

RESEARCH ARTICLE

J Res Vet Med. 2025; 44 (1) 16-24
DOI:10.30782/jrv.1650614

Etlik Piliçlerde Göğüs Eti Kas Miyopatileri ve Kreatin Kinaz Enzim Düzeyi Üzerine Genotip ve Yaşın Etkisi

Erdem Çağlar KÜPELİ¹, Metin PETEK^{1*}, Zehra AVCI KÜPELİ²¹Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootečni Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye²Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye

Received 04-03-2025 Accepted 29-04-2025

Özet

Bu çalışma farklı genotip etlik piliçlerde göğüs eti kas miyopatilerinin yaygınlık düzeyi ve serum kreatin kinaz enzim aktivitesini incelemek amacı ile yapılmıştır. Çalışmada Cobb 500, Ross308 ve yerli Anadolu-T genotipi, etlik piliçlerden elde edilen göğüs etleri kullanılmıştır. Her genotipten 50 adet (her tekrarlı grupta 10 adet) olmak üzere toplamda 150 adet, dişi, günlük yaşta, etlik civciv çalışmanın canlı materyalini oluşturmuştur. Deneme gruplarında yer alan hayvanlar; etlik piliçler için standart yöntemler ile tamamı ızgaralı zeminde büyütülmüş, büyütme döneminin 28. gününde kanat venasından, 37 ve 44. günlerinde, kesim esnasında, boyun venasından kan alınarak serum kreatin kinaz aktivitesi ölçülmüştür. Gruplarda 37 ve 44 günlük yaşlarda yapılan kesimlerden el de edilen göğüs eti kas örneklerinde makroskopik olarak derin kas hastalığı, yumuşak-solgun-akışkan göğüs eti, koyu-sert-kuru göğüs eti oluşumu, beyaz çizgi oluşumu, odunumsu göğüs eti ve spagetti et oluşumu gibi göğüs eti kas miyopatileri incelenmiştir. Serum kreatin kinaz enzim düzeyi yaşla birlikte artmış ($P<0.001$), Ross308 genotipinde önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur ($P<0.014$). İncelenen göğüs kası örneklerinde; kas miyopatilerinden beyaz şerit oluşumu ve odunumsu göğüs kası geliştiği tespit edilmiştir. Kreatin kinaz düzeyi ile ilişkili olarak genelde yaşla birlikte makroskopik miyopati gelişimi de artmıştır. Serum kreatin kinaz düzeyinin göğüs kası miyopatilerinin gelişiminde bir indikatör olarak kullanılabileceği, makroskopik düzeyde genotipler arası farklılığı daha belirgin olarak ortaya koyabilmek için daha fazla sayıda örnek ile çalışılmasının faydalı olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Etlik piliç, genotip, kreatin kinaz, göğüs eti miyopatileri, et kalitesi.

Effects of Genotype and Age on Broiler Breast Meat Myopathies and Serum Creatine Kinase Activity

Abstract

This study was made to investigate serum creatin kinase and breast meat myopathies in female broiler breast meat of local Anadolu-T and two commercial genotypes as RossPM3 and Cobb500. A total of 150-day-old female broiler breast meat and blood samples collected during slaughter were used. Serum creatine kinase levels were determined by taking blood from the brachial wing vein on the 28th day and from the jugular vein during slaughter on the 37th and 44th days. Deep pectoral myopathie, pale-soft-exudative breast meat, dark-firm-dry breast meat, white striping, wooden breast meat and spaghetti meat formation were examined macroscopically in the breast meat muscle samples obtained from slaughtering at 37 and 44 days of age in the groups. Serum creatine kinase enzyme level increased with age ($P<0.001$) and it was significantly lower in the Ross308 genotype ($P<0.014$). In the examined breast muscle samples, it was determined that white striping and woody breast muscle developed. The prevalence of myopathies increased in relation to the creatine kinase level. It was concluded that serum creatine kinase level can be used as an indicator in the development of pectoral breast meat myopathies, and that it would be beneficial to study a larger amount of samples in order to more clearly reveal the differences between genotypes.

Key Words: Broiler, genotype, creatin kinaz, breast meat myopathies, meat quality.

* Corresponding author: Metin Petek, Uludag Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni Anabilim Dalı, 16059 Gorukle / Bursa, Turkey, Tel: +90 224 2941352, Fax: +90 224 2941202, E-mail: petek@uludag.edu.tr

Giriş

Piliç eti üretiminde göğüs eti kas miyopatileri görülme düzeyi günden güne artmaktadır. Kas miyopatilerinden beyaz çizgi oluşumu gibi bazıları tüketici kabul edilebilirliğini fazlaca etkilemezken, odunumsu göğüs eti oluşumu (woody breast) ve derin kas miyopatileri/yeşil kas hastalığı (deep pectoral miyopatie) karkas kalitesini etkileyerek tüketicinin satın alma talebi üzerinde olumsuz etki oluşturabilmektedir (1, 2). Etlik piliçlerde kas miyopatilerinin kesin nedeni bilinmemekle birlikte, cinsiyet, mevsim, canlı ağırlık, genotip, hızlı büyüme oranı, aşırı kanat çırpma, göğüs eti oranının yüksek olması gibi değişik faktörlerin etkili olduğu bildirilmekte ve büyük ölçüde yönetimsel faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (3, 4). Göğüs kası yüzeyinde oluşan beyaz şeritler; liflerin nekrozu ve erimesi, fibroz, lipidoz, iltihaplanma, çapraz çizgi kaybı ile karakterize olup, öncelikle pectoralis major kasını etkileyen kas lifleriyle paralel yönde uzanan beyaz şeritler halinde kendini göstermektedir (5, 6). Spagetti et oluşumunda göğüs eti kas lifi demetleri kolayca parçalanmakta veya dokuların görünümü değişmektedir. Odunumsu göğüs; makroskopik olarak yüzey kanaması olan şişkin ve sert kaslar ile kas yüzeyinde açık sarı viskoz bir eksudat varlığı ile karakterizedir (7, 8). Odunumsu göğüs kası daha geniş bir kesit alanına (9) ve daha yüksek intramusküler kollajene sahiptir. Derin kas ya da yeşil kas hastalığı göğüs eti pectoralis minör kasında gelişen iskemik nekroz olarak tanımlanmaktadır. Yeşil kas hastalığı ya da derin kas hastalığı; derin göğüs kasının nekroz ve atrofisiyle karakterize olan dejeneratif bir kas hastalığıdır. Lezyonlar genellikle her iki göğüs eti derin kasını etkilemekte ve göğüs eti pembemsi görünümünden yeşilimsi renge kadar değişiklik gösterebilmektedir. İleri vakalarda göğüs kası kesildiğinde; kas yüzeyi kuru ve gevrek, ileri dönemde, göğüs kası yoğun yeşil ve kanamalı görünümündedir. Odunumsu göğüs eti; pectoralis majör kasında görülmekte ve göğüs eti fletosunun en yoğun olduğu bölümde göğüs kasının sertleşmesiyle tanınmaktadır. Daha şiddetli durumlarda sertleşme bütün kas üzerinde de görülebilmektedir. Şiddetine bağlı olarak göğüs kasında soluk, yüzeysel kanamalar ve yüzeyinde jelatinimsi sıvı görülebilmektedir. Spagetti göğüs eti (peltemsi-hamurumsu göğüs), göğüs kasında yapısal bağ dokuların ve göğüs kasının bütünlüğünün kaybolmasıyla kas liflerinin parçalanabilir ve yumuşak olmasıyla karakterize bir deformasyondur.

Etlik piliçlerde kas miyopatilerinin oluşmaya hangi yaşta ve hangi faktörlerin etkisi ile başladığı kesin olarak bilinmemektedir. Hızlı büyüme oranı ve yüksek yemden yararlanma yeteneği ile göğüs eti verimi yüksek hayvanlarda kas

miyopatileri gelişme ihtimali daha fazladır (10). Spagetti göğüs eti miyopatilerinin tünel havalandırma sistemine sahip kümeslerde yetiştirilen piliçlerde daha düşük olduğu, ticari genotipler arasında da normal ve miyopatili göğüs eti bakımından farklılıklar olduğunu bildirilmiştir (11). Serbest dolaşımli sistemde gezinti alanı kullanma imkânı arttıkça serum kreatin kinaz düzeyinin düştüğü bildirilmiştir (12). Kreatin kinaz enzim düzeyi ile kaslarda meydana gelen dejenerasyonlar arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır (13). Kümeden kesime kadar etlik piliçlerin karşılaştığı pek çok stres faktörü bu enzim düzeyini önemli düzeyde etkilemektedir (14). Çiftlikte hayvan bakımı ile taşıma, kesim öncesi uygulamalar esnasında yaşanan stres yanında kreatin kinaz enzim düzeyini etkilen en önemli faktörlerden birisi genetik yapı olup, hızlı gelişen etlik piliç genotipleri yavaş gelişenlere göre daha yüksek oranda serum kreatin kinaz düzeyine sahiptir (15).

Etlik piliç göğüs etlerinde şekillenen kas miyopatilerinde büyüme hızı ve canlı ağırlığın önemli bir payı olup, genotipler arasında farklılıklar olabileceği düşünülmektedir. Türkiye'de Eylül 2023 ile Eylül 2024 tarihleri arasında 1004146 bin adet karışık cinsiyette ticari piliç kesilmiştir (16). Ross 308, Türkiye'de üretim amacıyla yetiştirilen başlıca ticari broyler genotiplerinden birisidir ve tüm sürülerin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. 2020 yılından bu yana, piliç eti üretimi amacıyla Anadolu-T adı verilen yerli etlik piliç genotipi ticari üretimde kullanılmaktadır (17). Anadolu-T genotipinin genel performansına ilişkin ilk bulgular genel olarak anaçları yurt dışından ithal edilen hızlı gelişen ticari etlik piliçlerden bir mikta daha düşük bulunmuştur (18). Anadolu-T genotipinin et kalitesi ve kas miyopatileri konusunda planlanmış projeler (19, 20) ile patolojik düzeyde kaslarda şekillenen dejenerasyonlar konusunda yayımlanmış çalışmalar (21) bulunsada kas dejenerasyonlarının indikatörü kabul edilen ve görülme düzeyini tahmin etmede kullanılan kreatin kinaz enzim düzeyi üzerinde yapılmış çalışmalar bulunmamaktadır. Ticari üretime yeni kazandırılan Türkiye' nin yerli etlik piliç genotipi Anadolu-T genotipinde ticari genotipler ile karşılaştırmalı olarak göğüs etinde dejenerasyon/miyopati şekillenme insidensi ve kreatin kinaz düzeyi üzerine etkilerinin araştırılması gerekmektedir. Bu çalışma yerli Anadolu-T ve hızlı gelişen ticari etlik piliç genotiplerinde göğüs eti miyopatileri ile serum kreatin kinaz enzim düzeyi üzerine genotip ve yaşın etkisini incelemek amacı ile yapılmıştır.

Materyal Metod

Bu çalışmada kullanılan kan ve göğüs kası örnekleri Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi Tavuk Yetiştirme Ünitesinde proje amacı-

na uygun yetiştirilen dişi etlik piliçlerden toplanmıştır. Çalışma için, BUÜ hayvan deneyleri yerel Etik Kurulu'ndan 08.02.2022 tarih ve 2022-02/01 karar no.lu araştırma izni alınmıştır.

1. Barınaklar, hayvan bakımı ve hayvan besleme

Bu çalışmada kullanılan kan ve kas örnekleri 3 farklı etlik piliç genotipinden elde edilmiştir (Cobb 500, Ross308 ve Anadolu-T) ve her genotip grubu beşer tekrarlı planlanmıştır. Gruplarda yer alan hayvanlar 1 x 1 m ölçülerinde ve zemini ızgaralı olan deneysel bölmelerde büyütülmüştür. Çalışmada her genotipten 50 adet (her tekrarlı grupta 10 adet) olmak üzere toplamda 150 adet, dişi günlük yaşta civciv kullanılmıştır. Deneme başında her genotip grubunda yer alan civcivler bireysel tartılarak üniform bir şekilde deneme gruplarına dağıtılmıştır. Gruplarda barındırma yoğunluğu ve aydınlatma programı ile diğer yönetimsel programlar “etçi tavukların korunması ile ilgili asgari standartlara ilişkin yönetmeliğe” göre uygulanmıştır (22). Gruplarda yer alan hayvanlara göz hizasında en az 20 lux yoğunluğunda ışık alacak şekilde aydınlatma uygulanmış, deneme bölmelerinde günlük yaşta 33-34 °C sıcaklık sağlanarak, yaşla birlikte tedrici olarak azaltılmış 4. Haftadan sonra 18-21 °C’de sabit tutulmuştur. Aydınlatma programı büyütme döneminin ilk 7 günü ve kesim öncesi son üç gün 24 saat sürekli aydınlatma şeklinde, diğer günler 4 saati kesintisiz 6 saat karanlık uygulanmıştır. Deneme gruplarında yer alan hayvanlar deneme süresince ticari bir yem fabrikasından temin edilen etlik piliç yemleri ile önlerinde sürekli yem olacak şekilde beslenmişlerdir. Gruplarda yer alan hayvanlara deneme başından 10 günlük yaşa kadar etlik piliç başlangıç, 11.-35. günler etlik piliç büyütme, 35. günden itibaren kesim öncesi yem verilmiştir.

2. Kan alımı, hayvan kesimi ve göğüs eti kas örneklerinin alınması

Büyütme dönemin 28. gününde kanat venasından, 37 ve 44. günlerinde kesim esnasında boyun venasından kan alınarak serum kreatin kinaz enzim düzeyleri ölçülmüştür (23). Göğüs kasında şekillenen miyopatiler; 37 ve 44. günlerde kesilen hayvanlardan elde edilen göğüs kaslarının makroskopik incelenmesi yolu ile tespit edilmiştir. Kesim öncesi hayvanlar 6-12 saat süre ile aç bırakılmış, hayvan kesimi etlik piliçler için standart usuller ile yapılmıştır (24, 25). Kesim sonrası elde edilen bütün karkaslar +4 derece santigrat sıcaklıkta; 3 saat soğutma ve 1 saat suyun süzülmesi beklendikten sonra bireysel tartılmış, sonrasında parçalanarak kemikli göğüs etleri elde edilmiştir (26). Kemikli göğüs etleri plastik bir torbaya konularak etrafı ve üzerleri buz parçaları ile kapatılıp 15 dakika içerisinde laboratuvara getirilmiştir.

Veri Toplama

Göğüs eti miyopatileri

Göğüs eti kas örneklerinde miyopati gelişimi; 37 günlük yaşta her gruptan beşer örnekte, 44 günlük yaşta her gruptan onar örnekte makroskopik olarak skorlama yoluyla incelenmiştir. Kas örneklerinde; derin kas hastalığı (deep pectoral myopathy), yumuşak, solgun ve akışkan göğüs eti (pale, soft, exudative), koyu, sert ve kuru göğüs eti oluşumu (dark, firm, dry), beyaz çizgi oluşumu (white striping), odunumsu göğüs eti (wooden breast) ve spagetti et (stringy-spongy) spagethie or mushy breast) var/yok ya da sıfırdan üçe kadar skorlama yöntemi ile değerlendirilmiştir (1, 27, 28). Makroskopik analiz için; musculus pektoralis majör ve minör miyopatiler yönünden incelenmiş, kaslarda gözlenen kanama, dejeneratif ve nekrotik değişiklikler, jelatinöz ödem varlığı, yağ infiltrasyonuna bağlı beyaz çizgilenme gibi değişiklikler kayıt altına alınmıştır. Kas yüzeyinde beyaz çizgi/şerit oluşumu; normal (0), hafif/kabul edilebilir (1) ve orta (2) ve şiddetli/ileri düzey (3) olarak skorlama yapılarak değerlendirilmiştir. Odunumsu göğüs eti için; göğüs etinin cranial bölümünde kasın esneme durumuna göre; normal (0), hafif/kabul edilebilir (1), orta (2) ve şiddetli/ileri düzey (3) şeklinde skorlama yapılarak değerlendirme yapılmıştır. Musculus pektoralis majör bisturi yardımıyla diseke edilerek sternumdan ayrılmış, aynı muayeneler pektoralis minör kası içinde yapılarak derin pektoral myopati değerlendirilmiştir. Pectoralis majör ve pektoralis minör kaslarında derin kas hastalığı oluşumu; skor 0 (etkilenmemiş), skor 1 (hafif), skor 2 (koagülatif nekroz, fibröz doku tekstütu ve nekroz) ve skor 3 (yeşilimsi görünümde zarar görmüş kaslar) şeklinde değerlendirilmiştir (29). Göğüs kası örneklerinde yumuşak-solgun-akışkan göğüs eti ve koyu-sert-kuru göğüs eti oluşumu ile spagetti et oluşumu var/yok şeklinde değerlendirilmiştir (4, 30).

Kreatin Kinaz enzim düzeyi

Büyütme döneminin 28, 37 ve 44. günlerinde gruplarda yer alan hayvanlardan kan alınarak serumda ELİSA yöntemi ile kreatin kinaz enzim aktivitesi ölçülmüştür. Canlı hayvanlardan 28 günlük yaşta 22 g uçlu enjektör yardımıyla kanat altı brachial venadan, 37 ve 44. günlük yaşta yapılan kesim esnasında da jugular venadan yaklaşık 5 ml kan alınmış, alınan kanlar kırmızı kapaklı kan tüpüne dikkatlice aktarılmıştır. Toplanan kan örnekleri 24 saat 4°C’de bekletildikten sonra 1000 × g’de 20 dakika santrifuj edilerek örneklerle ait serumlar elde edilmiştir. Elde edilen serumlar mikro santrifuj tüplerine alınmış ve elde edilen tüm serum örnekleri -20 derecede saklanmıştır. ELISA test işleminden önce serum örnekleri oda sıcaklığında çözündürülmüştür. Analizde tavuk CKMB (Creatin Kinase MB Isoenzyme) ELISA kiti (Bostonchem, Cat:BLS-0942Ch

Boston, USA) kullanılmış ve standart solüsyonu verilen talimatlara göre hazırlanmıştır. Standart solüsyonu ve örnekler kuyulara uygun şekilde doldurulmuş ve 37 °C'de 80 dakika inkübe edilmiştir. Her bir kuyucuktaki sıvı dökülmüş ve her kuyucuk yıkama çözeltisi ile yıkanmış ve 1-2 dakika bekletilmiştir. Plakayı emici kağıt üzerine oturtarak tüm kuyucuklarda kalan sıvı tamamen alınmıştır. Aynı işlemler, sırasıyla kuyucuklara Biyotinlenmiş antikor solüsyonu ve Streptavidin-HRP (hydrogen peroxide) solüsyonu 37°C de 50 dk inkübe edilerek yapılmıştır. Bu işlem sonrasında TMB (Tetramethylbenzidine) substrat solüsyonu kuyucuklara eklenerek 37 °C de 20 dk inkübe edilmiş ve inkübasyon sonrası kuyucuklara durdurma solüsyonu eklenmiştir. ELİSA mikrolaka okuyucu (51119000, Multiskan FC, Thermo Fisher Scientific) ölçümden 15 dakika önceden ısıtılmış ve 450 nm'de ölçüm yapılmıştır.

İstatistik Analizler

İncelenen özellikler bakımından gruplar arası değerlendirilmeler bilgisayar ortamında SPSS istatistik programında yapılmıştır (31). Kreatin-kinaz enzim düzeyi bakımından yaş (28, 37 ve 44. günler) ve genotip (Cobb500, Anadolu-T ve Ross308) grupları arası karşılaştırmalar için çok yönlü varyans analizi yapılmış, gruplar arası farkın önemli bulunması halinde Duncan testi uygulanmıştır (32). Makroskopik olarak miyopati teşhis edilen hayvanların toplam içindeki payı bakımından gruplar arası farklılıklar khi-kare analizi ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular

1.Kan parametreleri (Serum kreatin kinaz enzim aktivitesi)

Farklı genotip etlik piliçlerde değişik yaşlarda alınan kan örneklerinde tespit edilen serum kreatin kinaz düzeyleri tablo 1' de gösterilmiştir. Genotip ve yaşın serum kreatin kinaz düzeyleri üzerine etkisi önemli bulunmuş ($P<0.001$, $P<0.014$), yaş ilerledikçe serum kreatin kinaz enzim düzeyi artmıştır. Serum kreatin kinaz enzim aktivitesi bakımından genotip x yaş arası etkileşimler önemsiz bulunmuştur.

Tablo 1: Farklı genotip etlik piliçlerde 28, 37 ve 44 günlük yaşlarda ölçülen serum kreatin-kinaz düzeyleri.

Gruplar	Kreatin kinaz (U/ml)
Yaş (Gün)	
28	2.60±0.30 ^c
37	2.75±0.29 ^b
44	2.99±0.29 ^a
Genotip	
Ross308	2.71±0.28 ^b
Anadolu-T	2.80±0.28 ^a
Cobb500	2.83±0.29 ^a
Yaş x Genotip	
28 x Ross308	2.55±0.52
28 x Anadolu-T	2.62±0.51
28 x Cobb500	2.61±0.52
37 x Ross308	2.72±0.51
37 x Anadolu-T	2.80±0.52
37 x Cobb500	2.74±0.51
44 x Ross308	2.85±0.50
44 x Anadolu-T	2.98±0.52
44 x Cobb500	3.13±0.51
ANOVA	
Yaş	0.001
Genotip	0.014
Yaş x Genotip	0.088

2. Kas Miyopatileri

Büyütme döneminin 37 ve 44. günlerinde yapılan kesim sonrası elde edilen göğüs etlerinde makroskopik olarak bütün genotiplerde göğüs eti miyopatilerinden beyaz çizgi ve odunumsu göğüs oluşumu tespit edilmiştir (tablo 2). Genel olarak; 37. günlük yaşta her üç genotipde de incelenen göğüs kası örneklerinin %60' nda beyaz çizgi oluşumu gözlenirken, Ross308 ve Anadolu-T genotipinden elde edilen göğüs kası örneklerinin %60' da, Cobb500 genotipinden elde edilen örneklerin %40' da odunumsu göğüs oluştuğu tespit edilmiştir. Oransal olarak beyaz çizgi oluşumu Cobb500 genotipinde her iki yaş döneminde de benzer bulunmuş, Anadolu-T ve Ross308 genotiplerinde ise 44 günlük yaşta 37 günlük yaşa göre oransal olarak artmıştır. Büyütme döneminin 44. gününde odunumsu göğüs eti oluşumu Anadolu-T genotipinde 37 günlük yaş ile aynı kalmış, Cobb500 ve Ross308 genotiplerinde ise artmıştır. Yaş ve genotipin beyaz çizgi ve odunumsu göğüs eti oluşumu üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

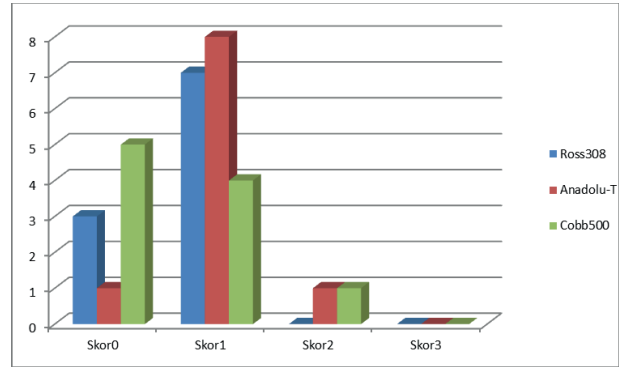
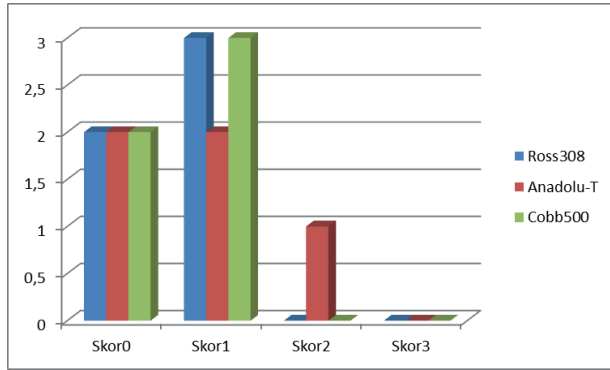
Tablo 2: Farklı genotip dişi etlik piliçlerde beyaz çizgi oluşumu ve odunumsu göğüs eti miyopatisi tespit edilen hayvanların yüzde dağılımı.

Değişkenler	Beyaz Çizgi Oluşumu	Odunumsu Göğüs Oluşumu
Yaş (Gün)		
37	60.00	53.33
44	73.33	73.33
Genotip		
Ross308	65.00	70.00
Anadolu T	75.00	60.00
Cobb500	60.00	60.00
Yaş x Genotip		
37 x Ross308	60.00	60.00
37 x Anadolu T	60.00	60.00
37 x Cobb500	60.00	40.00
44 x Ross308	70.00	80.00
44 x Anadolu T	90.00	60.00
44 x Cobb500	60.00	80.00

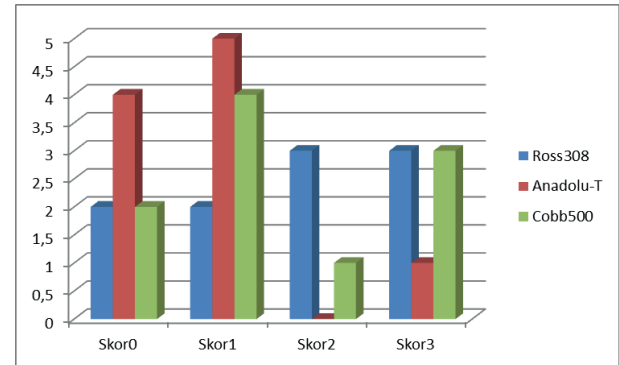
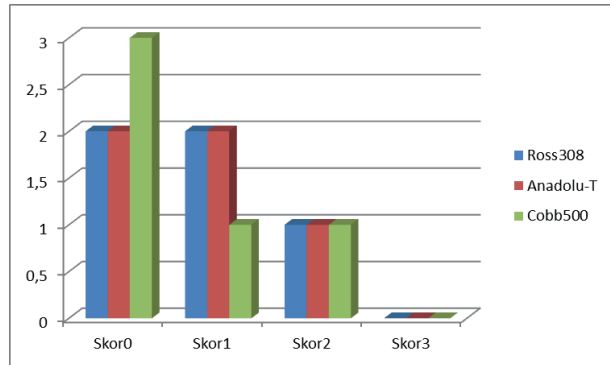
Makroskobik olarak tespit edilen göğüs eti miyopatilerinden beyaz çizgi ve odunumsu göğüs eti oluşumunun şiddeti ile ilgili bulgular şekil 1 ve şekil 2' de gösterilmiştir. Büyütme döneminde; 37 ve 44 günlük yaşlarda yapılan kesim sonucu her üç genotipten elde edilen göğüs etlerinde makroskobik olarak şiddetli/ileri düzeyde (skor 3) beyaz şerit oluşumuna rastlanmamıştır (şekil 1). Büyütme döneminin 37. Gününde Cobb500, Anadolu-T ve Ross308 genotiplerinden elde edilen göğüs etlerinin %60' da beyaz şerit oluşumu teşhis edilirken, çoğunluğunda hafif/kabul edilebilir düzeyde (skor1) beyaz şerit oluşumu teşhis edilmiştir. Ross308 göğüs etlerinde sadece hafif düzeyde beyaz

şerit oluşumu gözlemlenmiştir. Genel olarak yaştan ilerlemesi ile birlikte makroskobik düzeyde beyaz çizgi teşhisi konulan hayvan sayısı artmıştır.

İki farklı kesim yaşında elde edilen göğüs etlerinde teşhis edilen odunumsu göğüs eti oluşumu beyaz şerit oluşumuna benzer bulunmuş, ancak yaştan artması ile birlikte şiddeti belirgin bir şekilde yükselmiştir. Çalışmada; 37 günlük yaşta şiddetli/ileri düzeyde odunumsu göğüs eti tespit edilen hayvan bulunmazken, 44 günlük yaşta bütün genotiplerde şiddetli/ileri düzeyde odunumsu göğüs eti oluşumu tespit edilmiştir.



Şekil 1: Farklı genotip etlik piliçlerde 37 (sol) ve 44 (sağ) günlük yaşta göğüs kasında beyaz çizgi oluşumunun şiddetine göre hayvanların dağılımı



Şekil 2: Gruplarda 37 (sol) ve 44 (sağ) günlük yaşta kesilen hayvanlardan elde edilen göğüs etlerinde teşhis edilen odunumsu göğüs eti oluşumu ve şiddetine göre genotip gruplarındaki hayvanların dağılımı.

Tartışma

Piliç eti üretiminde; genetik yapı, kesim yaşı, çevresel ve yönetimsel faktörler fiziko-kimyasal et kalitesi özellikleri ile duyuşal özellikler açısından önemli bir rol oynamaktadır (33, 34, 35, 36, 37). Genotipin et kalitesi, kesim ve karkas özellikleri üzerine etkileri önemli olsa da (38), cinsiyetin kas miyopatileri ve su tutma kapasitesi gibi et kalitesi özellikleri üzerine etkisi genotipe göre daha ön plandadır (39, 40). Göğüs kasında ortaya çıkan beyaz çizgiler, odunumsu göğüs eti ve spagetti et gibi miyopatiler gıda güvenliği yönünden önemli olmasa da tüketici alım isteğini olumsuz yönde etkilemekte ve ekonomik açıdan önemli zararlara yol açmaktadır (3).

Etlik piliçlerde göğüs etinde ortaya çıkan miyopatiler ile serum kreatin kinaz düzeyi arasında doğrusal bir ilişki olup, serum kreatin kinaz göğüs eti miyopatileri için bir indikatör olarak kullanılmaktadır (13, 41). Yapılan bir çalışmada etlik piliçlerde serum kreatin kinaz düzeyindeki artışın şiddetli düzeyde beyaz çizgi oluşumuna işaret ettiği bildirilmiştir (42). Vieira ve ark. (43) odunumsu göğüs eti görülme düzeyi ve şiddeti ile serum kreatin kinaz enzim düzeyi arasında doğrusal bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Amaral ve ark. (44) dorsal cranial miyopati görülme düzeyi yüksek olan etlik piliçlerde serum kreatin kinaz düzeyinin de önemli düzeyde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bir çalışmada odunumsu göğüs

eti miyopatisi teşhis edilen etlik piliçlerde serum kreatin kinaz enzim düzeyinin daha yüksek olduğu ve serum kreatin kinaz aktivitesinin odunumsu göğüs eti teşhisinde bir indikatör olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (41). Bu çalışmada yer alan farklı genotip etlik piliçlerde serum kreatin kinaz düzeyi yaşla birlikte önemli düzeyde artmıştır. Bu bulgu göğüs etindeki kanama ve dejenerasyonların yaşla birlikte artan bir eğilim gösterdiğini bildiren Siddique ve ark. (45)'in bulguları ile uyum içindedir. Bununla uyumlu olarak, serum kreatin kinaz düzeyinin artışı yanında, bu çalışmada makroskopik olarak tespit edilen beyaz çizgi ve odunumsu göğüs eti oluşumu 37. günlük yaşa göre 44 günlük yaşta kesilen etlik piliçlerde genel olarak daha yüksek bulunmuştur.

Etlik piliçlerde nedeni tam olarak bilinmese de hızlı canlı ağırlık artışı ile miyopati görülme düzeyi arasında doğrusal bir ilişki olup, canlı ağırlık artışını kontrol altında tutan yönetimsel uygulamaların miyopati görülme düzeyini düşürebileceği bildirilmektedir (46). Yem kısıtlaması hızlı canlı ağırlık artışını kontrol altında tutma ile ilgili en önemli yönetimsel uygulama olup, Toplu ve ark. (47) serum kreatin kinaz düzeyinin kontrol grubuna göre yem kısıtlaması uygulanan etlik piliçlerde daha düşük olduğunu, bununla uyumlu olarak göğüs kasında beyaz çizgi oluşumu ve odunumsu göğüs eti görülme düzeyinin daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada ölçülen serum kreatin kinaz düzeyi literatür bulgulara göre genelde daha düşük olsa da odunumsu göğüs eti miyopatisinin serum kreatin kinaz düzeyini artırdığını bildiren Shakeri ve ark. (48) tarafından bildirilen değerlere benzerdir.

Normal koşullarda odunumsu göğüs eti solgun ve şişkin göğüs kası yüzeyinde hafif kanamaların olduğu, açık sarı renkte akıcı eksüdat ile karakterizedir (49). Bu durum gözle ve palpasyonla rahatlıkla teşhis edilebilir. Etlik piliçlerde odunumsu göğüs eti oluşumunun iki haftalık yaş kadar erken başladığı, yaşla birlikte pektoralis majör kasına yayıldığı bildirilmektedir (50). Hızlı gelişen etlik piliçlerdeki yoğun ve sıkı kas kitlesinin bu miyopati oluşumu için hazırlayıcı bir faktör olduğu bildirilmektedir (50, 51). Genetik yapı yanında, lokal olarak kaslarda ortaya çıkan hipoksi, oksidatif stres, dolaşım yetersizliği gibi etkenlerinde odunumsu göğüs eti miyopatilerinin oluşmasında etkili olduğu bildirilmektedir. (52, 53, 54).

Göğüs kası yüzeyinde ortaya çıkan beyaz şeritler, genelde kas lifleri boyunca yukarıdan aşağı doğru uzanan beyaz çizgiler şeklinde görülmekte ve şiddeti arttıkça kas dejenerasyonu artmaktadır (55). Beyaz şeritlenme ile, kas metabolizması, büyüme ve vasküler homeostazis sürecinde iş-

lev bozukluğu meydana geldiğinden, genelde kas yapısının bozulması ile karakterizedir. Bu çalışmada Ross308 genotipinde sadece hafif şiddette beyaz çizgi miyopatisi görülürken, yaşla birlikte Anadolu-T ve Cobb500 genotiplerinde orta düzeyde de beyaz şerit miyopatisi görülmüştür. Histo-patolojik amaçlı yapılan bir çalışmada Anadolu-T genotipi etlik piliçlerden elde edilen göğüs etlerinde Ross308 ve Cobb500 genotipinden elde edilen göğüs etlerine göre daha düşük oranda odunumsu göğüs eti gözlemlendiği, beyaz şerit oluşumunun ise ticari genotiplere göre biraz yüksek olduğu bulunmuştur (21).

Sonuç

Bu çalışmadan elde edilen veriler bütünü ile değerlendirildiğinde; dişi etlik piliçlerde göğüs kasında ortaya çıkan dejenerasyonların indikatörü kabul edilen serum kreatin kinaz enzim aktivitesinin yaşla birlikte önemli düzeyde arttığı görülmüştür. Serum kreatin kinaz düzeyi ile orantılı olarak makroskopik düzeyde göğüs kasında beyaz çizgi ve odunumsu göğüs eti oluşumu gibi miyopatilerin de yaşla birlikte arttığı tespit edilmiştir. Genotipler arasında da serum kreatin kinaz düzeyi ve göğüs eti miyopatileri yaygınlık düzeyi bakımından önemli önemli düzeyde farklılıklar bulunmuştur. Daha büyük popülasyonlarda ve ticari koşullarda yeni çalışmaların planlanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma “Farklı genotip dişi etlik piliçlerde ızgaralı zeminin göğüs eti kas miyopatileri ve et kalitesi üzerine etkileri” konu başlıklı tez çalışmasından özetlenmiş olup, Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığınca desteklenmiştir (TDK-2023-1331).

Kaynaklar

1. Barbut S. Recent myopathies in broiler's breast meat fillets. *World's Poult Scie Assoc.* 2019;75:559-581.
2. Bailey RA, Souza E, Avendano S. Characterising the influence of genetics on breast muscle myopathies in broiler chickens. *Front Physiol.* 2020;11:1041. doi:10.3389/fphys.2020.01041
3. Petracci M, Soglia F, Madruga M, Carvalho L, Ida E, Estevez M. Wooden-breast, white striping and spaghetti meat: causes, consequences and consumer perception of emerging broiler meat abnormalities. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2019. doi:10.1111/1541-4337.12431
4. Aviagen. Breast muscle myopathies (BMM). 0219-AVN-006. Published 2019. Accessed August 23, 2021. www.aviagen.com

5. Velleman SG. Broiler breast muscle myopathies: association with satellite cells. *Poult Sci.* 2023;102. doi:10.1016/j.psj.2023.1029
6. Özbek M, Petek M, Çetin E, Çetin I. Influence of genotype and housing systems on the incidence of white striping, proximate composition, and sensory analysis of broiler breast meat. *Acta Vet Eur.* 2023;49:155-162.
7. Mazzoni M, Petracci M, Meluzzi A, Cavani C, Clavenzani P, Sirri F. Relationship between pectoralis major muscle histology and quality traits of chicken meat. *Poult Sci.* 2015;94:123-130. doi:10.3382/ps/pou043
8. Mudalal S, Lorenzi M, Soglia F, Cavani C, Petracci M. Implications of white striping and wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat. *Animal.* 2015;9(4):724-728. doi:10.1017/S175173111400295X
9. Dalle Zotte A, Cecchinato M, Quartesan A, Bradanovic J, Tasoniero G, Puolanne E. How does "Wooden Breast" myodegeneration affect poultry meat quality? *Arch Latinoam Prod Anim.* 2014;22:476-479.
10. Griffin JR, Moraes L, Wick M, Lilburn MS. Onset of white striping and progression into wooden breast as defined by myopathic changes underlying Pectoralis major growth. Estimation of growth parameters as predictors for stage of myopathy progression. *Avian Pathol.* 2018;47:2-13.
11. Montagna FS, Garcia G, Naas IA, Lima NDS, Caldara FR. Practical assessment of spaghetti breast in diverse genetic strain broilers reared under different environments. *Braz J Poult Sci.* 2019;21(2). doi:10.1590/1806-9061-2018-0759
12. Bonnefous C, Collin A, Guilloteau LA, et al. Performance, meat quality, and blood parameters in four strains of organic broilers differ according to range use. *Sci Rep.* 2024;14:30854. doi:10.1038/s41598-024-81672-9
13. Kong F, Zhao G, He Z, et al. Serum creatine kinase as a biomarker to predict wooden breast in vivo for chicken breeding. *Front Physiol.* 2021;12:711711. doi:10.3389/fphys.2021.711711
14. Cartoni Mancinelli A, Mugnai C, Castellini C, et al. Effect of transport length and genotype on tonic immobility, blood parameters, and carcass contamination of free-range reared chickens. *Ital J Anim Sci.* 2018;17(3):557-564. doi:10.1080/1828051X.2018.1423583
15. Mattioli S, A. Dal Bosco, S. Ruggeri, M. Martino, L. Moscati, C. Pesca, C. Castellini (2017) Adaptive response to exercise of fast-growing and slow-growing chicken strains: Blood oxidative status and non-enzymatic antioxidant defense. *Poult Sci.* 96:4096-4102. <https://doi.org/10.3382/ps/pex203>.
16. Turkstat. Poultry production. Published September 2024. Accessed January 6, 2025. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Poultry-Production-September-2024-53570&dil=2>
17. Tagem Arge & Innovation. Yerli etlik damızlık tavuk ıslah çalışmaları (In Turkish). Published 2022. Accessed January 6, 2025. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/gktaem/Belgeler/Toprak%20Su-Bitki%20Laboratuvar/Anadolu-T%20Leaflet.pdf>
18. Erensoy K, Sarıca M. Fast growing broiler production from genetically different pure lines in Turkey. 2. Broiler traits: growth, feed intake, feed efficiency, livability, body defects, and some heterotic effects. *Trop Anim Health Prod.* 2023;55:61. doi:10.1007/s11250-023-03461-2
19. Petek M, Güler M. Farklı genotip etlik piliçlerde kümeste civciv çıkımı uygulamasının hayvan refahı ve davranışları ile sindirim sistemi organ gelişimi üzerine etkisi. BUÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı Doktora Tez Projesi, 2025.
20. Petek M, Küpeli E. Farklı genotip dişi etlik piliçlerde ızgaralı zeminin göğüs eti kas miyopatileri ve et kalitesi üzerine etkileri. BUÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı Doktora Tez Projesi, 2025.
21. Avcı Küpeli Z, Küpeli M, Petek M. Histopathologic evaluation of wooden breast and white striping myopathy in different broiler genotypes using light microscopy and image analysis. *Rev Cientifica.* 2025;35(1). doi:10.52973/rcfcv-e35555
22. Anonim. Etçi tavukların korunması ile ilgili asgari standartlara ilişkin yönetmelik. Resmi Gazete. Published January 20, 2018. Issue No: 30307.
23. Kelly L, Alworth L. Techniques for collecting blood from the domestic chicken. *Lab Anim.* 2013;42:359-361. doi:10.1038/labani.394
24. Humane Slaughter Association (HSA). Practical slaughter of poultry. Published 2013. Accessed March 5, 2020. www.hsa.org.uk
25. Turkish Standards Institution (TSI). Poultry-Rules for slaughtering and carcass preparing. TS5925. Published 2014. Ankara, Turkey.
26. Turkish Standards Institution (TSI). Poultry carcass-Rules for carcass dissecting, packaging, transportation, and storage. TS5890. Published 2014. Ankara, Turkey.
27. Alnahhas N, Berri C, Chabault M, et al. Genetic parameters of white striping in relation to body weight, carcass composition, and meat quality traits in two broiler lines divergently selected for the ultimate pH of

- the Pectoralis major muscle. *BMC Genet.* 2016;17:61. doi:10.1186/s12863-016-0369-2
28. Kuttappan VA, Hargis BM, Owens CM. White striping and woody breast myopathies in the modern poultry industry: a review. *Poult Sci.* 2016;95(11):2724-2733.
 29. Giampietro-Ganeco A, Owens CM, Borba H, et al. Impact of deep pectoral myopathy on chemical composition and quality parameters of chicken breast fillet. *Poult Sci.* 2021;9. doi:10.1016/j.psj.2021.101377
 30. Baldi G, Yen CN, Daughtry MR, et al. Exploring the factors contributing to the high ultimate pH of broiler Pectoralis major muscles affected by wooden breast condition. *Front Physiol.* 2020;11:343. doi:10.3389/fphys.2020.00343
 31. IBM Corp. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 28.0. Armonk, NY: IBM Corp; 2021.
 32. Snedecor GW, Cochran WG. *Statistical Methods.* 8th ed. Iowa State University; 1989.
 33. Mir NA, Rafiq A, Kumar F, Singh V, Shukla V. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. *J Food Sci Technol.* 2017;54(10):2997-3009. doi:10.1007/s13197-017-2789-z
 34. Özbek M, Petek M, Ardıçlı S. Physical quality characteristics of breast and leg meat of slow- and fast-growing broilers raised in different housing systems. *Arch Anim Breed.* 2020;63:337-344. doi:10.5194/aab-63-337-2020
 35. Lee SK, Chon JW, Yun YK, et al. Properties of broiler breast meat with pale color and a new approach for evaluating meat freshness in poultry processing plants. *Poult Sci.* 2022;101. doi:10.1016/j.psj.2021.101627
 36. Valenta J, Chodová D, Tůmová E, Ketta M. Carcass characteristics and breast meat quality in fast-, medium-, and slow-growing chickens. *Czech J Anim Sci.* 2022;67(7):286-294. doi:10.17221/91/2022-CJAS
 37. Abdourhamane IM, Petek M. Effects of range access on behavioral-based welfare indicators and foot health condition of slow- and fast-growing broilers. *Acta Vet Eurasia.* 2023;49:75-81. doi:10.5152/actavet.2023.22094
 38. Hailemariam A, Esatu W, Abegaz S, Urge M, Assefa G, Dessie T. Effect of genotype and sex on breast meat quality characteristics of different chickens. *J Agric Food Res.* 2022;10. doi:10.1016/j.jafr.2022.100423
 39. Li J, Yang C, Peng H, et al. Effects of slaughter age on muscle characteristics and meat quality traits of Da-Heng meat-type birds. *Animals (Basel).* 2019;10(1):69. doi:10.3390/ani10010069
 40. Maynard CJ, Jackson AR, Caldas-Cueva JP, et al. Meat quality attributes of male and female broilers from four commercial strains processed for two market programs. *Poult Sci.* 2023;102(5). doi:10.1016/j.psj.2023.102570
 41. Lebednikaitė E, Sutkevičienė N, Vilkonienė T, et al. Serum biochemical parameters of broilers affected by wooden breast myopathy. *Animals (Basel).* 2024;14(10):1499. doi:10.3390/ani1410149
 42. Kuttappan VA, Huff GR, Huff WE, Hargis BM, Apple JK, et al. Comparison of hematologic and serologic profiles of broiler birds with normal and severe degrees of white striping in breast fillets. *Poult Sci.* 2013;92(2):339-345. doi:10.3382/ps.2012-02647
 43. Vieira SL, Simões CT, Kindlein L, Ferreira TZ, Soster P, Stefanello C. Progressive in vivo detection of wooden breast in broilers as affected by dietary energy and protein. *Poult Sci.* 2021;100:101120. doi:10.1016/j.psj.2021.101120
 44. Amaral PC, Zimmerman C, Santos LR, et al. Evaluation of physiological parameters of broilers with dorsal cranial myopathy. *Rev Bras Cienc Avic.* 2017;19(1). doi:10.1590/1806-9061-2016-0377
 45. Siddique A, Black MT, Alvarado BW, et al. Effect of age, deboning time of carcass, and different cooking conditions on the woody breast myopathies in chicken: a meta-analysis. *Foods.* 2024;13:2632. doi:10.3390/foods13162632
 46. Petek M, Özbek M, Topal E. Strategies to prevent pectoral myopathies in broiler meat production: effects of genotype and floor type. *Proceedings of the 5th International Poultry Meat Congress; 2019; Antalya, Turkey.*
 47. Toplu HD, Aypak SÜ, Nazlıgül A, Kaya M. Effects of feed restriction on the occurrence of white striping and wooden breast myopathies, performance, carcass characteristics, and some blood parameters in broiler chickens. *Turk J Vet Anim Sci.* 2021;45(4). doi:10.3906/vet-2101-7
 48. Shakeri M, Choi J, Harris C, Buhr RJ, Kong B, Zhuang H, Bowker B. Reduced ribonucleotide reductase RRM2 subunit expression increases DNA damage and mitochondria dysfunction in woody breast chickens. *Am J Vet Res.* 2024. doi:10.2460/ajvr.23.12.0283
 49. Sihvo HK, Immonen K, Puolanne E. Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the Pectoralis major muscle of broilers. *Vet Pathol.* 2014;51:619-623.
 50. Huang X, Ahn DU. The incidence of muscle abnormalities in broiler breast meat—A review. *Korean J Food Sci Anim Resour.* 2018;38:835-850.
 51. Havenstein GB, Ferket PR, Qureshi MA. Carcass composition and yield of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poult*

- Sci. 2003;82:1509-1518.
52. Mutryn MF, Brannick EM, Fu F, Lee WR, Abasht B. Characterization of a novel chicken muscle disorder through differential gene expression and pathway analysis using RNA-sequencing. BMC Genomics. 2015;16:399. doi:10.1186/s12864-015-1623-0
 53. Clark DL, Velleman SG. Spatial influence on breast muscle morphological structure, myofiber size, and gene expression associated with the wooden breast myopathy in broilers. Poult Sci. 2016;95:2930-2945. doi:10.3382/ps/pew252
 54. Malila Y, Thanatsang K, Arayamethakorn S, et al. Absolute expressions of hypoxia inducible factor-1 alpha (HIF1A) transcript and the associated genes in chicken skeletal muscle with white striping and wooden breast myopathies. PLoS One. 2019;14(8):e0220904. doi:10.1371/journal.pone.0220904
 55. Lee J, Mienaltowski MJ. Broiler white striping: a review of its etiology, effects on production, and mitigation efforts. Poult Sci. 2023;2(2):292-304. doi:10.3390/poultry2020022