



Hayvan Beslemede Rezidüel Yem Tüketimi

Residual Feed Intake in Animal Nutrition

Mahmoud O.A. ELFAKİ* 0000-0002-5951-2962 Ünal KILIÇ 0000-0003-3909-799X

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Samsun

ÖZET

Yemlerin hayvanlar tarafından değerlendirilmesinde kullanılan farklı birimler bulunmakla birlikte, rezidüel yem tüketiminin kullanıldığı çalışmaların oldukça sınırlı olduğu dikkati çekmektedir. Rezidüel yem tüketimi bir hayvanın gerçek yem tüketimi ile onun cüssesine ve büyümesine bağlı olarak beklenen yem tüketimi arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmanın amacı, hayvan beslemede rezidüel yem tüketimine ilişkin mevcut durumu ortaya koymak ve rezidüel yem tüketiminin kullanılabilirliği hakkında bilgi vermektir. Bu bağlamda rezidüel yem tüketiminde fizyolojik temeller, yemin kullanım etkinliğini tanımlamada bazı birimler, rezidüel yem tüketimi hesaplama modelleri, bazı çiftlik hayvanlarında rezidüel yem tüketimi uygulamaları, rezidüel yem tüketimi seçiminin ekonomik ve çevresel faydaları üzerinde durularak konu detaylı olarak ele alınmıştır. Yapılan sınırlı sayıda çalışmada rezidüel yem tüketiminden faydalanılarak hayvan ıslah çalışmalarının yürütülebileceği (hayvan seçimi), aynı verime sahip olan hayvanlar arasında kuru madde tüketimi en az olanların belirlenebileceği ve rezidüel yem tüketimi biriminin kullanılması sayesinde büyüme oranı üzerinde olumlu etkilerin sağlanabileceği bildirilmektedir. Ayrıca rezidüel yem tüketiminin sera gazı emisyonunu azaltmada oldukça önemli katkılar sağlanması bakımından da ruminantlarda tercih edilebilir nitelikte olduğu, hayvan beslemedeki avantajları ve başarılı sonuçlar da dikkate alındığında rezidüel yem tüketimi kullanımının dünya çapında yaygınlaşacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Kuru madde tüketimi, rezidüel yem tüketimi, seleksiyon, yaşama payı, yem etkinliği, yemden yararlanma.

ABSTRACT

Although there are different units used in the evaluation of feed by animals, the studies that used the residual feed intake is noted to be quite limited. Residual feed intake is defined as the difference between an animal's actual feed intake and expected feed intake depending on its size and growth. This study aims to present the current situation regarding residual feed intake in animal nutrition and to provide information about the usability of residual feed intake. In this context, the subject is discussed in detail by focusing on the physiological basis of residual feed intake, some units in defining feed efficiency, residual feed intake calculation models, residual feed intake practices in some livestock, and the economic and environmental benefits of residual feed intake selection. In the limited study conducted on residual feed intake, it is reported that breeding studies can be carried out by using residual feed intake (animal selection), that the animals with the least dry matter intake can be determined among the animals with the same yield, and that positive effects on the growth rate can be achieved by using the residual feed intake unit. In addition, it is thought that residual feed intake can be preferred in ruminants in terms of providing very important contributions to reducing greenhouse gas emissions, and considering the advantages and successful results in animal nutrition, the use of residual feed intake will become widespread worldwide.

Keywords: Dry matter intake, residual feed intake, selection, maintenance, feed efficiency, feed conversion.

Atf: Elfaki, M.O.A., Kılıç, Ü. 2023. Hayvan beslemede rezidüel yem tüketimi. Hayvansal Üretim 64(2): 85-92. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1100009>

Citation: Elfaki, M.O.A., Kılıç, Ü. 2023. Residual feed intake in animal nutrition. Journal of Animal Production 64(2): 85-92. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1100009>

Geliş tarihi (Received): 09.04.2022 Kabul tarihi (Accepted): 29.08.2022

*Sorumlu yazar (correspondence): mahmoudosman03@gmail.com

GİRİŞ

Hayvancılık işletmelerinde amaç en ekonomik yem ve yöntemlerle hayvanları beslemek ve birim hayvansal ürünü en az maliyetle üretmektir. Bu amaçla hayvan beslemede kullanılan rasyon ya da yemlerin etkinlik değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir ve bunun için bazı birimler kullanılmaktadır. Hayvan beslemede yem etkinliğinin belirlenmesinde dünya çapında en yaygın olarak kullanılan birim "yemden yararlanma oranı" olup, ülkemizde de bu birim yaygın kullanılmaktadır. Yem kullanım etkinliği, genellikle tüketilen yemin verime dönüşüm oranı olarak ifade edilir. Yem tüketimi ve yemin kullanım etkinliği, herhangi bir hayvancılık üretim sisteminde genel karlılığı etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır. Büyüme etkinliği (growth efficiency), yemden yararlanma oranı (YYO) ve yaşama payı etkinliği (maintenance efficiency) gibi bazı özellikler genetik olarak belirlenmiştir (Archer ve ark., 1999). Ancak, yaygın kullanıma rağmen, bu ölçütler genellikle büyüme hızı veya olgun vücut ağırlığı gibi diğer üretim özellikleri ile korelasyon gösterdiği için genetik iyileştirme amaçları için istenmemektedir (Archer ve ark., 1999).

Hayvan yetiştirme hedeflerinde yem etkinliğinin sağlanması ile aynı üretim seviyeleri korunurken, hayvanların daha az yem tüketimine yönelik genetik potansiyelleri ise artmaktadır. Hayvanlarda verim arttıkça daha az kuru madde tükettikleri (KMT), daha az gübre ürettikleri ve %25-30 daha az metan emisyonu gerçekleştirdikleri bilinmektedir (Hegarty ve ark., 2007; Nkrumah ve ark., 2006). Bununla birlikte, yaşama payı gereksinimleri ve yem tüketimleri hayvanlarda bireysel olarak varyasyon göstermektedir (Johnson ve ark., 2003; Richardson ve Herd, 2004). Bu durum, farklı çiftlik hayvanlarında enerji kullanım etkinliğini artırmak için temel oluşturmaktadır. Yıllar boyunca, birçok farklı yemin kullanım etkinliğini (feed efficiency) belirlemek için farklı değerlendirme yolları önerilmiştir. Bunlardan bir tanesi de "rezidüel yem tüketimi (RYT)" olup, Koch ve ark. (1963) tarafından alternatif bir yem kullanım etkinliği olarak hayvanları ayrı ayrı karşılaştırmak için bir yem dönüştürme oranı kullanmanın zorluklarına güzel bir cevap olarak geliştirilmiştir. Rezidüel yem tüketimi bir yem etkinliği ölçüsü olarak, bir hayvanın gerçek yem tüketimi ile onun cüssesine ve büyümesine bağlı olarak beklenen yem tüketimi arasındaki fark olarak tanımlanır. Üretim seviyesinden bağımsızdır ve bu değer ne kadar düşükse, verimlilik de o kadar yüksek olur (Arthur ve Herd, 2008; Green ve ark., 2013). Buna göre RYT aşağıdaki gibi belirlenmektedir.

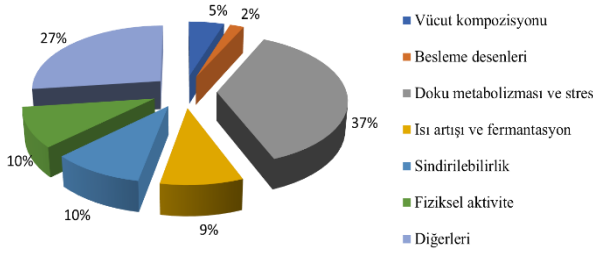
Rezidüel Yem Tüketimi (RYT) = Gerçekleşen yem tüketimi – Beklenen yem tüketimi.

Yüksek verimli hayvanların büyüme ve yaşama payı gereksinimlerine göre beklenenden daha az yem tükettiği, böylece daha verimli hayvanların negatif RYT değerine sahip olduğu; verimliliği düşük olan hayvanların ise pozitif RYT değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Koch ve ark., 1963). Rezidüel yem tüketimi orta derecede kalıtsaldır (Arthur ve ark., 2001). Bu nedenle genetik iyileştirme için iyi bir parametre olup, günümüzde RYT, yem etkinliğini karakterize etmek için daha da istenen bir birim haline gelmiştir.

Bu kapsamda, derlemenin amacı, hayvan beslemede rezidüel yem tüketimine ilişkin mevcut durumu ortaya koymak ve rezidüel yem tüketiminin kullanılabilirliği ve yapılan uygulamalar hakkında bilgi vermektir.

REZİDÜEL YEM TÜKETİMİNDE FİZYOLOJİK TEMELLER

Rezidüel yem tüketiminde beş ana süreç önem taşımakta olup bunlar; yem tüketiminden başka yemin sindirimi, metabolizma (vücut kompozisyonundaki varyasyonla ilişkili ve dâhil olmak üzere anabolizma ve katabolizma), aktivite ve termoregülasyon ile ilişkili süreçleri içermektedir (Richardson ve Herd, 2004). Yapılan çalışmalarda RYT'deki varyasyonun %73'ünün sığırlarda gelişen metabolik süreçler, vücut kompozisyonu, aktivite ve ısı üretiminden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Rezidüel yem tüketiminde meydana gelen varyasyonun dörtte birinden fazlasına neden olan mekanizmalar ise günümüzde hala bilinmemektedir. Basarab ve ark. (2003), Carstens ve ark. (2002) ve Nkrumah ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmalar bu sonuçların bazılarını doğrulamaktadır. Sığır eti için belirlenen sonuçlar, kümes hayvanlarında yapılan önceki çalışmalarla da doğrulanmıştır. Tixier-Boichard ve ark. (2002) tarafından, RYT varyasyonu için ısı üretimi ve vücut bileşiminin en önemli faktörler olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, Richardson ve Herd (2004) RYT'deki varyasyon oranını doku metabolizması ve stres için %37, sindirilebilirlik için %10, ısı artışı ve fermantasyon için %9, fiziksel aktivite için %10, vücut kompozisyonu için %5, besleme desenleri için %2 ve diğerleri için %27 olarak bildirmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Hayvanlar arasındaki RYT'deki değişikliklere katkıda bulunan faktörler (Richardson ve Herd, 2004).

Figure 1. Factors that contribute to variation in RFI between animals (Richardson and Herd, 2004).

YEM KULLANIM ETKİNLİĞİNİ TANIMLAMADA BAZI BİRİMLER

Yemin kullanım etkinliğine ilişkin geliştirilen ve kullanılan çeşitli ölçümler Archer ve ark. (1999) tarafından aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

Yemden Yararlanma Oranı (YYO): Bir birim ağırlık artışı, süt, ya da yumurta vb. ürün elde etmek için tüketilen yem miktarını bildiren oransal değerdir (kg yem: kg süt, kg yem: kg CAA, kg yem: kg yumurta vb.).

Kısmi Etkinlik: Yaşama payı ihtiyacını karşıladıktan sonra artan fazla enerjiyi, büyüme veya ürün açısından depolanmış kimyasal enerjiye dönüştürme yeteneğidir.

Büyüme Etkinliği: Sindirilen yemin bir birim vücut maddesine dönüştürülmesi etkinliği, yani tüketilen yemin ne kadarının hayvanın kütlesinde büyümeye dönüştüğünün ölçüsüdür.

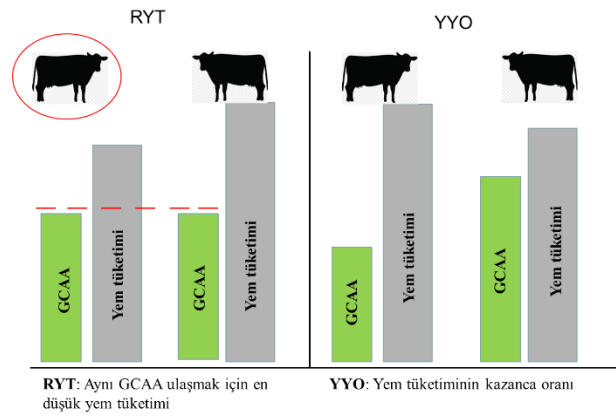
Yaşama Payı Etkinliği: Metabolik vücut ağırlığı başına yaşama payı için metabolize edilebilir enerji tüketimidir.

Rezidüel Günlük Ortalama Canlı Ağırlık Artışı (RGCAA): Bir hayvanın gerçek günlük ortalama canlı ağırlık artışı ile beklenen günlük ortalama canlı ağırlık artışı arasındaki fark olarak tanımlanır.

Şekil 2'de RYT ve YYO arasındaki farklar görülmektedir. Rezidüel yem tüketiminde iki hayvanın gerçek yem tüketimi ile beklenen yem tüketimi arasındaki fark hesaplandığında aynı verim (günlük canlı ağırlık artışı - GCAA) düzeyine ulaşmak için en düşük yem tüketimi olan hayvanın negatif RYT'ye sahip olduğu, yani daha tercih edilebilir nitelikte olduğu görülmektedir.

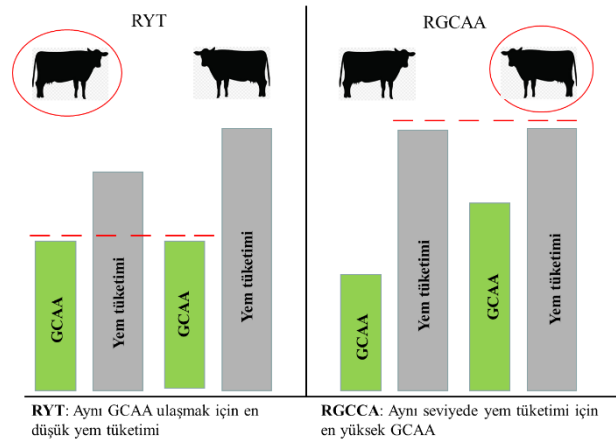
Şekil 3'te de görülen, RGCAA kavramı RYT'ye benzerdir. Genel olarak, RYT aynı verim için hangi hayvanların daha az yem tükettiğini ifade ederken; RGCAA ise aynı miktarda yem tüketimi için hangi

hayvanların daha fazla canlı ağırlık (CA) kazandığını ifade etmektedir. Buna göre, verim seviyesini riske atmadan, yem tüketimini azaltmak da isteniyorsa RYT en iyi seçim ya da seleksiyon aracı olabilir. Yani RYT aynı verim seviyesi için yem tüketimini karşılaştırır ve daha düşük yem tüketimine sahip hayvanları arar, RGCAA ise aynı yem tüketimi seviyesi için GCAA'yı karşılaştırır ve artan GCAA'ya sahip hayvanları aramaktadır. Şekil 3'te görülen grafiğe göre yapılacak değerlendirmede RYT için yapılacak seçimde daha az yem tüketimi gösteren hayvanlar tercih edilirken, RGCAA için yapılacak seçimde en yüksek GCAA gösteren hayvanlar tercih edilmektedir.



Şekil 2. Rezidüel yem tüketimi (RYT) ile yemden yararlanma oranı (YYO) arasındaki fark.

Figure 2. Difference between residual feed intake (RFI) and feed conversion ratio (FCR).



Şekil 3. Rezidüel yem tüketimi (RYT) ve rezidüel günlük ortalama canlı ağırlık artışı (RGCAA) arasındaki fark.

Figure 3. Difference between residual feed intake (RFI) and residual average daily gain (RADG).

REZİDÜEL YEM TÜKETİMİ HESAPLAMA MODELLERİ

Rezidüel yem tüketimi, bireysel veya grup olarak barındırılan hayvanlara sunulan ve reddedilen günlük yemlerin miktarlarının belirlenmesi yanı sıra; GCAA ölçümlerinin de yapıldığı uzun süreli yemleme denemelerinde (en az 70 ila 84 gün) alınan bireysel yemleme kayıtları ile hesaplanmaktadır.

Rezidüel yem tüketimi değerleri belirlenirken, her bir hayvan için günlük bireysel yem tüketimini ölçmek ve kaydetmek gerekir. Bu ölçümleri almak için hayvanların bireysel bölmelerde barındırılması gerekmektedir. Bu nedenle, RYT verilerinin elde edilmesi zahmetli, pahalı ve uzun zaman aldığından kullanımı yeterince yaygınlaşmamıştır (Sainz ve Paulino, 2004).

Deneme bittiğinde elde edilen veriler kullanarak, günlük yem tüketimi (sunulan ve reddedilen yem miktarlarından), aynı dönem için elde edilen GCAA ve vücut ağırlığı hesaplanır. Beklenen yem tüketimi, hayvanların metabolik beden büyüklüğü ($CA^{0.75}$), GCAA ve yem tüketimi verileri kullanılarak doğrusal regresyon ile hesaplanır. Genel istatistik model:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon \quad (1)$$

olup, bu eşitlikte; Y: beklenen kuru madde tüketimi, β_0 : denklem kesme noktası, β_1 ve β_2 denklemin katsayıları, X_1 : orta test metabolik vücut ağırlığı, X_2 : ortalama günlük canlı ağırlık kazancı ve ε : rezidüel (hata) ifade etmektedir. (Orta-test metabolik vücut ağırlığı, bir çalışma veya test süresinin ortasındaki bir hayvanın tahmini veya hesaplanmış vücut ağırlığıdır. Bu ağırlık, metabolik çalışmalarda veya enerji ile ilgili ölçümlerde kullanılır ve farklı hayvanların verilerini karşılaştırmak için standart bir referans noktası sağlar).

Bu tahmin edilen değer, benzer ağırlıklara ve kazanç oranlarına sahip hayvanlar için "ortalama" veya beklenen değer olarak düşünülebilir. Gerçek yem tüketimi ile tahmini yem tüketimi arasındaki fark, rezidüel yem tüketimine karşılık gelir.

Şekil 4'te görüldüğü gibi CA'ya ve canlı ağırlık artışı (CAA)'na göre beklenenden daha az yem tüketen hayvanlar negatif RYT değerine sahiptir, CA'ya ve CAA'ya göre beklenenden daha fazla yem tüketen hayvanlar ise pozitif RYT değerine sahip olmuştur.

1) Rezidüel yem tüketimi ve rezidüel canlı ağırlık artışı modelleri:

a. Rezidüel yem tüketimi modeli: Koch ve ark. (1963). RYT, KMT'ye ve CAA'daki farklılıklara göre aşağıdaki eşitliğe göre belirlenmektedir.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 GCAA_i + \beta_2 OA_i + e_i \quad (1a)$$

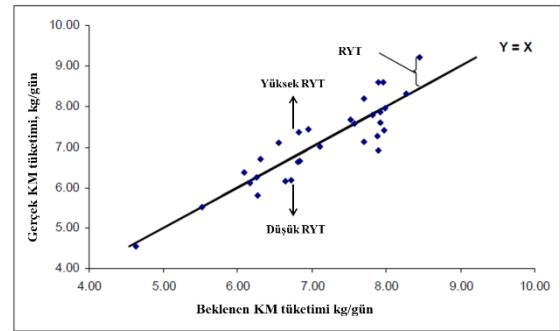
olup, bu eşitlikte; Y_i : hayvanın günlük yem tüketimi, β_0 : regresyon kesimi, β_1 : GCAA ile yem tüketimi kısmi

regresyon katsayısı, β_2 : orta test ağırlığı (OA) ile yem tüketimi kısmi regresyon katsayısı ve e_i : i. hayvanın yem tüketimindeki rezidüel hata olarak ifade edilmiştir.

b. Rezidüel canlı ağırlık artışı modeli: İkinci modelde CAA, KMT ve OA'daki farklılıklara göre aşağıdaki gibi belirlenmektedir (Koch ve ark., 1963).

$$Y_i = \beta_0 + \beta_2 OA_i + \beta_3 KMT_i + e_i \quad (1b)$$

olup, eşitlikte; Y_i : hayvanın CAA, β_0 : regresyon kesimi, β_2 : OA'da CAA'nın kısmi regresyon katsayısı, β_3 : KMT üzerinde CAA'nın kısmi regresyon katsayısı ve e_i : yemin kullanım etkinliği ölçüsü olan hayvanın CAA'sındaki rezidüel hata olarak ifade edilmiştir.



Şekil 4. Rezidüel yem tüketimi (RYT), gerçek ve tahmini kuru madde (KM) tüketimleri arasındaki farktır (Sainz ve Paulino, 2004).

Figure 4. Residual feed intake (RFI) is the difference between actual and predicted dry matter (DM) intakes (Sainz and Paulino, 2004).

2) Avustralya besi sığırı modeli: (Archer ve ark., 1997; Arthur ve ark., 2001). Ortalama metabolik orta test ağırlığı (MOA), modele yaşama payı ihtiyaçlarının bir öngörücüsü olarak dâhil edilir ve GCAA, büyümenin bir ölçüsü olarak kullanılır. RYT aşağıdaki modele göre şöyle hesaplanır:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 GCAA_i + \beta_2 MOA_i + e_i \quad (2)$$

Burada; Y_i : hayvanın günlük yem tüketimi, β_0 : regresyon kesimi, β_1 : GCAA'da yem tüketiminin kısmi regresyon katsayısı, β_2 : MOA'da yem tüketiminin kısmi regresyon katsayısı ve e_i : hayvanın yem tüketiminde rezidüel hata.

3) Vücut kompozisyonu ölçümlerini içeren Fransız modeli: Bu modelde, RYT, yem tüketiminin CAA, CA ve vücut kompozisyonu üzerine regresyonuyla hesaplanmaktadır (François ve ark., 2002). Buna göre rezidüel yem tüketimi aşağıdaki modele göre hesaplanır.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 CAA_i + \beta_2 CA_{orta-test,i} + \beta_3 \text{yağ derinliği} + \beta_4 \text{kas derinliği} + e_i \quad (3)$$

Bu eşitlikte; Y_i : i. hayvanın günlük yem tüketimi, β_0 : regresyon kesişimi, β_1 : CAA'da yem tüketiminin kısmi regresyon katsayısı, β_2 : Orta test CA ve yem tüketiminin kısmi regresyon katsayısı, β_3 : ultrason yağ derinliği üzerindeki yem tüketiminin kısmi regresyon katsayısı, β_4 : ultrason kas derinliği üzerindeki yem tüketiminin kısmi regresyon katsayısı e_i : hayvanın yem tüketiminde rezidüel hata.

4) Avustralya besleme standartları modeli: Bu model küçükbaş hayvanlar (keçi ve koyunlar) için kullanılır ve yaşama payı için gereken net enerji (YPNE) ve verim için gereken net enerji (VPNE) miktarlarının hesaplanmasını içermektedir (SCA, 1990). Buna göre, verim için gereken enerji (VPNE, MJ / gün) miktarı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$VPNE = \{BVK \times ((20.3 - R)/1 + \exp(2.4 - 6B)) + (6.7 + R)\} / \text{kg} \quad (4a)$$

Buna göre; BVK (boş vücut kazancı): $0.92 \times CAA$ (kg / gün) (Boş vücut kazancı, hayvanın sindirim içeriği hariç olmak üzere vücut ağırlığındaki artışı ifade eder. Bu ölçüm, hayvanın gerçek doku büyümesini değerlendirmek için sindirim içeriğinin etkilerini dışarıda bırakır),

R (kilo alımı veya kaybı için düzeltme) = $250 \times BVK / (SRA^{0.75}) - 1$. (SRA: standart referans ağırlık) (Standart referans ağırlık, karşılaştırma amaçlı kullanılan belirli bir ağırlık ölçüsüdür. Bu ağırlık, genellikle benzer popülasyonlardaki veya deneylerdeki hayvanların ortalamasından türetilir ve karşılaştırmalar için standart bir referans noktası sağlar),

B (büyüme aşaması): CA / SRA ,

kg verim için ME kullanımının etkinliği: $0.042 \times KME + 0.006$. (KME: kuru madde yem enerjisi yoğunluğu).

Yaşama payı için gereken enerji (YPNE, MJ / gün) miktarı ise şu şekilde hesaplanır:

$$YPNE = \frac{K \times 0.28 \times CA^{0.75} \times \exp(-0.03A)}{K_m + 0.1 \times (VPNE)} \quad (4b)$$

Eşitlikte; K: 1.0 (koyunlar ve keçiler için); CA: canlı ağırlık; A: yaş (yıl); ve K_m (yaşama payı için ME kullanımının etkinliği): $0.5 + 0.02 KME$.

Rezidüel yem tüketimi, denklemler kullanılarak hesaplanan yaşama payı ve verim payı gereksinimlerine göre ortalama günlük yem tüketimi (kg KM) ile yem tüketimi için öngörülen değerler arasındaki fark olarak hesaplanır (4a ve 4b).

HAYVAN BESLEMEDE REZİDÜEL YEM TÜKETİMİNİN ÖNEMİ



Rezidüel yem tüketimi; yem tüketiminin iki farklı bileşene ayrılması yani belirli bir üretim seviyesi için yem tüketiminin belirlenmesi ve yemin kalan kısmının

(rezidüel) hayvanlarda yaşama payı gereksinimlerini karşılama kapasitesinin analizine imkân tanıyan, yemlerin kullanım etkinliğinin belirlenmesinde önemli bir ölçüdür (Koch ve ark., 1963).

Aynı yaşama payı enerjisi ve verim payı enerjisi ihtiyacını karşılamak için beklenenden daha fazla yem tüketen hayvanlar yüksek RYT'li hayvanlardır. Düşük rezidüel yem tüketimi değerine sahip olan hayvanlar, yüksek rezidüel yem tüketimi değerlerine sahip olan hayvanlardan daha verimlidir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı rezidüel yem tüketimine sahip sığırların karşılaştırılması (Carstens ve Tedeschi, 2006).

Table 1. Comparison of cattle with different residual feed intake (Carstens and Tedeschi, 2006).

		
244 kg	Ağırlık	243 kg
0.957 kg/gün	GCAA	0.979 kg/gün
681.29 kg	Beklenen yem tüketimi	684.47 kg
778.81 kg	Gerçek yem tüketimi	558.82 kg
+97.52 kg	Fark (Rezidüel)	-125.65 kg

Çizelge 1'de de görüldüğü üzere RYT ekonomik hayvan besleme yapabilmek açısından oldukça önemli bir parametredir. Bu bakımdan RYT'nin farklı tür çiftlik hayvanlarının beslenmesi ve ıslahında kullanılması ve bilimsel çalışmalarda yaygınlaştırılması yapılan sınırlı sayıdaki bilimsel çalışmalarda önerilmektedir.

BAZI ÇİFTLİK HAYVANLARINDA REZİDÜEL YEM TÜKETİMİ UYGULAMALARI

Farklı tür ve verim tipinde RYT kullanımı üzerine yapılan çalışmalar ayrı başlıklar halinde sınıflandırılarak aşağıda verilmiştir.

Besi Sığırlarında Rezidüel Yem Tüketimi

Farklı RYT'ye sahip besi sığırları üzerine yapılan çalışmalarda, beslenme davranışı özelliklerinde bazı farklılıklar olduğu bildirilmiş olup (Lancaster ve ark., 2009; Nkrumah ve ark., 2007), ölçülen özellikler arasında yemleme sıklığı, günlük beslenme süresi, beslenme oranı, öğün büyüklüğü ve yemleme süresi incelenmiştir. Besi sığırları ile yapılan çalışmalarda tahıl ve silaj içeren rasyonlar kullanılmış ve her bir özellik için, RYT'deki varyasyonun %3 ila %24'ünü oluşturan oldukça geniş aralıkta değişken sonuçlar belirlenmiştir

(Lancaster ve ark., 2009; Montanholi ve ark., 2010; Nkrumah ve ark., 2007).

Steyn ve ark. (2014), Güney Afrika Bonsmara ırkı sığırlarda rezidüel yem tüketimi kullanarak yaptıkları seleksiyon sonucunda büyüme, canlı ağırlık etkilenmeksizin günlük yem tüketiminin azaldığını bildirmişlerdir.

Smith ve ark. (2010), yemin kullanım etkinliğini ölçmek için Angus besi sığırlarında RYT'yi incelemiş ve düşük RYT değerine sahip boğaların daha az yem tükettiğini, GCAA bakımından farklılık olmadığını bildirmiştir. Bu durum, sığırlarda büyüme oranını değiştirmeden yem girdilerinin azalmasıyla sonuçlanmıştır.

Süt Sığırlarında Rezidüel Yem Tüketimi

Süt sığırları arasında RYT bakımından genetik varyasyon varsa, daha düşük RYT'ye sahip olan hayvanların seçilmesi karlılığı artırabilir. Green ve ark. (2013), sütçü düvelerde RYT ve beslenme davranışı arasındaki ilişkileri incelemiş ve yemleme davranışının sütçü düvelerde RYT ile güçlü bir şekilde ilişkili olmadığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar tarafından RYT için farklı gruplara bakıldığında, en verimli bulunan hayvanların daha az öğünde, daha az ve daha yavaş yem tükettikleri, öğünün uzunluğunun arttığı, beslenmeye daha az zaman harcadıkları ve yeme düzenlerini en az verimli olan hayvanlara göre gün içinde daha eşit bir şekilde yayma eğiliminde oldukları da bildirilmiştir.

Williams ve ark. (2011), güney Avustralya'daki Holstein-Friesian düvelerinde RYT'deki varyasyonu incelemiş ve süt düvelerinin RYT değerlerinde önemli bir varyasyon olduğunu ve bu varyasyonun büyüklüğünün ekonomik açıdan önemli olduğunu bildirmiştir.

Koyunlarda Rezidüel Yem Tüketimi

Redden ve ark. (2013), koyunların büyüme etkinliklerini araştırdıkları çalışmalarında sınırlı miktarda yemle beslenen düşük RYT'li hayvanlarda KMT miktarı bakımından %15'lik bir düşüş gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada koyunlar, serbest yemleme koşullarında pelet haline getirilmiş diyetlerle ayrı ayrı beslenmiş olup, kısıtlı besleme koşulları altında ise CA ve GCAA verilerine göre; düşük RYT gösteren koyunların orta RYT gösterenlerden daha verimli olduğu ve yüksek RYT gösterenlerden ise daha verimli olma eğiliminde oldukları bildirilmiştir. Araştırmada, KMT'den bağımsız olarak koyunlarda yağ birikimi oranlarının RYT sınıflandırmasına katkıda bulunan bir mekanizma olabileceği belirtilmiş olup, bu veriler, RYT'nin koyunculukta üretim verimliliğini artırabileceğine dair umut vermektedir.

Mandalarda Rezidüel Yem Tüketimi

Subhashchandra Bose ve ark. (2014), yem etkinliği bakımından seleksiyon aracı olarak rezidüel yem tüketimi kullanımının Murrah ırkı manda malaklarında yem tüketimi, performans ve besin madde kullanımı ile ilişkisini incelemiştir. Çalışmada düşük RYT değerinin mandaların performansı üzerinde herhangi bir olumsuz etkiye yol açmadan yem tüketimi ve yem maliyetini önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir. Mandalarda RYT kullanımının hayvan seçiminde umut verici olması yanında daha büyük hayvan örnekleriyle çalışmalar yürütülmesi tavsiye edilmekle birlikte rezidüel yem tüketiminin, büyüme özelliklerinden bağımsız olması ve diğer verimlilik ölçülerine göre çok daha sağlam bir kriter olması bakımından verimli mandaların seçiminde dikkate alınması önerilmektedir.

Kanatlılarda Rezidüel Yem Tüketimi

Yemden yararlanma oranı hesaplamalarındaki bazı hataları telafi etmek için RYT, 1970'lerden beri yumurtacı tavuklarda bir üretim performansı değerlendirme indeksi olarak kullanılmaktadır. Kümes hayvanlarının toplam enerjisini verim payı enerjisi ve yaşama payı enerjisine bölerek belirlenen RYT sayesinde, metabolik farklılıkların genetik geçmişlerine göre belirlendiği bireyler arasındaki farklılıkların, doğru bir şekilde belirlenebildiği bildirilmektedir (Arthur ve ark., 2001).

Yüksek RYT'li bireylerin yem tüketiminin daha yüksek olması nedeniyle RYT'nin negatif bir seçim özelliği olarak kullanılması durumunda düşük yem tüketimine ve yüksek üretkenliğe sahip bir popülasyon üretme olasılığı daha fazla olacaktır (Yi ve ark., 2018).

Diğer hayvancılık sektörlerinde olduğu gibi, kümes hayvanları endüstrisini de karlı hale getirmek için yem israfı önlenmeli ve hayvan beslemede yemin kullanım etkinliği dikkate alınmalıdır. Verim etkinliğini değerlendirmek için kullanılan başlıca kriterler RYT ve YYO'dur. Prakash ve ark. (2020), yaptığı çalışmada hem RYT'nin hem de YYO'nun orta derecede kalıtsal olması dolayısıyla 5. hafta veya piyasa çağında bu özelliklere dayalı kanatlı hayvan seçiminin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, hem RYT hem de YYO'ya göre seçim yapılması, büyüme oranını riske atmadan yem tüketiminin azalmasına neden olmuştur. Düşük RYT değerine sahip olan kanatlıların daha iyi yem kullanım etkinliğine sahip olması beklenir ve kanatlı üretiminde maliyetlerin düşmesine yardımcı olabilir.

REZİDÜEL YEM TÜKETİMİ SEÇİMİNİN EKONOMİK VE ÇEVRESEL FAYDALARI

Hayvancılık işletmelerinde rezidüel yem tüketimi seçiminden elde edilecek potansiyel ekonomik faydayı değerlendirirken, sadece hayvan yetiştirme aşamasına

değil, üretim döngüsünün tüm aşamalarına odaklanılmalıdır. Archer ve ark. (2002), sütten kesim sonrası RYT'nin ergin ineklerin yem tüketimi ile yüksek oranda (genetik olarak) ilişkili olduğunu bildirmesine rağmen; büyüme ve vücut kompozisyonu özellikleriyle zayıf bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Arthur ve ark. (2005), sütten kesim sonrası RYT için 1 ila 2.5 generasyon için farklı şekilde seçilen bir sığır sürüsünde annelerin üretkenliğinde önemli bir farklılık olmadığını bildirmektedir.

Bu sonuçlar, bir bütün olarak değerlendirildiğinde üretim sistemi bağlamında sağlanacak ekonomik faydanın değerlendirmesinin, yemin kullanım etkinliği özelliği RYT olduğunda muhtemelen daha kolay olacağını göstermektedir.

Yemin kullanım etkinliği ölçümleri arasında RYT, hayvanın yaşama payı için gereken enerji gereksinimini hesaba kattığı için avantajlı görünmektedir. Buna göre düşük RYT'ye dayalı seçim yapıldığında, hayvanların günlük canlı ağırlık artışına karşılık tüketecekleri kuru madde miktarı azalmaktadır. Hayvanlarda RYT'yi vücut ağırlığı gibi diğer büyüme parametreleriyle birlikte bir seçim indeksi olarak dâhil etmek, hayvansal üretimi kesinlikle ekonomik hale getirebilir. Rezidüel yem tüketimi seçiminden beklenen faydaların çoğu doğası gereği ekonomiktir, ancak son değerlendirmeler çevresel sürdürülebilirlikteki faydaları göstermiştir. Nitekim tarım sektörü, ülkeden ülkeye farklılık gösteren katkısının büyüklüğü ile dünya çapında bir sera gazı emisyonu kaynağıdır. FAO raporu, küresel olarak hayvancılığın sera gazı emisyonlarının yüzde 18'inden sorumlu olduğunu tahmin etmektedir (Steinfeld ve ark., 2006). Bu bağlamda yapılan son çalışmalar, düşük RYT'li (yüksek verimli) sığır seçiminin, metan emisyonlarını %15-30 ve gübre üretimini %15-20 azaltacağını göstermiştir (Hegarty ve ark., 2007; Nkrumah ve ark., 2006). Bu durum ruminant beslemede düşük RYT seçimini kullanma potansiyelini ve fırsatını vurgulamaktadır. Böylece sera gazı emisyonunun azaltılmasında önemli bir ilerleme elde edilmesinin yanında ruminantlarda rasyonla gelen enerjinin bu yolla israfı da engellenmiş olacaktır.

SONUÇ

Yemlerin kullanım etkinliğini artırmak, verim miktarını ve özelliklerini riske atmadan üretim maliyetini düşürmek hayvan yetiştiricileri açısından karlılığı sağlamada oldukça önemlidir. Yem maliyetini ve buna bağlı olarak hayvansal üretim maliyetini düşüren ve karlılığı artıran RYT'ye göre hayvan seçimi yapmak ve yemleme uygulamaları geliştirmek bu bakımdan önem taşımaktadır. Ayrıca sera gazı emisyonunu azaltmada oldukça önemli katkılar sağlanması bakımından da RYT'nin ruminantlarda kullanımı tercih edilebilir

niteliktedir. Kanatlı hayvan beslemedeki avantajları ve başarılı sonuçlar da dikkate alındığında RYT kullanımı tüm dünya çapında geniş uygulama alanı bulacak şekilde yaygınlaştırılmalıdır.

Bununla birlikte pahalı olması, uzun zaman alması ve zahmetli olması gibi bazı dezavantajlara da sahip olan bu değerlendirme yönteminin hayvan beslemede kullanımı bir bütün halinde değerlendirildiğinde özellikle çok sayıda hayvana sahip bütün hayvancılık işletmeleri için tavsiye edilmektedir.

KAYNAKLAR

- Archer JA, Arthur PF, Herd RM, Parnell PF, Pitchford WS. 1997. Optimum postweaning test for measurement of growth rate, feed intake and feed efficiency in British breed cattle. *Journal of Animal Science* 75(8):2024-2032. <https://doi.org/10.2527/1997.7582024x>
- Archer JA, Reverter A, Herd RM, Johnston DJ, Arthur PF. 2002. Genetic variation in feed intake and efficiency of mature beef cows and relationships with postweaning measurements. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. August 19-23, 2002. Montpellier, France. Communication N°10-07.
- Archer JA, Richardson EC, Herd RM, Arthur PF. 1999. Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: a review. *Australian Journal of Agricultural Research* 50(2):147. <https://doi.org/10.1071/A98075>
- Arthur JPF, Herd RM. 2008. Residual feed intake in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37(Special issue):269-279. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001300031>
- Arthur PF, Archer JA, Johnston DJ, Herd RM, Richardson EC, Parnell PF. 2001. Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other postweaning traits in Angus cattle. *Journal of Animal Science* 79(11):2805. <https://doi.org/10.2527/2001.79112805x>
- Arthur PF, Herd RM, Wilkins JF, Archer JA. 2005. Maternal productivity of Angus cows divergently selected for postweaning residual feed intake. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 45(8):985. <https://doi.org/10.1071/EA05052>
- Basarab JA, Price MA, Aalhus JL, Okine EK, Snelling WM, Lyle KL. 2003. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. *Canadian Journal of Animal Science* 83(2):189-204. <https://doi.org/10.4141/A02-065>
- Carstens GE, Theis CM, White MB, Welsh Jr TH, Warrington BG, Randel RD, Forbes TDA, Lippke H, Greene LW, Lunt DK. 2002. Residual feed intake in beef steers: I. Correlations with performance traits and ultrasound measures of body composition. In *Proceedings-American Society of Animal Science Western Section* 53:552-555.
- Carstens GE, Tedeschi LO. 2006. Defining feed efficiency in beef cattle. In *Proceedings of Beef Improvement Federation 38th Annual Research Symposium and Annual Meeting*, Choctaw, Mississippi, April 2006, s. 12-21.

- François D, Bibé B, Bouix J, Brunel JC, Weisbecker JL, Ricard E. 2002. Genetic parameters of feeding traits on meat sheep. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. August 19-23, 2002. Montpellier, France. 7:19-23.
- Green TC, Jago JG, Macdonald KA, Waghorn GC. 2013. Relationships between residual feed intake, average daily gain, and feeding behavior in growing dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 96(5):3098-3107. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6087>
- Hegarty RS, Goopy JP, Herd RM, McCorkell B. 2007. Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane production. *Journal of Animal Science* 85(6):1479-1486. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-236>
- Herd RM, Oddy VH, Richardson EC. 2004. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. 1. Review of potential mechanisms. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 44(5):423. <https://doi.org/10.1071/EA02220>
- Johnson JL, Lee RP, Saini A, Grohmann B. 2003. Market-focused strategic flexibility: conceptual advances and an integrative model. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 31(1):74-89. <https://doi.org/10.1177/0092070302238603>
- Koch RM, Swiger LA, Chambers D, Gregory KE. 1963. Efficiency of feed use in beef cattle. *Journal of Animal Science* 22(2):486-494. <https://doi.org/10.2527/jas1963.222486x>
- Lancaster PA, Carstens GE, Ribeiro FRB, Tedeschi LO, Crews DH. 2009. Characterization of feed efficiency traits and relationships with feeding behavior and ultrasound carcass traits in growing bulls. *Journal of Animal Science* 87(4):1528-1539. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1352>
- Montanholi YR, Swanson KC, Palme R, Schenkel FS, McBride BW, Lu D, Miller SP. 2010. Assessing feed efficiency in beef steers through feeding behavior, infrared thermography and glucocorticoids. *Animal* 4(5):692-701. <https://doi.org/10.1017/S1751731109991522>
- Nkrumah JD, Basarab JA, Wang Z, Li C, Price MA, Okine EK, Crews DH, Moore SS. 2007. Genetic and phenotypic relationships of feed intake and measures of efficiency with growth and carcass merit of beef cattle. *Journal of Animal Science* 85(10):2711-2720. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-767>
- Nkrumah JD, Okine EK, Mathison GW, Schmid K, Li C, Basarab JA, Price MA, Wang Z, Moore SS. 2006. Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. *Journal of Animal Science* 84(1):145-153. <https://doi.org/10.2527/2006.841145x>
- Prakash A, Saxena VK, Singh MK. 2020. Genetic analysis of residual feed intake, feed conversion ratio and related growth parameters in broiler chicken: a review. *World's Poultry Science Journal* 76(2):304-317. <https://doi.org/10.1080/00439339.2020.1735978>
- Redden RR, Surber LMM, Grove AV, Kott RW. 2013. Growth efficiency of ewe lambs classified into residual feed intake groups and pen fed a restricted amount of feed. *Small Ruminant Research* 114(2-3):214-219. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.07.002>
- Richardson EC, Herd RM. 2004. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. 2. Synthesis of results following divergent selection. Cooperative Research Centre for Cattle and Beef Quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 44:431-440.
- Sainz RD, Paulino PV. 2004. Residual Feed Intake. Sierra Foothill Research and Extension Center, 1-4.
- Standing Committee on Agriculture (SCA), 1990. Feeding standards for Australian livestock. Ruminants. (CSIRO East Melbourne).
- Smith SN, Davis ME, Loerch SC. 2010. Residual feed intake of Angus beef cattle divergently selected for feed conversion ratio. *Livestock Science* 132(1-3):41-47. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.04.019>
- Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar TD, Castel V, Rosales M, Rosales M, de Haan C. 2006. Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food and Agriculture Org. ISBN 978-92-5-105571-7
- Steyn Y, Van Marle-Köster E, Theron HE. 2014. Residual feed intake as selection tool in South African Bonsmara cattle. *Livestock Science*, 164(1):35-38. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.03.007>
- Subhashchandra Bose BK, Kundu SS, Tho NTB, Sharma VK, Sontakke UB. 2014. Residual feed intake as a feed efficiency selection tool and its relationship with feed intake, performance and nutrient utilization in Murrah buffalo calves. *Tropical Animal Health and Production* 46(4):615-621. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0536-2>
- Tixier-Boichard M, Bordas A, Renand G, Bidanel JP. 2002. Residual food consumption as a tool to unravel genetic components of food intake. Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France, August, 2002. pp :10-18.
- Williams YJ, Pryce JE, Grainger C, Wales WJ, Linden N, Porker M, Hayes BJ. 2011. Variation in residual feed intake in Holstein-Friesian dairy heifers in southern Australia. *Journal of Dairy Science* 94(9):4715-4725. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4015>
- Yi Z, Li X, Luo W, Xu Z, Ji C, Zhang Y, Nie Q, Zhang D, Zhang X. 2018. Feed conversion ratio, residual feed intake and cholecystokinin type A receptor gene polymorphisms are associated with feed intake and average daily gain in a Chinese local chicken population. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 9(1):1-9. <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0261-1>