

## KANATLILARDA GERÇEK METABOLİZE OLABİLİR ENERJİ TAYİNİ

Ahmet Gökhan Önal<sup>1</sup>

### The determination of true metabolizable energy in poultry

**Summary:** *There are several methods for assessing the metabolizable energy content of poultry feedstuffs. There are advantages and disadvantages associated with each methods. One of these methods in is vivo true metabolizable energy.*

*True metabolizable energy values are usually independent of feed (level of feed intake, composition of basal ration and feed palatability), and bird (species, strain, sex, age, physiological state of the assay bird). Less variable and high reproducibility of data are obtained. It is also relatively rapid, requires a small quantity of test material, involves few animals and involves no expensive analyses.*

*This review attempts to explain the true metabolizable energy and arguments about this method.*

**Özet:** *Kanatlı yem maddelerinin metabolize olabilir enerji miktarını belirlemek için kullanılan birçok yöntem vardır. Her yöntemin avantaj ve dezavantajları bulunur. Bu yöntemlerden biri de invivo olarak gerçek metabolize olabilir enerji tayinidir.*

*Gerçek metabolize olabilir enerji tayini ile yeme (yem tüketim düzeyi, temel rasyonun bileşimi ve yemin lezzetine göre seçilip tüketilmesi), kanatlıya (tür, ırk, cinsiyet, yaş, fizyolojik durum) bağlı olmayan ve daha az değişken, tekrarlanabilirlik oranı yüksek veriler elde edilmektedir. Ayrıca gerçek metabolize olabilir enerji tayininin; kısa sürede tamamlanabilmesi, az miktarda yem numunesine gereksinim duyulması, az sayıda hayvana ihtiyaç olması ve pahalı analizlere gereksinim olmaması gibi avantajları da vardır.*

*Bu derleme, gerçek metabolize olabilir enerji tayini ile bu yöntem üzerine yapılan eleştirileri içermektedir.*

<sup>1</sup> Dr., AÜ Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastahkları Anabilim Dalı, Ankara.

## Giriş

Enerji üretimi besin maddelerindeki kimyasal enerjinin organizmada şekil değiştirmesi veya oksidasyonla mekanik enerjiye ya da ısı enerjisine dönüşmesi sırasında meydana gelir. Kanatlı tarafından alınan yem enerjisinin dağılım Şekil 1'de görülmektedir (76).

Kanatlı dışındaki (gübre — idrar) enerji iki bölümden oluşur (62, 76).

### 1) Gübre enerjisi

a- Yem kaynaklı gübre enerjisi.

b- Endojen kaynaklı gübre enerjisi: Mikroflora ve mikrobiyal atıklardan oluşur. Yem kaynaklı gübre enerjisinin bir bölümü olarak ele alınabilir.

c- Metabolik kaynaklı gübre enerjisi: Sindirim sıvıları, safra ve yıpranmış barsak mukozasından kaynaklanır.

### 2) İdrar enerjisi

a- Yem kaynaklı idrar enerjisi.

b- Metabolik kaynaklı idrar enerjisi: Doku katabolizma ürünlerinden kaynaklanır. Doku sentezi sırasında oluşan katabolizma ürünlerinden de şekillenebilir.

c- Endojen kaynaklı idrar enerjisi: Protein döngüsü sonucu açığa çıkan artık ürünler ve doku döküntülerinden kaynaklanır.

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.

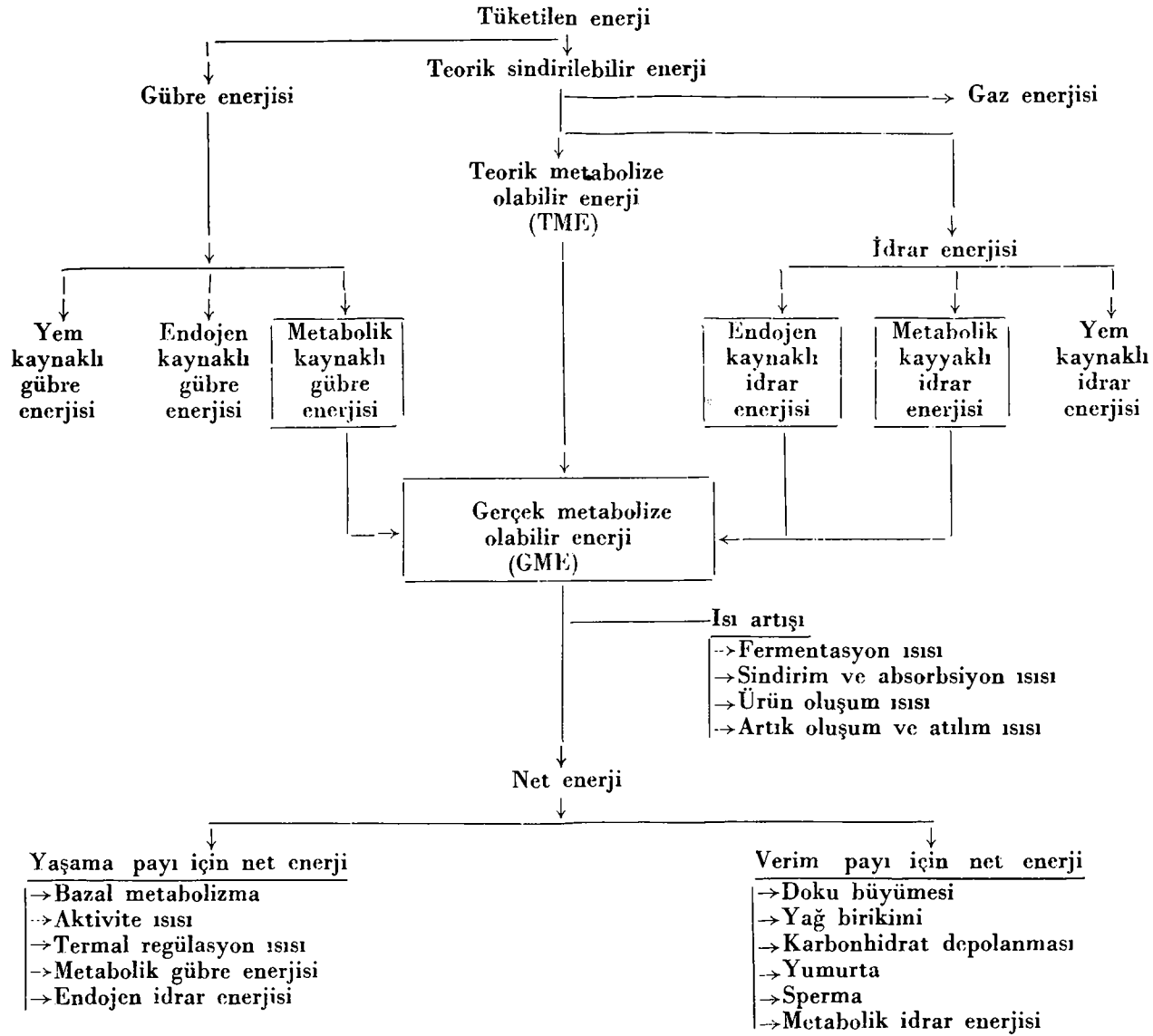
## TME ve GME'nin Belirlenmesi

Yem enerjisinden dışı enerji çıkartılarak bulunan *teorik metabolize olabilir enerjinin* (TME) belirlenmesinde iki varsayım yapılır (48).

1) Bir yem maddesinin TME değeri rasyonda bulunan diğer yem maddelerinin TME değerine bağımlı değildir.

2) Bir yem maddesinin TME değeri kanatlıların yaşına ve ırkına göre değişmemektedir.

Şekil 1. Kanatlılarda tüketilen yem enerjisinin dağılımı



TME içinde yer alan *metabolik gübre enerjisi ve endojen idrar enerjisinin* ( $GE_m + IE_e$ ) çıkarılmasıyla *gerçek metabolize olabilir enerji* (GME) elde edilir (40).

GME değerlerinin belirlenmesinde de iki varsayımda bulunulur (69).

1) Önceden aç bırakılan kanatlılarda alınan yem enerjisi ve atılan dışkı enerjisi arasında doğrusal bir ilişki vardır.

2) Doğrunun sıfır tüketimini kestiği nokta  $GE_m + IE_e$  kaybını belirler. TME ve GME arasındaki fark, dışkıdaki yem kaynaklı enerji ile  $GE_m + IE_e$ 'nin birlikte ele alınıp alınmamasından dolayıdır (40).

Yem maddelerinde ME değerlerinin hesaplanmasında aşağıda verilen formüller kullanılır (81).

$$TME = \frac{(Y_t \times HE_y) - (D \times HE_d)}{Y_t}$$

TME : Teorik metabolize olabilir enerji/g yem

$Y_t$  : Yem tüketimi, g

D : Dışkı miktarı, g

$HE_y$  : Ham enerji/g yem

$HE_d$  : Ham enerji/g dışkı

$$TME_n = \frac{[(Y_t \times HE_y) - (D \times HE_d)] - (NR \times k)}{Y_t}$$

$TME_n$  : Azota göre düzeltilmiş teorik metabolize olabilir enerji/g yem

NR : Azot retensiyonu =  $(Y_t \times N_y) - (D \times N_d)$

$N_y$  : Azot/g yem, g

$N_d$  : Azot/g dışkı, g

k : 8.22 veya 8.73 kcal/g azot, kanatlı tarafından tutulan ya da atılan 1 g azottaki enerji miktarı

$$GME = \frac{[(Y_t \times HE_y) - (D \times HE_d)] + (GE_m + IE_e)}{Y_t}$$

GME : Gerçek metabolize olabilir enerji/g yem

$GE_m + IE_e$  : Metabolik gübre enerjisi + endojen idrar enerjisi

$$GME_n = \frac{[(Y_t \times HE_y) - (D \times HE_d) - (NR \times k)] + (GE_m + IE_e) + (NR_o \times k)}{Y_t}$$

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

$NR_o$  : Aç hayvandaki azot retensiyonu

### **GME Değerlerinin Azota Göre Düzeltilmesi ve Bunun Etkileri**

Aç hayvanın  $GE_m + IE_e$  atımı, yaşamını sürdürebilmesinde gerekli olan enerjiyi sağlaması için katabolize olan maddelerle ilgilidir. Glikojen 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 kaynağıdır. Katabolize olan vücut azot miktarı aynı rasyonla beslenen veya aç kanatlılar arasında değişiklik gösterir (71). Bu nedenle azota göre düzeltme yapılarak  $GE_m + IE_e$  atımındaki ve dolayısıyla GME değerlerindeki varyasyonu azaltmak mümkündür (71, 78)

Azota göre düzeltme yapılmasında kullanılan faktör araştırmacılar (22, 87) 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 değeri 8.22 kcal'dir (22).

2) İdrardaki azotlu bileşikler dikkate alınarak yapılan düzeltmede ise faktör olarak bunların ham enerji değeri olan 8.73 kcal/g azot kullanılır (87).

Atılan dışkı enerjisinin azota göre düzeltilmesinde kullanılan faktörler, horozlar arasında ve zamana bağlı olarak değiştiği gibi metabolik vücut ağırlığına da bağlıdır (73).

GME tayininde azota göre düzeltme yapılması klasik TME tayininden farklıdır (12). TME tayininde azota göre düzeltme yapmanın amacı, deneme süresince vücutta depolanan veya metabolize edilemeyen protein miktarını saptamaktır (23, 49). GME tayininde ise dışkı toplama döneminde horozlar negatif azot dengesindedir. Ayrıca GME'si belirlenecek deneme yeminin azot miktarı hayvanın içinde

bulunduğu negatif azot dengesini etkilemekte, azot miktarı yüksek deneme yemi verildiğinde negatif azot dengesi daha yavaş bir şekilde oluşmaktadır (12).

Yem maddelerinin GME ve azota göre düzeltilmiş gerçek metabolize olabilir enerji ( $GME_n$ ) değerleri arasındaki farklılık, azota göre yapılan düzeltmenin iki değişik etkisiyle oluşur (12).

1) Aç bırakıldıktan sonra 48 saat dışkısı toplanan ve önemli derecede negatif azot dengesinde bulunan horozların  $GE_m + IE_c$  kaybında azota göre yapılan düzeltme ile genellikle % 50'den daha fazla azalma olur. Azota göre düzeltilmiş metabolik gübre + endojen idrar enerjisi  $-(GE_m + IE_c)_n$  - atımı, deneme yemi verilmiş horozların dışkı enerjisinden çıkarılır.

2)  $GME_n$  değeri hesaplanırken deneme yemi verilmiş horozların dışkı enerjisi de azota göre düzeltilir.  $GE_m + IE_c$ 'ni belirlemek için kullanılan horozlara göre, deneme yemi verilen horozlarda negatif azot dengesi daha düşük şekillenir. GME tayininde verilen az miktardaki deneme yemi ile alınan azot miktarı, dışkı ile atılan azot miktarından genellikle düşüktür.

Bu şekilde hem  $GE_m + IE_c$ 'nin, hem de zorla yemlenmiş horozların dışkı enerjisinin azota göre yapılan düzeltmelerle azalması sonucu  $GME_n$  değerleri GME değerlerine göre daha düşük bulunur.

### TME ve GME Tayinlerinin Karşılaştırılması

İn vivo ME tayinlerinde, TME değerinden çok  $GE_m + IE_c$  için düzeltme yapılarak elde edilen GME değerlerinin kullanılması ve kanatlıların enerji gereksinimlerinin de GME ile belirtilmesi gerektiği önerilmektedir (56).

Başta yem tüketim düzeyi (19,50) olmak üzere, denemede kullanılan kanatlının türü (17), ırkı (30,83), varyetesi (83), cinsiyeti (2,30), yaşı (27, 91) gibi faktörlere bağlı olarak TME değerleri önemli değişimler göstermektedir. Buna karşın GME değerleri yem tüketim düzeyi (40, 56, 78, 81), peletleme, ıslatma gibi işleme teknikleri (59, 89) ve kanatlıya ilişkin faktörlerden (7, 34, 47, 53, 61) etkilenmemektedir. Örneğin horozlar ile elde edilen GME değerleri diğer ırk horozlar ve tavuklar, hindiler, bunların piliç ve civcivleri için de kullanılabilir. Ayrıca GME tayini ile kanatlının yaşama ve fizyolojik durumuna bağlı olmayan değerler elde edilir (33, 40, 56, 76).

Temel rasyon + test yemi şeklindeki karışım verilerek yapılan ME denemelerinde (25) temel rasyonun bileşimine göre test yeminin TME değeri değişmektedir. Ayrıca yem tüketiminin tam olarak ölçümü pek mümkün değildir. Çünkü tavuklar ve özellikle de civcivler gerçekten yemi istemle döküp saçan, dağıtan, ağız dolusu yemle suluğa giden hayvanlardır. Bu şekilde kayba uğrayan yem sanki yenmiş gibi ele alınır. Çalışmalar sırasında titiz davranılmazsa hata düzeyi daha da artar. Bunların yanında kanatlılar yemleri lezzetlerine göre seçerek tüketmekte ve bu durum da yem tüketim düzeyinde farklılıklara neden olmaktadır. Bu nedenle kanatlı beslemede bir yemin TME değeri hatasız olarak kabul edilemez (69, 76, 81). GME tayininde ise yemin seçilmesi ve ziyan edilmesi önlenildiği, yem tüketim düzeyindeki farklılıklar giderildiği için elde edilen enerji değerlerindeki hata payı en aza indirilmiştir (76). Aynı yem numunesi için değişik laboratuvarlarda belirlenen GME değerleri arasındaki farklılık  $TME_n$  değerleri arasındakinden çok azdır (81).

GME tayinlerinde az sayıda kanatlıya ihtiyaç olması, kısa sürede tamamlanması, az miktarda yem numunesine ihtiyaç duyulması ve pahalı analizlere gerek olmaması gibi faktörler de TME tayinlerine göre GME tayinlerinin avantajlı yönleridir (56, 81).

Bütün bu üstünlüklerine karşın GME üzerinde yeterli sayıda araştırma gerçekleştirilemediğinden henüz tam olarak pratiğe aktarılamamıştır (81). Fakat avantajlı yönlerinin çok fazla olması yakın gelecekte TME'nin yerine uygulanma olasılığını arttırmaktadır. Hatta ruminantlar için geliştirilen net enerji sistemi gibi gelecekteki hedefin, kanatlı rasyonlarının hazırlanmasında yemlerin GME değerlerini bir net enerji sistemi içinde kullanmak olabileceği ifade edilmektedir (69).

### **GME Tayininin Yapılması**

Sibbald (51), yem maddelerini horozlara zorla yemleme tekniği ile vererek onların GME değerlerini belirlemek için uygulanan hızlı ve basit bir metot geliştirmiştir.

*GME'nin belirlenmesinde kullanılan hayvan materyali* : Zorla yemleme tekniği uygulanarak yemlerin GME değerlerinin saptanmasında horozlar (76, 81), yumurta tavukları (53), etlik civciv (7, 28) ve piliçler (53), hindi palazları (7, 53), ördekler (5, 92) ve kazlar (84, 85) kullanılabilir. Fakat GME değerlerinin tayininde yumurta tipi tavukların erişkin horozları tercih edilmektedir. Bunun en önemli nedeni horoz-

ların grite fazla ihtiyaç duymamasıdır. Yumurta tavukları aç bırakıldıkları için sürekli kabuksuz yumurta üretecek ve bunlar kırılarak dışkıya bulaşacaktır. Cıvcıvlerin ise yem kapasitesi sınırlıdır (76). Ayrıca aynı rasyon için elde edilen GME değerleri erişkin horozlarda cıvcıvlerinkinden çok daha az değişkendir (61). Etlik cıvcıvler ise ağırlık kazanmaya eğilimlidirler (81).

Denemeye alınacak olan hayvanlar sağlıklı ve gritten arındırılmış olmalı (76) ve ağır bir tüy dökümü döneminde bulunmamalıdır (81). Ayrıca elde edilen değerler arasındaki farklılığı azaltmak için canlı ağırlıkları birbirine yakın olan horozlar denemeye alınmalıdır (46).

*Deneme süresince verilen temel rasyon :* Horozların deneme başlangıcı ve denemeler arasında aynı rasyonla beslenmesi ve besin madde ihtiyaçlarının yeterli oranda karşılanması gerekir. Genellikle 24 saat olan ön açlık dönemi, temel rasyon fazla miktarda sindirilemeyen madde içerdiği zaman daha uzun olmalıdır (76). Denemeye alınacak horozlara verilen temel rasyondaki protein ve sellüloz miktarı elde edilen GME değerlerini önemli derecede etkilememektedir (46).

*Zorla yemleme ve kullanılan ekipman :* Zorla yemleme, özefagus boyunca kursağa kadar uzatılan huninin içinden yemi geçirip kursağa yerleştirdikten sonra huninin geri çıkarılma işlemlerini kapsayan bir terimdir (76). Zorla yemleme tekniği, istenilen ve miktarı belli yemin verilmesine olanak sağlar. Tane halde, öğütülmüş, peletlenmiş yem örnekleri ya da çözeltiler huni ile verilebilir (51). Bu işlem sırasında verilen yemin huninin etrafına yapışarak bir kayba uğraması önlenmelidir (76). Zorla yemleme işleminin uzun sürmesi sonucu görülen ve strese neden olan horozların ayak bilekleri üzerine posterior bölge ile oturması, başın arkaya doğru çekilmiş olması, gözlerin kapanması, sakal ve ibiğin solgun renkte olması, genç olarak normal hareketlerin eksikliği gibi geçici belirtiler, yem tane veya kuru pelet şeklinde verildiğinde yaş pelet, hamur veya sulu formda verilmesine göre daha sık şekillenir (89).

Zorla yemleme tekniğinin kurallarına uygun bir şekilde uygulanması horozlar üzerinde az bir strese neden olur (74) ve uygulayan kişilerin tecrübeli olması halinde de regurgite yem olayı çok az görülür (69).

Zorla yemleme için ilk kez cam huni ve itici çubuk kullanılmıştır. Daha sonra cam huni ve metal itici çubuk geliştirilmiştir. Bugün ise



tümü paslanmaz çelikten yapılmış huni ve alüminyumdan yapılmış itici çubuk kullanılmakta, bunlar kanatlıının büyüklüğüne göre farklı ölçülerde olmaktadır. Önemli olan huninin fazla ağır olmamasıdır. Zorla yemleme işlemi sırasında ağır olan hunilerin kullanımı zordur. Plastik hunilerin hafif olmasından dolayı tercih edilmesi gerektiği düşünülmeye karşın yemin akışını engelleyen elektrostatik özelliklere sahip olduğundan kullanılmamaktadır (76). Bu işlem için geliştirilen huni ile yemleme tabancasının kullanımı için yemin su ile karıştırılması gerekmektedir (86).

*Ön açlık döneminin süresi*: Sindirim sisteminin yem artıklarından tamamen temizlenmesi amacıyla zorla yemleme öncesi uygulanan ön açlık dönemi için 24 veya 48 saatlik bir süre yeterli olmaktadır (31, 76). Ön açlık döneminin 12 saate indirilmesi GME değerlerinde bir azalmaya neden olmakta (46), 96 saate kadar uzatılmasının ise GME değerleri üzerine bir etkisi bulunmamaktadır (54).

*Zorla yemlemede verilen yem miktarı*: GME değerlerini belirlemek için miktarı bilinen yemin yetişkin horozların kumsağına yerleştirilmesi gerekir (51). Zorla yemleme işlemi ile verilen -kumaya ve yemin kursakta sıkışmasına neden olmayacak- en yüksek düzeydeki yem miktarı GME ölçümlerinde en doğru sonucu vermektedir (58, 71). Yetişkin SCWL horozlar için bu miktar 40 g'dır (58). Ayrıca değişik yem alım düzeyleri için (10-100 g arasında) belirlenen GME değerleri arasında önemli derecede bir fark bulunmamaktadır (6, 34, 58, 71). Daha fazla yem alımını sağlamak için uygulanan çift zorla yemleme tekniğinin; dışkı kaybının olabilmesi, emek gereksiniminin artması ve horozlar üzerinde daha fazla stres yaratması gibi olumsuz yönleri vardır (45).

*Zorla yemleme tekniği*: Zorla yemleme işlemi aşağıda anlatıldığı şekilde uygulanır (37, 76).

Başarılı bir zorla yemlemede iki kişiye ve bu kişilerin tecrübesine gerek duyulmaktadır. Horozu tutacak olan kişi diz eklemi 90°'lik açı yapabilecek yükseklikte bir sandalyeye oturur. Horozun ayaklarını kendi bacakları arasına alıp sıkıca bacak bacak üstüne atar. Horozu karnına doğru iyice yaslar ve horozun açıkta kalan kanadını sol eliyle hareket ettirecek şekilde kavrar. Horozun gövdesini dikeyden 45° açı yapacak duruma ya da bir bakıma horozu sağ bacağının üzerine oturur konuma getirir. Sağ elin baş parmak ve işaret parmağı uçları ile kafanın üzerinde gaga bitimini sıkıca tutar (Gerektiği zaman sağ dirsek bölgesini sol elle tutulan kanadı sıkıştırmak için kullanılabilir ve böylece sol eli boşta kalır). Bu arada horozun gözleri üzerine parmakları

ile basınç yapmamaya dikkat eder. Sağ dirsek ile horozun sırt kısmına biraz bastırır. Horozun boynunu yukarı doğru uzatır, kafasını geriye doğru dikleştirir ve ağız-farenks-özefagusun kursağa doğru düz bir hat oluşturacak konuma gelmesini sağlar. Tuttuğu gaga bitimine parmak uçları ile biraz basturarak gaganın açılmasını sağlar. Horozu bu şekilde yemleme sonuna kadar hareket etmeyecek şekilde tutar.

Yemlemeyi yapacak olan kişi huninin uç kısmını dikkatli ve yavaş bir şekilde ağıza sokar. Çok az bir kuvvetle ya da bazen huninin kendi ağırlığı ile oluşturduğu basınca başvurarak ve huniyi sürekli döndürüp özefagus boyunca ilerleterek kursağa daldırır. Huninin ucunun kursağa girip girmediğini ya horozu tutan kişi sol eliyle ya da yemlemeyi yapacak olan kişi kontrol eder. Eğer huniyi özefagus boyunca ilerletirken kasılma sonucu bir engelle karşılaşılırsa gevşeme için birkaç saniye beklenir veya huninin ucu ile hafif basınç yapılır ve horozun huniyi yutması sağlanır. Yutma gerçekleşmezse huni döndürülerek çıkarılır. İşlem tekrarlanır.

Yemlemeyi yapan kişi kursaktan dışarı çıkmaması için sol eli ile huniyi sabit bir şekilde tutar. Horozu tutan kişi sol eliyle veya yemlemeyi yapan kişi, yem kabındaki yemin bir miktarını huninin ağız kısmına döker (Huniye dökülen yem miktarı yemin çeşidine göre değişir). İtici çubukla yem kursağa itilir. Huninin ağız kısmına tekrar yem dökülmeden önce horozu tutan kişi huninin ucunun kursakta olup olmadığını kontrol eder. Huninin ucu kursaktan dışarı çıkıp yem özefagusa birikecek olursa büyük bir olasılıkla regurgite yeme neden olur. Son kez yem döküldükten sonra yem fırçası ile huninin ağız kısmında toz şeklinde kalmış yem boru kısmına doğru itilir. Yem kursağa itildikten sonra itici çubuk geri çıkarılmaz. Huni ile birlikte döndürülerek çıkarılır. Horozu tutan kişi pozisyonunu bozmadan önce huninin uç kısmına yapışmış yem varsa horozun gaga bitimine sürülerek yedirilir.

*Dışkı toplama şekilleri :* Bir yem maddesinin GME değerinin doğru olarak saptanabilmesi için belli bir miktar deneme yemi ile zorla yemlenmiş veya aç horozların belli bir sürede (24 ya da 42 saatte) çıkarıkları dışkı miktarının tam olarak belirlenmesi gerekir (51).

Dışkı toplama işlemi horozların barındırıldığı bireysel kafeslerin altına plastik bir tepsi yerleştirilerek yapılabilir (51, 76). Tepsiler düz ve kafes tabanından büyük olmalıdır. Dışkı toplama döneminin 48 saat olduğu denemelerde dışkı bozulmasını ve bulaşıklıkları önleme açısından dışkı iki kez toplanmalıdır (76). Kullanımı en kolay olan tepsi ile dışkı toplamının dezavantajları;

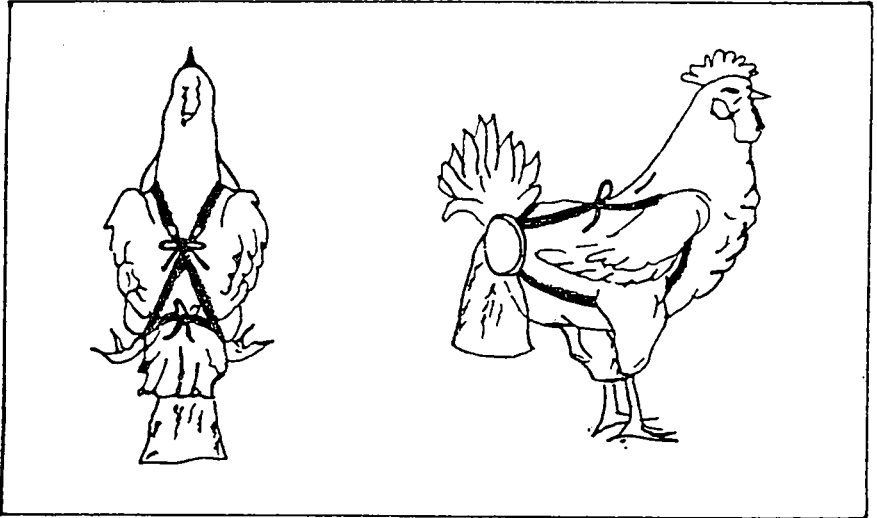
1) Aç veya deneme yemi ile zorla yemlenmiş horozlardan toplanan az miktardaki dışkının kayıp olmadan başka bir kaba toplanmasının zor, yorucu, zaman alıcı ve hatalara sebep olabilen bir işlem olması (1, 42).

2) Kafes tellerine dışkının yapışması (42, 76),

3) Dışkıya bulaşan regurgite yemin bazen gözlenmemesi (42, 52, 76).

4) Deri döküntüleri ve tüylerin dışkıya bulaşmasıdır (42, 71, 76).

Dışkı toplama işlemi için dışkı toplama takımı da kullanılabilir ve tüyler, deri döküntüleri, tozlar, regurgite yem, saçılan su ile bir bulaşma olmadan dışkı biriktirilebilir (76, 79). Dışkı toplama takımında ayarlama yapılarak farklı büyüklükteki horozlara iki dakikadan kısa bir sürede bağlanabilir (Resim 1). Ayrıca dışkı, dışkı toplama torbası ile birlikte kurutulup tartılabilir ve böylece dışkıda meydana gelebilecek ağırlık kaybı da önlenir. Dışkı toplama döneminde torba yırtılması ya da dışkı toplama takımının çözülmesi seyrek olarak görülebilir (1). Kloaka etrafındaki tüylerin kesilmesi dışkı bulaşmasını önleme açısından gereklidir (76). Dışkı toplama takımı naylon torba yerine 120 ml hacminde ağzı kapaklı sert plastik kaplar kullanılarak da hazırlanabilir (42).



Resim 1. Dışkı toplama takımının bağlanış şekli

Figure 1. The attachment of excreta collection harness and plastic bag

Tepsi ile toplanan dışkı ağırlıkları ve bunlardaki azot miktarları dışkı toplama takımı ile toplananlardan daha yüksek bulunmaktadır. Azot miktarındaki fazlalık tepsilerdeki dışkuların deri döküntüleri ile kontamine olmasına bağlanabilir (77). Bununla birlikte azot atımının dışkı toplama yönteminden etkilenmediğini savunanlar da vardır (79, 80). Ayrıca horozlara dışkı toplama takımı bağlandığı zaman tepsi ile dışkı toplamaya göre daha az dışkı enerjisi atılmaktadır. Bu nedenle dışkı toplama takımı kullanıldığında yem maddelerinin GME ve  $GME_n$  değerleri daha yüksek bulunmaktadır (77, 79, 80, 82). Kontaminasyon çok az şekillenmesine karşın dışkı toplama takımından kaynaklanan bu durumun nedeni henüz anlaşılammıştır (79, 80).

*Dışkı toplama döneminin süresi* : Zorla yemleme sonrası dışkı toplama dönemi için 48 saatlik bir süre standart olarak kullanılmaktadır (24, 76). Farklı yem alım düzeyleri ve yem maddelerinin bir taşıyıcı karma ile çeşitli oranlarda karıştırılarak verilmesi gibi alternatif yollar sindirim kanalının yemlerden daha çabuk temizlenmesine çözüm olmaktadır (63). Sellülozca zengin yulaf için de 48 saatlik süre uygundur (65).

*Deneme döneminde ek enerji kaynağı ve su verilmesi* : Değişik karışım oranlarında veya yalnız olarak glukoz ve mısır nişastasından horozlara zorla yemleme ile 25 g verildiğinde bunlar ham enerji değerlerince eşit GME değerlerine sahip olmaktadır. Bu durum da tam bir emilimi göstermektedir (8). Dolayısıyla bu tür karışımlar verilen horozların enerji atımları, metabolik + endojen kökenli enerji olarak ele alınabilir (10).

$GE_m + IE_c$  belirlemeyi ve zorla yemlemeyi içeren GME biyoölçümlerinde açlığın veriler üzerine olumsuz etkisini azaltmak için deneme döneminde ek enerji kaynağı verilip verilmemesi tartışma konusudur.

İlk gruptakilere göre, ön açlık döneminde değişik ek enerji kaynakları verilmesi ile canlı ağırlık kaybı ve negatif azot dengesi durumu önlenememektedir (72). Yüksek sindirilebilirlikte değişik azotsuz ek enerji kaynakları (nişasta-şeker-yag karışımı ve sadece glukoz) verilen farklı ağırlıktaki horozların birim vücut ağırlığına göre *metabolik gübre azotu + endojen idrar azotu* ( $GN_m + IN_c$ ) ve her kg metabolik vücut ağırlığı için ( $GE_m + IE_c$ )<sub>n</sub> atımları arasında bir fark bulunmamaktadır (2). Uzun süreli açlık nedeni ile oluşan olumsuz etki ve stresi azaltmak için ön açlık döneminde belli iki aralıkta yaşama payı düzeyinde glukoz çözeltisi verilerek ve verilmeden saptanan GME ve  $GME_n$

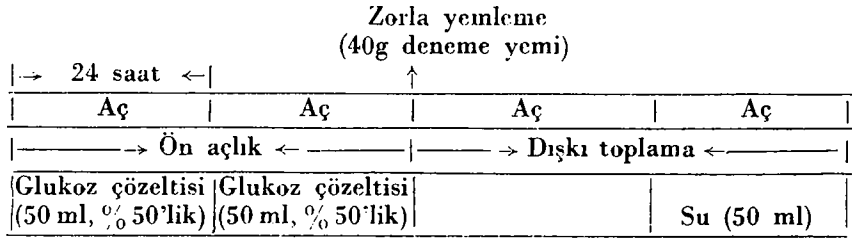
değerleri arasında bir fark olmamakta, fakat glukoz verilerek belirlenen enerji değerleri için ortalama varyasyon katsayıları daha düşük olmaktadır (31).

İkinci gruptakilere göre ise, test yemi ile zorla yemlenmiş horozların  $GE_m + IE_c$  ve  $GN_m + IN_c$  atımları aç horozlarınkine ters orantılıdır (10, 50, 51). GME'si belirlenmekte olan test yemleri ile alınan enerji  $GE_m + IE_c$  atımını azaltmaktadır. Örneğin aynı oranda glukoz ve mısır nişastası içeren karışımla farklı miktarlarda zorla yemlenen horozların *metabolik + endojen dışkı* ( $D_{m+e}$ ),  $GE_m + IE_c$  ve  $GN_m + IN_c$  atımları verilen ek enerji kaynağının artmasıyla azalmaktadır. Bu nedenle GME ölçümlerinde aç hayvanlar kullanılarak  $GE_m + IE_c$  kaybının saptanması tam olarak doğru olmamaktadır (10).

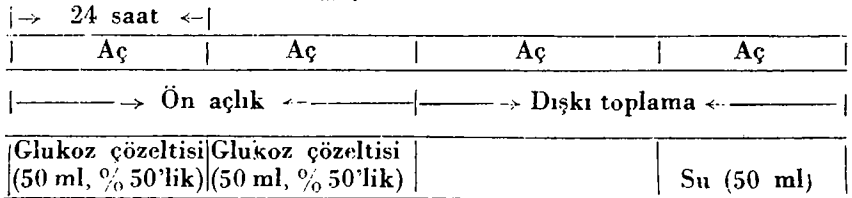
GME denemelerinde su ad libitum olarak hayvanların önünde bulundurulmaktadır (51). Bununla beraber düşük su tüketimi ile oluşacak olumsuz etkileri önlemek ve sindirim kanalının tamamen boşalmasını sağlamak için zorla yemlemeden belli bir süre sonra huni ile 50 ml su verilmelidir (29, 31).

## Şekil 2. Şematik olarak denemenin yapılması

### Yem maddesinin GME'sinin belirlenmesi



### $D_{m+e}$ 'nin Belirlenmesi



↓  
Zorla yemleme  
(50 g glukoz)

Not: Deneme süresince horozların önünde sürekli su bulundurulur.

$GE_m + IE_c$  atımının belirlenmesi: Yemlerin GME ve  $GME_n$  değerlerinin belirlenebilmesi için metabolik + endojen kayıplar ile düzeltme yapılması (76), bunun için de  $GE_m + IE_c$  ve  $GN_m + IN_c$  miktarlarının saptanması (51) gerekir.

Ön açlık dönemini takiben  $GE_m + IE_c$  atımı üç şekilde belirlenebilir (31):

1) Aç horozların çıkarttukları  $D_{m+e}$  toplanır. Yemlerin GME'sinin ve  $GE_m + IE_c$  kaybının aynı zamanda saptanması gerekir (62, 68).

2) Benzer bir yöntemde, tamamen emilen veya idrarla atılmayan (glukoz gibi) bir enerji kaynağı verilen horozların çıkarttukları  $D_{m+e}$  toplanır.

3) En az iki farklı düzeyde yem verilmesini gerektiren yöntemde ise enerji tüketimi ve atımı arasındaki doğrunun sıfır tüketimle kesiştiği nokta bulunur.

Son yöntemle belirlenen azota göre düzeltilmiş ve düzeltilmemiş  $GE_m + IE_c$  değerleri, aç horozların kullanımı ile elde edilen değerlerden düşüktür (4). Buna dayanarak  $TME_n$  ve  $GME_n$  değerlerinin birbirine çok yakın (4), birbirinin aynı (3) olduğunu veya GME'den ziyade  $TME_n$ 'nin saptanmasının daha doğru olacağı (38) görüşlerini ileri sürenler vardır.

$GE_m + IE_c$  ve  $GN_m + IN_c$  atım miktarlarını etkileyen faktörler: Bu faktörler dört başlık altında toplanabilir.

1) Deneme öncesi verilen rasyon:  $GE_m + IE_c$  deneme öncesi verilen rasyonun bileşiminden ve rasyon alım düzeyinden etkilenmektedir (26).

2) Deneme yemi: Deneme yemindeki azot miktarı  $GE_m + IE_c$  ve  $GN_m + IN_c$  atımları üzerine etki etmekte (38, 46), deneme yeminin amino asit, yağ ve yararlanılabilir karbonhidrat içeriğinin vücut proteinlerinin katabolize olması üzerine azaltıcı ve idareli bir etkisi olmaktadır (39). Enerji tüketiminin artması ile  $GE_m + IE_c$  ve  $GN_m + IN_c$  atımları azalmaktadır (10). Ayrıca deneme yemindeki nötral deterjan fiber içeriğinin artmasına bağlı olarak  $GE_m + IE_c$  atımı da artmaktadır (15, 70).

Deneme döneminde yemin yapısına ve miktarına bağlı olarak, zorla yemlenmiş ve aç horozların  $GE_m + IE_c$  atımında oluşan farklılıklar yanlış GME değerlerinin bulunmasına neden olmakta ve azota

göre yapılan düzeltme ile  $GE_m + IE_c$  ve GME değerlerindeki varyasyon önemli derecede azalmaktadır (71).

3) Hayvan:  $D_{m,c}$ 'daki miktar ve bileşim bakımından varyasyonun bir nedeni de canlı ağırlık, vücut kompozisyonu ve bazal metabolik hız enerji ihtiyacındaki farklılıklardır (32, 68). Değişken olan  $GE_m + IE_c$  atımı ile canlı ağırlık ve canlı ağırlık kaybı arasında bir ilişki bulunmamaktadır (62, 75). Azota göre düzeltilmiş veya düzeltilmemiş  $GE_m + IE_c$  ile  $GN_m + IN_c$  atımlarının birbirleri ve metabolik vücut ağırlığı arasında pozitif bir bağıntı bulunmaktadır. Aynı hayvan için belli aralıklarla birkaç kez belirlenen  $GE_m + IE_c$  ve  $GN_m + IN_c$  atım değerleri ise birbirinden farklıdır (73).

4) Sıcaklık: Çevre sıcaklığının düşmesi ile birlikte  $GE_m + IE_c$  ve  $GN_m + IN_c$  atımları artmakta (10, 73, 90) ve bu nedenle soğuk çevre sıcaklığında (5-15°C) saptanan GME değerleri daha yüksek bulunmaktadır (90).

*Dışkının kurutulması:* Dışkının yumuşak ve kolay öğütülebilir olmasını sağlamak için dondurarak kurutma uygulanabilir (76). Fakat dondurarak kurutmanın daha yavaş ve ekipmanın daha pahalı olmasından dolayı kurutma dolabı ile kurutulması tercih edilmektedir (64).

Değişik yemlerin ad libitum veya zorla yemleme ile verilmesinden sonra toplanan kanatlı dışkılarının dondurularak ve farklı derecelerde -60, 65, 80, 95 °C- hava akımlı kurutma dolabında kurutulmasının GME ve  $GME_n$  değerleri üzerine bir etkisi olmadığı saptanmıştır (11, 64, 88).

*Horozların yeni bir denemeye alınması için gerekli süre:* Denemeler arasındaki dinlenme dönemleri eski canlı ağırlığın kazanulmasını sağlayacak bir süreyi kapsamalıdır (60). Denemeler arasında hiç dinlendirilmeyen ve farklı süreler dinlendirilen horozlar üzerinde belirlenen aynı yemin GME değerleri arasında bir fark olmamaktadır (44, 60).

### **GME Değerlerinin Belirlenebilirliği**

Aynı yem numunesi için farklı zamanlarda belirlenen GME ve  $GME_n$  değerleri arasında önemli bir farklılık saptanamamakta ve bu değerler yüksek bir oranda tekrar edilebilmektedir (13). Fakat aynı yem maddeleri ve karma yemlerin farklı laboratuvarlarda saptanan GME değerleri arasında önemli farklılıklara rastlanmakta (35, 36)

ve pratik uygulamalara geçmeden önce GME değerlerini belirlemedeki verimliliğin geliştirilmesi gerekmektedir (36).

### **GME Değerleri ile Yemlerin Kimyasal Bileşimi Arasındaki İlişki**

TME ile fiziksel ya da kimyasal parametreler arasındaki korelasyonlar GME değerleri için belirlenenler kadar kuvvetli değildir. Bunun nedeni TME tayininde rasyonların lezzetlerinden dolayı farklı yem alım düzeyidir (55).

Yemlerin kimyasal bileşiminden yararlanarak geliştirilen eşitlikleri kullanarak TME değerlerini saptama hatası 280-400 kcal/kg arasında değişmekte ve sonuçlar güvenilir olmamaktadır (43). Fakat GME değerlerini belirlemek için geliştirilen eşitlikler biyoölçümle belirlenen değerlere benzerdir (67).

### **GME Değerlerinin Kanatlı Karma Yemlerinde Kullanımı**

GME'si belirlenen yem hammaddelerinden hazırlanan yem karışımlarının, hesaplanan ve yine zorla yemleme tekniği ile bulunan GME değerleri arasında bir fark bulunmamaktadır (7, 18, 57, 66). Yem hammaddelerine ait GME değerleri rasyon hazırlamada başarılı bir şekilde kullanılabilir (7, 9, 10, 57).

Yem maddelerinin GME ve  $TME_n$  değerleri kullanılarak hazırlanan rasyonlarla civcivlerde benzer canlı ağırlık kazancı ve yemden yararlanma oranları sağlanmaktadır (9). GME değerleri yerine  $GME_n$  değerlerinin kullanımı daha avantajlı görünmesine karşılık bu konu civciv veya tavuklar üzerinde yeterli verim çalışmaları yapılarak tam anlamı ile açıklanamamıştır (12). Standart olarak GME değerlerinin kullanılabilmesi yönündeki en büyük eksiklik, GME değerlerinin yeterli yem hammaddesinde belirlenememiş olmasında değil, kanatlıların enerji gereksinimleri üzerinde yoğun çalışmalar yapılmamış olmasındadır (81).

### **GME Belirleme Yöntemi ve Değerleri Üzerine Yapılan Eleştiriler**

GME belirleme yöntemi ve değerleri üzerine yapılan eleştiriler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:



1) Kanatlılar üzerinde yarattığı stres nedeniyle zorla yemleme işleminin uygulanmaması gerektiği (14),

2) Rasyona adapte olma süresinin enerji ve besin maddelerinden yararlanmayı nasıl etkileyeceğinin bilinmediği (41),

3) Yem alım düzeyinin 1/3 ad libitum miktarına inene kadar TME değerleri üzerine bir etkisinin olmadığı (21),

4) Yaşla birlikte sindirimin düzelmesi nedeniyle farklı yaşlardaki kanatlılarda yemlerin GME'sinin benzer olmasının pek mümkün görülmediği (21),

5) Kanatlılarda yemin sindirim kanalından geçiş hızının ad libitum beslemede 12 saat kadar olmasına karşın açlık esnasında verilen az miktardaki yem numunesi için bu sürenin tahmininin zor olduğu (41),

6) Açlık ve çok düşük yem alımı nedeniyle deneme süresince kanatlının negatif enerji ve azot dengesinde bulunması (14, 41), bunun sonucu artan  $GE_m + IE_c$  atımının ad libitum beslenen kanatlılarda çok düşük düzeyde görüldüğü (20),

7) Aç bırakma sonucu belirlenen  $GE_m + IE_c$  değerleri arasında büyük farklılıklar olduğu (41) ve enerji atımının doğrusallıktan uzaklaştığı, bu durumun TME ile GME değerleri arasındaki farka ve GME değerlerinin daha az doğru olmasına neden olduğu (20, 21),

8) Ad libitum beslemede  $TME_n$  ve  $GME_n$  değerleri arasında çok az fark olduğu (21),

9) Atılan dışkı enerjisinin bir kısmı olarak tanımlanan  $GE_m + IE_c$ 'nin kesin ve geçerli bir teknikle tayin edilmedikçe zorla yemleme yönteminin kullanılabilirliğinin tartışılabileceği ve ikili yarı hızlı, klasik ve Farrell'in hızlı yöntemi ile elde edilen TME değerlerinin daha tutarlı, benzer olduğu (16) şeklindedir.

### Sonuç

GME tayininin diğer ME tayin yöntemlerine göre olumlu birçok yönü bulunmaktadır. Fakat daha az emekle, daha kısa zamanda, değişkenliği daha aza indirilmiş veri elde edilebilen, pratik kullanıma hızla geçirilebilecek bir yöntemin GME tayininin yerini alması mümkündür.

ME değerlerinin belirlenmesinde, rutin olarak kullanılabilir standartize bir yöntem ortaya konulana kadar yem maddelerinin enerji değerleri ve hayvanların enerji gereksinimleri hakkındaki bilgiler karmaşık bir çeşitliliği içerecektir.

### Kaynaklar

1. 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.
2. Askbrant, S. (1988). *Metabolizable energy content of rapeseed meal, soybean meal and white-flowered peas determined with laying hens and adult cockerels*. Brit. Poultry Sci., 29: 445-455.
3. Askbrant, S. and Khalili, M. (1990). *Estimation of endogenous energy and nitrogen losses in the cockerel during fasting and postprandial*. Brit. Poultry Sci., 31: 155-162.
4. Bourdillon, A., Carré, B., Conan, L., Duperray, J., Huyghebaert, G., Leclerq, B., Lessire, M., McNab, J. and Wiesman, J. (1990). *European reference method for the in vivo determination of metabolisable energy with adult cockerels: reproducibility, effect of food intake and comparison with individual laboratory methods*. Brit. Poultry Sci., 31: 557-565.
5. Carré, B., Derouet, L. and Leclerq, B. (1990). *The digestibility of cell wall polysaccharides from wheat (bran of whole grain), soybean meal and white lupin meal in cockerels, muscovy ducks and rats*. Poultry Sci., 69: 623-633.
6. Castanon, J.I.R. and Marquart, R.R. (1991). *Some factors affecting true metabolizable energy of fababeans (Vicia faba L.)*. Poultry Sci., 70: 568-572.
7. Dale, N.M. and Fuller, H.L. (1980). *Additivity of true metabolizable energy values as measured with roosters, broiler chicks and poults*. Poultry Sci., 59: 1941-1942.
8. Dale, N.M. and Fuller, H.L. (1981). *Effect of carrier on the true metabolizable energy of corn oil*. Poultry Sci., 60: 1504-1508.
9. Dale, N.M. and Fuller, H.L. (1982). *Applicability of the true metabolizable energy system in practical feed formulation*. Poultry Sci., 61: 351-356.

10. Dale, N.M. and Fuller, H.L. (1982). *Endogenous energy losses of fed versus fasted roosters*. Poultry Sci., 61: 898-901.
11. Dale, N.M. and Fuller, H.L. (1983). *Oven drying and freeze drying of excrete in true amino acid availability and true metabolizable energy assays*. Poultry Sci., 62: 1407-1408.
12. 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.
13. Dale, N.M. and Fuller, H.L. (1986). *Repeatability of true metabolizable energy versus nitrogen corrected true metabolizable energy values*. Poultry Sci., 65: 352-354.
14. Farrell, D.J. (1978). *Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockereis*. Brit. Poultry Sci., 19: 303-308.
15. 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: 72-83.
16. 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.
17. Fisher, C. and Shannon, D.W.F. (1973). *Metabolizable energy determinations using chicks and turkeys*. Brit. Poultry Sci., 14: 609-613.
18. Flores, M.P. and Castanon, J.I.R. (1991). *Effect of level of feed input on true metabolizable energy values and their additivity*. Poultry Sci., 70: 1381-1385.
19. Guillaume, J. and Summers, J.D. (1970). *Maintenance energy requirement of the rooster and influence of plane of nutrition on metabolizable energy*. Can. J. Anim. Sci., 50: 363-369.
20. Hartel, H. (1986). *Influence of food input and procedure of determination on metabolizable energy and digestibility of a diet measured with young and adult birds*. Brit. Poultry Sci., 27: 11-39.
21. Hartel, H. (1987). *Reply to Sibbald and Wolynetz*. Brit. Poultry Sci., 28: 784-788.
22. Hill, F.W. and Anderson, D.L. (1958). *Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks*. J. of Nutr., 64: 587-603.

23. Hill, F.W., Anderson, D.L., Renner, R. and Carrew, L.B. (1960). *Studies of the metabolizable energy of grain and grain products for chickens*. Poultry Sci., 39: 574-579.
24. 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.
25. Kılıç, A. (1988). "Yemler ve Hayvanlar Besleme". Bilgehan Basım-evi, Bornova, İzmir.
26. Kussaihati, R., Guillaume, J. and Leclerq, 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.
27. Lodhi, G.N., Renner, T. and Clandinin, D.R. (1969). *Studies on the metabolizable energy of rapeseed meal for growing chickens and laying hens*. Poultry Sci., 48: 964-970.
28. Longstaff, M.A., Knox, A. and McNab, J.M. (1988). *Digestibility of pentose sugars and uronic acids and their effect on chick weight gain and caecal size*. Brit. Poultry Sci., 29: 379-393.
29. Longstaff, M.A. and McNab, J.M. (1987). *Digestion of starch and fibre carbohydrates in peas by adult cockerels*. Brit. Poultry Sci., 28: 261-285.
30. March, B.E. and Biely, J. (1971). *Factors affecting the response of chicks to diets of different protein value: breed and age*. Poultry Sci., 50: 1036-1040.
31. 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.
32. 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.
33. Morrison, S.H. (1976). *Factors affecting the true metabolizable energy values of four different poultry feedstuffs*. Feedstuffs, 48: 21.
34. Muztar, J.A. and Slinger, S.J. (1979). *Some factors affecting the true metabolizable energy soybean meal and rapeseed meals*. Can. J. Anim. Sci., 59: 317-321.

35. Muztar, J.A. and Slinger, S.J. (1981). *An evaluation of the true metabolizable energy assay for monitoring the apparent metabolizable energy values of poultry diets.* Poultry Sci., 60: 598-602.
36. Muztar, J.A., Likuski, H.J.A. and Slinger, S.J. (1981). *True metabolizable energy values of a number of feedingstuffs and complete diets as determined in two laboratoires.* Poultry Sci., 60: 373-377.
37. Ünöl, A.G. (1992). *Bitkisel kökenli bazı yem hammaddelerinin kanatlılarda gerçek metabolize olabilir enerji düzeylerinin belirlenmesi.* AÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
38. Parsons, C.M., Potter, L.M. and Bliss, B.A. (1982). *True metabolizable energy corrected to nitrogen equilibrium.* Poultry Sci., 61: 2241-2246.
39. Parsons, C.M., Potter, L.M. and Bliss, B.A. (1984). *A modified voluntary feed intake bioassay for determination of metabolizable energy with leghorn roosters.* Poultry Sci., 63: 1610-1616.
40. Pesti, G.M. and Edwards, H.M. (1983). *Metabolizable energy nomenclature for poultry feedstuffs.* Poultry Sci., 62: 1275-1280.
41. du Preez, J.J., Minnaar, A. and Duckitt, J.S. (1984). *An alternative approach to a compulsive change from conventional to rapid methods of evaluating metabolizable energy.* World's Poultry Sci. J., 40: 121-130.
42. Revington, W.H., Acar, N. and Moran, E.T. (1991). *Research note: Cup versus tray excreta collection in metabolizable energy assays.* Poultry Sci., 70: 1265-1268.
43. 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.
44. Schang, M.J., Leeson, S. and Summers, J.D. (1982). *Effect of starvation and force feeding on body weight recovery time of adult roosters.* Can. J. Animal Sci., 62: 307-309.
45. Schang, M.J., Leeson, S. and Summers, J.D. (1982). *Effect of double force feeding on true metabolizable energy.* Can. J. Animal Sci., 62: 963-965.
46. 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.

47. Shires, A., Robblee, A.R., Hardin, R.T. and Clandinin, D.R. (1980). *Effect of the age of chickens on true metabolizable energy values of feed ingredients*. Poultry Sci., 59: 396-403.
48. 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.
49. Sibbald, I.R. and Slinger, S.J. (1963). *A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats*. Poultry Sci., 42: 313-325.
50. Sibbald, I.R. (1975). *The effect of level of feed intake on metabolizable energy values measured with adult roosters*. Poultry Sci., 54: 1990-1997.
51. Sibbald, I.R. (1976). *A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs*. Poultry Sci., 55: 303-308.
52. Sibbald, I.R. (1976). *The effect of cold pelleting on true metabolizable energy values of cereal grains fed to adult roosters and a comparison of observed with predicted metabolizable energy values*. Poultry Sci., 55: 970-974.
53. Sibbald, I.R. (1976). *The true metabolizable energy values of several feedingstuffs measured with roosters, laying hens, turkeys and broiler hens*. Poultry Sci., 55: 1459-1463.
54. Sibbald, I.R. (1976). *The effect of the duration of starvation of the assay bird on true metabolizable energy values*. Poultry Sci., 55: 1578-1579.
55. Sibbald, I.R. and Price, K. (1976). *True metabolizable energy values for poultry of Canadian barleys measured by bioassay and predicted from physical and chemical data*. Can. J. Anim. Sci., 56: 775-782.
56. Sibbald, I.R. (1977). *The true metabolizable energy system, part 1. Advantages of TME in poultry feed formulation*. Feedstuffs, 49: 21-22.
57. Sibbald, I.R. (1977). *A test of the additivity of true metabolizable energy values of feedingstuffs*. Poultry Sci., 56: 363-366.
58. Sibbald, I.R. (1977). *The effect of level of feed input on true metabolizable energy values*. Poultry Sci., 56: 1662-1663.
59. Sibbald, I.R. (1977). *The effect of steam pelleting on the true metabolizable energy values of poultry diets*. Poultry Sci., 56: 1686-1688.

60. Sibbald, I.R. (1978). *The effect of the duration of the time intervals between assays on true metabolizable energy values measured with adult roosters.* Poultry Sci., 57: 455-460.
61. Sibbald, I.R. (1978). *The effect of the age of the assay bird on the true metabolizable energy values of feedingstuffs.* Poultry Sci., 57: 1008-1012.
62. Sibbald, I.R. and Price, K. (1978). *The metabolic and endogenous energy losses of adult roosters.* Poultry Sci., 57: 556-557.
63. Sibbald, I.R. (1979). *Effects of level of feed input, dilution of test material and duration of excreta collection on true metabolizable energy values.* Poultry Sci., 58: 1325-1329.
64. Sibbald, I.R. (1979). *The effect of the drying procedure on excreta energy values for poultry and other species.* Poultry Sci., 58: 1392-1394.
65. Sibbald, I.R. (1980). *The passage of oat and other feed residues through the adult cockerel.* Poultry Sci., 59: 2136-2144.
66. Sibbald, I.R., Barrette, J.P. and Price, K. (1980). *Predicting true metabolizable energy, gross energy, carbohydrate and proximate analysis values by assuming additivity.* Poultry Sci., 59: 805-807.
67. Sibbald, I.R., Price, K. and Barrette, J.P. (1980). *True metabolizable energy values for poultry of commercial diets measured by bioassay and predicted from chemical data.* Poultry Sci., 59: 808-811.
68. Sibbald, I.R. (1981). *Metabolic plus endogenous energy excretion by fowl.* Poultry Sci., 60: 2672-2677.
69. Sibbald, I.R. (1982). *Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs. A review.* Can. J. Anim. Sci., 62: 983-1048.
70. Sibbald, I.R. and Morse, P.M. (1983). *The effects of feed input and excreta collection time on estimates of metabolic plus endogenous energy losses in the bioassay for true metabolizable energy.* Poultry Sci., 62: 68-76.
71. Sibbald, I.R. and Morse, P.M. (1983). *Effects of the nitrogen correction and of feed intake in true metabolizable energy values.* Poultry Sci., 62: 138-142.
72. 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.

73. Sibbald, I.R. and Wolynetz, M.S. (1984). *A longitudinal study of energy and nitrogen excretion by fasted cockerels*. Poultry Sci., 63: 691-702.
74. Sibbald, I.R. (1985). *The true metabolizable energy bioassay as a method for estimating bioavailable energy in poultry feedingstuffs*. World's Poultry Sci. J., 41: 179-187.
75. Sibbald, I.R. and Wolynetz, M.S. (1985). *The excreta energy and nitrogen losses of adult cockerels during a fast*. Poultry Sci., 64: 1976-1980.
76. Sibbald, I.R. (1986). "The T.M.E. System of Feed Evaluation: Methodology, Feed Composition Data and Bibliography". Tech. Bull. 1986-4E. Res. Branch, Agric. Canada, Ottawa, Ont., Canada.
77. 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.
78. Sibbald, I.R. and Wolynetz, M.S. (1987). *True and apparent metabolizable energy*. Brit. Poultry Sci., 28: 782-784.
79. Sibbald, I.R. and Wolynetz, M.S. (1987). *A comparison of 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.
80. 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.
81. Sibbald, I.R. (1989). *Metabolizable energy evaluation of poultry diets*. p. 12-26. Ed. D.J.A. Cole and W. Haresign. In: "Recent Developments in Poultry Nutrition". 1 st ed., Anchor Press Ltd., Tiptree, Essex, Great Britain.
82. 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.
83. Slinger, S.J., Sibbald, I.R. and Pepper, W.F. (1964). *The relative abilities of two breeds of chickens and two varieties of metabolize dietary energy and dietary nitrogen*. Poultry Sci., 43: 329-333.



84. Storey, M.L. and Allen, N.K. (1982). *The effect of fasting time of mature, nonlaying female Embden geese on true metabolizable energy of corn*. Poultry Sci., 61: 101-106.
85. Storey, M.L. and Allen, N.K. (1982). *Apparent and true metabolizable energy of feedstuffs for mature, nonlaying female Embden geese*. Poultry Sci., 61: 739-745.
86. Teeter, R.R., Smith, M.O. and Murray, E. (1984). *Force feeding methodology and equipment for poultry*. Poultry Sci., 63: 573-575.
87. 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.
88. Wallis, I. and Balnave, D. (1983). *A comparison of different drying techniques for energy and amino acid analyses of poultry excreta*. Brit. Poultry Sci., 24: 255-260.
89. Wehner, G.R. and Harrold, R.L. (1982). *The effect of feeding techniques on the true metabolizable energy value of yellow corn*. Poultry Sci., 61: 595-597.
90. 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.
91. Zelenka, J. (1968). *Influence of the age of chicken on the metabolizable energy values of poultry diets*. Brit. Poultry Sci., 9: 135-142.
92. Zhou, Z.X., Isshiki, Y., Yamauchi, K. and Nakahiro, Y. (1990). *Effects of force feeding and dietary cereals on gastrointestinal size, intestinal absorbtive ability and endogenous nitrogen in ducks*. Brit. Poultry Sci., 31: 307-317.