

**BİTKİSEL KÖKENLİ BAZI YEM HAMMADDELERİNİN KANATLILARDA  
GERÇEK METABOLİZE OLABİLİR ENERJİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ\***

**Ahmet Gökhan Önel\*\***

**The determination of true metabolizable energy in poultry feedstuffs by in vivo  
technique**

**Summary:** *This investigation was carried out to determine true metabolizable energy values of some plant origin feedstuffs used in poultry rations.*

*Fifty eight adult Hisex-Brown cockerels, aged 20 week, with a mean weight of 2.8 kg were used. Cockerels were kept in individual wire cages.*

*Each experiment consisted of preliminary fast and excreta collection period. Cockerels were starved for 48 hours to empty their digestive tracts from feed residues. They were tube fed 25 g glucose approximately 8 and 32 h after the feed was removed. After this period, 40 g of the test feed was given by tube. The excreta collection harness and bag was attached to the cockerels. Excreta collection period was 48 hours. Each cockerel received 50 ml water by tube approximately 32 h after tube feeding. The endogenous excreta of cockerels was measured when given 50 g glucose instead of test feed. They had free access to water at all times. A plastic tray was placed under each cage to prevent excreta losses.*

*Endogenous losses were measured at the beginning, middle and the end of the investigation. The amount of endogenous excreta was found to be 3.90 g. The average endogenous energy and nitrogen losses of cockerels were 12.49 kcal and 0.81 g, respectively.*

*True metabolizable energy values for maize, wheat I, wheat II, barley, oat and rye were 4572, 3953, 4158, 3802, 3607 and 3679 kcal/kg dry matter, for soya bean meal, sunflower seed and cotton seed meal were 3535, 2852*

\* Bu çalışma aynı adlı doktora tezinden özetlenmiştir.

\*\* Dr., A.Ü. Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara.

and 2411 kcal/kg dry matter, respectively. It was found as 2655 and 3296 kcal/kg dry matter for rough and fine wheat bran, respectively.

**Özet:** Bu araştırma ülkemizde yetişen ve kanatlı karma yemlerinin kapsamına giren bazı bitkisel kökenli yem hammaddelerinin gerçek metabolize olabilir enerji değerlerini belirlemek amacı ile yapıldı.

Araştırmada toplam 58 adet, ortalama 2.8 kg canlı ağırlığında, 20 haftalık, Hisex-Brown horoz kullanıldı. Horozlar bireysel kafeslerde barındırıldı.

Yem hammaddelerinin gerçek metabolize olabilir enerji değerlerini belirlemek için yapılan denemeler ön açlık ve dışkı toplama dönemi olmak üzere iki dönemi kapsadı. Sindirim sisteminin yem artıklarından tamamen temizlenmesi için 48 saat süren ön açlık döneminin 8. ve 32. saatlerinde her horoza 25 g glukoz verildi. Bu dönemi takiben horozlar 40 g deneme yemi ile zorla yemlendi ve horozlara dışkı toplama takımı bağlandı. Dışkı toplama dönemi 48 saat sürdü ve 32. saatte horozlara huni ile 50 ml su verildi. Metabolik-endojen dışkıyı belirlemek için deneme yemi yerine horozlara 50 g glukoz verildi. Su ad libitum olarak horozların önünde bulunduruldu. Dışkı toplama takımından kaynaklanabilecek dışkı kaybını önlemek için kafes altına tepsi yerleştirildi.

Denemenin başında, ortasında ve sonunda olmak üzere üç dönemde belirlenen ortalama değerlere göre metabolik-endojen dışkının miktarı 3.90 g, içerdiği enerji ve azot sırasıyla 12.49 kcal ve 0.81 g olarak tespit edildi.

Denemeye alınan yem hammaddelerinin gerçek metabolize olabilir enerji değerleri sırasıyla buğdaygil tanelerinden mısır, buğday I, buğday II, arpa, yulaf ve çavdar için 4572, 3953, 4158, 3802, 3607 ve 3679, bitkisel protein kaynaklarından soya fasulyesi küspesi, ayçiçeği küspesi ve pamuk tohumu küspesi için 3535, 2852 ve 2411, değirmencilik endüstrisi yan ürünlerinden kaba ve ince buğday kepekleri için 2655 ve 3296 kcal/kg kuru madde olarak belirlendi.

## Giriş

Kanatlılarda sindirim sistemi ile üriner sistem kloakada son bulunduğu için gübre ve idrardaki enerjiyi ayrı ayrı belirtmek pratik değildir. Bu nedenle kanatlıların beslenmesinde metabolize olabilir enerji (ME) en doğru ve en yaygın olarak kullanılan enerji şeklidir.

Yem enerjisinden dışkı (gübre + idrar) enerjisinin çıkartılması ile teorik metabolize olabilir enerji (TME) bulunur (19). TME için-

de yer alan metabolik gübre enerjisi ve endojen idrar enerjisinin ( $GE_m + IE_e$ ) çıkarılmasıyla gerçek metabolize olabilir enerji (GME) elde edilir. Diğer bir deyişle, GME sadece yemin verdiği enerjidir ve  $GME = Yem\ enerjisi - (Dışkı\ enerjisi + GE_m + IE_e)$  şeklinde ifade edilebilir (14).

Aç hayvanın  $GE_m - IE_e$  atımı, yaşamını sürdürebilmesinde gerekli olan enerjiyi sağlaması için katabolize olan maddelerle ilgilidir. Glikejen ve yağ katabolizmasının  $GE_m + IE_e$  üzerine çok az bir etkisi vardır. Çünkü bunlar tamamen okside olurlar ve son ürün olarak su ve karbondioksit oluşur. Atılan enerjinin büyük bir kısmı amino asitler ve proteinler yıkıldığı zaman artık ürün olarak oluşan azotlu bileşik kaynahtır. Katabolize olan vücut azot miktarı aynı rasyonla beslenen veya aç kanatlılar arasında değişiklik gösterir (26). Bu nedenle azota göre düzeltme yapılarak  $GE_m + IE_e$  atımındaki ve dolayısıyla GME değerlerindeki varyasyonu azaltmak mümkündür (26,31).

Azota göre düzeltme yapılmasında kullanılan faktör araştırmacılara (9,36) göre değişmektedir.

1) Azot birikimi dikkate alınarak yapılan düzeltmede doku proteininin oksidasyonu sonucu oluşan ürik asit miktarından yararlanır. Her 1 g ürik asit azotu için ham enerji (HE) değeri 8.22 kcal'dir (9).

2) İdrardaki azotlu bileşikler dikkate alınarak yapılan düzeltmede ise faktör olarak bunların HE değeri olan 8.73 kcal/g azot kullanılır (36).

Sibbald (20), yem hammaddelerini horozlara zorla yemleme tekniği ile vererek onların GME değerlerini belirlemek için uygulanan hızlı ve basit bir metot geliştirmiştir. Bu metotta, 24 saatlik açlık dönemi sonunda 25-30 g yem numunesi ile zorla yemlenen horozlardan 24 saat dışkı toplanır. Yem verilmeyen horozlardan toplanan dışkı ise  $GE_m + IE_e$  kaybını verir.

Aç bırakmanın başlangıcından 24 ve 48 saat sonra öldürülen horozların sindirim kanalında sırasıyla 0.83-2.58 g ve 0.05-0.30 g arasında artık kalmış olduğu ve bu nedenle ön açlık dönemine ait sürenin 48 saat olması gerektiği vurgulanmıştır (12).

Yem alım miktarının GME değerleri üzerine etkisinin incelendiği bir araştırmada (22), 100 g'a kadar on değişik yem alım düzeyinde belirlenen GME değerlerinin birbirinden farklı olmadığı, GME

ölçümleri için en doğru sonucu verecek yem alımı düzeyinin kasma ile sonuçlanmayacak en yüksek miktar olması gerektiği ve bunun yetişkin SCWL horozlar için 40 g olduğu belirtilmiştir.

Bazı yemlerin GME değerleri üzerine dışkı toplama süresinin uzatılmasının etkilerinin incelendiği bir çalışmada (10), enerji atımı (kcal/saat) verileri sindirim kanalı boyunca bir yemin tamamının geçişi için gerekli olan zamanın belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu çalışmada GME tayininde dışkı toplama dönemi için standart olarak 48 saatlik bir süre önerilmiştir.

Uzun süreli açlık nedeni ile oluşan olumsuz etki ve stresi azaltmak için ön açlık döneminin 8. ve 32. saatlerinde 50'şer ml glukoz çözeltisi (500 g/l) verilmiştir. Dışkı toplama döneminin başlangıcında  $GE_m + IE_c$  kaybının belirleneceği horozlara 50 g glukoz verilmesinin uygun olacağı belirtilmiştir. Glukoz verilerek ve verilmeden saptanan GME ve azota göre düzeltilmiş gerçek metabolize olabilir enerji ( $GME_n$ ) değerleri arasında bir fark olmadığı, fakat glukoz verilerek belirlenen enerji değerleri için ortalama varyasyon katsayılarının daha düşük olduğu bildirilmiştir (12).

Bu araştırma, Türkiye'de yetişen ve kanatlı karma yemlerinin kapsamına giren bitkisel kökenli bazı yem hammaddelerinin GME değerlerini - Sibbald (20) tarafından ortaya konulan ve McNab ve Blair (12) tarafından modifiye edilen zorla yemleme tekniği ile - belirlemek amacı ile yapıldı.

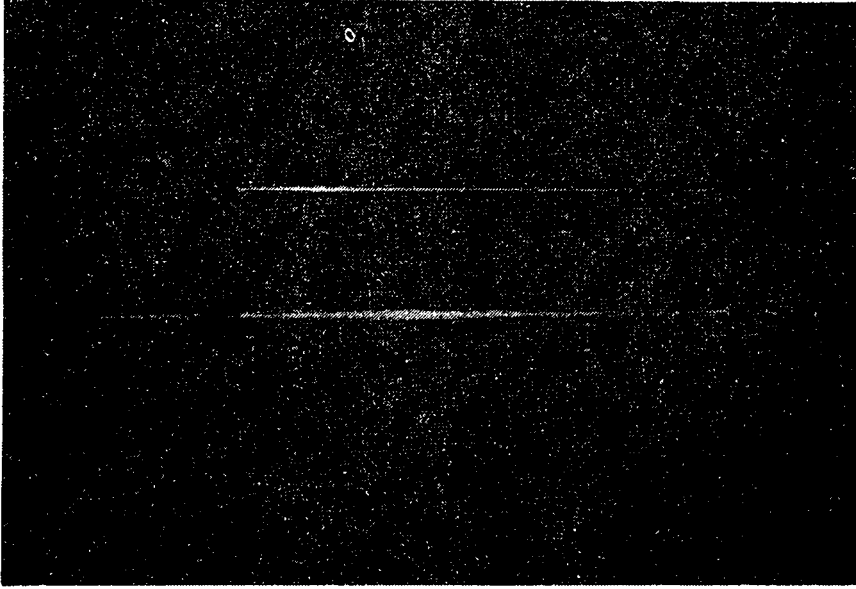
### Materyal ve Metot

*Hayvan materyali*: Araştırmada seksing işleminden sonra ayrılmış civcivlerden elde tutularak yetiştirilen ortalama 2.8 kg (2.4-3.3 kg) canlı ağırlığında, 20 haftalık, yumurta tipi, melcz Hisex-Brown, toplam 58 adet erişkin horoz kullanıldı. Horozlar 22 haftalık olduğunda başlayan denemeler 18 hafta sürdü.

*Yem materyali*: Deneme başlangıcı ve denemeler arasında tüm horozlar % 17.26 ham protein ve 2605 kcal/kg ME içeren temel rasyonla beslendi.

Mısır, buğday, arpa, yulaf, çavdar, soya fasulyesi küspesi, ayçiçeği küspesi, pamuk tohumu küspesi ve buğday kepeğinin GME düzeyleri belirlendi. Buğday ve buğday kepeği için iki farklı örnek seçildi.

*Zorla yemlemede kullanılan huni ve itici çubuk*: Zorla yemlemede 45 cm uzunluğunda olan bir huni ile 55 cm uzunluğunda olan bir itici çubuk kullanıldı (Resim 1).



Resim 1. Zorla yemlemede kullanılan huni ve itici çubuk.

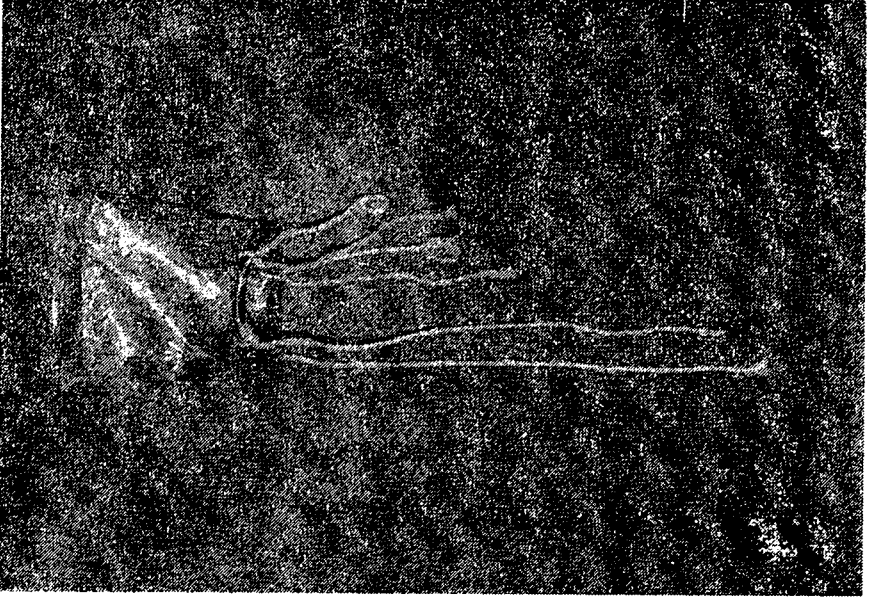
Figure 1. The funnel and plunger used in force feeding.

*Dışkı toplama takımı*: Kauçuk halkanın çevresini dört eşit parçaya bölen noktalardan ikisine 35'er cm uzunluğunda birer ip, diğer ikisine ise 15'er cm uzunluğunda ikişer ip bağlandı. 15 cm uzunluğunda bağlanan ikişer ipten birinin ucuna düğüm atılarak küçük bir halka yapıldı.

Dışkı toplama için kullanılacak naylon torbanın (16x30 cm boyutlarında) ağız kısmından 16 cm aşağıda, torbanın enine doğru olan hat üzerinde, kenarlardan 4 cm içeride olacak şekilde, içlerinden iplerin geçebileceği büyüklükte, torbanın iki yüzünde dört delik açıldı.

Naylon torba kauçuk halkanın içine sokulup, naylon torba üzerindeki karşılıklı iki delikten uzun, diğer iki delikten kısa olan ipler dıştan içe doğru geçirilip torbanın ağız kısmından dışarı çıkarıldı. Naylon torbanın deliklerden yukarı doğru olan kısmı kauçuk halkanın

üzerinden aşağı doğru ters çevrildi. Böylece dışkıının toplanacağı naylon torba kısmı üzerinde gagalama ve tele takılıp yırtılmaları önleyici bir kat oluşturuldu (Resim 2).



Resim 2. Dışkı toplama takımı.

Figure 2. The excreta collection harness with plastic bag.

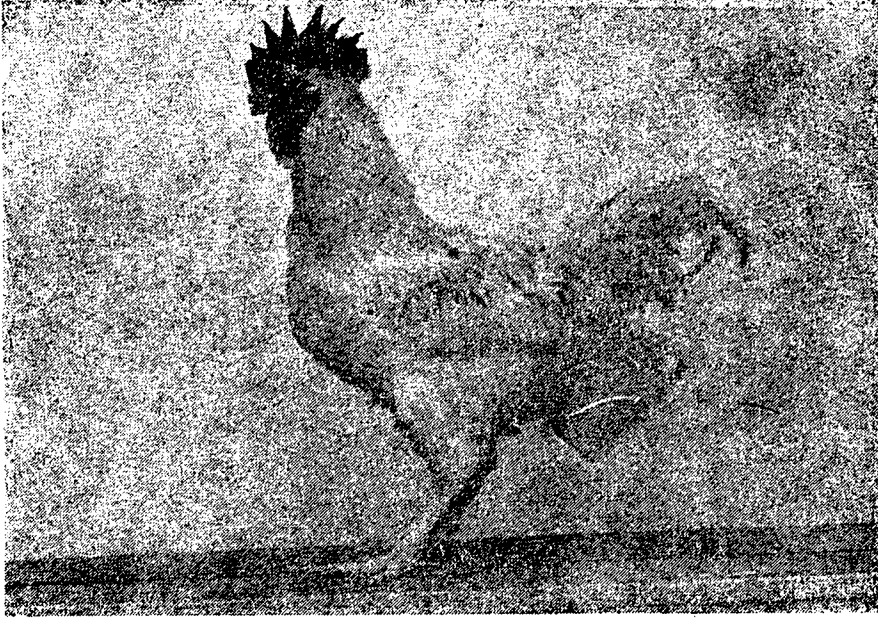
*Hayvanların denemeye hazırlanması:* Denemeler için birbirine yakın ağırlıkta olan horozlardan oluşan gruplar meydana getirildi. Denemenin başında, ortasında ve sonunda olmak üzere 3 kez metabolik-endojen dışkıyı ( $D_{m+e}$ ) ve yem hammaddelerinin GME'sini belirlemek için her grup araştırma boyunca 5'er defa denemeye alındı. Denemelerden önce kloaka çevresindeki tüyler kesildi.

*Yem hammaddelerinin hazırlanması:* Buğday kepeği dışındaki tüm yem hammaddeleri 3 mm çaplı eleğe sahip kırıcıdan geçirildi. Denemeye alınacak yemden ağız kapaklı plastik kapların içine hassas terazide 40 g tartıldı.

*Denemenin yapılması:* McNab ve Blair (12) tarafından ortaya konan yöntem, 50 g yerine 40 g yem numunesi verilmesi dışında aynı şekilde uygulandı. Yem hammaddesinin GME'sinin ve  $D_{m+e}$ 'nin saptanması için yapılan denemeler iki dönem olarak ele alınabilir.

1) Ön açlık dönemi: Denemeye alınacak gruptaki horozlar tek tek tartılarak önünde yemlik bulunmayan kafeslere bireysel olarak kondu. Horozlar 48 saat aç bırakıldı. Önlerinde sürekli olarak su bulunduruldu. Ön açlık döneminin başlangıcından sonraki 8. ve 32. saatlerde her birine % 50'lik glukoz ( $C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$ ) çözeltisinden 50 ml huni ile verildi.

2) Zorla yemeleme-dışkı toplama dönemi: Ön açlık dönemi bitiminde zorla yemlenecek horoz önce tartıldı ve 40 g yem hammadresi zorla yemeleme tekniği (29) ile verildi. Dışkı toplama takımı horoza hemen bağlandı (Resim 3). Birbirlerini ve terbalarını gagalamalarını önlemek amacıyla aralarında bir boş kafes bulunacak şekilde horozlar bireysel kafeslere konuldu. Kafes tabanının tümünü kaplayacak büyüklükteki tepsiler kafesin altına yerleştirildi. Horozların önünde sürekli olarak su bulunduruldu. Sindirim sistemindeki yem artıklarının tamamen boşalması için zorla yemlemeden sonraki 32. saatte her horoza 50 ml su huni ile verildi.



Resim 3. Dışkı toplama takımı bağlanmış horoz.

Figure 3. The cockerel attached with the excreta collection harness and plastic bag.

$D_{m+e}$ 'nin belirlenmesi amacıyla yem hammaddesi yerine % 100' lük glukoz çözeltisinden 50 ml (50 g glukoz) zorla yemleme tekniği ile horozlara verildi.

Dışkı toplama takımı 48. saatte çözümlenerek dışkı toplama torbaları numaralandırıldı, horozlar tartıldı, tepsilerde regurgite yem veya dışkı olup olmadığına bakıldı. Tepsilerinde regurgite yem olan horozlar deneme dışı bırakıldı. Horozlar önünde yemlik bulunan bireysel kafeslere konularak yemlendi.

Tablo 1'de denemenin yapılışı özetlenerek gösterilmiştir.

Tablo 1. Deneme planı.

Gün ve saat	Yem hammaddesinin GME'sinin belirlenmesi	$D_{m+e}$ 'nin belirlenmesi
Pazartesi 08.30 16.30	Yem kaldırılıp, horoz tartıldı. Huni ile 50 ml % 50'lik glukoz çözeltisi verildi.	Yem kaldırılıp, horoz tartıldı. Huni ile 50 ml % 50'lik glukoz çözeltisi verildi.
Salı 16.30	Huni ile 50 ml % 50'lik glukoz çözeltisi verildi.	Huni ile 50 ml % 50'lik glukoz çözeltisi verildi.
Çarşamba 8.30	Horoz tartıldı. Huni ile 40 g yem verildi. Dışkı toplama takımı bağlandı. Kafes altına tepsi konuldu.	Horoz tartıldı. Huni ile 50 ml % 100'lük glukoz çözeltisi verildi. Dışkı toplama takımı bağlandı. Kafes altına tepsi konuldu.
Perşembe 16.30	Huni ile 50 ml su verildi.	Huni ile 50 ml su verildi.
Cuma 08.30	Dışkı toplama takımı çözüldü. Horoz tartıldı. Dışkı 60°C'de kurutuldu.	Dışkı toplama takımı çözüldü. Horoz tartıldı. Dışkı 60°C'de kurutuldu.

*Dışkanın işlenmesi:* Dışkılar hava akımlı kurutma dolabında 60-65°C'de kurutuldu. Atmosferik nemde dengeye getirildikten sonra tartıldı ve değirmende öğütüldü.

*Denemeler arasında horozların beslenmesi:* Denemeden çıkan horozlar bireysel olarak temel rasyonla yemlendi. Günde 100-110 g yem verildi. Denemeden çıkan gruptaki horozlar 17 gün sonra % 81-94 oranında deneme başlangıcındaki canlı ağırlıklarına ulaştılar. Eski canlı ağırlığına ulaşan horozlar yeni bir denemeye alındılar.



*Temel rasyon, yem hammaddeleri ve dışkı numunelerinde yapılan analizler:* Temel rasyonun ve yem hammaddelerinin ham besin madde miktarları ile dışkı numunelerinin kuru madde ve ham protein miktarları A.O.A.C.'de (4) bildirilen analiz metotlarına göre belirlendi. Temel rasyonun ME düzeyi Carpenter ve Clegg (5) tarafından geliştirilen formül ile hesaplandı. Yem maddeleri ve dışkı numunelerinin HE'leri Gallenkamp Ballistic Bomb Calorimeter ile kcal olarak tayin edildi (3).

*Yem hammaddelerinde ME değerlerinin hesaplanması:* Bu hesaplamaları yapmak için aşağıda verilen formüller kullanıldı (34).

$$\boxed{TME = \frac{HE - DE}{YT}}$$

TME : Teorik metabolize olabilir enerji, kcal/g

HE : Tüketilen yemin ham enerjisi, kcal

DE : Atılan dışkı enerjisi, kcal

YT : Yem tüketimi, g

$$\boxed{TME_n = \frac{(HE - DE) - \text{Düzeltilmiş N}}{YT}}$$

TME<sub>n</sub>: Azota göre düzeltilmiş teorik metabolize olabilir enerji, kcal/g

$$\begin{aligned} \text{Düzeltilmiş N} &= \frac{N \text{ retensiyonu, g} \times K}{YT, g} \\ &= \frac{(\text{Tüketilen N, g} - \text{Atılan N, g}) \times K}{YT, g} \end{aligned}$$

K : 8.22 kcal, kanatlı tarafından tutulan ya da atılan 1 g azottaki enerji miktarı

$$\boxed{GME = \frac{(YE - DE) + (GE_m + IE_e)}{YT}}$$

GME : Gerçek metabolize olabilir enerji, kcal/g

$GE_m + \dot{I}E_e$  : Metabolik gübre enerjisi + endojen idrar enerjisi, kcal

$$GME_n = \frac{YE - [DE_n - (GE_m + \dot{I}E_e)_n]}{YT}$$

$GME_n$  : Azota göre düzeltilmiş gerçek metabolize olabilir enerji, kcal/g

$DE_n$  : Azota göre düzeltilmiş dışkı enerjisi, kcal  
 $DE_n = DE, \text{ kcal} + K (\text{Tüketilen N, g} - \text{Atılan N, g})$

$(GE_m + \dot{I}E_e)_n$  : Azota göre düzeltilmiş metabolik gübre + endojen idrar enerjisi, kcal

$(GE_m + \dot{I}E_e)_n = GE_m + \dot{I}E_e, \text{ kcal} + K (-GN_m + \dot{I}N_e, \text{ g})$

$GN_m + \dot{I}N_e$  : Metabolik gübre + endojen idrar azotu.

### Bulgular

Horozların  $D_{m+e}$ ,  $GE_m + \dot{I}E_e$ ,  $GN_m + \dot{I}N_e$  atım miktarları ile canlı ağırlık ve canlı ağırlık kayıplarına ait veriler Tablo 2'de gösterilmiştir. Ön açlığı takip eden 48 saat süresince toplanan  $D_{m+e}$ 'nin mik-

Tablo 2. Horozların  $D_{m+e}$ ,  $GE_m + \dot{I}E_e$ ,  $GN_m + \dot{I}N_e$  atım miktarları (kuru madde) ile canlı ağırlık ve canlı ağırlık kayıpları<sup>1</sup>

	$\bar{x}$	En az - En çok	$S\bar{x}$
$D_{m+e}$ atımı, g/horoz	3.90	2.16 - 6.97	0.16
$GE_m + \dot{I}E_e$ atımı			
$GE_m + \dot{I}E_e$ , kcal/horoz	12.49	6.82 - 21.14	0.47
$(GE_m + \dot{I}E_e)_n$ , kcal/horoz	5.83	3.00 - 12.86	0.20
$GE_m + \dot{I}E_e$ , kcal/kg canlı ağırlık	4.54	2.58 - 7.96	0.17
$GN_m + \dot{I}N_e$ atımı, g/horoz	0.81	0.28 - 1.90	0.05
Canlı ağırlık, g/horoz	2881	2585 - 3210	19.81
Canlı ağırlık kaybı <sup>2</sup> , g/horoz	207	135 - 325	4.64
Canlı ağırlık kaybı <sup>3</sup> , g/horoz	78	50 - 105	1.62

1: Her ortalama değer 62 gözlemin ortalamasıdır.

2: Deneme süresince (Ön açlık + dışkı toplama, 96 saat).

3: Dışkı toplama döneminde (48 saat).

tarı 3.90 g, içerdiği enerji ve azot sırasıyla 12.49 kcal ve 0.31 g olarak bulunmuştur.

Denemelerde kullanılan yem hammaddelerinin besin madde miktarları ile HE değerleri Tablo 3'de verilmiştir.

Yem hammaddelerinin in vivo yöntem ile ME değerlerinin belirlenmesinde denemeye ve değerlendirmeye alınan horoz sayıları, deneme başlangıcındaki canlı ağırlık ve canlı ağırlık kayıpları ile çevre sıcaklıkları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Denemeye alınan horozlardan buğday I, buğday II, ayçiçeği küspesi, pamuk tohumu küspesi ve buğday kepeği (kaba) için elde edilen birer ME değeri aşırı yüksek, mısır, arpa ve soya fasulyesi küspesi için elde edilen birer ME değeri ise aşırı düşük bulunduğu için dolayı değerlendirilmeye alınmamıştır. Buğday II ve ayçiçeği küspesi için yapılan denemelerde zorla yemleme sonrası birer horozun tepesinde regurgite yem gözlendiği için denemeden çıkarılmıştır. Buğday II'ye ait denemenin 72. saatinde bir horoz ölmüştür. Yapılan otopsinin makroskobik bulguları zorla yemleme işlemine ilişkin bir ölüm olmadığını göstermiştir.

Tüm denemelerde kullanılan horozların canlı ağırlıkları 2.385-3.335 kg arasında olup ortalama canlı ağırlık kaybının deneme süresince 150-210 g, dışkı toplama döneminde 58-84 g arasında olduğu belirlenmiştir.

Denemeler süresince çevre sıcaklığı 16-27°C arasında değişmiştir.

Alınan yem ve atılan dışkı miktarları ile bunlara ait azot ve enerji değerleri yem hammaddelerine göre düzenlenerek Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 6'da yem hammaddelerinin in vivo yöntem ile belirlenen ME (TME, TME<sub>n</sub>, GME, GME<sub>n</sub>) değerleri verilmiştir. Yem hammaddelerinin TME ve GME değerleri incelendiğinde standart sapması en düşük yemin mısır ve çavdar olduğu görülmektedir. Standart sapması en yüksek olan soya fasulyesi küspesi azota göre yapılan düzeltme ile standart sapması en çok düzelen yem olmuştur. Diğer tüm yemlerden farklı olarak yulafın TME<sub>n</sub> ve GME<sub>n</sub> değerlerindeki standart sapma, TME ve GME değerlerinden daha fazla bulunmuştur.

Tablo 3. Yem hammaddelerinin besin madde miktarları ve HE içerikleri (kuru maddede)

Yem hammaddesi	Kuru madde %	Ham protein %	Ham yağ %	Ham sellüloz %	Ham kül %	Azotsuz öz madde %	HE kcal/kg
Mısır	90.10	10.01	4.29	2.40	1.30	82.00	4929
Buğday I	89.36	13.50	2.37	3.08	2.17	78.88	4633
Buğday II	89.68	14.51	1.81	2.34	1.72	79.62	4812
Arpa	90.39	13.22	2.31	5.39	3.47	75.61	4647
Yulaf	92.08	13.20	6.49	11.36	3.73	65.22	4850
Çavdar	90.13	10.02	1.92	2.25	1.93	83.88	4700
Soya fasulyesi küspesi	92.66	51.00	0.96	6.83	8.06	33.15	4955
Ayçiçeği küspesi	92.73	36.03	2.55	16.47	6.97	37.98	4942
Pamuk tohumu küspesi	92.05	38.71	0.74	15.65	6.46	38.44	4756
Buğday kepeği (Kaba)	91.73	17.73	4.86	9.62	6.25	61.54	4825
Buğday kepeği (İnce)	89.40	18.33	5.29	5.64	3.52	67.22	4987

Tablo 4. Yem hammaddelerine göre horozların canlı ağırlık ve canlı ağırlık kayıpları ile deneme süresince sıcaklıklar

Yem hammaddesi	n <sup>1</sup>	n <sup>2</sup>	Deneme başlangıcındaki canlı ağırlık, g		Canlı ağırlık kaybı <sup>3</sup> , g		Canlı ağırlık kaybı <sup>4</sup> , g		Ortalama sıcaklık, °C
			$\bar{x} \pm S\bar{x}$	En az - En çok	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	En az - En çok	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	En az - En çok	
Mısır	16	15	2971 $\pm$ 19.51	2885 — 3150	180 $\pm$ 10.49	115 — 265	70 $\pm$ 6.46	50 — 150	26 $\pm$ 1
Buğday I	16	15	2671 $\pm$ 18.77	2575 — 2790	163 $\pm$ 10.08	105 — 235	67 $\pm$ 5.02	30 — 100	18 $\pm$ 2
Buğday II	20	17	2602 $\pm$ 47.60	2385 — 2870	154 $\pm$ 8.09	110 — 265	58 $\pm$ 2.94	35 — 75	22 $\pm$ 2
Arpa	20	19	2811 $\pm$ 40.99	2515 — 3065	208 $\pm$ 7.60	160 — 270	79 $\pm$ 3.38	50 — 115	24 $\pm$ 2
Yulaf	17	17	2829 $\pm$ 27.07	2700 — 3050	206 $\pm$ 7.61	165 — 280	63 $\pm$ 2.35	50 — 85	26 $\pm$ 1
Çavdar	16	16	2949 $\pm$ 34.02	2745 — 3200	198 $\pm$ 7.49	130 — 250	84 $\pm$ 4.17	65 — 135	18 $\pm$ 2
Soya fasulyesi küspesi	17	16	2591 $\pm$ 13.78	2510 — 2700	153 $\pm$ 6.89	100 — 200	62 $\pm$ 3.09	45 — 90	26 $\pm$ 1
Ayçiçeği küspesi	16	14	2639 $\pm$ 24.35	2545 — 2775	150 $\pm$ 9.36	110 — 220	58 $\pm$ 3.65	35 — 90	27 $\pm$ 1
Pamuk tohumu küspesi	16	15	2898 $\pm$ 25.07	2760 — 3035	181 $\pm$ 8.16	130 — 255	66 $\pm$ 4.83	25 — 95	23 $\pm$ 2
Buğday kepeği (Kaba)	16	15	2742 $\pm$ 22.70	2615 — 2865	210 $\pm$ 7.38	155 — 255	75 $\pm$ 2.56	55 — 90	25 $\pm$ 1
Buğday kepeği (İnce)	16	16	3141 $\pm$ 30.52	2920 — 3335	198 $\pm$ 7.93	130 — 245	78 $\pm$ 3.44	50 — 100	16 $\pm$ 2

1 : Denemeye alınan horoz sayısı.

2 : Değerlendirmeye alınan horoz sayısı.

3 : Deneme süresince (Ön açlık + dışkı toplama dönemlerinde, 96 saat).

4 : Dışkı toplama dönemlerinde (48 saat).

Tablo 5. Alınan yem ve atılan dışkı miktarları ile bunların azot ve enerji değerleri (kuru maddede)

Yem hammaddesi	n	Alınan yem, g	Alınan azot, g	Alınan enerji, kcal	Atılan dışkı, g		Atılan azot, g		Atılan enerji, kcal	
					$\bar{x} \pm S\bar{x}$	En az - En çok	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	En az - En çok	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	En az - En çok
Mısır	15	36.04	0.58	177.64	6.14 $\pm$ 0.21	4.97 — 7.98	0.63 $\pm$ 0.06	0.22 $\pm$ 1.08	25.38 $\pm$ 0.92	20.38 — 32.89
Buğday I	15	35.74	0.77	165.58	9.44 $\pm$ 0.31	6.60 — 11.86	1.22 $\pm$ 0.08	0.54 — 1.79	36.77 $\pm$ 1.12	26.95 — 45.42
Buğday II	17	35.87	0.83	172.61	9.24 $\pm$ 0.29	6.60 — 10.95	1.21 $\pm$ 0.08	0.51 — 1.67	35.96 $\pm$ 1.04	27.63 — 41.60
Arpa	19	36.16	0.76	168.04	10.59 $\pm$ 0.33	7.14 — 12.71	1.04 $\pm$ 0.07	0.28 — 1.61	43.08 $\pm$ 1.19	30.42 — 50.83
Yulaf	17	36.83	0.78	178.63	13.52 $\pm$ 0.33	11.88 — 15.74	0.91 $\pm$ 0.06	0.56 — 1.42	58.27 $\pm$ 1.45	49.54 — 67.04
Çavdar	16	36.05	0.58	169.44	11.07 $\pm$ 0.20	9.65 — 12.50	1.30 $\pm$ 0.05	1.02 — 1.69	49.31 $\pm$ 0.93	41.82 — 56.34
Soya fasulyesi küspesi	16	37.06	3.02	183.63	17.07 $\pm$ 0.77	13.20 — 23.69	1.96 $\pm$ 0.19	0.78 — 3.23	65.13 $\pm$ 1.81	53.17 — 79.93
Ayçiçeği küspesi	14	37.09	2.14	183.30	21.92 $\pm$ 0.43	19.44 — 14.54	1.65 $\pm$ 0.10	0.82 — 2.28	90.01 $\pm$ 1.46	80.50 — 100.10
Pamuk tohumu küspesi	15	36.82	2.28	175.12	23.95 $\pm$ 0.38	21.45 — 25.45	2.27 $\pm$ 0.09	1.70 — 2.90	98.83 $\pm$ 1.41	89.26 — 105.84
Buğday kepeği (Kaba)	15	36.69	1.04	177.07	20.43 $\pm$ 0.35	18.41 — 22.67	0.92 $\pm$ 0.08	0.54 — 1.66	92.16 $\pm$ 1.51	85.52 — 100.04
Buğday kepeği (İnce)	16	35.76	1.05	178.34	18.18 $\pm$ 0.31	16.74 — 21.25	1.73 $\pm$ 0.10	1.28 $\pm$ 2.98	72.95 $\pm$ 1.02	64.85 — 78.96

Tablo 6. Yem hammaddelerinin in vivo yöntem ile belirlenen ME değerleri (kuru maddede)

Yem hammaddesi	n	TME, kcal/kg		TME <sub>n</sub> , kcal/kg		GME, kcal/kg		GME <sub>n</sub> , kcal/kg	
		$\bar{x} \pm S\bar{x}$	En az-En çok	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	En az- En çok	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	En az- En çok	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	En az-En çok
Mısır	15	4225 $\pm$ 25.65	4016 -- 4363	4236 $\pm$ 22.58	4131 -- 4430	4572 $\pm$ 25.64	4363 -- 4710	4398 $\pm$ 22.61	4293 -- 4592
Buğday I	15	3604 $\pm$ 31.22	3362 -- 3879	3707 $\pm$ 18.80	3586 -- 3839	3953 $\pm$ 31.21	3711 -- 4228	3870 $\pm$ 18.87	3748 -- 4003
Buğday II	17	3810 $\pm$ 28.88	3652 -- 4042	3895 $\pm$ 15.15	3802 -- 3992	4158 $\pm$ 28.88	4000 -- 4390	4058 $\pm$ 15.11	3965 -- 4154
Arpa	19	3456 $\pm$ 32.98	3241 -- 3806	3518 $\pm$ 23.30	3341 -- 3696	3802 $\pm$ 32.97	3587 -- 4152	3679 $\pm$ 23.31	3503 -- 3858
Yulaf	17	3268 $\pm$ 39.24	3030 -- 3505	3297 $\pm$ 39.42	3012 -- 3587	3607 $\pm$ 39.24	3369 -- 3844	3455 $\pm$ 39.41	3170 -- 3745
Çavdar	16	3332 $\pm$ 25.74	3137 -- 3540	3497 $\pm$ 25.43	3339 -- 3695	3679 $\pm$ 25.74	3484 -- 3887	3659 $\pm$ 24.53	3501 -- 3857
Soya fasulyesi küspesi	16	3198 $\pm$ 48.71	2798 -- 3520	2962 $\pm$ 26.29	2765 -- 3199	3535 $\pm$ 48.71	3135 -- 3857	3120 $\pm$ 26.32	2923 -- 3357
Ayçiçeği küspesi	14	2515 $\pm$ 39.50	2243 -- 2772	2406 $\pm$ 31.39	2214 -- 2599	2852 $\pm$ 39.50	2580 -- 3109	2564 $\pm$ 31.31	2371 -- 2756
Pamuk tohumu küspesi	15	2071 $\pm$ 38.36	1882 -- 2332	2069 $\pm$ 29.47	1890 -- 2241	2411 $\pm$ 38.39	2221 -- 2671	2228 $\pm$ 29.34	2049 -- 2399
Buğday kepeği (Kaba)	15	2314 $\pm$ 41.08	2099 -- 2553	2288 $\pm$ 33.61	2077 -- 2477	2655 $\pm$ 41.07	2440 -- 2894	2447 $\pm$ 33.59	2236 -- 2636
Buğday kepeği (İnce)	16	2947 $\pm$ 28.56	2779 -- 3174	3104 $\pm$ 24.14	2918 -- 3284	3296 $\pm$ 28.56	3128 -- 3523	3267 $\pm$ 24.19	3081 -- 3448

### Tartışma ve Sonuç

Araştırmada kullanılan dışkı toplama takımının çeşitli araştırmalarda (2,15,29,33) önerilenlerden daha başarılı bir kullanım oranına sahip olduğu denemeler sırasında belirlendi. Dışkı toplama takımının oluşturulmasında kullanılan kauçuk halkanın ağırlığının hafif olması nedeniyle horozlar daha az strese girdi. Bunun yanında kauçuk halkanın çapının geniş ve yapısının esnek olması, horoza bağlanan dışkı toplama takımının kloaka çevresine geniş bir daire şeklinde tam olarak oturmasını sağladı. Böylece kauçuk halkanın kloakanın yan tarafına kayması sonucu, dışkının torba dışına yapılması ihtimali en az düzeye indirilmeye çalışıldı. Bağlama takımı kurdele veya şeritler yerine kalın ip ile düğüm atılarak kolay ve pratik bir şekilde hazırlandı. Ayrıca bağlandığında horozların gagaları ile ipi çözebilme ihtimali diğerlerine göre daha azdı. Dışkı toplama torbası ve bağlama takımının bir araya getirilerek dışkı toplama takımını hazırlama işleminin pratik olması yanında dışkının toplanacağı naylon torba kısmı üzerinde koruyucu bir kat oluşturulması torbanın delinme olasılığını en aza indirdi.

Yapılan bazı araştırmalarda, dışkı toplama takımının kayması veya torbanın delinmesi sonucu dışkı toplanamaması nedeniyle denemeye alınan horozların % 8-17'sinin (32), % 0-22'sinin (33) ve % 25-45'nin (30) denemeden çıkarıldığı bildirilmiştir. Denemelerde zorla yemlenen horozlara dışkı toplama takımının bağlanması yanında koyuldukları kafes altına tepsi yerleştirildi. Tepsi yerleştirme işlemi fazla bir emek gerektirmesine karşın hem regurgite yemin daha rahat gözlenmesini sağlaması, hem de dışkı toplama takımının kısmi çözülmesi ya da kayması sonucu tepside biriken dışkının toplanıp denemeye alınan horoz sayısının azalmasını önlemesi açısından gerekli görüldü. Kimi denemelerde tüm dışkı torbada toplandığı halde kiminde tepsi-lerde % 12'ye varan oranlarda dışkıya rastlandı. Bununla birlikte tepsi-lerdeki dışkılar toplanıp tartılabildiği için denemeden çıkarılan horoz olmadı.

Denemelerde zorla yemleme işlemi kırılmış buğdaygil taneleri ve küspeler için 2-3 dakika, kepekler için 3-5 dakikalık bir sürede tamamlandı. Zorla yemleme işlemi için Wehner ve Harold (37) 3-13 dakika, Sibbald (29) ise 1 dakikadan az bir sürenin gerektiğini belirtmişlerdir. Bildirilen bu sürelerin birbirinden çok farklı olmasının nedeni çeşitli faktörlere bağlı olabilir. İşlemi uygulayan kişilerin tecrü-



besi başta olmak üzere verilecek yem numunesinin miktarı, yemin formu (tane, öğütülmüş, pelet), fiziksel özelliği (birim hacimdeki ağırlık, su ile karıştırma), kullanılan huninin iç çapının genişliği ve horozun tabiatı bu faktörleri oluşturur.

Dışkı toplama döneminde (48 saat) canlı ağırlık kaybı;  $D_{m+e}$ 'nin belirlendiği denemelerde 50-105 g, yem hammaddelerinin GME'sinin belirlendiği denemelerde 25-150 g arasında değişti. Benzeri bir çalışmada (12),  $D_{m+e}$ 'yi belirlemek için 48 saatlik ön açlık sonrası 50 g glukoz ile zorla yemlenen horozların 48 saatlik dışkı toplama dönemindeki canlı ağırlık kaybı 61 g olmuştur.  $D_{m+e}$ 'nin belirlendiği başka bir çalışmada (24), ortalama 2.35 kg (1.80-3.39 kg) canlı ağırlığındaki horozlardan 24 saatlik ön açlık dönemini takip eden 24 saatte dışkı toplanmıştır. Dışkı toplama dönemindeki ortalama canlı ağırlık kaybı 63.2 g (10-270 g) olarak saptanmıştır. Ön açlık (24 saat) sonrası 45'er g mısır ve yulaf ile zorla yemlenen gruplarda 48 saatlik dışkı toplama dönemindeki canlı ağırlık kaybı sırasıyla ortalama 75 ve 103 g olmuştur (27).

Araştırmada deneme dönemi süresince (96 saat) kaybettikleri canlı ağırlığı ortalama 17 günde yeniden kazanan horozlar, canlı ağırlık kazanmaya eğilim gösterdiler ve her yeni bir denemeye bir önceki denemeden daha fazla canlı ağırlık ortalaması ile alındılar. Sibbald ve Wolynetz (28) tarafından yapılan bir çalışmada da aynı durumun gözlemlendiği bildirilmiştir.

GME denemelerinde tespit edilen  $D_{m+e}$ 'nin miktarı ve bileşimi kanatlıların canlı ağırlığı, vücut kompozisyonu, bazal metabolik hız enerji ihtiyacı (13,24,25), yemdeki nötral deterjan fiber içeriği (7), rasyon alım düzeyi (11) ve çevre ısı (39) gibi çok çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir.

Yapılan bir çalışmada (8), 48 saat ön açlığı takip eden ve günlük 30 g dekstrozun zorla yemleme tekniği ile verildiği ortalama 3.3 kg canlı ağırlığındaki horozlardan 48 saat süresince toplanan  $D_{m+e}$  ile 12.91 kcal/horoz enerji ve 0.77 g/horoz azot atımı olduğu belirlenmiştir. McNab ve Blair (12) ise  $D_{m+e}$  ile enerji atımını 14.86 kcal/horoz, azota göre düzeltilmiş enerji atımını 6.66 kcal/horoz ve azot atımını 1.02 g/horoz olarak tespit etmiştir. Araştırmada bulunan sonuçlar (Tablo 2) bu çalışmalarda bildirilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

Buğday I, arpa, yulaf, çavdar, pamuk tohumu küspesi ve buğday kepeği (kaba ve ince) için belirlenen GME değerlerinin yapılan çeşitli araştırmalarda (6,17,20,21,23,26,29,33,35) bildirilen değerlerle karşılaştırıldığında uyum içinde oldukları görülmüştür.

Mısır (18,29,30), buğday II (1,29), soya fasulyesi küspesi (29,35) ve ayçiçeği küspesi (7,21) için bazı literatürlerde bildirilen değerlerin bulunan GME değerlerinden düşük olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte mısır ve soya fasulyesi küspesi için bulunan GME değerlerine benzer değerler bazı araştırmacılar (20,38) tarafından da bildirilmiştir. Ayrıca en yüksek GME değerleri olarak buğday için 3900-4000 kcal/kg (17,23,29) ve ayçiçeği küspesi için 2575-2585 kcal/kg (17,21, 29) değerlerine rastlanmıştır.

Salmon (16) tarafından farklı 33 buğday numunesinin GME değerlerinin 3060-3950 kcal/kg KM arasında değiştiği belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada (21) farklı 32 yulaf numunesinin GME değerleri 2940-4280 kcal/kg KM olarak tespit edilmiştir.

Tepsi ve dışkı toplama takımı kullanılarak yapılan denemelerde sırasıyla kcal/kg KM olarak mısır için 3750 ve 3920 (32), 3895 ve 4063 (33), soya fasulyesi küspesi için 2567 ve 2839 (32), 2626 ve 2820 (33) GME, buğday için 3585 ve 3824 (35) GME<sub>n</sub> değerleri saptanmıştır. Tepsi ile dışkı toplanarak elde edilen GME ve GME<sub>n</sub> değerleri, dışkı toplama takımı ile dışkı toplanarak elde edilenlerden sırasıyla 72-215 kcal/kg ve 96-143 kcal/kg daha düşük bulunmuştur (30).

Yapılan bu çalışmada mısır, buğday II, soya fasulyesi küspesi ve ayçiçeği küspesi için gözlenen yüksek GME değerlerinin belirlenmesinde değişik faktörlerin (yem hammaddesinin varyetesi, dışkı toplama takımı kullanılması gibi) etkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Wolynetz ve Sibbald (38) tarafından yapılan bir çalışmada, 79 g yem kuru maddesi alım düzeyinde yulafın TME<sub>n</sub> ve GME<sub>n</sub> değerlerindeki standart sapmanın TME ve GME değerlerinden daha fazla bulunduğu izlenmiştir. Yapılan bu çalışmada da yulaf için standart sapma açısından benzer bulgular elde edilmiştir (Tablo 6).

Arpa, soya fasulyesi küspesi, ayçiçeği küspesi, pamuk tohumu küspesi ve buğday kepeğinde (kaba) TME<sub>n</sub> değerleri TME değerlerinden, tüm yemlerde GME<sub>n</sub> değerleri GME değerlerinden daha düşük olarak belirlendi (Tablo 6). ME değerleri arasındaki ilişkilerin incelenmediği araştırma (38) ile bu bulgular uyum içindedir.

Günümüzde kanatlı beslemede kullanılan yem hammaddeleri ve karma yemlerin ME değerlerinin belirlenmesinde, rutin olarak kullanılabilir standardize bir yöntem gereksinim olduğu gerçektir. GME tayininin; az sayıda hayvana (6 horcza) ihtiyaç olması, kısa sürede (96 saatte) tamamlanabilmesi, az miktarda yem numunesine (200-300 g) gereksinim duyulması ve pahalı analizlere gereksinim olmaması gibi avantajları vardır. Ayrıca GME tayini ile yem tüketim düzeyine, yem işleme tekniklerine ve kanatlıya (tür, ırk, cinsiyet, yaş, fizyolojik durum) bağlı olmayan ve daha az değişken tekrarlanabilirlik oranı yüksek veriler elde edilmektedir. Bu nedenlerle yakın gelecekte kanatlı rasyonlarının hazırlanmasında GME değerlerinin kullanılma ihtimali oldukça yüksektir. Bununla birlikte Türkiye'de yetiştirilen yem hammaddelerinin GME değerlerinin rasyon hazırlamada kullanılabilmesi, bu konuda daha fazla araştırma yapılması ve veri elde edilmesi ile mümkün olacaktır.

#### Kaynaklar

1. **Allen, R.D.** (1990): *Ingredient analysis table: 1990 edition*. Feedstuffs, 62(31): 24-31.
2. **Almeida, I.A. and Baptista, E.S.** (1984): *A new approach to the quantitative collection of excreta from birds in a true metabolizable energy bioassay*. Poultry Sci., 63: 2501-2503.
3. **Anonim** (1970): "*Ballistic Bomb Calorimeter*". A. Gallenkamp and Co. Ltd., Gallenkamp, London.
4. **A.O.A.C.** (1984): "*Official Methods of Analysis: Association of Official Analytical Chemists*". 14th ed., Inc. Arlington, Virginia.
5. **Carpenter, K.J. and Clegg, K.M.** (1956): *The metabolizable energy of poultry feeding-stuffs in relation to their chemical composition*. J. Sci. Food Agric., 7: 45-51.
6. **Dale, N.M. and Fuller, H.L.** (1984): *Correlation of protein content of feedstuffs with the magnitude of nitrogen correction in true metabolizable energy determinations*. Poultry Sci., 63: 1008-1012.
7. **Farrell, D.J.** (1981): *An assessment of quick bioassays for determining the true metabolizable energy and apparent metabolizable energy of poultry feedstuffs*. World's Poultry Sci. J., 37(2): 72-83.
8. **Farrell, D.J., Thomson, E., du Preez, J.J. and Hayes, J.P.** (1991): *The estimation of endogenous excreta and the measurement of metabolizable energy in poultry feedstuffs using four feeding systems, four assay methods and four diets*. Brit. Poultry Sci., 32: 483-499.
9. **Hill, F.W. and Anderson, D.L.** (1958): *Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chick*. J. Nutr., 64: 587-603.
10. **Kessler, J.W. and Thomas, O.P.** (1981): *The effect of cecectomy and extension of the collection period on the true metabolizable energy values of soybean meal, feather meal, fish meal and blood meal*. Poultry Sci., 60: 2639-2647.

11. **Kussaibati, R., Guillaume, J. and Leclercq, B.** (1982): *The effects of endogenous energy, type of diet and addition of bile salts of true metabolizable energy values in young chicks.* Poultry Sci., 61: 2218-2223.
12. **McNab, M.J. and Blair, J.C.** (1988): *Modified assay for true and apparent metabolizable energy based on tube feeding.* Brit. Poultry Sci., 29: 697-707.
13. **Miski, A.M.A. and Quazi, S.** (1981): *Influence of age and sex of growing broiler chicks and body weight of roosters on their endogenous and metabolic energy losses.* Poultry Sci., 60: 781-785.
14. **Pesti, G.M. and Edwards, H.M.** (1983): *Metabolizable energy nomenclature for poultry feedstuffs.* Poultry Sci., 62: 1275-1280.
15. **Revington, W.H., Acar, N. and Moran, E.T.** (1991): *Research not: cup versus tray excreta collections in metabolizable energy assays.* Poultry Sci., 70: 1265-1268.
16. **Salmon, R.E.** (1984): *True metabolizable energy and dry matter contents of some feedstuffs.* Poultry Sci., 63: 381-383.
17. **Schang, M.J. and Hamilton, R.M.G.** (1982): *Comparison of two direct bioassays using adult cocks and four indirect methods for estimating the metabolizable energy content of different feedingstuffs.* Poultry Sci., 61: 1344-1353.
18. **Shires, A., Robblee, A.R., Hardin, R.T. and Clandinin, D.R.** (1979): *Effect of the previous diet, body weight and duration of starvation of the assay bird on the true metabolizable energy value of corn.* Poultry Sci., 58: 602-608.
19. **Sibbald, I.R., Summers, J.D. and Slinger, S.J.** (1960): *Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feeds.* Poultry Sci., 39: 544-556.
20. **Sibbald, I.R.** (1976): *A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs.* Poultry Sci., 55: 303-308.
21. **Sibbald, I.R.** (1977): *The true metabolizable energy values of some feedingstuffs.* Poultry Sci., 56: 380-382.
22. **Sibbald, I.R.** (1977): *The effect of level of feed input on true metabolizable energy values.* Poultry Sci., 56: 1662-1663.
23. **Sibbald, I.R. and Price, K.** (1977): *True and apparent metabolizable energy values for poultry of canadian wheats and oats measured by bioassay and predicted from physical and chemical data.* Can. J. Anim. Sci., 57: 365-374.
24. **Sibbald, I.R. and Price, K.** (1978): *The metabolic and endogenous energy losses of adult roosters.* Poultry Sci., 57: 556-557.
25. **Sibbald, I.R.** (1981): *Metabolic plus endogenous energy excretion by fowl.* Poultry Sci., 60: 2672-2677.
26. **Sibbald, I.R. and Morse, P.M.** (1983): *Effects of the nitrogen correction and of feed intake on true metabolizable energy values.* Poultry Sci., 62: 138-142.
27. **Sibbald, I.R. and Morse, P.M.** (1983): *Provision of supplemental feed and the application of a nitrogen correction in bioassays for true metabolizable energy.* Poultry Sci., 62: 1587-1605.
28. **Sibbald, I.R. and Wolynetz, M.S.** (1984): *A longitudinal study of energy and nitrogen excretion by fasted cockerels.* Poultry Sci., 63: 691-702.

29. **Sibbald, I.R.** (1986): *The T.M.E. system of feed evaluation: methodology, feed composition data and bibliography*. Tech. Bull. 1986-4E. Res. Brach. Agric. Canada.
30. **Sibbald, I.R. and Wolynetz, M.S.** (1986): *Comparison of three methods of excreta collection used in estimation of energy and nitrogen excretion*. Poultry Sci., 65: 78-84.
31. **Sibbald, I.R. and Wolynetz, M.S.** (1987): *True and apparent metabolizable energy*. Brit. Poultry Sci., 28: 782-784.
32. **Sibbald, I.R. and Wolynetz, M.S.** (1987): *A comparison on the amounts of energy and nitrogen voided as excreta by cockerels housed over trays or fitted with harnesses and plastic collection bags*. Poultry Sci., 66: 1987-1994.
33. **Sibbald, I.R. and Wolynetz, M.S.** (1988): *Comparisons of bioassay for true metabolizable energy adjusted to zero nitrogen balance*. Poultry Sci., 67: 1192-1202.
34. **Sibbald, I.R.** (1989): *Metabolizable energy evaluation of poultry diets*, pages 12-26. In: "Recent Developments in Poultry Nutrition". Ed. by D.J.A. Cole and W. Haresign, 1st ed., Anchor Press Ltd., Essex.
35. **Sibbald, I.R. and Wolynetz, M.S.** (1989): *Research note: effect of acclimatization to an excreta-collection harness on excreta energy voided during a nitrogen corrected true metabolizable energy bioassay*. Poultry Sci., 68: 1707-1709.
36. **Titus, H.W., Mehring, A.L., Johnson, D., Nesbitt, L.L. and Tomas, T.** (1959): *An evaluation of M.C.F. (micro-cell-fat), a new type of fat product*. Poultry Sci., 38: 1114-1119.
37. **Wehner, G.R. and Harold, R.L.** (1982): *The effect of feeding techniques on the true metabolizable energy value of yellow corn*. Poultry Sci., 61: 595-597.
38. **Wolynetz, M.S. and Sibbald, I.R.** (1984): *Relationships between apparent and true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction*. Poultry Sci., 63: 1386-1399.
39. **Yamazaki, M. and Zi-Yi, Z.** (1982): *A note on the effect of temperature on true and apparent metabolizable energy values of a layer diet*. Brit. Poultry Sci., 23: 447-450.