şeklinde formüle edilir.

Problemin çözümü, 0,129 kg. çiiğit küspesi 0,731 kg. arpa kırması ile hazırlanan yem karışımının, 1,kg'ında 100 gr. hazmolabilir protein ve 600 birim nişasta ihtiyacını karşılayacağını gösterir. 1 kg. yemin fiatı 87,239 kr. olacaktır.

Örnek II) Bir yetiştirici, boğaların beslenmesinde kullanacağı yemin 1 kg.'ının en az 220 gr. hazmolabilir protein, en az 650 birim nişastayı kapsamasını istiyor. Ambarındaki yemlerin, cinsi, besin maddeleri ve fiatlarını şöyle veriyor.

Tablo II. Ambardaki yemlerin, cinsi, kapsadıkları besin maddeleri ve fiatları

Yemin cinsi	1 kg. yemin içindeki besin maddeleri		Fiat kg/kr.	Gerekli yem miktarı
	Hazmolabilir protein	Nişasta birimi		
Soya küspesi	380	720	176	x_1
Ayçiçeğı küspesi	310	600	136	x_2
Çiiğit küspesi	319	590	125	x_3
Kepek	110	475	80	x_4
Arpa kırması	80	715	97	x_5
Yulaf	88	635	90	x_6

a) Yetiştirici rasyonda soya küspelerinden her birinin en az % 10, çığıt küspesinin ise en çok % 10 olmasını istiyor.

Bu koşullar altında, rasyonel ve en ucuz beslenmeyi sağlamak için problem,

$$380 x_1 + 310 x_2 + 319 x_3 + 110 x_4 + 80 x_5 + 88 x_6 \geq 220$$

$$720 x_1 + 600 x_2 + 590 x_3 + 475 x_4 + 715 x_5 + 635 x_6 \geq 650$$

$$x_1 \geq 0,1$$

$$x_3 \leq 0,1$$

$$x_j \geq 0 \quad j=1, \dots, 6$$

$$\min Z = 176x_1 + 136x_2 + 125x_3 + 80x_4 + 97x_5 + 90x_6$$

şeklinde formüle edilir.

Sonuç olarak, rasyonun 0,425 kg. arpa kırması, 0,463 kg. çığıt küspesi ve 0,099 kg. soya küspesinden oluştuğu görülür. Bu karışımın 1 kg.ında 220 gram hazmolabilir protein ve 650 birim nişasta vardır. Fiyatı 116,864 kuruştur.

b) (a) daki problemde gerek hazmolabilir protein ve gerekse nişasta değeri için alt sınırlar verilmiş, üst sınır için kısıtlama konulmamış idi. Şimdi de problemi şöyle ele alalım: Nişastanın en az 650 en çok 700 birim ve hazmolabilir proteinin tam 220 gr. ve soya ile ayçiçeği küspelerinin her birinin en az % 10, çığıt küspesinin en çok % 10 olması istendiğini varsayalım. Bu durumda problem:

$$380 x_1 + 310 x_2 + 319 x_3 + 110 x_4 + 80 x_5 + 88 x_6 = 220$$

$$720 x_1 + 600 x_2 + 590 x_3 + 475 x_4 + 715 x_5 + 635 x_6 \geq 650$$

$$720 x_1 + 600 x_2 + 590 x_3 + 475 x_4 + 715 x_5 + 635 x_6 \leq 700$$

$$x_1 \geq 0,1$$

$$x_2 \geq 0,1$$

$$x_3 \leq 0,1$$

$$x_j \geq 0$$

$$j=1, \dots, 6$$

$$\min Z = 176 x_1 + 136 x_2 + 125 x_3 + 80 x_4 + 97 x_5 + 90 x_6$$

Problemin çözümü, rasyonun 0,407 kg. arpa kırması, 0,100 çığit küspesi, 0,378 ayçiçeği küspesi ve 0,999 kg. soya küspesinden oluştuğu ve mayiyetin 121,119 kr. olduğunu gösterir. Görüldüğü gibi nişasta için düşünülen üst sınır maliyeti yükselmiştir. Çünkü rasyondaki soya küspesinin miktarı değişmemiş ama çığit küspesi ve arpa kırmasının miktarı azalarak yerine daha yüksek fiyatlı bir yem olan ayçiçeği küspesi girmiştir.

c) Şimdide üreticinin (a) daki kısıtlayıcılara ilâveten soya ve ayçiçeği küspelerinin herbirinin rasyondaki miktarının 15'i geçmemesini, çığit küspesinin ise en az 5 olmasını istediğini varsayalım. Bu durumda problem,

$$380 x_1 + 310 x_2 + 319 x_3 + 110 x_4 + 80 x_5 + 88 x_6 \geq 220$$

$$720 x_1 + 600 x_2 + 590 x_3 + 475 x_4 + 715 x_5 + 635 x_6 \geq 650$$

$$x_1 \leq 0,15$$

$$x_1 \geq 0,1$$

$$x_2 \leq 0,15$$

$$x_2 \geq 0,1$$

$$x_3 \leq 0,1$$

$$x_3 \geq 0,05$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, 6$$

$$\min Z = 176 x_1 + 136 x_2 + 125 x_3 + 80 x_4 + 97 x_5 + 90 x_6$$

Sonuç olarak, rasyon 0,108 kg. yulaf, 0,682 kg.kepek, 0,099 kg. çığıt küspesi, 0,149 kg. Ayçiçeğı küspesi ve 0,149 kg. soya küspesinden oluşur. Maliyet 123.649 kr. tur. Görüldüğü gibi fiyat birat daha artmıştır ve bu rasyonun 1 kg. ında 220 gr. hazmolabilir protein ve 650 birim nişasta vardır.

Örnek III) Bir yetiştirici, 0-8 haftalık civcivlerin beslenmesinde kullanacağı yemin, en az, 20 protein,

2,5 yağ, 1 Calcium, 0,5 fosfor, 2800 cal/kg. M. enerji ve en çok 5 selülozu kapsamasını istiyor Ambarındaki yemlerin, cinsi, kapsadıkları besin maddeleri ve fiyatlarını şöyle veriyor.

Tablo III. Ambardaki yemlerin, cinsi, kapsadıkları besin maddeleri ve fiyatları

Yemin Cinsi	KAPSADIKLARI BESİN MADDELERİ						Fiyat Kg/kg.	Gerekli Yem Miktarı
	Protein %	Yağ %	Selüloz	M.Enerji cal/kg.	Ca %	P %		
Arpa	9.62	2.25	4.59	2332	0.07	0.36	97	x ₁
Yulaf	11.20	4.80	10.21	2640	0.10	0.36	90	x ₂
Bugday	11.12	2.23	2.28	3080	0.04	0.39	92	x ₃
Mısır	8.50	3.93	1.62	3366	0.02	0.27	125	x ₄
Akdarı	12.81	3.88	1.60	3300	0.04	0.32	110	x ₅
Kepek	14.69	4.22	9.49	1122	0.11	1.21	80	x ₆
Soya küspesi	44.00	2.40	4.11	2244	0.25	0.60	176	x ₇
Ayçiçeğı küspesi	38.00	1.85	16.38	2500	0.43	1.00	136	x ₈
Balık unu	55.44	11.95	-	2926	5.75	3.20	377	x ₉
Et-kemik unu	40.37	14.9	-	4000	10.85	5.70	194	x ₁₀
Kemik unu	26.56	6.75	-	926	27.00	13.00	150	x ₁₁

Yetiştirici, soya küspesinin en az % 10, ayçiçeğı küspesinin en az % 8, balık unu ve et-kemik ununun herbirinin en çok % 3, kemik ununun en çok % 5 olmasını istiyor. Ayrıca, M.enerji/protein oranının en az 140 olması ve yem karmasının % 65 inin dane yem olması kısıtlayıcılarını da veriyor. Bu koşullar altında problemi aşağıdaki gibi formüle edebiliriz.

$$\begin{aligned}
& 9.62x_1 + 11.20x_2 + 11.12x_3 + 8.50x_4 + 12.81x_5 + 14.69x_6 + 44.00x_7 + 38.00x_8 + 55.44x_9 + 40.37x_{10} + 26.56x_{11} \geq 20 \\
& 2.25x_1 + 4.80x_2 + 2.23x_3 + 3.93x_4 + 3.88x_5 + 4.22x_6 + 2.40x_7 + 1.85x_8 + 11.95x_9 + 14.94x_{10} + 6.75x_{11} \geq 2.5 \\
& 4.59x_1 + 10.21x_2 + 2.28x_3 + 1.62x_4 + 1.60x_5 + 9.49x_6 + 4.11x_7 + 16.38x_8 \\
& 2332x_1 + 2640x_2 + 3080x_3 + 3366x_4 + 3300x_5 + 1122x_6 + 2244x_7 + 2500x_8 + 2926x_9 + 4000x_{10} + 926x_{11} \leq 2800 \\
& 0.07x_1 + 0.10x_2 + 0.04x_3 + 0.02x_4 + 0.04x_5 + 0.11x_6 + 0.25x_7 + 0.43x_8 + 5.75x_9 + 10.85x_{10} + 27.00x_{11} \geq 1 \\
& 0.36x_1 - 0.36x_2 + 0.39x_3 + 0.27x_4 + 0.32x_5 + 1.21x_6 + 0.60x_7 + 1.00x_8 + 3.20x_9 + 5.70x_{10} + 13.00x_{11} \geq 0.5 \\
& -1.0x_1 - 0.10x_2 - 0.10x_3 + 0.10x_4 - 0.10x_5 - 0.10x_6 + 0.90x_7 - 0.10x_8 - 0.10x_9 - 0.10x_{10} - 0.10x_{11} \geq 0 \\
& -0.08x_1 - 0.08x_2 - 0.08x_3 - 0.08x_4 - 0.08x_5 - 0.08x_6 - 0.08x_7 + 0.92x_8 - 0.08x_9 - 0.08x_{10} - 0.08x_{11} \geq 0 \\
& -0.03x_1 - 0.03x_2 - 0.03x_3 - 0.03x_4 - 0.03x_5 - 0.03x_6 - 0.03x_7 - 0.03x_8 + 0.97x_9 - 0.03x_{10} - 0.03x_{11} \leq 0 \\
& -0.03x_1 - 0.03x_2 - 0.03x_3 - 0.03x_4 - 0.03x_5 - 0.03x_6 - 0.03x_7 - 0.03x_8 - 0.03x_9 + 0.97x_{10} - 0.03x_{11} \leq 0 \\
& -0.05x_1 - 0.05x_2 - 0.05x_3 - 0.05x_4 - 0.05x_5 - 0.05x_6 - 0.05x_7 - 0.05x_8 - 0.05x_9 - 0.05x_{10} + 0.95x_{11} \leq 0 \\
& 985.20x_1 + 1072.00x_2 + 1523.20x_3 + 2176x_4 + 1506.60x_5 - 934.60x_6 - 3916x_7 - 2820x_8 + 4835.60x_9 - 1651.8x_{10} - 2792.40x_{11} \geq 0 \\
& 0.60x_1 + 0.60x_2 + 0.60x_3 + 0.60x_4 + 0.60x_5 - 0.40x_6 - 0.40x_7 - 0.40x_8 - 0.40x_9 - 0.40x_{10} - 0.40x_{11} = 0 \\
& \min z = 97x_1 + 90x_2 + 92x_3 + 125x_4 + 110x_5 + 80x_6 + 176x_7 + 136x_8 + 377x_9 + 194x_{10} + 150x_{11} \quad \times
\end{aligned}$$

Problemin çözümü, 0.02 kg. kemik unu, 0.29 kg. et-kemik unu, 0.177 kg. ayçiçeği küspesi, 0.097 kg. soya küspesi ve 0.649 kg. buğday sonucunu verir. Maliyet 109.867 kr. tur.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yukarda üç örnek alınarak, değişik canlı gruplarında çeşitli kısıtlamalar altında, en uygun ve aynı zamanda en ekonomik rasyonu bulmak için problemler formüle edildi ve Revize Simpleks yöntemle çözüm bulundu. Yetiştirici amacına göre her çeşit kısıtlamalar ileri sürebilir. Bu kısıtlamalara göre problemler formüle edilerek, doğrusal programlama yöntemleriyle çözüm bulunur. Burada dikkat edilecek husus, kısıtlayıcılar ve amaç fonksiyonunun doğrusal olmasıdır.

Belli bir canlı türü için kısıtlayıcılar saptandıktan sonra, yeni satın alınan yem fiatça ve kapasitesi besin maddelerince eskisinden farklı olabilir. Bu durumda, formülasyonda esas olarak bir değişiklik olmaz; ancak değişen yeni değerler yerlerine yazılarak çözüme geçilir.

Verilen kısıtlayıcıları sağlayan yem karışımları için de, bu yöntemle bulunandan daha ekonomik başka herhangi bir karışımın bulunması olanaksızdır.

ÖZET

Bu yazıda, hayvan beslenmesinde en ekonomik ve en uygun rasyonu düzenlerken, doğrusal programlamadan nasıl yararlanılacağı basit örnekler üzerinde gösterilmiştir. Birinci örnekte koyunların beslenmesinde kullanılacak rasyonun 1 kg. ının kapsamı gereken hazmolabilir protein ve nişasta birimi ile ambarda bulunan yemlerin cinsi, kimyasal yapıları ve fiatları verilmiştir. Problemin çözümü protein ve nişasta ihtiyacını sağlayan ve en ucuz olan yem karışımını vermiştir.

İkinci örnekte, boğaların beslenmesinde kullanılacak rasyonu 1 kg. ının kapsamı gereken hazmolabilir protein ve nişasta birimi ile, ambarda bulunan

yemlerin cinsi, kimyasal yapıları ve fiyatları verilmiştir. Problemin çözümü, protein ve nişasta ihtiyacını ayrıca üç şık halinde verilen değişik kısıtlamaları sağlayan en ekonomik yem karışımlarını vermiştir.

Üçüncü örnek, 0-7 haftalık civcivlerin beslenmesinde kullanılacak yemin, kapsaması gerekli, M.enerji ile yüzde olarak protein, yağ, calcium, fosfor, selüloz miktarları ve ambardaki yemlerin cinsi, kimyasal yapıları ve fiyatları verilmiştir. Bu ihtiyaçları ve yemlerle ilgili olarak verilen diğer kısıtlayıcıları sağlayan en ekonomik yem karışımı bulunmuştur.

SUMMARY

In this paper, usage of linear programing in preparation of the most appropriate and most economical ration in animal nutrition has been shown with simple examples. In the first examples, the digestible protein and starch unit that must be present in one kg ration of sheep's nutrition, the kinds of the chemical cemposition and the cots of the (feed) diet present in the storage have been given. The solution to problem.has given the cheapest diet mixture that will provide the protein and starch requiremetn.

In the second example, the digestible protein and starch unit that must be present in one kg ration of bull's nutrition; the kinds, the chamilical composition and the costo of the diet present in the storage have been given. The solution to the problem has given the most economical diet mixture that will provide, the protein and starch requirement, and also will provide various restrictions that is given in three alternatives.

In the third example, the M. energy content of the diet that will be used in the nutrition of 0-7 weeks old chicks, the amount of protein, fat, calcium, phosphorus, cellulose as percentage, the kinds, the chemical compostion and the costs of the diets in the storage have been given. The most economical diet mixture that will provide these requirements, and also the other restrictions related to the diets has been faund.

LİTERATÜR

- 1- HADLEY G., *Linear Programming*, 1962 Addison- Wesley Publishing Company. Inc., London.
- 2- AKYILDIZ R., *Türkiye'de Yem Maddeleri*, 1967 A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 293-1967
- 3- DPT. Hayvansal Üretim Özel İhtisas Komisyonu, *Tavukçuluk ve Hindicilik Alt Komisyonu Raporu*, 1972. Yayın No: 1202-164. Ankara.