



Yahya IŞIK<sup>1, a</sup>  
Ergün DEMİR<sup>2, b</sup>

<sup>1</sup> Balıkesir Üniversitesi,  
Kepsut Meslek  
Yüksekokulu,  
Veterinerlik Bölümü,  
Balıkesir, TÜRKİYE

<sup>2</sup> Balıkesir Üniversitesi,  
Veteriner Fakültesi,  
Hayvan Besleme ve  
Beslenme Hastalıkları Ana  
Bilim Dalı,  
Balıkesir, TÜRKİYE

<sup>a</sup> ORCID: 0000-0001-7654-1565

<sup>b</sup> ORCID: 0000-0001-7784-9115

Geliş Tarihi : 03.05.2023  
Kabul Tarihi : 29.05.2023

Yazışma Adresi  
Correspondence

Yahya IŞIK  
Balıkesir Üniversitesi,  
Kepsut Meslek  
Yüksekokulu,  
Veterinerlik Bölümü,  
Balıkesir – TÜRKİYE

yahyaisik1@gmail.com

## Etlik Piliç Karma Yemlerinde Ham Gliserin Kullanımı

Artan dünya nüfusuna bağlı olarak enerji ihtiyacı da artmaktadır. Ancak fosil yakıtlar artan ihtiyacı karşılayamamakta ve alternatif arayışına sebep olmaktadır. Biyodizel akaryakıt olarak kullanılabilen, alternatif bir yakıt olarak bu arayışa çözüm olabilir. Enerji ihtiyacı ve alternatif enerji kaynağı arayışı hayvan besleme alanında da son yıllarda önem kazanmıştır. Biyodizel üretiminin ana yan ürünü olan ham gliserin yem sektöründeki bu arayışa çözüm olabilir. Ham gliserin yem sektörü için nispeten daha ucuz maliyetlerle elde edilebilir. Kanatlı karma yemlerinde yüksek oranda bulunan mısır gibi tane yemlerden daha az kullanılabilir. Saf gliserinin brüt enerjisinin yaklaşık 4100 kcal/kg, ham gliserinin brüt enerjisi yaklaşık 3600 kcal/kg ve ham gliserinin AMEN'nin 3434 kcal/kg olduğu ifade edilmiştir. Bu derleme makalesi, etlik piliç karma yemlerinde alternatif bir enerji kaynağı olarak ham gliserin kullanımını ve büyüme performansı, kesim ve kan parametreleri ile bağırsak sağlığı gibi farklı parametreler üzerindeki etkilerini tartışmaktadır. İçeriğindeki kirlenmeler makul sınırlar içinde tutulduğu sürece etlik piliç beslenmesinde %10 düzeylerine kadar ham gliserin içeren karma yemler kullanılabilir ancak yapılacak ileri çalışmalarla karkas performansı, kan parametreleri, bağırsak sağlığı gibi daha fazla indeksin belirlenmesi gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyodizel, etlik piliç, ham gliserin, karma yem

### Use of Crude Glycerin in Broiler Mixed Feeds

Depending on the increasing world population, the need for energy is also increasing. However, fossil fuels cannot meet the increasing demand and cause the search for alternatives. Biodiesel can be a solution to this demand as an alternative fuel that can be used as a fuel source. Energy needs and the search for alternative energy sources have gained importance in the field of animal nutrition in recent years. Crude glycerine, which is the main by-product of biodiesel production, can be a solution to this search in the feed industry. Crude glycerine can be obtained at relatively lower costs for the feed industry. It can be used less than grain feeds such as corn, which is high in poultry mixed feeds. It has been stated that the gross energy of pure glycerin is approximately 4100 kcal/kg, the gross energy of crude glycerin is approximately 3600 kcal/kg, and the AMEN of crude glycerine is 3434 kcal/kg. This review article discusses the use of crude glycerine as an alternative energy source in broiler mixed feeds and its effects on different parameters such as growth performance, slaughter and blood parameters, and gut health. As long as the contaminants in its content are kept within reasonable limits, mixed feeds containing up to 10% crude glycerin can be used in broiler nutrition, but further studies are needed to determine more indices such as carcass performance, blood parameters, intestinal health.

**Key Words:** Biodiesel, broiler, crude glycerin, mixed feed

### Giriş

Dünya nüfusunun artışına paralel şekilde enerji tüketimindeki artış küresel bir sorun oluşturmaktadır. Fosil yakıtların enerji ihtiyacını karşılamadaki yetersizliği alternatif enerji kaynakları arayışına sebep olmaktadır. Biyoenerji kaynaklarından olan biyodizel akaryakıt olarak kullanılabilen, alternatif bir yakıt olarak bu arayışa çözüm olabilir (1, 2). Biyodizel, esas olarak bitkisel, hayvansal, atık yağlar gibi kaynaklardan elde edilen alternatif bir akaryakıttır (3, 4). Temel olarak yağ asitlerinin alkol esterlerini içerir. Katalizli transesterifikasyon işlemi sırasında üretilir. Sonucunda nihai ürün olarak metil veya etil esterler (biyodizel) elde edilir. Esterler yakıt olarak kullanılırken, ham gliserin (HG) biyodizel üretiminin ana yan ürünüdür ve çeşitli kullanım alanları vardır (5, 6). Gliserol (1,2,3-propantriol), fiziksel ve kimyasal yapısı bilinen saf maddeyi tanımlarken, gliserin terimi, sulu çözeltide ana bileşeni gliserol (%95'den fazla gliserol içeren) olan ürünler için kullanılır (6, 7). Ham gliserin ise alkol, katalizörler, tuzlar ve yağ asitleri gibi kirlenmelerle karıştığı için bu şekilde adlandırılır (5, 8).

Dünyada biyodizel üretimi hızla artmaktadır. Buna bağlı olarak HG mevcudiyeti de artmaktadır. Artan HG miktarı yem sektörü dışındaki sektörlerin ihtiyacından fazladır. Ayrıca gliserinin kullanıldığı pek çok sektörde saflaştırılmış ürünler talep edilmektedir. Ancak bu durum ilave maliyetleri de ortaya çıkartmaktadır. Hayvan yemi olarak nispeten düşük maliyetli HG önemli miktarlarda elde edilebileceğinden dolayı hayvan besleme açısından bu yan ürünün kullanımına karşı ilgi uyandırmaktadır (9, 10). Kanatlı endüstrisinde konsantre enerji kaynakları karma yemin yaklaşık %70'ini oluşturmaktadır (9). Mısır ise etlik piliç yemlerinin yaklaşık %65'ini oluşturmaktadır (11). Mısır, dünyanın birçok yerinde kanatlı hayvan karma yemleri için ana enerji kaynağıdır. Ancak Türkiye'de mısır üretimi kanatlı sektörünün ihtiyacını karşılamada yetersiz kalmakta ve ithal edilmektedir. Yem üretiminde ithal mısırın kullanılması kanatlı yemlerinin maliyetini

artırmaktadır (12). Enerjiden zengin yem hammaddelerinin artan ve istikrarsız fiyatları kanatlı sektörünü alternatif enerji kaynakları arayışına sevk etmiştir. Ham gliserin bu alternatif kaynakların en önemlilerinden birisi olabilir. Bu aynı zamanda maliyetleri de düşürebilir. Özellikle pahalı enerji kaynaklarından azaltma yaparak gliserinin karma yemlere ilavesiyle ilgili çalışmalara ilgi giderek artmaktadır (11, 13). Aynı zamanda büyüme performansı, karkas ve kan parametreleri, altlık kalitesi, bağırsak sağlığı gibi parametrelerdeki etkileri ile ilgili çeşitli çalışmalar vardır (13-17).

Bu derlemenin amacı, etlik piliç karma yemlerinde ham gliserinin kullanımının önemi hakkında bilgi vermek, farklı parametrelerdeki etkilerini açıklamak, son gelişmeleri aktarmak ve gelecekte yapılacak çalışmalara katkıda bulunmaktır.

### Gliserol Metabolizması

Gliserol adipoz dokudaki lipolizden, serum lipoproteinlerindeki veya diyet yağındaki trigliseritlerden elde edilebilen, dolaşım sisteminde ve hücrelerinde bulunabilen, metabolizmada hayati rol oynayan, küçük molekül ağırlığı ile yüksek absorpsiyon oranına sahip bir moleküldür. Trigliseritlerin ve fosfolipitlerin yapısal bileşenidir (6, 9, 18). Gliserol, vücutta ilk olarak, gliserol kinaz enziminin etkisiyle gliseraldehit-3-fosfata metabolize edilir. Daha sonra lipid (yağ asidi sentezi) veya glikoz (glukoneogenez) sentezinde kullanılır veya enerji sağlamak için oksitlenir (9). Enerji kaynağı olarak gliserol oksitlendiğinde 22 ATP/mol enerji verir (18).

### Biyodizel Üretim Süreci ve Ham Gliserin Elde Edilmesi

Birçok yenilenebilir enerji kaynağına göre daha ekonomik olab biyodizelin son yıllarda önemi ve üretimi artmıştır (3, 5). Dünyada biyodizel üretiminde Avrupa Birliği (AB) ülkeleri (özellikle Almanya ve Fransa) ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) en büyük paya sahiptir (19). AB ülkelerinde hammadde olarak daha çok kanola bitkisi, ABD'de ise soya tercih edilmektedir (1). Dünyada biyodizel üretimi her yıl artmaktadır. Küresel biyodizel üretimi 2020 yılında yıllık 39 milyar litre iken, 2029'a kadar yıllık yaklaşık 46 milyar litre olacağı tahmin edilmektedir (20). Türkiye'de ise son beş yılda %112'lik bir artışla 2019 yılında 134 milyon litre üretim gerçekleşmiştir (5).

Biyodizel bitkisel, hayvansal ve atık yağlardan elde edilen sıvı bir yakıttır (5, 21). Yağların alkol (genellikle metanol veya etanol) ve katalizör (sodyum hidroksit veya potasyum hidroksit gibi) ile karıştırılması sonrasında kimyasal reaksiyon başlamakta ve nihai ürün olarak biyodizel, ana yan ürün olarak ise HG meydana gelir (3, 5).

### Ham Gliserinin Özellikleri ve Kompozisyonu

Ham gliserinin ana bileşeni gliseroldür. Gliserol alkol kısmı olan organik bir bileşiktir. Oda sıcaklığında sıvıdır. Higroskopik, kokusuz ve viskozdur. Tatlı bir

yapıya sahiptir (6, 9, 22). Hem alkolde hem de suda tamamen çözünür (6). Kimyasal kompozisyonu ve fiziksel özellikleri üretimde kullanılan hammaddeye, reaksiyon koşullarına, biyodizel tesisinin rafine etme başarısına, işleme türüne göre farklılıklar gösterebilir (5, 14). Kimyasal bileşim olarak HG gliserol (%80-90), su (%10-20), kül (esas olarak NaCl), potasyum, serbest yağ asitleri, eser miktarda protein ve değişik oranlarda metanol içermektedir (23, 24). Biyodizel üretiminde 1 ton yağdan yaklaşık 90 ile 110 kilogram (ortalama %10) HG elde edilir (25).

Ham gliserinin yüksek oranlarda metanol içermesi kümes hayvanları için toksik olabilir. Metabolizma esnasında metanol karaciğerde alkol dehidrojenez enzimi ile formaldehite, o da aldehit dehidrojenaz ile formik aside dönüştürülür. Formik asit ise toksiktir. Çünkü hücresel düzeyde hipoksi ve metabolik asidozis semptomlarına neden olur (3, 26). Bitkisel kökenli ham maddelerden elde edilen HG içindeki metanol üst sınırı %0.2, hayvan yemlerindeki metanolün üst sınırı 150 ppm olarak bildirilmiştir (5, 18). Sodyum için ise bugüne kadar herhangi bir tolerans düzeyi belirlenmemiştir. Ancak HG içindeki fazla sodyumun, bu ürünün kanatlı yemlerine dahil olma seviyesini sınırladığı açıktır. Bu nedenlerden dolayı, kullanmadan önce gliserinin kimyasal bileşimi ve besinsel nitelikleri ile ilgili bilgi sahibi olmak önemlidir (3, 9). Saf gliserolün brüt enerjisinin yaklaşık olarak 4100 kcal/kg (17.17 MJ/kg) olduğu rapor edilmiştir (27). Ham gliserinin ortalama metabolize edilebilir enerjisinin (AME<sub>n</sub>) ise etlik piliçler için 3434 kcal/kg olduğunu, bunun da brüt enerjisinin yaklaşık %92-95'i (HG'nin brüt enerjisi yaklaşık 3600 kcal/kg) olduğunu bildirilmiştir (28).

### Gliserinin Kullanım Alanları

Gliserinin ilaç, kimya, kozmetik endüstrileri gibi 1500'den fazla kullanım alanı vardır (29). Pek çok sektör saflığı yüksek ürünler (%99 ve üzeri) talep etmektedirler. Bu saflığa ulaşmak ek maliyet ortaya çıkarır. Bu durum ise HG fazlasının daha fazla ve sürekli uygulanabilir kullanım alanları bulma ihtiyacını doğurur (5, 25). Yem endüstrisi için HG ilave saflaştırmaya gerek olmaksızın kullanılacak bir yan ürün olarak potansiyel pazarlardan birisi haline gelebilir (5). Farklı türlerde yapılan çalışmalarda (13, 30) uygun oranlarda HG'nin karma yemlerde sorunsuz bir şekilde kullanılacağı bildirilmiştir. Ayrıca, geleneksel beslemede tahılların kullanım oranı, gelecekte gıdaya erişimde endişeye yol açmaktadır. Bundan dolayı, kanatlı yemlerinde tahıllara veya nişastalı yemlere ikame olarak HG gibi ürünlerin kullanılması karlılık, gıda-yem rekabetinin azaltılması, tarımsal-endüstriyel atıkların çevresel etkisini azaltma açısından avantajlı olabilir (11, 14).

### Ham Gliserinin Farklı Parametrelerdeki Etkileri

#### Büyüme Performansına Etkisi

Saf gliserinin kullanıldığı bir çalışmada (31), iki farklı deneme oluşturulmuştur. Çalışmada başlangıç (0-14.gün), büyüme (14-35) ve bitirme (35-42) yemleri kullanılmıştır. Birinci denemede yeme %0, %5 ve %10,

ikinci denemede ise %0, %2.5 ve %5 gliserin eklenmiştir. Birinci denemede karma yeme %5 gliserin eklenmesinin canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı veya ölüm oranında kontrol grubuyla kıyaslandığında hiçbir yaş döneminde önemli etkisinin olmadığı, diyet gliserini %10 olduğunda 14 günlük yaşta yeme %0 veya %5 gliserin eklenen grup ile kıyaslandığında vücut ağırlıklarının benzer olduğu bildirilmiştir. Ancak 35-42 günlük yaşta %10 gliserin içeren yemlerle beslenen grubun vücut ağırlığının kontrol grubu ve %5 HG alan grupla kıyaslandığında önemli ölçüde daha az olduğu ifade edilmiştir. Bunun nedeninin zayıf yem akışkanlığı ve buna bağlı yem tüketiminde azalma olabileceği rapor edilmiştir. Ayrıca ilk 14 gün boyunca, %10 gliserinli yemlerle beslenen kanatlıların yem tüketimi, kontrol yemi veya %5 gliserinli yemlerle beslenen kanatlılara göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Fakat yem tüketimi, kontrol diyetiyle beslenenlere kıyasla 35. günde sayısal olarak azaldığı ve 42. günde önemli ölçüde azaldığı, ancak 5 gliserinli diyetle beslenenlerle kıyaslandığında bu meydana gelmediği bildirilmiştir. %10 gliserin içeren yemle beslenen kuşlar için 35 ve 42. günde yemden yararlanma oranının önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu durumun da, kullanılan diyetle ilişkili canlı ağırlık artışındaki azalmayı açıkladığı rapor edilmiştir. İkinci denemede ise 14. günde, %5 gliserin içeren diyetlerle beslenen kuşlar, negatif kontrol veya %2.5 gliserin içeren diyetlerle beslenen kuşların göre önemli ölçüde daha fazla vücut ağırlığına ve daha fazla yem alımına sahip olduğu bildirilmiştir. 35 ve 42. günlerde, %2.5 veya %5 gliserol içeren yemlerle beslenen piliçlerin, kontrol yemiyle beslenenlere göre sayısal olarak daha fazla vücut ağırlığına ve fazla yem tüketimine sahip olduğu rapor edilmiştir. Karma yeme %2.5 veya %5 gliserol dahil edilmesinin, kontrol yemiyle beslenenlere kıyasla herhangi bir yaşta yemden yararlanma üzerinde önemli bir olumsuz etkisi olmadığı bildirilmiştir.

Ham gliserin içerisinde metanol çok yüksek konsantrasyonlarda bulunabilir, çünkü mevcut biyodizel işlemede tamamen geri kazanılmaz ve hatta düşük seviyelerde alınan metanol, hayvanlarda ve kümes hayvanlarında metabolik asidoza neden olan formik asit birikimine neden olabilir. Metanol zehirlenmesinin klinik sonuçları, merkezi sinir sisteminin depresyonu, kusma, körlük ve Parkinson benzeri motor hastalığı içerir (3). Etlik piliçlerin büyüme performansını belirlemek ve HG'deki metanol oranını ölçmek amacıyla bir çalışma (3) gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar %2.5, %5 ve %7.5 gliserin ilavesinin canlı ağırlık artışını azalttığını ve %5 ve %7.5 gliserin ilavesi ile yem alımında azalma olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada (32) farklı gliserin kaynaklarının etlik piliçlerin canlı ağırlığı ve yem alımına önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Farklı olarak yeme %6.06'ya varan oranda HG ilavesinin, karkas özelliklerini etkilemeden daha iyi canlı ağırlık artışı meydana getirdiği bildirilmiştir (33). Daha yüksek gliserin seviyelerinin (%12 ve %15), daha düşük ağırlık kazancı ile sonuçlandığı rapor edilmiştir. Farklı gliserin kaynakları ve farklı düzeylerinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (15), HG'nin enerji kaynaklarının yerine %5 ile %10 oranlarında kullanılabileceği ve performansa faydalı

etkileri olduğu rapor edilmiştir. Etlik piliçlerde yapılan başka bir çalışmada (34), 240 civciv 5 grupta 4 tekerrürlü olarak başlangıç (0-14. gün), büyütme (15-28. gün) ve bitirme (29-42. gün) karma yemleri ile 1-42. günlerde %0, %2.5, %5, %7.5 ve %10 seviyelerinde HG kullanılmış mısır nişastası yerine %5 veya %10 HG kullanılmasının hiçbir yan etkisinin olmadığı bildirilmiştir.

### Kesim Parametrelerine Etkisi

Kanatlılarda toplam vücut yağı ve abdominal yağ arasında kolerasyon vardır. Abdominal yağ oranı, toplam canlı ağırlığın %2-4'ü, toplam vücut karkas yağının %22'si kadardır. Abdominal yağ birikiminin artması yem enerjisinin kullanımını engeller, yemden yararlanma oranını olumsuz yönde etkiler (35). Yapılan bir çalışmada (14) yemdeki HG miktarının artmasının vücut yağında doğrusal bir azalma meydana getirdiği bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada (13) 1-42. günler arasında yemlerine HG ilave edilen etlik piliçlerin abdominal yağ oranının sadece ilk 21 günde HG alan etlik piliçlere oranla düşük olduğu bildirilmiştir. Başka bir çalışmada (34) kontrol grubu ile kıyaslandığında %5 ve %10 HG içeren yemlerle beslenen gruplarda abdominal yağ oranının azaldığı bildirilmiştir. Aksine başka bir çalışmada (36) karma yeme %10'a varan HG ilave edildiğinde abdominal yağlanma oranında bir fark olmadığı rapor edilmiştir.

Etlik piliç karma yemlerine HG ilavesiyle iç organların (kalp, dalak, böbrek, proventrikulus, taşlık, pankreas, bursa fabricius, ince bağırsak) ağırlıklarındaki farklılıkları inceleyen çalışmalar yapılmıştır (24, 34, 37). Etlik piliç karma yemlerine gliserol ilavesinin iç organ ağırlıkları (karaciğer, böbrekler, proventrikulus, taşlık ve kalp) üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada (24), yeme %8 oranında gliserol eklenen gruptaki erkek piliçlerin kalp ağırlıkları dışında, diğer dişi ve erkek piliçlerin iç organ ağırlıklarının etkilenmediği, %8 gliserol eklenen karma yemi tüketen erkek piliçlerin kalp ağırlıklarının, diğer gruplardaki erkeklerle göre daha yüksek ( $P<0.05$ ) olduğu rapor edilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada (37) karma yemlerine artan oranda saf gliserin eklenen (%2, %4, %6) etlik piliçlerin karkas, but, bağıt, göğüs, taşlık ve karaciğerlerinin nispi ağırlıklarının, ince bağırsağın nispi ağırlığının ve/veya uzunluğunun etkilemediği bildirilmiştir.

Dişi ve erkek etlik piliçlerin bağıt kaslarındaki ham yağ (HY) seviyelerinin karma yeme %4 ve %8 oranında gliserol eklenmesiyle önemli ölçüde azaldığı rapor edilmiştir. Bu azalmanın karma yemde mısır oranının azaltılması sonucu karma yemdeki HY değerlerinin azalmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir (24). Yapılan bir çalışmada (38), 22-42. günler arasında karma yeme %0, %2, %4 ve %6 saf gliserin eklenmiş ve göğüs kasının kimyasal kompozisyonu incelenmiştir. Rasyona saf gliserin katılım düzeylerinin göğüs etindeki ham protein (HP), HY ve nem içeriği ortalama değerlerini değiştirmedikleri bildirilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada (37), 1-42. günler arası yemde 4 farklı düzeyde (%0, %2, %4, %6) saf gliserin kullanılmış ve göğüs kasının kimyasal kompozisyonu incelenmiştir. Kırk ikinci günde kesilen piliçlerin göğüs etindeki kül yüzdesinin saf

gliserinin eklenmesinden etkilenmediği, HP, HY, nem, protein birikimi ve yağ birikimi içeriğini doğrusal olarak arttırdığı (P<0.05) rapor edilmiştir. Ayrıca 42. günde canlı ağırlık üzerinde pozitif doğrusal bir etki (P<0.034) olduğu bildirilmiştir.

### Kan Parametrelerine Etkisi

Hastalıkların tespiti, böbrek, karaciğer ve kaslar gibi organların hasarlarının belirlenmesi için kan biyokimya testleri kullanılmaktadır (14, 39). Yapılan bir çalışmada (39), 480 adet 1 günlük Japon bildircini kullanarak dört farklı oranda gliserin içeren bir deney gerçekleştirilmiştir. Kan parametrelerinin (total kolesterol, glukoz ve trigliseridler) 21 günlük yaşta önemli düzeyde etkilenmediği, 35 günlük yaşta ise %5 gliserin ilaveli yemlerle beslenen dişi bildircinlerde kan trigliserid düzeyinin istatistiksel olarak azaldığı (P<0.05) bildirilmiştir. Başka bir çalışmada (16), gliserinin etlik piliçlerin performansı ve kan parametreleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Kontrol ve deneme grupları arasında trigliserid ve toplam kolesterol kan seviyelerinde anlamlı bir fark saptanmadığı (P>0.05) rapor edilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada (34) ise yeme HG ilavesinin serum total protein, albumin, globulin, glukoz, kolesterol, HDL, çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL), AST, ALT ve alkalin fosfataz (ALP) seviyelerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı (P>0.05) bildirilmiştir. Yeme %5 gliserol eklenmesi, kontrol grubunun yemine kıyasla kan trigliserid, kolesterol ve LDL değerlerinde önemli bir düşüşle (P<0.05) sonuçlanmıştır. Karma yemde %5 oranında gliserol alan hayvanlardaki düşük kan trigliserit konsantrasyonlarının artan doku depolanması veya lipidlerin kullanılmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Yapılan farklı bir çalışmada (14) ise yeme ilave edilen HG'nin kontrol grubu ile karşılaştırıldığında kan kolesterol, kreatinin ve trigliserid seviyesini artırdığı, ALT seviyesini ise kontrol grubuna göre HG eklenen gruplarda düşürdüğü, total bilirubin ve glukoz seviyelerini ise etkilemediği rapor edilmiştir. Sadece ilk 21 gün HG alan grupta kolesterol ve ALT seviyesinin 42. güne kadar ham gliserin alan gruptan daha yüksek değerlere sahip olduğu bildirilmiştir. Bu durumun gliserolün, hidrofobik özelliğinden dolayı yemin geçiş hızının etkilenebileceği, bunun da besinlerin hayvan tarafından kullanımını doğrudan azaltıp sindirimin viskozitesini arttıracak, artan viskoziteye bağlı safra tuzlarının bozulmuş etkisine bir yanıt olarak lipidlerin ve safra tuzlarının sindirim yoluyla atılımının artmasına yol açacağından kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Sonuç olarak, rasyondaki lipidlerin sindirim ve emiliminin etkileneceği, bunun da kolesterol ve trigliserid düzeylerinde azalmaya neden olabileceği rapor edilmiştir.

### Bağırsak Sağlığına Etkisi

Mikrobiyolojik ve biyoteknolojik bakış açısından, gliserin ve mikroorganizmalar arasında pozitif bir ilişki olduğu hipotezi ortaya atılmıştır (40). Yapılan bir çalışmada etlik piliçlerin duodenumlarındaki kimi patojenik bakterilerin %4 ve %8 gliserol içeren karma yemlerden etkilendiğini rapor edilmiştir (17). Yemlerinde %4 gliserol içeren gruptaki piliçlerin duodenumundaki

*Koliform* bakteri ve *Enterobakteri* sayıları, diğer gruplardaki etlik piliçlerinkinden daha az bulunmuştur. En düşük *Stafilokok/Mikrokok* sayısı %8 gliserol içeren gruptaki etlik piliçlerin duodenumlarında bulunurken, en fazla *Stafilokok/Mikrokok* sayısı %0 gliserol içeren gruptaki piliçlerde bulunmuştur. *Koliform* bakteri ve *Enterobakterilerin* varlığı, artan gliserol seviyeleri ile artmamış, fakat artan gliserol seviyeleri ile *Staphylococci/Micrococci* sayıları azalmıştır. Aynı çalışmada %4 gliserol seviyesinin, *Koliform* bakterileri, *Enterobacteria* ve *Staphylococci/Micrococci* de dahil olmak üzere pek çok patojenik bakterilere karşı koruyucu etki gösterme eğiliminde olduğu, bu mikroorganizmaların duodenumdaki etkilerini baskıladığı ve bu bakterilerin varlığını azalttığı rapor edilmiştir (17).

Beslenmeye bağlı villus genişliği ve villus yüksekliğinin değişebileceğini bildiren çalışmalar vardır. Bağırsak sağlığının göstergesi olarak, bağırsakların işlevini değerlendirmek için villus yüksekliği ve kript derinliği kullanılır (17). Yapılan bir çalışmada (17), karma yeme gliserol ilave edilmesinin duodenum ve jejunum villus yüksekliği üzerindeki etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken, gliserol seviyelerinin artması ile ileum villus yüksekliğinin artması ilişkili bulunmuştur. Yazarlar %4 ve %8 gliserol içeren gruptaki etlik piliçlerin ileum villus yüksekliklerini, %0 gliserol içeren gruptaki etlik piliçlerinkinden daha yüksek bulmuştur. Gliserol seviyelerinin artması ile ileumdaki villus yüksekliği de artmıştır. Gruplarda gliserol ilavesinin villus genişliği üzerindeki etkisine bakıldığında, %4 gliserol alan gruptaki etlik piliçler en büyük villus genişliğini duodenum ve jejunumda göstermiştir. Ek olarak, en büyük ileum villus genişliği %8 gliserol içeren gruptaki piliçlerde olmuştur. Diğer yandan, gliserol seviyeleri arttıkça etlik piliçlerde duodenum ve jejunum villus genişlikleri artmamış, ancak ileumdaki villus genişliği ise artmıştır. Aynı çalışmada %8 gliserol içeren gruptaki etlik piliçlerin duodenum ve jejunum epitel hücrelerinin kalınlıklarının diğer gruplara göre azaldığı rapor edilmiştir. Gliserol ilavesinin ileumdaki epitel hücrelerinin kalınlığı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Bunun dışında deneme gruplarında duodenum ve jejunum epitel hücrelerinin kalınlıklarının, artan gliserol seviyelerine bağlı olarak herhangi bir değişikliğe neden olmadığı rapor edilmiştir.

Biyodizel üretiminden kaynaklanan HG fazlalığı, fiyatının düşmesine neden olabilir. 1996 yılında 1 Amerikan Doları/lb olan rafine gliserin, 2003'te 0.50-0.70 Amerikan Doları/lb civarına düşmüştür. 2007 yılında ise rafine gliserinin değeri ortalama 0.30-0.34 Amerikan Doları/lb civarlarına inmiştir. 2014 yılında HG fiyatı 240 Amerikan Doları/ton iken, saf gliserol için bu fiyat 900 Amerikan Doları/ton idi. Bundan dolayı, biyodizel üretimi artmaya devam ettiği sürece HG fiyatında düşme trendinin devam etmesi kaçınılmazdır (41, 42).

### Sonuç

Sonuç olarak, biyodizel yan ürünü olan HG besleme alanında kabul edilebilir alternatif bir enerji kaynağı olarak değerlendirilebilir. Kaynağına bağlı olarak etlik piliç karma yemlerinde yaklaşık 3600 kcal/kg brüt

enerji, 3434 kcal/kg AME<sub>n</sub>'ye sahip olduğu bilinen HG mükemmel bir kalori kaynağı olabilir. Ham gliserin üretiminin her geçen yıl artışı ve fiyatının mısır gibi tane yemlerle rekabet edebilecek düzeylere inmesi ihtimali düşünüldüğünde yem sektöründe bu ürünün kullanılma potansiyeli daha da arttırmaktadır. Özellikle HG'nin kalitesi, kabul edilebilir bir maliyetle birlikte etkin bir şekilde kontrol edilebilirse, alternatif bir enerji kaynağı olarak tane mısır ve sıvı yağlar gibi geleneksel enerji kaynaklarının kısmen yerini alabilir. Genel olarak, büyüme performansı, yemden yararlanma, karkas özellikleri ve bileşimi gibi parametrelere herhangi bir

zararlı etkisi olmaksızın etlik piliç karma yemine %10 seviyelerine kadar katılabilir. Daha yüksek oranlarda kullanıldığında zayıf yem akışkanlığı ve buna bağlı yem tüketiminde azalma oluşabilir. Ayrıca HG'nin içeriğinde farklı oranlarda bulunabilen metanol ve tuz gibi maddelerden kaynaklanan toksik etkiler ortaya çıkabilir. Bu sebepten dolayı içindeki kirleticileri engellemek gerekmektedir. Ham gliserinin farklı dozlarını, farklı dönemlerdeki etkilerini incelemek amacıyla farklı parametreleri değerlendiren çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

## Kaynaklar

- Şahin T, Sural T. Biyodizel yan ürünlerinin hayvan beslemede kullanımı. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2020; 3: 199-206.
- Yücesoy F, Kaya H. Kanatlı et kalitesi üzerine beslemenin etkisi. *Palandöken Journal of Animal Science, Technology and Economics* 2022; 1: 42-53.
- Jung B, Batal AB. Nutritional and feeding value of crude glycerin for poultry. 1. nutritional value of crude glycerin. *J Appl Poult Res* 2011; 20: 162-167.
- Brant LMS, de Freitas Júnior JE, Pereira FM, et al. Crude glycerin and cottonseed cake replacing common energy and protein sources on the metabolism of feedlot lambs. *Small Ruminant Research* 2022; 212: 106709
- Bölükbaş B, Kaya İ. Utilization of crude glycerin in ruminant diets. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 2022; 19: 74-82.
- Arif M, Abd El-Hack ME, Hayat Z, et al. The beneficial uses of glycerin as an alternative energy source in poultry diets. *World's Poult Sci J* 2017; 73: 136-144.
- Avellaneda Y, Ariza-Nieto C, Afanador-Téllez G. Crude glycerin and energy density of diets for growing, pre-lay and pre-peak backcobb brown egg-laying hens. *Braz J Poult Sci* 2020; 22: 001-014.
- Kim JH, Seo S, Kim CH, et al. Effect of dietary supplementation of crude glycerol or tallow on intestinal transit time and utilization of energy and nutrients in diets fed to broiler chickens. *Livestock Science* 2013; 154: 165-168.
- Alvarenga RR, Lima EMC, Zangeronimo MG, Rodrigues PB, Bernardino VMP. Use of glycerine in poultry diets. *World's Poult Sci J* 2012; 68: 637-644.
- Lammers PJ, Kerr BJ, Honeyman MS, et al. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. *Poult Sci* 2008; 87: 104-107.
- Tavernari FDC, de Souza ARSV, Feddern V, et al. Metabolizable energy value of crude glycerin and effects on broiler performance and carcass yield. *Livestock Science* 2022; 263: 105017.
- Sarıca Ş, Ciftçi A, Demir E, Kılınc K, Yıldırım Y. Use of an antibiotic growth promoter and two herbal natural feed additives with and without enzyme in wheat based broiler diets. *S Afr J Anim Sci* 2005; 35: 61-72.
- Cufadar Y, Göçmen R, Kanbur G. The effect of replacing soya bean oil with glycerol in diets on performance, egg quality and egg fatty acid composition in laying hens. *Animal* 2016; 10: 19-24.
- de Souza C, Broch J, Eyng C, et al. Influence of the gross dietary level of glycerin on performance, blood parameters, carcass yield, and quality of meat of broilers. *J Appl Poult Res* 2020; 29: 204-219.
- Mandalawi HA, Kimiaetalab MV, Obregon V, Menoyo D, Mateos GG. Influence of source and level of glycerin in the diet on growth performance, liver characteristics, and nutrient digestibility in broilers from hatching to 21 days of age. *Poult Sci* 2014; 93: 2855-2863.
- Romano GG, Menten JFM, Freitas LW, et al. Effects of glycerol on the metabolism of broilers fed increasing glycerine levels. *Braz J Poult Sci* 2014; 16: 97-106.
- Ozdogan M, Topal E, Paksuz EP, Kirkan S. Effect of different levels of crude glycerol on the morphology and some pathogenic bacteria of the small intestine in male broilers. *Animal* 2014; 8: 36-42.
- Min YN, Yan F, Liu FZ, Coto C, Waldroup PW. Glycerin-a new energy source in poultry. *Int J Poult Sci* 2010; 9: 1-4.
- European Biodiesel Board. "Official website of the european biodiesel board". <http://www.ebb-eu.org/> 01.09.2022
- OECD/FAO. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029*. Paris: Rome/OECD Publishing, 2020.
- Yalçın S, Erol H, Özsoy B, et al. Effects of glycerol on performance, egg traits, some blood parameters and antibody production to SRBC of laying hens. *Livestock Science* 2010; 129: 129-134.
- Santos FTD, Fehmberger C, Aloisio CM, Bautitz IR, Hermes E. Composting of swine production chain wastes with addition of crude glycerin: organic matter degradation kinetics, functional groups, and carboxylic acids. *Environ Sci Pollut Res* 2021; 28: 50542-50553.
- Swiatkiewicz S, Koreleski J. Effect of crude glycerin level in the diet of laying hens on egg performance and nutrient utilization. *Poult Sci* 2009; 88: 615-619.
- Topal E, Ozdogan M. Effects of glycerol on the growth performance, internal organ weights, and drumstick muscle of broilers. *J Appl Poult Res* 2013; 22: 146-151.
- Papadomichelakis G, Pappas AC, Zoidis E, Mountzouris KC, Fegeros K. Impact of feeding increasing crude glycerine levels on growth performance, glycerine kinase gene expression, nutrient digestibility and litter quality in broiler chickens. *Livestock Science* 2015; 181: 89-95.
- Jung B, Batal AB. Nutritional and feeding value of crude glycerin for poultry. 2. evaluation of feeding crude glycerin to broilers. *J Appl Poult Res* 2011; 20: 514-527.

27. Brambila S, Hill FW. Comparison of neutral fat and free fatty acids in high lipid-low carbohydrate diets for the growing chicken. *J Nutr* 1966; 88: 84-92.
28. Dozier WA, Kerr BJ, Corzo A, et al. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. *Poult Sci* 2008; 87: 317-322.
29. Thompson JC, He BB. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstocks. *Appl Eng Agric* 2006; 22: 261-265.
30. Bezerra HFC, Santos EM, Carvalho GGPD, et al. Effect of crude glycerin levels on meat quality and carcass characteristics of crossbred boer goats. *Food Sci Nutr* 2022; 10: 2312-2317.
31. Cerrate S, Yan F, Wang Z, et al. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. *Int J Poult Sci* 2006; 5: 1001-1007.
32. Lima EMC, Rodrigues PB, Alvarenga RR, et al. The energy value of biodiesel glycerine products fed to broilers at different ages. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 2013; 97: 896-903.
33. Henz JR, Nunes RV, Eyng C, et al. Effect of dietary glycerin supplementation in the starter diet on broiler performance. *Czech J Anim Sci* 2014; 59: 557-563.
34. Mousa BH, Nafa'a HH, Al-Rawi YT, Al-Dulaimy RK. Effect of partial substitution of crude glycerol as an alternative energy source to diets in productive performance and some blood parameters of broiler. *J Pharm Sci & Res* 2018; 10: 2907-2911.
35. Eren M. Broiler Piliçlerde Erken Dönemdeki Beslemede Uygulanacak Değişikliklerin Kesim Yaşındaki Abdominal Yağ Birikimi Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 1992.
36. Silva CLS, Menten JFM, Traldi AB, et al. Glycerine derived from biodiesel production as a feedstuff for broiler diets. *Braz J Poult Sci* 2012; 14: 159-232.
37. Silva MCD, Vaz RGMV, Rodrigues KF, et al. Purified glycerin in balanced diets of broiler chickens treated from 1 to 42 days of age. *Rev Bras Zootec* 2019; 48.
38. Silva MCD, Vaz RGMV, Rodrigues KF, et al. Effects of purified glycerin in balanced diets of chicken broilers treated from 22 to 42 days of age. *Semina: Ciências Agrárias* 2017; 38: 2083-2090.
39. Ustundag AO, Tuzun AE, Ozdogan M. Effect of glycerol supplemented diet fed different ages on growth performance and some blood parameters in japanese quails. *Journal of International Scientific Publications. Agriculture & Food* 2013; 1: 4-10.
40. Da Silva GP, Mack M, Contiero J. Glycerol: a promising and abundant carbon source for industrial microbiology. *Biotechnol Adv* 2009; 27: 30-39.
41. Chol CG, Dhabhai R, Dalai AK, Reaney M. Purification of crude glycerol derived from biodiesel production process: Experimental studies and techno-economic analyses. *Fuel Processing Technology* 2018; 178: 78-87.
42. Sethuraman N, Surya Varman K, Venkatakrisnan R, Thamizhvel R. An experimental investigation of crude glycerol into useful products by using IC engine in dual fuel mode. *Materials Today: Proceedings* 2021; 44: 3914-3918.