

# KANATLI YEMLERİNİN METABOLİZE OLABİLİR ENERJİ DÜZEYLERİNİN İN VIVO METOTLARLA BELİRLENMESİNDEKİ GELİŞMELER

Mustafa EREN\*

## ÖZET

*Bu makalede öncelikle yem ve yem maddelerinin metabolize olabilir enerji (ME) değerlerinin kanatlı beslenmesindeki önemi ile kanatlı yemlerinin ME terminolojisi özetlenmiştir. Ardından, yem tüketimi, yemin yapısı, in vivo ME belirleme yöntemleri ile hayvanların yaş, tür ve genotiplerinin in vivo ME ölçümleri üzerine etkileri incelenmiştir.*

*Sonuç olarak, Türk Kanatlı Yemi Endüstrisi'nin acilen azot tutulumuna göre düzeltilmiş yaklaşık metabolize olabilir enerji (AMEn) sistemini kullanmaya başlaması önerilmiştir. Aynı zamanda, gerçek metabolize olabilir enerji sistemleri (GME ve GMEn) ile ilgili araştırmaların sayısındaki artışın, Türkiye ve dünyada bu sistemlerin kullanımını destekleyeceği kanısına varılmıştır.*

## SUMMARY

### Developments in Prediction of Metabolisable Energy Levels of Poultry Feeds By in Vivo Methods

*In this review, importance of metabolisable energy (ME) of feeds and feedstuffs in poultry nutrition and ME terminology for poultry feeds are briefed. Subsequently effects of feed intake, feed structure, in vivo procedures for determining ME, age, species and genotype of birds on in vivo ME measurements are discussed.*

*In conclusion, it is recommended that Turkish Poultry Feed Industry should start to use nitrogen corrected apparent metabolisable energy (AMEn), immediately. Also, it is considered that increase in studies on true metabolisable*

\* Yard. Doç. Dr.; U.Ü. Vet. Fak. Hay. Bes. ve Besl. Hast. ABD, Bursa-TÜRKİYE

energy systems (TME and TME<sub>n</sub>) will support use of TME and TME<sub>n</sub> in Turkey and the world.

## METABOLİZE OLABİLİR ENERJİNİN KANATLI BESLENMESİNDEKİ ÖNEMİ:

Günümüzde kanatlı yemlerinin enerji değerlerine ait bilgiler büyük önem taşımaktadır. Bu önem, kanatlı yetiştiriciliği işletmelerinde toplam harcamaların en az % 70'ini yem giderlerinin oluşturmasından kaynaklanmaktadır<sup>1,2</sup>. Kanatlıların enerji gereksinimi yemlerin kapsadığı kimyasal enerji tarafından karşılanır<sup>1,2</sup>. Ayrıca, kanatlıların enerji gereksinimlerini karşılayacak kadar yem tüketmeleri, yem enerjisinin yem tüketimi üzerine olan önemli etkisini ortaya koymaktadır. Uygulamada, kanatlı yemlerinin metabolize olabilir enerji değerlerinin hesaplanması yemlerin kimyasal kompozisyonlarına dayanan formüller kullanılarak yapılmaktadır. Ancak, bu formüllerin in vivo sindirim denemeleri sonucunda geliştirilebildiği çoğu zaman göz ardı edilmektedir.

Türkiye'de kanatlı yemlerinin enerji değerlerinin ifade edilmesinde genellikle metabolize olabilir enerji (ME) terimi kullanılmaktadır. Fakat ME terimi günümüzde spesifik bir enerji terimini ifade etmeye yetmemektedir. Bunun nedeni, kanatlı yemleri için dünyada dört ayrı metabolize olabilir enerji teriminin kullanılıyor olmasıdır. Dört terim aşağıda formüle edilerek özetlenmiştir<sup>3,4</sup>.

### Yaklaşık (Apparent) Metabolize Olabilir Enerji (AME):

Bu terim kanatlı beslenmesinde genellikle ME olarak bilinen değer in isimlendirilmesinde kullanılmaktadır. "Apparent" kelimesinin sözlüklerdeki Türkçe karşılığı olarak bildirilen görünür, zahiri veya yaklaşık kelimeleri buradaki anlamını tam olarak ifade edemediği için ve karışıklığa neden olmama açısından, bu makalede görünür veya yaklaşık ME terimi kısaltma olarak AME ve buna azot tutulumunun yansıtılmış şekli ise AME<sub>n</sub> olarak ifade edilecektir. Kanatlı beslenmesinde AME, tüketilen yemin brüt enerjisi ile dışkıının brüt enerjisi arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Bu hesaplamada gaz ve idrar yoluyla oluşan enerji kayıplarının yer almamasının nedeni, kanatlılarda idrar ile dışkıının birlikte atılması ve gaz ile oluşan kayıpların göz ardı edilebilir olması şeklinde açıklanmaktadır<sup>1,5</sup>.

$$\text{AME/g yem} = \frac{\text{Tüketilen Yemin Brüt Enerjisi} - \text{Atılan Dışkıının Brüt Enerjisi}}{\text{Tüketilen Yem Miktarı}}$$

$$\text{AME/g yem} = \frac{(Y \times \text{BE}_Y) - (D \times \text{BE}_D)}{Y}$$

Y: Tüketilen yem miktarı (g), BE<sub>Y</sub>: Tüketilen yem miktarının brüt enerjisi, D: Atılan dışkı miktarı (g), BE<sub>D</sub>: Atılan dışkı miktarının brüt enerjisi.

## Azot Tutulumu İle Düzeltilmiş Yaklaşık Metabolize Olabilir Enerji (AME<sub>n</sub>):

AME<sub>n</sub> teriminin, vücuttaki azot tutulumunun pozitif veya negatif yönlü olarak AME'ye yansıtılarak hesaplandığı bildirilmektedir<sup>3</sup>. Bu terim, son yıllarda uluslararası yayınlarda yaygın olarak kullanım alanı bulmaktadır. Vücuttaki katabolizma sonucunda açığa çıkan azotun atılması şeklinde oluşan enerji kaybının hesaplanarak AME'ye yansıtılması ilkesine dayanan bu terimin aşağıda görülen formülünde bir düzeltme katsayısı bulunmaktadır. Bu katsayı 34.4 KJ/g olarak belirlenen tavuk idrarının brüt enerjisini ifade etmektedir. Formülde görülen AT ise vücuttaki azot tutulumunu ifade etmektedir<sup>3,4</sup>.

$$AME_n/g \text{ yem} = \frac{(Y \times BE_Y) - (D \times BE_D) - (AT \times K)}{Y}$$

Y: Tüketilen yem miktarı (g), BE<sub>Y</sub>: Tüketilen yem miktarının brüt enerjisi, D: Atılan dışkı miktarı (g), BE<sub>D</sub>: Atılan dışkı miktarının brüt enerjisi.,

AT: (Y × A<sub>Y</sub>) - (D × A<sub>D</sub>), A<sub>Y</sub>: Yemdeki azot miktarı (g/g), A<sub>D</sub>: Dışkıdaki azot miktarı (g/g), K: 34.4 KJ/kg

## Gerçek Metabolize Olabilir Enerji (GME):

GME'nin hesaplanmasında AME'ye ek olarak metabolik dışkı enerjisi (DE<sub>m</sub>) ve endojen idrar enerjisi (İE<sub>e</sub>) değerleri kullanılmaktadır. Burada DE<sub>m</sub> dışkı enerjisinin yem kaynaklı olmayan kısmını ifade etmektedir. Dışkı enerjisinin bu kısmı barsak mukozası döküntüleri ile safra ve sindirim sıvılarının enerjisinden oluşmaktadır. Bu terimi endojen kaynaklı dışkının enerjisi olarak da nitelendirmek mümkündür. İE<sub>e</sub> ise yem orijinli olmayan idrar enerjisini ifade etmektedir<sup>3</sup>. Pratikte ikisinin toplamı aç bırakılan hayvanların dışkı enerjilerinden hesaplandığı için bu kayıpları endojen enerji kayıpları (EEK=DE<sub>m</sub>+İE<sub>e</sub>) olarak nitelenebilir.

$$GME/g \text{ yem} = \frac{[(Y \times BE_Y) - (D \times BE_D)] + (DE_m + İE_e)}{Y}$$

Y: Tüketilen yem miktarı (g), BE<sub>Y</sub>: Tüketilen yem miktarının brüt enerjisi, D: Atılan dışkı miktarı (g).

BE<sub>D</sub>: Atılan dışkı miktarının brüt enerjisi.,

DE<sub>m</sub>: Açlıktaki dışkı kaynaklı enerji kaybı. İE<sub>e</sub>: Açlıktaki idrar kaynaklı enerji kaybı.

## Azot Tutulumu İle Düzeltilmiş Gerçek Metabolize Olabilir Enerji (GME<sub>n</sub>):

GME<sub>n</sub> teriminin hesaplanması, AME' den AME<sub>n</sub>'nin hesaplandığı gibi GME' ye vücuttaki azot dengesi yansıtılarak yapılmaktadır. GME<sub>n</sub> hesaplanması aşağıda formülize edilmiştir<sup>3</sup>.

$$GME_n^* = \frac{[(Y \times BE_Y) - (D \times BE_D) - (AT \times K)] + [(DE_m + İE_e) + (AT_A \times K)]}{Y}$$

AT<sub>A</sub>: Aç bırakılan hayvanlardaki azot tutulumunu ifade etmektedir.

\* Formülde kullanılan diğer simgelerin anlamları yukarıdaki formüllerde bulunmaktadır.

## METABOLİZE OLABİLİR ENERJİ ÖLÇÜMLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

### Ölçüm Metotları:

*Konvansiyonel veya Klasik Metot:* Bu metot ile yapılan Enerji ölçümlerinde, hayvanlara öncelikle dört günlük adaptasyon periyodu uygulanmaktadır. Adaptasyon periyodunun ardından, 3 gün ile 5 gün süren dışkı toplama periyodu gelmektedir<sup>6,7</sup>. Hayvanlar her iki periyotta da ad libitum yem ve su tüketmektedirler<sup>3,6</sup>.

*Dual Semi - Quick (DSQ) Metot:* DSQ olarak isimlendirilen enerji ölçüm metodu, 16 saatlik aç bırakma periyodunun ardından 24 saatlik adaptasyon periyodunu daha sonra da 72 saatlik dışkı toplama periyodunu içermektedir. Adaptasyon ve dışkı toplama periyotlarında yem tüketimi ad libitum olmaktadır<sup>6</sup>.

*Farrel'in Hızlı Biyolojik Metodu:* İlk kez Farrel tarafından tanımlanan bu metot ile in vivo enerji tayini ergin horozların 24 saatlik sürede tüketecekleri yemi 1 saatlik sürede tüketmeye alıştırılmasına dayanmaktadır<sup>7</sup>. Yem yedirme periyodundan önce 32 saat süreyle aç bırakılan ergin horozlara 1 saatlik süre içerisinde soğuk olarak peletlenmiş yem yedirilmektedir. Bu periyodun ardından 42 saat süreyle dışkı toplanmaktadır<sup>3,6,7</sup>.

*Tüp (Zorlamalı) Yemleme:* Belirli miktarda toz veya pelet formdaki yemin kursak içerisine konması ilkesine dayanan tüp yemleme metodu genellikle GME tayinleri için kullanılmakla birlikte Adeola ve ark.<sup>4</sup> ile Farrel<sup>6</sup> bu yöntemi AME ve AMEn ölçümlerinde de kullanmışlardır. Bu amaçla farklı araştırmacılar tarafından farklı şekilde tasarlanmış farklı tüp yemleme aparatları kullanılmıştır. Örneğin, Sibbald<sup>3</sup>, Yalçın<sup>8</sup> ve Önel<sup>9</sup> ergin horozlarda tüp yemleme aparatı olarak bir ucu huni şeklinde bir boru (uzunluk 40 cm) ve bunun içine konan yemi aşağıya doğru itmek için piston benzeri bir alet kullandıklarını belirtmişlerdir. Adeola ve ark.<sup>4</sup> ise pekin ördeklerinde tüp yemleme yapmak için 35 cm uzunluğunda boru ile birlikte 60 ml.'lik katater tip enjektör kullandıklarını belirtmişlerdir. Bu araştırmacılar, Sibbald ve Önel<sup>9</sup> dan farklı olarak, test materyalini su ile karıştırdıktan sonra enjektör yardımıyla kursak içine verdiklerini bildirmişlerdir. Tüp yemleme ile kanatlılarda gerçek metabolize olabilir enerji tayini aşağıdaki aşamaları içermektedir<sup>3,6,9</sup>.

1- Sindirim kanalının tamamen boşalması için 48 saat aç bırakma periyodu.

2- Materyalin özefagus içerisine yerleştirilen bir tüp aracılığı ile kursağa indirilmesi.

3- Yem yedirilen hayvanlarla aynı özelliklere sahip kanatlı hayvanların açlık periyoduna devamı. Sibbald<sup>3</sup> bu hayvanların aç bırakıldığını bildirirken, Adeola<sup>4</sup> ve Farrel<sup>6</sup> 30g /hayvan/gün dozunda dekstrozun, Önel<sup>9</sup> ise 50g /horoz/gün dozunda glukozun çözelti halinde ve tüp aracılığı ile hayvanların kursaklarına verildiğini belirtmişlerdir.

4- 48 saatlik dışkı toplama periyodu ardından yem ve dışkı örneklerinin analizi. Bu aşamaların sonunda aşağıdaki değerler elde edilebilmektedir.

- a) Hayvana yedirilen yem miktarı (Y).
- b) Hayvana yedirilen yemin brüt enerjisi ( $BE_Y$ ).
- c) Hayvana yedirilen yemin total azot miktarı ( $A_Y$ ).
- d) Yemleme yapılan hayvanlardan elde edilen dışkı miktarı (D).
- e) Yemleme yapılan hayvanlardan elde edilen dışkının brüt enerjisi ( $BE_D$ ).
- f) Yemleme yapılan hayvanlardan elde edilen dışkı ile çıkan toplam azot miktarı ( $A_D$ ).
- g) Aç bırakılan hayvanların çıkardıkları dışkı miktarı ( $D_E$ ).
- h) Aç bırakılan hayvanların çıkardıkları dışkının brüt enerjisi ( $BE_{DA}=EEK$ ).
- i) Aç bırakılan hayvanların çıkardıkları dışkının total azot miktarı ( $A_a$ ).

*Broylerler Yemlerinde Kullanılan Yağların Gerçek ve Yaklaşık Yağ Asidi Sindirilebilirliğine Bağlı ME Ölçüm Metodu:* Başlıktan da anlaşılacağı üzere, Ajuyah ve ark.<sup>10</sup> tarafından bildirilen bu metot yağların metabolize olabilir enerji değerlerinin ölçümünde kullanılmıştır. Araştırmacılar, yağ düzeyi sifıra yakın buğday nişastası ağırlıklı bir diyete 43 g/kg düzeyinde iki farklı yağ katarak bu diyeti üç gün süreyle dört haftalık broylerlere yedirmişlerdir. Daha sonra dört gün boyunca dışkı toplanmış ve hayvanlar öldürülerek ileum içeriği alınmıştır. Bu yöntemle diyete katılan yağları oluşturan yağ asitlerinin (ileum içeriği ve dışkıya bağlı) gerçek ve yaklaşık sindirilebilirliklerinin saptandığı bildirilmiştir. Araştırmacılar, yağ asitlerinin bireysel brüt enerji değerlerine dayanarak, sindirilebilen yağ asidi miktarının yaklaşık ve gerçek ME değerini hesapladıklarını ifade etmişlerdir.

### **Yem Tüketimi:**

Enerji ölçüm metodlarından anlaşılacağı gibi, ölçümler sırasında farklı yemleme uygulamalarının yanında hayvanların farklı miktarlarda yem tüketmeleri de söz konusudur. Örneğin, klasik metotta hayvanlar ad libitum yemenirken, Farrel'in hızlı biyolojik metodunda<sup>6</sup> horozlar yaklaşık 70-75 g yem tüketmektedirler. Bunun yanında tüp yemleme metodunda ise Adeola ve ark.<sup>4</sup> pekin ördeklerinin kursaklarına 30 g yem verdiklerini bildirmişlerdir. Sibbald<sup>3</sup> AME ve  $AME_n$  değerlerinin yem tüketimine bağlı olarak değişirken GME değerlerindeki değişimlerin yem tüketimine bağımlı olmadığını ifade etmektedir. Araştırmacı bu durumu, ( $EEK=DE_m+IE_e$ ) şeklindeki kayıpların; yem tüketimi arttıkça göreceli olarak azalmasına, yem tüketimi azaldıkça göreceli olarak artmasına bağlamaktadır. Böylece yem tüketimi azaldıkça (EEK) düzeyinin göreceli artışına bağlı olarak, ölçümde elde edilen AME ve  $AME_n$  değerleri azalırken, (EEK) düzeyinin düzeltildiği GME değerleri yem tüketiminden etkilenmeyecektir. Farrel ve ark.'nın<sup>6</sup> bulguları da Sibbald'ını görüşünü AME kısmında destekler niteliktedir. Bu araştırmacıların elde ettiği verilere bakıldığında yem tüketimi azaldıkça AME düzeyinin azaldığı, özellikle horoz başına 10 g yem verildiğinde bu farkın belirginleştiği görülmektedir. Ancak aynı çalışmanın sonuçlarında yem tüketiminin

azalmasıyla GME düzeyinin yükseldiği gözlenmektedir. Araştırmacılar AME değerinin azot dengesi ile düzeltilmesinin ( $AME_n$ ) yem tüketiminden kaynaklanan farklılıkları azaltırken bu düzeltmenin  $GME_n$  değerlerindeki farklılıkları azaltmadığını bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra dışı broylerlere Enerji/Protein oranı yüksek yem verildiğinde yem tüketimindeki artışla birlikte  $AME_n$  düzeyinin azaldığını bildiren bir araştırma sonucu bulunmaktadır.

### **Yemin Yapısının Bağlı Özellikler:**

Bu konuda, ilk olarak yem maddelerinin tek başlarına veya temel bir rasyona belirli bir oranda karıştırılarak hayvanlara yedirilmeleri göze çarpmaktadır. Yem maddelerinin tek başlarına yedirilmelerinde dikkat çeken bir başka uygulama ise, yemlerin kanatlıların sindirim sisteminden herhangi bir değişime uğramadan ve emilmeden geçen bir indikatör ile birlikte hayvana yedirilmeleridir. Kromik oksit bu indikatörlere iyi bir örnek oluşturmaktadır<sup>3,11</sup>. Son yıllarda ise asitte erimeyen kül olarak ifade edilen kromik oksit ve Celite isimli bir maddenin karışımının indikatör olarak kullanıldığı görülmektedir<sup>12,13,14</sup>. Bir birim yem maddesi ve bir birim dışının brüt Enerjileri bir birimdeki indikatör miktarına oranlanarak yem maddesinin AME'si hesaplanabilmektedir. İndikatör kullanmanın diğer yola göre avantajı, yem tüketimi ve dışkı miktarını belirleme zorunluluğunun bulunmamasıdır. Ancak indikatörün belirlenmesi ile ilgili çıkabilecek hataları da dikkate almak gerekir.

Sibbald<sup>3</sup> bazı tahıl ve diğer yem maddelerinin tek başına enerji ölçümlerinde olumlu sonuçlar alınmasına rağmen bir çok yem maddesinin bir temel diyetle karıştırılarak yedirilmesinde daha sağlıklı sonuçlar alındığını ifade etmektedir. Bunu, bazı yem maddelerinin lezzetsizlikten dolayı az tüketilmelerine, bazılarının ise uzun süre tek başlarına yedirilmesinin besin maddesi dengesizliklerine ilgili olarak vücutta olumsuz etkilere yol açmalarına bağlamak mümkündür<sup>15</sup>. Yem maddesinin temel diyetin bir bölümü ile yer değiştirilerek yedirilmesinde ise referans diyetin yem maddesi kompozisyonunun sabit olması nedeniyle her seferinde AME ölçümlerinin yapma zorunluluğunun olmaması ve test materyalinin birden fazla düzeyde katılarak sonuçlara regresyon analizi uygulama imkanının bulunması avantaj olarak görülmektedir.

Yemin yapısı ile ilgili olarak dikkat çeken önemli bir başka konu ise son yıllarda kanatlı yemlerinde yoğun olarak kullanılan yağların ME değerlerinin belirlenmesidir. Wiseman ve Blanch<sup>16</sup> yemdeki asit yağ ve buna bağlı olarak serbest yağ asidi miktarı arttığında yağların AME düzeylerinde azalma olduğunu ifade etmektedirler. Ayçiçeği ve soya asit yağı gibi farklı orijinli asit yağları karşılaştıran araştırmacılar yağların  $AME_n$  değerleri ile en iyi korelasyonun yağların içerdiği uzaklaştırılamayan yabancı madde oranı arasında bulunduğunu bildirmişlerdir<sup>17,18</sup>.

Son yıllarda kanatlı yemlerinin ME' siyle ilgili olarak üzerinde en çok çalışılan konu, arpa, buğday, çavdar ve soya fasulyesinde bulunan antinutrisyonel faktörlerdir. Arpa, buğday ve çavdarda bulunan nişasta yapısında olmayan polisakkaritlerin (NOP), özellikle barsak içeriğinin vizkositesini artırarak lipitler gibi diğer besin maddelerinin sindirilebilirliklerini dolayısıyla da katıldıkları

yemlerin AME ve GME düzeylerini azalttıklarını bildiren çok sayıda araştırmacı bulunmaktadır<sup>12-14,19-21</sup>. Benzer olarak Parsons<sup>22</sup> farklı oligosakarit düzeylerine sahip soya küspelerinin ME değerlerinde farklılıklar bulunduğunu belirtmektedir. Kanatlı beslenmesinde bu tip olumsuzluklara yol açan antinutrisyonel faktörlerin, yemlere enzim katarak parçalanmaları yoluyla yemlerin AME ve GME düzeylerinin yükseldiği iddia edilmektedir<sup>12,13,20,22-26</sup>.

### **Dışkı Toplama:**

Kanatlılarda in vivo olarak ME ölçümlerini etkileyen faktörlerden bir diğeri dışkı toplama prosedürüdür. Bununla ilgili olarak iki yöntem öne çıkmaktadır. İlk in vivo sindirim denemelerinden beri yaygın olarak kullanılan dışkı toplama yöntemi tepsisi kullanımudur. Bu yöntemde göre tasarlanan kafeslerin altına kolay temizlenebilen bir materyalden imal edilmiş tepsiler konmaktadır. Ayrıca kafesin yan duvarlarında dışkının kafes dışına çıkmasını engelleyecek yükseklikte plastik türevlerinden imal edilmiş örtüler gerilmektedir. Bu yöntemde en önemli problemler yemleme sistemine de bağlı olmakla birlikte dışkının yem ve kursak içeriği ile kirlenmesi olarak görünmektedir<sup>3,7</sup>. Diğer dışkı toplama yöntemi ise çeşitli şekillerde tasarlanmış dışkı toplama torbalarının kloaka çevresine cerrahi bir operasyon ile dikilmesi<sup>4</sup> veya herhangi bir şırıjikal uygulama yapmadan torbanın kloaka çevresine bağlanmasıdır<sup>9</sup>. Ancak bu yöntemde de gerek olası dışkı kaçaklarının gerekse regurgite yem artıklarının belirlenmesi açısından hayvanların altında tepsisi bulunması gerektiği belirtilmektedir<sup>9</sup>.

### **Deneme Hayvanı:**

İn vivo ME tayini için kullanılan hayvanların yaşının özellikle broylerler için önemli bir faktör olduğu belirtilmektedir<sup>11,27-29</sup>. Bu yayınlarda küçük yaşta broylerlerde elde edilen ME değerlerinin yaşlılara göre daha düşük olduğu vurgulanmaktadır. Kinder ve Anthony<sup>30</sup> devekuşlarında yaş ilerledikçe barsak içeriği pasaj süresinin uzadığını ileri sürmüşlerdir. Ayrıca deneme hayvanlarının türünün ve genotipinin önemli olduğu bildirilmektedir<sup>1,27,29,31</sup>.

## **TÜRKİYE'DE KANATLI ME DEĞERLENDİRME SİSTEMLERİ**

Kanatlı yemi olarak kullanılan bitkisel kökenli hammaddelerin bir bölümünün Türkiye'de üretilmesine karşın önemli bölümünün ithal edildiği bilinmektedir. Türkiye'de özellikle tahıllar olmak üzere yem hammaddelerinin ME değerleri ve bunların in vivo ölçüm metotlarıyla ilgili resmi bir standart bulunmamaktadır. Bu yüzden kanatlı yemi üreticileri, yem maddelerinin ME değeri olarak genellikle tablo değerlerini daha az olarak da yaptıkları kimyasal yem analizlerinin sonuçlarına dayalı formüllerle hesaplanmış değerleri kullanmaktadırlar. Yukarıdaki bilgilerden anlaşılacağı gibi kanatlı yemlerinde ME değerlerini etkileyebilecek çok sayıda değişken bulunmaktadır.

Bütün bu bilgilerin ışığı altında, Avrupa Birliği tarafından 1990'ların başında kabul edilip kullanılan AME<sub>n</sub> sisteminin<sup>32</sup>, Türkiye'de de acilen

kullanılmaya başlanması gerektiği görülmektedir. Tüp yemleme ile  $GME$  ve  $GME_n$  ölçümünün çok sayıda avantajı olmasına rağmen, ölçüme temel oluşturan ve rutin in vivo ölçümlerde genellikle sabit olarak kabul edilen endojen enerji kayıplarının (EEK) hayvana yedirilen test materyaline göre değişebilmesi, yem maddesinin tek başına yedirilmesinden dolayı sinerjetik etkinin şekillenmemesi ve 48 saatlik açlık periyodunda normal fizyolojik koşulların bozulması gibi olumsuzlukları bulunmaktadır<sup>3,6,15</sup>. Ancak bu olumsuzlukların giderilmesine yönelik çalışmaların sürdüğü gözlenmektedir. Türkiye'de kanatlı yemlerinin in vivo  $AME$  ölçümleriyle ilgili az sayıda bilimsel çalışma<sup>7</sup> bulunmasına rağmen son yıllarda kanatlı yemi hammaddelerinin  $GME$  ve  $GME_n$  lerinin tüp yemleme metoduyla ölçülmesine ilgili çalışmaların yapılması sevindiricidir<sup>8,9</sup>. Bu tür çalışmaların artması,  $AME$  ve  $AME_n$  sistemlerine göre daha sağlıklı sonuçlar alınabilecek  $GME$  ve  $GME_n$  sistemlerinin Türkiye ve dünya kanatlı yemi sektöründe yerleşmesini sağlayacaktır.

### KAYNAKLAR

1. ŞENEL, H.S.: Hayvan Besleme. İ.Ü. Vet. Fak. Yayınları, V+380, İstanbul, (1986).
2. TÜRKER, H.: Bilimsel Yönleriyle Tavuk Besleme. Yön Ajans, İstanbul, (1988).
3. SIBBALD, I.R.: Metabolisable energy evaluation of poultry diets, Recent Development in Poultry Nutrition, Butterworths, Borough Green, Sevenoaks Kent TN 15 8PH, England. ISBN 0-407-01513-2, 12-26, (1988).
4. ADEOLA, O., RAGLAND, D., KING, D.: Feeding and excreta collection techniques in metabolisable energy assay for ducks. *Poult. Sci.* 76: 728-732, (1997).
5. ENSMINGER, M.E.: Poultry Science, 3<sup>rd</sup>. ed. Interstate Publisher Inc. Danville, Illinois. ISBN 0-8134-2929-3, (1992).
6. FARREL, D.J., THOMSON, E., DU PREEZ, J.J., HAYES, P: The estimation of endogenous excreta and the measurement of metabolisable energy in poultry feedstuffs using four feeding systems, four assay methods and four diets. *Br. Poult. Sci.* 32: 483-499, (1991).
7. ALP, M.: Yaygın olarak kullanılan kanatlı yemlerinde metabolize olabilir enerjinin hızlı biyolojik yöntemle saptanması. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi, (1988).
8. YALCIN, S., ONOL, A.G.: True metabolisable energy values of some feedingstuffs. *Br. Poult. Sci. Mar*; 35: 119-122, (1994).
9. ÖNOL, A.G.: Bitkisel kökenli bazı yem hammaddelerinin kanatlılarda gerçek metabolize olabilir enerji düzeylerinin belirlenmesi. *Çiftlik*, 176: 59-66, (1998).
10. AJUYAH, A.O., BALNAVE, D., ANNISON, E.F.: Determination of apparent and true dietary fatty acid digestibilities and metabolisable energy using ileal digesta and excreta from broiler chickens. *Animal Feed Sci. Tech.* 62: 131-139, (1996).



11. ZELENKA, J.: Effects of sex, age and food intake upon metabolisable energy values in broiler chickens. *Br. Poultry Sci.* 38: 281-284 (1997).
12. SCOTT, T.A., SILVERSIDES, F.G., CLASSEN, H.S., SWIFT, M.L., BEDFORD, M.R., HALL, J.W.: A broiler chick bioassay for measuring the feeding value of wheat and barley in complete diets. *Poult. Sci.* 77: 449-455 (1998).
13. SCOTT, T.A., SILVERSIDES, F.G., CLASSEN, H.S., SWIFT, M.L., BEDFORD, M.R.: Comparison of sample source (excreta or digesta) and Age of broiler chick on measurement of apparent digestible energy of wheat and barley. *Poult. Sci.* 77: 456-463 (1998).
14. SCOTT, T.A., HALL, J.W.: Using acid insoluble ash marker ratios (diet:digesta) to predict digestibility of wheat and barley metabolisable energy and nitrogen retention in broiler chicks. *Poult. Sci.* 77: 674-679 (1998).
15. NRC: Nutrient requirements of poultry, 9th ed. National Research Council. ISBN 0-309-04892-3 (1994).
16. WISEMAN, J., BLANCH, A.: The effect of free fatty acid content on the apparent metabolisable energy of coconut/palm kernel oil for broiler chickens aged 12 and 52 days. *Animal Feed Sci. Tech.* 47: 225-236, (1994).
17. VILA, B., ESTEVE-GARCIA, E.: Studies on acid oils and fatty acids for chicks. I. Influence of age, rate of inclusion and degree of saturation on fat digestibility and metabolisable energy of acid oils. *Br. Poult. Sci. March*; 37(1): 105-117, Abst. (1996).
18. VILA, B., ESTEVE-GARCIA, E.: Studies on acid oils and fatty acids for chicks. III. Effect of chemical composition on metabolisable energy of by-products of vegetable oil refining. *Br. Poult. Sci. March*; 37(1): 131-144, Abst. (1996).
19. DUSEL, G., KLUGE, H., GLASER, K., SIMON, O., HARTMANN, G., LENGERKEN, J., JEROCH, H.: An investigation into the variability of extract viscosity of wheat relationship with the content of non-starch polysaccharide fractions and metabolisable energy for broiler chickens. *Arch. Tierernahr.* 50 (2): 121-135 Abst. (1997).
20. LANGHOUT, D.J., SCHUTTE, J.B., GEERSE, C., KIES, A.K., DE JONG, J., VERSTEGEN, M.W.: Effects of chick performance and nutrient digestibility of an endo-xylanase added to a wheat and rye based diet in relation to fat source. *Br. Poult. Sci. Dec*; 38(5): 557-563, Abst. (1997).
21. ANNISON, G.: Feed enzyme-the science, future development and practical aspects in feed formulation. 10<sup>th</sup> European Symposium on Poultry Symposium on Poultry Nutrition (October 15-19<sup>th</sup> 1995), Antalya, Turkey (1995).
22. PARSONS, C.M., ZHANG, Y., JOHNSON, M.L., ARABA, M.: Nutritional evaluation of soybean meals varying in oligosaccharide content. *Poult. Sci. Suppl.* 75: 1156 Abst. (1996).

23. FUENTE, J.M., PEREZ DE AYALA, P., FLORES, A., VILLAMIDE, M.J.: Effect of storage time and dietary enzyme on metabolisable energy and digesta viscosity of barley-based diets for poultry. *Poult. Sci.* 77: 90-97, (1998).
24. HUYGHEBAERT, G., HASTRUP, T., COWAN, W.D., RASMUSSEN, P.B.: Impact of specific enzymes on the metabolisable energy of selected feedstuffs in broiler diets. *Proceeding Aust. Poult. Sci. Sym.*, 130-134, (1995).
25. CHOCT, M., HUGHES, R.J., TRIMPLE, R.P., ANGKANAPORN, K., ANNISON, G.: Non-starch polysaccharide-degrading enzymes increase the performance of broiler chickens fed wheat of low apparent metabolisable energy wheat. *Journal of Nutrition*, 125: 485-492, (1995).
26. SOLABIR, J., BOGDAMG, C., POGORELEC, R., NOVAK, B.: The effect of xylanase and  $\beta$ -glucanase on energy value, apparent nutrient digestibility, nitrogen retention and intestinal viscosity in wheat based broiler diets. 10<sup>th</sup> European Symposium on Poultry Nutrition (October 15-19<sup>th</sup> 1995), Antalya, Turkey (1995).
27. CARRE, B., GOMEZ, J., CHAGENAU, A.M.: Contribution of oligosaccharide and polysaccharide digestion, and excreta losses of lactic acid and short chain fatty acids, to dietary metabolisable energy values in broiler chickens and adult cockerels. *Br. Poult. Sci. Sep*; 36(4): 611-629, Abst. (1995).
28. BARTOV, I.: Differential effect of age on metabolisable energy content of high protein-low energy and low protein-high energy diets in young broiler chicks. *Br. Poult. Sci. Sep*; 36(4): 631-643, Abst. (1995).
29. MARTIN, E.A., FARREL, D.J.: Strategies to improve the nutritive value of rice bran in poultry diets. II. Changes in oil digestibility, metabolisable energy and attempts to increase the digestibility of the oil fraction in the diets of chickens and ducklings. *Br. Poult. Sci. Sep*; 39(4): 555-559, Abst. (1995).
30. KINDER, L.L., ANTHONY, N.B.: Chromic oxide as indigestible marker for the determination of rate of passage in different ages of emu. *Poult. Sci. Suppl.* 76: 1. 356, Abst. (1997).
31. CILLIERS, S.C., HAYES, J.P., CHWALIBOG, A., DU PREEZ, J.J., SALES, J.: A comparative study between mature ostriches (*Struthio camelus*) and adult cockerels with respect to true and apparent metabolisable energy values for maize, barley, oats and triticale. *Br. Poult. Sci.* 3S: 96-100, (1997).
32. BOURDILLON, A., CARRE, B., CONAN, L., FRANCESCH, M., FUENTES, M., HUYGHEBAERT, G., JANSSEN, W.M.M.A., LECLERCQ, B., LESSIRE, M., McNAB, J., RIGONI, M., WISEMAN, J.: European reference method of in vivo determination of metabolisable energy in poultry: Reproducibility, effect of age, comparison with predicted values. *Br. Poult. Sci.* 31: 567-576, (1991).

---

**Yazının Geliş Tarihi: 31.12.1998**