

Göğüs Kası Miyopatileri (GKM)

Yazarlar

Bu döküman Aviagen® Et Kalitesi Çalışma Grubu ve bu alanda uzmanlaşmış diğer danışmanlar tarafından hazırlanmış ve gözden geçirilmiştir.

Paul Anton*Romanya ve Moldova Cumhuriyeti Satış ve Teknik Müdürü*

Santiago Avendaño*Aviagen Global Genetik Bilimi Direktörü*

Richard Bailey*Kanatlı Sağlığı Uzmanı*

Sacit Bilgili*Fahri Profesör, Auburn Üniversitesi*

Luis Canela*Bölge Satış ve Teknik Müdürü, İspanya*

Alex Corzo*Kuzey Amerika Kıdemli Kanatlı Besleme Uzmanı*

Bryan Fancher*Global Teknik Operasyonlar Grup Başkan Yardımcısı*

Nick French*Global Teknik Transfer Grup Başkanı*

Dinah Nicholson*Global Kuluçka Geliştirme & Destek Grup Başkanı*

Dan Pearson*Veteriner Sağlık Direktörü*

Lorenzo Rossi*Batı Avrupa Bölgesi Teknik Servis Müdürü*

Alan Thomson*Direktör, Aviagen UK Ltd*

Stuart Thomson*Satış ve Teknik Operasyonlar Müdürü, Aviagen UK Ltd*

1. Bölüm: Genel Bakış

1.1: Göğüs kası miyopatilerinin (GKM), Özellikle de odunsu göğüs vakalarının görülme sıklığı ve şiddetini azaltmaya yönelik uygulamalar.

2. Bölüm: Giriş

2.1: GKM'nin Tarihi
2.2: Aviagen'in GKM'ye yönelik uygulamaları

3. Bölüm: GKM probleminin tanımlanması

3.1: GKM'den etkilenen broyler türleri
3.2: GKM'nin küresel dağılımı
3.3: Kesimhanede gıda güvenliği/ıskarta
3.4: Ekonomik sonuçları

4. Bölüm: GKM'nin tanımı ve histolojisi

4.1: Yeşil kas hastalığı (DPM)
4.2: Beyaz şeritler
4.3: Odunsu göğüs
4.4: Spagetti göğüs

5. Bölüm: GKM'nin et kalitesi üzerindeki etkileri

5.1: Beyaz şeritler
5.2: Odunsu göğüs
5.3: Spagetti göğüs
5.4: Soluk, yumuşak ve sulu
5.5: Koyu, sert ve kuru
5.6: Yeşil kas hastalığı

6. Bölüm: Temel kas biyolojisi

6.1: Kas yapısı ve fonksiyonu
6.2: Kasların büyümesi ve gelişimi
6.3: Kas onarımı
6.4: Kesim sonrası kastaki değişimler
6.5: GKM ile sonuçlanabilecek fizyolojik değişimler

7. Bölüm: GKM'nin genetiği

7.1: Genetiğe ilişkin araştırmalar
7.2 Metabolomik ve proteomik çalışmalar

8. Bölüm: Büyüme eğrisi ve GKM

8.1: Yem miktarının kontrolüyle büyüme hızının düzenlenmesi
8.2: Rasyon içeriğinin değiştirilmesi yoluyla büyümenin şekillendirilmesi
8.3: Lizin azaltma
8.4: Erken dönemde büyüme ve GKM

9. Bölüm: Beslenme ve GKM

9.1: Fitaz
9.2: Lizin azaltma ve süper doz fitaz kullanımı
9.3: Arjinin
9.4: Histidin
9.5: Organik iz mineraller
9.6: Antikoksidiyal programlar
9.7: Başlangıç öncesi yemi
9.8: Antioksidanlar
9.9: Guanidino asetik asit
9.10: Diğer ürünler

10. Bölüm: Sevk-İdare ve GKM

10.1: İnkübasyon
10.2: Çıkım sonrası yeme erişim
10.3: Çevresel sıcaklık ve kanatlıların vücut sıcaklığı
10.4: Karbondioksit seviyeleri
10.5: Aydınlatma programları
10.6: Altlık kalınlığı
10.7: Kanat çırpma/aktivite
10.8: Seyreleme

11. Bölüm: Hastalık ve GKM

12. Bölüm: Kesim

12.1: Kesim öncesinde kanatlılara yönelik muamelenin etkileri
12.1: Kesim
12.3: Karkas soğutma

13. Bölüm: Ekler

13.1: Denemeler

Kaynaklar

1. Genel Bakış

1.1. Göğüs kası miyopatilerinin (GKM), özellikle de odunsu göğüs vakalarının görülme sıklığı ve şiddetini azaltmaya yönelik uygulamalar:

- Civciv dönemi sevk-idaresine, minimum havalandırmaya (CO2 sevipleri 3000ppm'in üzerinde olmamalıdır), yem kalitesine ve yeme erişiminin iyi olması üzerine odaklanılmalıdır.
- Kas gelişimi için önemli bir periyod olması nedeniyle ilk 10 gün boyunca iyi bir büyüme sağlanmalıdır: bu süreçte hedeflenen büyüme, 7. gündeki canlı ağırlık yerleştirme sırasındaki civciv canlı ağırlığının en az 4 katı olmalıdır.
- Büyümenin ani hızlanması (>120g/gün) önlenmelidir, örneğin seyreltme sonrasında.
- Sürü aktivitesi en aza indirilip aşırı kanat çırpımlar önlenmelidir.
- Broylerde büyümenin orta ve geç dönemlerinde yüksek vücut sıcaklıkları önlenmelidir. Özellikle kanatlı seviyesindeki sıcaklıklara özen gösterilmeli ve iyi bir hava akışının sağlanmasına dikkat edilmelidir. Vücut sıcaklığını artıran veya kanatlıların vücut sıcaklığını ayarlamasını etkileyen yem katkı maddeleri kullanılmamalıdır.
- Aviagen tarafından önerilen besin madde değerlerine uyulmalıdır ve özellikle de Aviagen'in tavsiye ettiği seviyelerden yüksek amino asit düzeylerine dikkat edilmelidir.
- Büyüme profilindeki değişimler, her ne kadar broyler performansında kayıplara yol açsa da, GKM vakalarını azalttığına yönelik güçlü kanıtlar bulunmaktadır. Büyüme eğrisinin değişimi şu şekilde yapılabilir:
 - Broylere verilen yem miktarının, serbest yemlenen broylere verilen yemin %97'sine düşürülmesi ve bu uygulamanın 15 ila 32. günler arasında yapılması tavsiye edilir.
 - Broylerin en hızlı büyüdüğü dönemde (15 ila 32. gün) rasyondaki lizin seviyelerinin Aviagen'in tavsiye ettiği değerlerin %85'ine düşürülmesi, canlı ağırlığa veya kesim performansı üzerinde çok az bir etki yaratarak ya da hiçbir etki yaratmadan, GKM oranını önemli derecede azalttığı kanıtlanmıştır.
 - Broylerin kesim öncesinde yeterli derecede büyümesinin sağlanabilmesi için değiştirilmiş büyüme eğrisindeki kesim yaşı dikkate alınmalıdır. Bu uygulamaya 14. günden önce başlanılmamalıdır ve uygulama süresi, tüketilmesi hedeflenen toplam yem miktarının %25'ini tüketmesi için gereken süreye eşit olmalıdır.
- Tamamen bitkisel bazlı olan rasyonlarda ilave kreatin kaynağı kullanımı göz önünde bulundurulmalıdır.
- Fitaz üreten firmanın tavsiye ettiği değerlerin 3-6 katı oranında süper doz fitaz uygulaması göz önünde bulundurulmalı, doğru artış oranı maliyet/fayda değerlendirmesine bağlı olmalıdır.
- İyi kalitede ve stabil hayvansal ve bitkisel yağlar kullanılmalı ayrıca hem yem içeriklerinde hem de rasyonda uygun antioksidanlar kullanılmalıdır.
- Spagetti göğüs problemi varsa kesimhanedeki haşlama sıcaklığı, tüy yolma ve karkas soğutma uygulamaları gözden geçirilmelidir.

2. Giriş

Son 10 yıldır kanatlı kesimhanelerinde gözlemlendiği bildirilen göğüs kası miyopatisi (GKM) vakalarında bir artış yaşanmıştır. Bazı durumlarda bu problemlerin entegrasyonlar için ciddi ekonomik sonuçları olabilir ve tüketicinin piliç eti tercihini olumsuz yönde etkileyebilir. GKM vakaları değişken olmalarına ve dünyanın her yerinde görülmemesine rağmen, broyler endüstrisi için önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu nedenle Aviagen, birçok üniversitenin yaptığı gibi, bu konuyu araştırmak için ciddi oranda zaman ve kaynak harcamıştır.

GKM'nin metabolik sebeplerini henüz tam olarak anlamamış olsak da, konuya ilişkin bilgimiz son 5 yılda önemli derecede artmıştır. Bu dökümanın amacı, göğüs kası miyopatisine ilişkin güncel bilgilerin, miyopatiye neden olan faktörlerin ve bu problemin görülme sıklığını ve şiddetini azaltmaya yönelik muhtemel çözümlerin bir özetini sunmaktır. Burada tartışılan miyopatilerin hepsi ürün kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip değildir, ancak genel bir bilgilendirme için buraya dahil edilmişlerdir.

2.1. GKM'nin Tarihi

Kanatlı endüstrisini etkileyen ilk önemli göğüs kası miyopatisi yeşil kas hastalığı veya Oregon hastalığı olarak da bilinen ve 1960'larda hindilerde gözlemlenen derin pektoral miyopati (DPM) olmuştur. DPM iç göğüs fileto kaslarından (örn. majör pektoral kas) birisinin veya her ikisinin atrofisiyle ve yeşile dönmesiyle karakterize olan bir hastalıktır. Bu hastalık 1990'ların sonlarında broylerlerde de görülmüş olup ve hala kesimhanelerde zaman zaman görülmektedir.

1990'larda broyler göğüs etine ilişkin iki durum tanımlanmıştır: soluk, yumuşak, sulu (SYS) ve koyu, sert, kuru (KSK). SYS ilk başta domuzlarda gözlemlenmiş ve tek bir genin mutasyonundan kaynaklandığı anlaşılmıştır. Ancak, broylerde görülen SYS ve KSK'nin bir genden kaynaklanmadığı, esasen kanatlıların kesimhaneye nakledilmesi için yakalanması sürecinde ve kesim esnasında yaşanan stresten kaynaklandığı anlaşılmıştır. SYS ve KSK birçok kanatlı kesimhanesinde az seviyelerde görülmesine ve tüketiciler tarafından bu etlerin tüketilmesine ilişkin önemli bir sorun yaratmamasına rağmen et kalitesi üzerinde bazı etkilere yol açmaktadır.

2010 yılından beri görülme sıklığı artan üç GKM tipi bildirilmiştir: beyaz şeritler (BŞ), odunsu göğüs (OG) ve peltamsi-hamurumsu göğüs olarak da bilinen spagetti göğüs (SG). Genellikle piliç göğüs etinin tüketiciler tarafından kabul görmesi bakımından BŞ'nin önemli bir etkisi yoktur. Ancak OG ve SG'ün şiddetli olduğu durumlarda belirli ürünlerde problemler ortaya çıkmaktadır. Bu miyopatiler 2010 yılının öncesinde var olmuş ,ancak kesimhanelerde fark edilmemiş olabilir.

2.2. Aviagen'in GKM'ye yönelik uygulamaları

DPM uzun yıllardır Aviagen'in ıslah çalışmalarında hedefler arasında yer alırken, BŞ, OG ve SG ise 2012 yılında ıslah çalışmaları hedefleri arasına alınmış ve sahada bu problemlerin oluşmasına neden olabilecek genetik eğilimleri azaltmak hedeflenmiştir.

Aviagen, dengeli bir ıslah çalışması çerçevesinde, göğüs miyopatilerine yönelik genetik eğilimi ortadan kaldırmanın yanı sıra, biyolojik verimlilik, randıman, dayanıklılık, refah ve üreme sağlığı gibi özellikleri de dikkate alan seçimler yapmaktadır. Göğüs miyopatilerinin genetik dayanağı zayıf olduğu için (Bailey vd. 2015) ve pedigrisi seviyesindeki değişimlerin broyler seviyesine ulaşması zaman alacağı için, bu miyopatileri ortaya çıkaran genetik eğilimlerin 2018 yılından itibaren azalmaya başlamış olması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca belirtmek gerekir ki, göğüs miyopatilerinin ortaya çıkması genetik olmayan faktörlerden de kaynaklandığı için, bu miyopatilerin görülme oranının yalnızca genetik seleksiyon ile sıfırlanması mümkün değildir (**bakınız 7. Bölüm**).

Ayrıca Aviagen, sahada görülen bütün GKM türlerine neden olan genetik dışı faktörlere ilişkin bilgi toplamak ve bu konuda yapılan araştırmaları koordine etmek üzere besleme uzmanlarını, veteriner hekimleri, genetikçileri, sevk-idare uzmanlarını ve kuluçka uzmanlarını içeren multi-disipliner bir yaklaşım benimsemektedir. Aviagen besleme, sevk-idare, kuluçka uygulamaları ve genetik konusuna odaklanarak GKM vakalarını etkileyebilecek faktörler üzerine bir dizi denemeler yürütmüştür. Aynı zamanda Aviagen, GKM üzerine araştırmalar yapan üniversiteler ve şirketlerle iş birliği içerisinde hareket etmiştir. Bu dökümanda, bu denemelerden ve iş birliklerinden elde edilen sonuçlara yer verilecektir.

3. GKM Probleminin Tanımlanması

3.1. GKM'den etkilenen broyler türleri

Bilimsel kanıtlar ve saha verileri GKM'nin yavaş büyüyen melez ırklar da dahil olmak üzere bütün modern broylerde görülebildiğini açıkça göstermiştir. Kanatlıların ileri yaşlarda canlı ağırlıkları arttıkça (> 3kg) GKM riski de artmaktadır.

3.2. GKM'nin küresel dağılımı

Bu miyopatiler dünyanın bazı bölgelerinde önemli problemler olarak bildirilse de bu vakaların ortaya çıkışı seyrek ve yüksek bir değişkenlik ile seyretmektedir. Vakaların büyük çoğunluğu AB, Amerika, Kanada, Avustralya, Yeni Zelanda, Japonya ve Brezilya'dan bildirilmiştir. Dünyanın birçok bölgesinde herhangi bir GKM problemi bildirilmemiştir. Bildirilen miyopati türü entegrasyonlara göre değişiklik göstermektedir. Örneğin bazı firmalar OG problemi bildirirken bazıları ise SG problemi görüldüğünü ifade etmektedir. Mevcut durumda en yaygın bildirilen miyopati türü BŞ'dir.

3.3. Kesimhanede gıda güvenliği/iskarta

Kesim esnasında yapılan veteriner sağlık kontrolünde GKM'li ürünlere yönelik uygulamalar değişiklik göstermektedir. GKM problemi genellikle bir gıda güvenliği sorunu olarak değil kalite sorunu olarak görülmektedir (Bilgili, 2016). Bugüne kadar herhangi bir bakteriyel ya da viral kontaminasyon bulgusuna rastlanılmamıştır (**bakınız 10. Bölüm**). GKM problemi bulunan ürünlerin çoğu seçilmekte, ya iskartaya ayrılmakta (DPM) ya da alternatif kullanımlara yönlendirilmektedir. Ancak, GKM probleminin şiddetli olması ve yangı belirtileri (örn. yerel noktasal kanamalar, jelatinimsi sıvı vb.) göstermesi durumunda yetkili kurumlar bütün karkasın iskartaya ayrılmasını (Avrupa) veya etkilenen bölgenin kesilmesini (Brezilya ve Kuzey Amerika) isteyebilir.

3.4. Ekonomik sonuçları

GKM'nin ekonomik sonuçlarını tahmin etmek zor olsa da mümkündür. Göğüs etinin kemikten ayrılması sırasında GKM nedeniyle iskartaya ayrılması veya tıraşlanacak kas miktarına ilişkin bir hesaplamayla, ürün ve değer kaybı üzerine ekonomik bir analiz yapılabilir. Ancak, bütün piliç satılan pazarlar için üretilen ürünlerde GKM ve özellikle de DPM vakalarını tespit etmek için uygulanabilir bir yöntem yoktur. Hafif düzeydeki GKM türlerinde ise ayrılan ürünler genellikle alternatif pazar segmentlerine (örn. ileri işlem için) yönlendirilmekte ve bu sayede kaybedilen ürün değerinin bir kısmı geri kazanılmaktadır.

4. GKM'nin Tanımı ve Histolojisi

4.1 Yeşil Kas hastalığı (Derin Pektoral Miyopati)

Oregon veya yeşil kas hastalığı olarak da bilinen bu problem broylerde ilk defa 1980'lerde görülmüştür ve derin göğüs kası (örn. suprakorakoid veya minör pektoral kaslar) nekroz ve atrofisiyle karakterize olan dejeneratif bir kas hastalığıdır. Lezyonlar genellikle her iki derin kası etkiler ve renkleri pembemsi hemorajik görünümünden yeşilimsi renge kadar değişiklik gösterebilir (**Şekil 1**).

Şekil 1. Derin göğüs kası miyopatisi



Kanatlılarda bulunan iki pektoral kas olan majör pektoral (dış) ve minör pektoral kaslar (iç), kanadı indirmek ve kaldırmak için sinerji içinde çalışırlar. Ancak bu kasların anatomisi farklıdır. Derin göğüs kası yoğun fibröz bağ dokudan oluşan ve elastik olmayan daha sert bir dış kılıfa sahiptir. Dış majör kas ise kas profili değişikçe kas yüzeyinde kolaylıkla hareket edebilen gevşek bağ doku ile çevrelenmiştir. Majör pektoral kasların ve minör pektoral kasların kasılması kanadın sırayla aşağı ve yukarı hareketinden sorumludur. Kasılma sırasında bu kaslar artan kan akışıyla birlikte genişler (örn. kas şişmesi). Minör pektoral kasın hacmen %25'e kadar genişlemesi oldukça zordur, çünkü bu kas dar bir kompartmanla çevrelenmiş olup kemik (sternum) ve geniş göğüs fileto kası arasında sandviç şeklinde sıkışmıştır. Minör pektoral kası saran sıkı fibröz kılıf bu kasın hacmen genişlemesini sınırlar. Bu nedenle, kas

içi basıncın dolaşım kan basıncı seviyesini aştığı durumlarda kas içerisine doğru akan kan akımı durur ve kas aktivitesinin devam etmesiyle birlikte hızlı bir şekilde oksijen yetersizliği gelişir ve kas liflerinde oksijen yetmezliğine bağlı doku ölümü (iskemik nekroz) meydana gelir. Bu durum aynı zamanda laktik asit birikmesi nedeniyle düşük kas pH'sına neden olur. Deneysel çalışmalarda nispeten kısa süreli kanat çırpmaların bile bu dejeneratif değişiklikleri tetiklemeye yeterli olduğu görülmüştür.

4.2. Beyaz Şeritler (BŞ)

Broylerde BŞ problemine ilişkin vakalar son yıllarda artmıştır. Bu problem esasen majör pektoral kası etkilemekte ve kas lifleriyle paralel yönde uzanan beyaz şeritlerin görünümüyle karakterize olmaktadır; beyaz şeritlerin miktarı ve kalınlığı kanatlılar arasında değişiklik gösterebilir (**Şekil 2**).

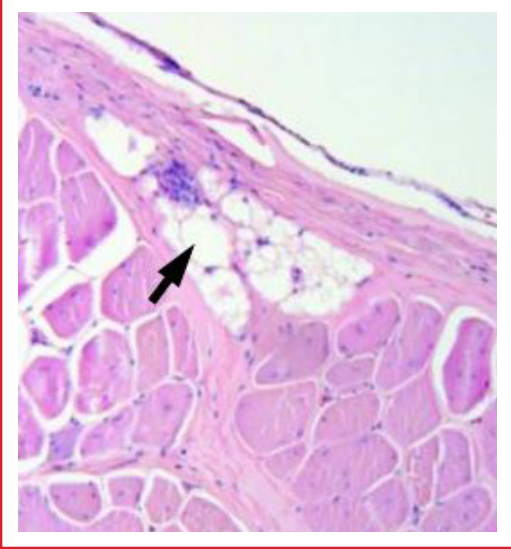
Şekil 2.

Farklı seviyelerde beyaz şeritler içeren göğüs filetoları (soldan sağa: hafif, orta ve şiddetli).



BŞ problemi görülen göğüs kaslarının histolojik ve kimyasal analizleri beyaz şeritlerin temelde yağ (adipoz) dokudan oluştuğunu göstermiştir (**Şekil 3**). Araştırma sonuçlarına göre, BŞ'nin şiddeti arttıkça kasların kuru madde kütleindeki yağın oranı da artmıştır ve bu da dokularda adipogenesis'in (yağ depolanması) artışına ilişkin histolojik bulguları doğrulamıştır.

Şekil 3. Beyaz şerit problemi görülen bir göğüs filetosunun histomikrografı. Beyaz şerit adipoz (yağ) dokudan oluşmaktadır.

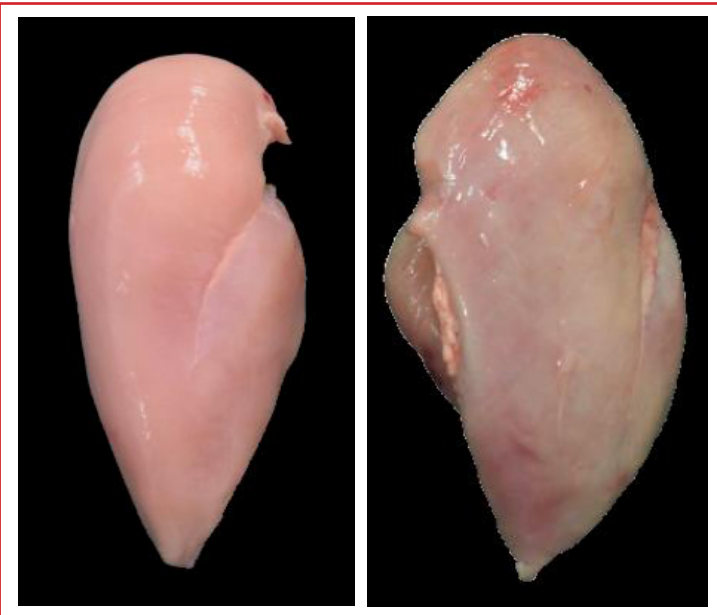


Şiddetli BŞ probleminden etkilenen göğüs dokusunda, mikroskopik seviyede değişen derecelerde kas lifi dejenerasyonu ve rejenerasyonuna sahip bağ dokusu artışı görülebileceği rapor edilmiştir. Normalde her kas dokusunda belirli bir seviyede kas lifi dejenerasyonu ve rejenerasyonu görülür, ancak BŞ (aynı zamanda da OG) vakalarında rejenerasyon süreci, onarılmış bir kas lifinden ziyade yağ ve bağ dokularının oluşumuyla sonuçlanır. BŞ'nin kesin sebebi henüz bilinmemektedir ve bu durumu anlamak hala aktif bir araştırma alanıdır.

4.3. Odunsu Göğüs (OG)

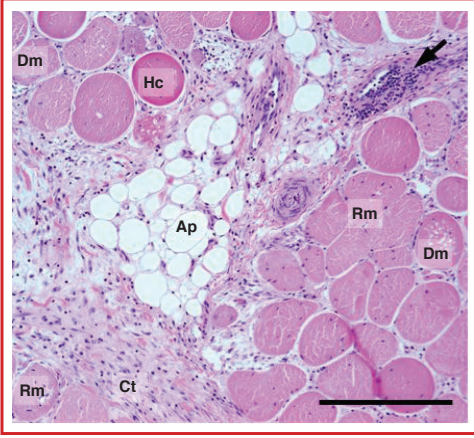
Bu miyopati aynı zamanda majör pektoral kası da etkiler ve tipik olarak filetonun kalın bölgelerinde göğüs kasının sertleşmesiyle karakterize olur, ancak daha şiddetli vakalarda bu sertleşme bütün kas üzerinde görülebilir. Problemin şiddetine bağlı olarak OG'nin diğer görsel özellikleri daha soluk bir renk, yüzeysel kanamalar ve kas yüzeyinde jelatinimsi sıvının varlığıyla karakterizedir (**Şekil 4**).

Şekil 4. Odunsu göğüs problemi olmayan bir fileto (solda) ve odunsu göğüs problemi olan bir fileto (sağda).



Kasların histolojik analizlerinde kas liflerinin aktif dejenerasyonu ve rejenerasyonu, aşırı kasılmış lifler ve bağışıklık hücrelerinin infiltrasyonu görülmektedir. Buna ek olarak, yağ depolanması ve bağ dokusu artışı da görülmekte (**Şekil 5**) ve bağ dokusu artışının kasların sertleşmesine katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Patolojik olarak OG fibröz ve rejenerasyonla birlikte bir myodejenerasyon ile karakterizedir.

Şekil 5. Odunsu göğüs problemi olan bir göğüs kasının histomikrografı. Kasın özellikleri arasında dejenere olan kas lifleri (Dk), rejenere olan kas lifleri (Rk), adipoz doku (Ap), aşırı kasılmış lifler (Ak), bağ doku artışı (Bd) ve hücrel infiltrasyon (ok ile gösterilen) bulunmaktadır. Siyah çizgi ölçeği göstermektedir (100µm).



BŞ probleminde olduğu gibi OG'nin kesin nedeni de henüz anlaşılamamıştır, ancak bu dökümanın ilerleyen bölümlerinde bahsedilen bir araştırma, OG riskinin artmasına neden olan birçok faktörün bulunduğunu göstermiştir.

4.4. Spagetti Göğüs (SG)

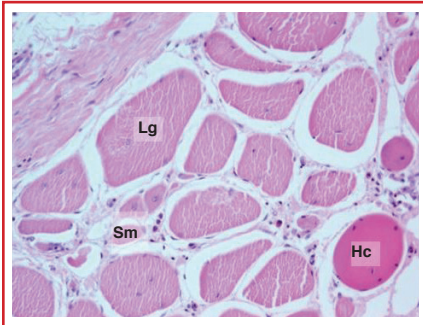
Şekil 6. Spagetti göğüs filetosu



Peltemsi-hamurumsu göğüs olarak da bilinen spagetti göğüs problemi, yapısal bağ dokuların ve göğüs kasının bütünlüğünün kaybolmasıyla kas liflerinin parçalanabilir ve gevşek olmasıyla karakterizedir. Broyler piliçler gelişimsel olarak genç kanatlılar olup bağ dokuları yetişkin kanatlılardaki var olan olgunluktan (çapraz bağlantı) yoksundur ve bu nedenle genç kanatlıların etleri yumuşaktır. Kesim sonrasında lif demetleri kopabilir ve kaslar elle kolayca parçalanabilir (**Şekil 6**). Diğer miyopatilerde olduğu gibi, SG vakalarının görülme sıklığı ve şiddeti değişkendir; göğsün sadece küçük bir kısmı etkilenebilir ya da bütün göğüs kasında bu problem görülebilir. Histolojik olarak, kas yapısı çok küçük ve çok büyük

kas liflerinden oluşan düzensiz bir görünüm sergiler (**Şekil 7**). Aşırı kasılmış kas liflerinin varlığına ve kas liflerinin aktif dejenerasyon ve rejenerasyonuna ilişkin belirtiler vardır; ancak bu belirtiler OG'ye oranla daha az belirgindir. Bu durum henüz OG kadar iyi anlaşılmamıştır ve şu anda Aviagen spagetti göğüs problemini daha iyi anlamak için çalışmakta, nasıl giderebileceği veya minimize edilebileceğini araştırmaktadır.

Şekil 7. Spagetti göğüs probleminden etkilenmiş göğüs kası histomikrografı. Kas özellikleri arasında büyük (By) ve küçük (Kç) kas lifleri ve aşırı kasılmış lifler (Ak) yer almaktadır (100µm).



Bu konu üzerinde araştırmalar devam etmektedir, ancak kas içerisinde artan laktik asit birikimiyle ilişkilendirilmekte ve kas liflerini ve demetlerini bir arada tutan bağ dokunun yıkımına neden olabilmektedir. Ayrıca, artan laktik asit seviyeleri protein sentezini engelleyebilir ve kas içerisindeki bağ dokunun olgunlaşmasını ve bütünlüğünü etkileyebilir. Alternatif olarak, laktik asit birikiminden kaynaklanan düşük kas pH'sı proteolitik enzimleri tetikleyerek gelişmekte olan bağ dokunun yıkımına neden olabilir. Üçüncü bir muhtemel veya tetikleyici faktör ise, rasyon içerisinde (özellikle de kanatlılara verilen bitkisel protein bazlı

rasyonlarda) kas liflerini (örn. prolin) saran bağ doku "kılıfının" (örn. endomisyum) düzgün gelişimi için gerekli olan amino asit (AA) seviyelerinin yetersiz olmasıdır. Genellikle bitkisel bazlı yem içeriklerinin prolin seviyesi hayvansal proteinlerdekine göre daha düşüktür; bu nedenle muhtemel risk faktörü sadece bitkisel bazlı olan rasyonlarla beslemeyle ilişkilendirilmektedir.

5. GKM'nin Et Kalitesi Üzerindeki Etkileri

Tablo 1'de farklı GKM türlerinin ürün kalitesi ve ürünün kesimhanede kullanılabilirliğine ilişkin etkileri gösterilmektedir. Daha önce ifade edildiği gibi, GKM gıda kalitesiyle ilişkili bir problem olup bir halk sağlığı sorunu değildir. Hem ABD hem de Birleşik Krallıktaki yetkililer bu durumun bir halk sağlığı problemi olmadığını, ancak şiddetli vakalarda belirli derecede ıskartaya ayırmak gerekebileceğini açıkça ifade etmişlerdir. Birleşik Krallıkta kesim sonrası ıskarta kontrolünden sorumlu kuruluş olan FSAops kesimhanede OG problemlerinin nasıl değerlendirilebileceğine yönelik kullanışlı bir referans sunan bir şema hazırlamıştır. Bu bölümün devamında konuya ilişkin daha detaylı bilgi sunulmaktadır.

Tablo 1. Göğüs miyopatilerinin ürün kalitesine etkisi.

Göğüs Miyopatisi	Etkilenmiş göğüs	Karkasın geri kalanı	Yorumlar
Beyaz Şeritler (BŞ)	Çoğu zaman normal bir şekilde kullanılabilir Aşırı şiddetli BŞ durumunda göğüs fileto olarak satılamayabilir	Kullanılabilir	Ürün etiketine göre göğüste daha yüksek yağ içereceği için sorun yaratabilir Tüketicilerin beyaz şeritsiz et tercihi
Odunsu Göğüs (OG)	Şiddetli OG durumunda göğüs filetosu olarak kullanılamaz. Göğüs sertliğinin sorun oluşturmayacağı başka bir ürüne dönüştürülebilir	Kullanılabilir	Düşük su tutma kapasitesi Marinasyonun zorlaşması Yüksek oranda su salma artan pişirme firesi
Spagetti Göğüs (SG)	Kas yapısında bütünlük gerektiren ürünlerde kullanılamaz	Kullanılabilir	Yüksek nem içeriği Dilimlenmesi zor
Derin Pektoral Miyopati (DPM)	ıskartaya ayrılmış göğüs fileto	Çoğu durumda problemlerli bölgenin tıraşlanmasıyla kullanılabilir	Tüketici satın alıp parçalayınca kadar miyopatiyi tespit edemeyeceği için bütün pilic satışları problem oluşturabilir
Suluk, Yumuşak, Sulu (SYS)	Kullanılabilir	Kullanılabilir	Tüketici SYS olmamasını tercih eder ancak bu tercih çok güçlü değildir Düşük su tutma kapasitesi Suluk renk
Koyu, Sert, Kuru (KSK)	Kullanılabilir	Kullanılabilir	Daha kısa raf ömrü Yüksek su tutma kapasitesi

5.1. Beyaz Şeritler (BŞ)

Tüketicinin BŞ problemi olan göğüs etini tüketemeyeceğine dair tatmin edici sebepler bulunmamaktadır. Ette enfeksiyon etkenler olduğuna ilişkin bir kanıt yoktur (Kuttappan vd., 2013b) ve tek önemli fark yağ ve kolajen içeriğinin biraz daha yüksek olmasıdır (Petracci vd., 2014). Yağ içeriğinin %224 oranında artması nedeniyle BŞ problemi olan etlerin besin değerinin düştüğü iddia edilse de (CIWF, 2016) bu iddianın mantıklı bir açıklaması yapılmalıdır. Çünkü diğer et kaynaklarına göre BŞ problemi olan göğüs etlerinin yağ içeriği düşük ve protein oranı yüksektir (**Tablo 2**).

Tablo 2. Çiğ etlerin yağ ve protein içerikleri

Et	Yağ %	Protein %	Kaynak
Tavuk göğsü (derisiz) <i>Beyaz Şeritsiz</i>	0.8 – 1.0	22.8 – 22.9	Petracci vd. (2014), Mudalal vd. (2014)
Tavuk göğsü (derisiz) <i>Orta derece beyaz şeritli</i>	1.5	22.2	Petracci vd. (2014), Mudalal vd. (2014)
Tavuk göğsü (derisiz) <i>Aşırı beyaz şeritli</i>	2.2 – 2.5	18.7 – 20.9	Petracci vd. (2014), Mudalal vd. (2014)
Domuz pirzola	6.9	21.5	USDA Gıda veri tabanı
Kuzu pirzola	4.9	20.4	USDA Gıda veri tabanı
Sığır Bonfilesi	6.4	21.8	USDA Gıda veri tabanı
Somon	10.4	19.9	USDA Gıda veri tabanı

BŞ problemi olan etlerin tüketim kalitesi üzerine yapılan çalışmalarda tutarlı farklılıklar görülmemiştir. Kuttappan vd. (2013a) yeme kalitesinde herhangi bir farklılık bulamazken, diğer çalışmalar pişirme fitesi ve marinyonda artış bulmuştur (Petracci vd., 2013; Mudalal vd., 2014, 2015). Bazı çalışmalar şiddetli BŞ problemi görülen göğüs etinin daha kolay kesilebileceğini (daha yumuşak bir et olduğunu gösterir) gösterirken, bir tadım paneli araştırması etin sululuğuna ilişkin bir farklılık bulunmadığını ancak BŞ problemi olan etlerin daha sert ve daha çok çiğneme gerektiren etler olduğunu ortaya koymuştur (Brambila vd., 2016). Kuttappan vd. (2012a) tarafından yapılan bir araştırma tüketicilerin BŞ olmayan göğüs filetoları tercih ettiğini ve BŞ şiddeti arttıkça tercih edilme oranının düştüğünü göstermiştir. Ancak, BŞ problemi olan göğüs etlerinin kabul görmediği hiçbir durum olmamıştır.

5.2. Odunsu Göğüs (OG)

Doku analizi (Mudalal vd., 2014; Chatterjee vd., 2016) veya tadım paneli (Tasoniero vd., 2016) değerlendirmelerinde şiddetli OG problemi olan (skor 1'den fazla) etlerin sertliğinde ve çiğneme gerekliliğinde bir artış olduğu gözlenmiştir. OG örneklerinde yüksek oranda pH, düşük su tutma kapasitesi, marinyonun azalması, su salma ve pişirme kaybının arttığı gözlemlenmiştir (Mudalal vd., 2014; Dalle Zotte vd., 2014; Soglia vd., 2015).

Yüksek OG vakasına sahip entegrasyonlar bu göğüslerin belirli ürünlerde kullanılması durumunda müşteri şikâyetlerinde artış olduğunu ifade etmişlerdir. Çoğunlukla OG problemi olan etler sertliğin bir sorun yaratmayacağı parçalanmış ürünlerde kullanılmaktadır.

5.3. Spagetti Göğüs (SG)

Spagetti göğüs probleminin et kalitesine olan etkileri sadece tek bir araştırmada incelenmiştir (Baldi vd., 2017). Bu araştırmacılar SG problemi olan etlerin normal ete göre daha fazla nem içeriğine ve daha düşük protein içeriğine sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Kesimhanelerde SG problemi olan etlerin istenilen yapıya sahip olmadıkları için bunların sınırlı sayıda ürünlerde kullanılabilmesi ve daha düşük pazar değerine sahip olmaları anlamına gelmektedir.

5.4. Soluk, yumuşak ve sulu (SYS)

Droval vd. (2012) tüketicilerin SYS göğüs etine göre normal göğüs etini tercih ettiğini, (2012) ancak sadece lezzeti önemli ölçüde farklı olarak tanımladıklarını göstermiştir. Desai vd. (2016) tarafından yürütülen bir çalışmada, tadım paneli değerlendirmelerinde SYS göğüs etlerinin normal göğüs etine oranla daha az yumuşak ve daha az sulu olduğu görülmüştür. Tadım panelindeki %81'i normal göğüs etinin tadını beğenirken, sadece %62'si SYS 'nin tadını beğenmiştir.

Normal ve SYS göğüs etleri arasında tüketim kalitesi bakımından ölçülebilir farklılıklar bulunsa da bu durum SYS etlerin belirli ürün kategorilerinden çıkarılması için bir sebep teşkil etmemektedir.

5.5. Koyu, sert ve kuru (KSK)

KSK göğüs filetolarının daha kısa raf ömrüne sahip olduğu görülmüştür (Allen vd., 1997). KSK göğüs etinin tüketiciler tarafından tercih edilebilirliği ve tüketim kalitesine ilişkin herhangi bir araştırma yapılmamıştır.

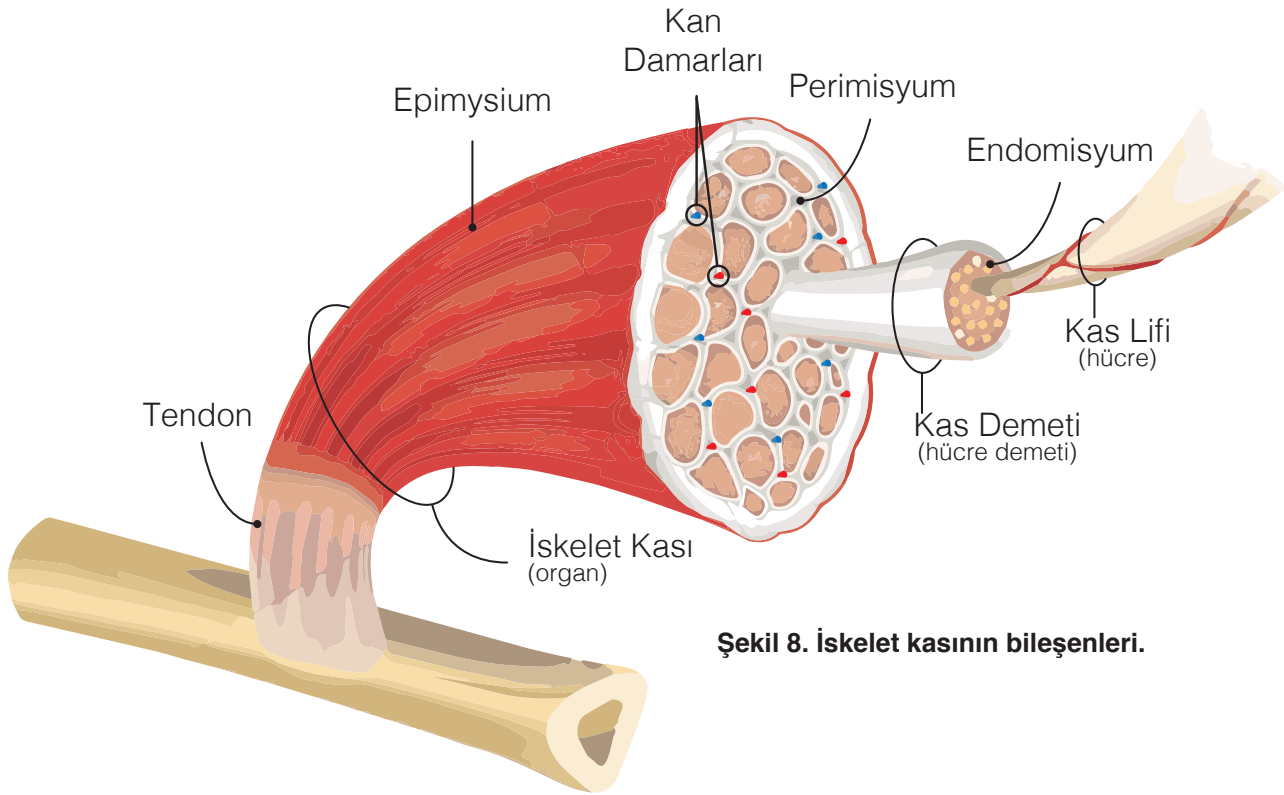
5.6. Derin pektoral kas miyopatisi (DPM)

DPM'den etkilenen kas filetosu insanlar tarafından tüketilmezken, karkasın etkilenmemiş kısmını kurtarmak için tıraşlanabilir. Piliç eti pazarı için en büyük sorun bu problemin tüketiciler tarafından tespit edilmesidir.

6. Temel Kas Biyolojisi

6.1. Kas yapısı ve fonksiyonu

Kas dokusunun %75'i sudan, %20'si proteinden ve geri kalan %5'i de yağlar, karbonhidratlar ve minerallerden oluşur. İskelet kasları vücut yapısını, duruşunu, hareketleri ve termoregülasyonu sağlamak amacıyla kolajen demetleri (tendonlar) aracılığıyla iskelet sistemine tutunur. İskelet kasları kolajen ve diğer glikoproteinlerden oluşan bağ doku kılıfı (Endomisyum, Perimisyum ve Epimisyum) katmanlarıyla kaplı kas lifi demetlerinden (fasiküller) oluşur (**Şekil 8**). Bağ doku, kasın önemli bir bileşenidir çünkü kan damarlarını ve sinirleri içinde barındırır ve aynı zamanda kasa yapısal bütünlük sağlar.



Şekil 8. İskelet kasının bileşenleri.

Kas lifleri de kasılabilen kalın (miyozin) ve ince (örn. aktin, troponin, tropomiyosin) protein iplikçiklerinden oluşan ve kasların kasılması sırasında birbirleri üzerinde kayabilen miyofibrillerden oluşur. Kasın kasılması, nihayetinde kas hücrelerinde kalsiyum düzeylerinde bir artışa yol açan bir sinir sinyali (aksiyon potansiyeli) tarafından tetiklenir ve bu da miyofibrillerin hareketini (kasılma) başlatır. Kasılmanın boyutu (hızı, gücü ve kasılma süresi) kas içerisindeki kas lifi demetlerinin ayrı ve istemli sinirsel kontrolü aracılığıyla düzenlenir. Kaslar genellikle birbirlerine zıt pozisyonda yer alır ve bir grup kas kasılma pozisyonundayken zıt kaslar gevşer veya uzar.

Kasların kasılma hareketi büyük miktarda enerji gerektirir, ancak kaslar sadece kasılma hareketini başlatmaya yetecek kadar enerji depolar ve bu enerji kullanıldığında sonraki kasılmalar için gerekli enerji kaslar tarafından üretilmektedir. Kaslar yağ asitlerinin aerobik (oksijen kullanarak) metabolizmasıyla veya glikozun anaerobik (oksijen kullanmadan) metabolizmasıyla enerji üretebilir.

Kas hücrelerinin enerji üretebilmesi için gerekli besinler kan akışıyla veya kaslarda depolanan enerjiden (glikojen) sağlanır. Kas aktivitesinin yüksek olduğu durumlarda, oksijen kas lifleri içerisinde aerobik metabolizmanın devam etmesine yetecek kadar hızlı bir şekilde dağılamaz ve anaerobik metabolizma daha baskın konuma geçer. Anaerobik metabolizma sonucunda ortaya çıkan laktik asit kas içerisindeki pH seviyesini düşürür ve kasılma mekanizmasını kısıtlar (kas yorgunluğu). Kasların kasılması sırasında enerji rezervleri tüketilir ve aşırı ısı ve laktik asit üretimiyle sonuçlanır. Dinlenme sırasında laktik asidin atılması, enerji rezervlerinin yenilenmesi ve ısının dışarı atılmasıyla kas içerisindeki şartlar normale döner.

İskelet kasları metabolizma bakımından farklılık gösterebilir ve genel olarak “Kırmızı” veya aerobik kaslar (kılcal damarlar, mitokondriler ve miyogloblin bakımından zengin) ve “Beyaz” veya anaerobik kaslar (az miktarda kılcal damara sahip, mitokondri ve miyogloblin çok az veya hiç yok) olarak kategorize edilebilirler. Birçok kas farklı lif türleri içerir. Kanatlılardaki pektoral kaslar (majör ve minör) hızlı kasılan, enerji için temel olarak depolanmış glikojene bağımlı olan ve laktik asit birikmesi nedeniyle kolayca yorulan beyaz kas liflerinden oluşur. Bacak kasları ise çoğunlukla yavaş kasılan, enerji kaynağı olarak glikojenin yanı sıra yağ asitlerini de kullanabilen ve bu nedenle uzun süreli aerobik aktivite sağlayabilen kırmızı kaslardan oluşur.

6.2. Kasların büyümesi ve gelişimi

Kas hücreleri embriyo döneminde miyogenez süreciyle oluşur; öncü kas hücreleri uzun kas hücreleri oluşturmak üzere kaynaşır ve bu uzun kas hücreleri de kas liflerini oluştururlar. Yeni kas hücrelerinin çoğalmasıyla birlikte kas lifi sayısı artar (hiperplazi) ve embriyonik kasların boyutu büyür. Civciv yumurtadan çıktıktan sonra, kaslar kas hücrelerinin genişlemesiyle (hipertrofi) sadece boyut olarak büyür. Kas liflerinin büyümesi, kas hücrelerinin yüzeyinde yer alan ve uydu hücreler olarak adlandırılan özel amaçlı öncü hücrelerin devreye girmesine bağlıdır; bu hücreler çoğalıp kas hücreleriyle kaynaşarak kas büyümesi için ek DNA sağlarlar. Erken dönemde civcivlerin yetersiz beslenmesi bu dönemde uydu hücrelerin çoğalmasını engeller ve kanatlı hayatının sonraki dönemlerinde kasların büyüme kapasitesi azalır (Velleman vd., 2010). Kas liflerinin büyümesi için yapısal ve kasılabilen doku proteinlerinin önemli oranda çoğalması gerekmektedir; ancak, kasılabilen kas proteinlerinin ömrü sınırlıdır ve yıkılıp tekrar sentezlenmeleri (protein döngüsü) gerekir. Genç kanatlılarda proteinlerin %20 -25'i günlük olarak yıkımlanır ve yenilenir. Proteinlerin sentezlenmesi ve yıkımlanması karmaşık hücresel mekanizmalar tarafından düzenlenir ve bu mekanizmalar yaş, hastalık, yetersiz veya aşırı beslenme, aktivite, hareketsizlik, iç ve dış kaynaklı ajanlar ve genetik gibi faktörlerden etkilenmektedir.

6.3. Kas Onarımı

Kas hücreleri normal hücresel işlevlerin bir parçası olarak sürekli bir onarım süreci içindedir. Normal kas yapısının ve fonksiyonunun bozulması hem fiziksel (zorlama, mikro yırtıklar ve travma) hem de kimyasal (hücre pH'sının değişmesi veya oksidatif hasar) hasarlardan kaynaklanabilir. Kasların onarılması uydu hücrelerinin aktivasyonunu, çoğaltılmasını ve kullanılmasını gerektiren, hücre uyarıcı moleküllerin, hormonların ve büyüme faktörlerinin art arda sıralanmasını içeren doğal fizyolojik bir süreçtir. Uydu hücrelerinin çoğalmasıyla birlikte yeni hücreler kaynaşarak hasarlı bölgeyi onarırlar ve yeni miyofiberler oluştururlar. Uydu hücrelerinin bölünüp çoğalabilme becerileri sınırlıdır ve bu, hücrelerin aktivitesinin yaşlanmayla birlikte azalacağı anlamına gelir. Bu nedenle, genç kanatlılarda yeterli sayıda uydu hücre oranının sağlanamaması ileriki yaşlarda kasların onarım kapasitelerini etkileyebilir. Belirtmek gerekir ki, kırmızı kaslar günlük aktiviteler nedeniyle daha fazla onarım ve bakım sürecinden geçtiği için beyaz kas liflerine oranla kırmızı kas liflerinde daha fazla uydu hücreleri bulunur.

6.4. Kesim sonrası kaslardaki değişimler

Kesim sonrasında kanatlıların kas dokusuna giden kan akışı kesildiği için kas içi metabolizmada bir takım değişimler yaşanır; kas dokusuna giden oksijen , enerji akışı ve metabolit atıkların dışarı atılması durur. Kas dokusuna kontrolsüz sinir uyarıları, çeşitli proteolitik enzimleri aktive eden kas hücrelerine büyük miktarda kalsiyum salınmasına neden olur. Kas içerisindeki oksijen seviyesi azaldıkça kaslarda depolanmış olan glikojenden enerji üretmeye yönelik anaerobik metabolizmaya geçiş olur. Bu süreç, kan akışının kesilmesiyle birlikte, kas içerisinde laktik asit birikmesi ve doku pH'sının düşmesiyle sonuçlanır. Kesim sonrası kas yapısının bozulması esasen proteolitik enzimlerin (kalpain, kalpastatin ve katepsin) aktive olmasından kaynaklanır. Kas mikro-yapısının yıkımı kesim sonrası etin yumuşaklığı için önemli bir faktördür. Kesim sonrasında üretilen laktik asit miktarı kas içerisindeki glikojen seviyesine (kesimden önceki aktiviteden etkilenir) ve soğutma oranına bağlıdır (laktik asit üretimi ve proteolitik enzimlerin aktivitesi sadece kas hücreleri sıcakken gerçekleşebilir).

6.5. GKM ile sonuçlanabilecek fizyolojik değişimler

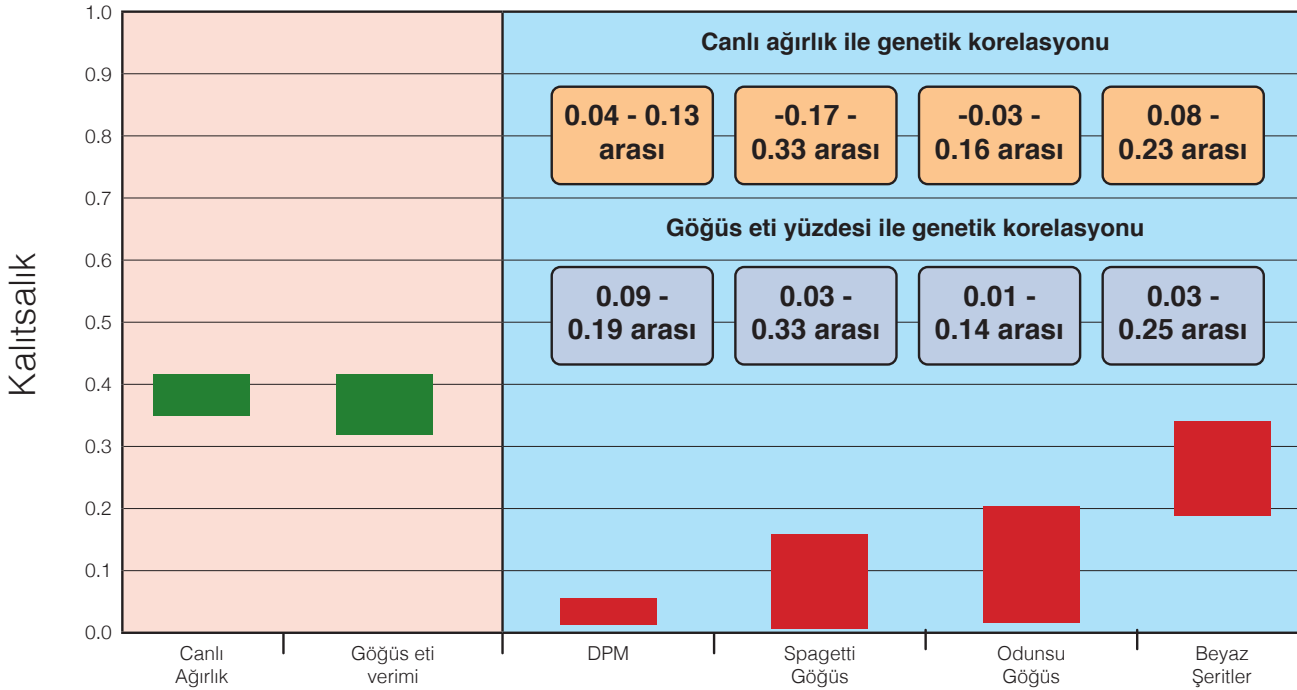
GKM'nin kesin sebep(ler)i henüz tam olarak anlaşılmış değildir. Broyler piliçlerin göğüs kasları iskemi kaynaklı hücre hasarına yatkınlığı artıran özel bir yapıya ve gelişim özelliklerine sahiptir. Yerel kan akışı kas dokusunun metabolik ihtiyaçlarını (oksijen sağlanması ve laktik asit gibi metabolik atıkların dışarı atılması) karşılayamadığı zaman iskemi başlar. Bu durum özellikle de yüksek metabolik aktivite (örn. göğüs kasının zorlanması veya aşırı gerilmesi) sırasında kritiktir. Laktik asit birikmesi ve oksijen eksikliği durumu, kas hücresi zarının bütünlüğünün bozulması, enerjinin tükenmesi, hücre içi kalsiyum artışıyla sonuçlanabilir ve iskelet kası hücresinin aşırı kasılmasına ve hücre ölümüne neden olabilir. Kas lifi hasar gördüğü zaman yerel bir yangısal tepkiyi tetikleyerek ortaya çıkan yıkım ürünlerinin ortamdaki kaldırılması sağlanır. Kas onarımı süreci büyük miktarlarda bağ doku birikimini içerir. Bağ dokulardaki temel protein olan kolajen başlangıçta pro-kolajen olarak birikir ve çapraz bağlı olgun kolajene göre daha az stabildir. Biriken pro-kolajen, pH ve sıcaklık etkilerine karşı daha açık olup SG gibi miyopati riskini artırır.

Sıcaklık yükü (iç ve dış sıcaklık) ve oksidatif hasar GKM gelişiminde önemli bir rol oynayabilir. Bu faktörler uzun süreli kasılmalara, kas sertliğine ve iskemiyeye neden olabilir. Bu sürecin bir sonucu olarak, reaktif oksijen türleri (ROT; süperoksit anyonlar) artar. ROT üretimi kas proteinlerinin ve DNA'nın oksidatif hasarına yol açar. Aynı zamanda ROT mitokondriyal kalsiyum salınımını ve mitokondrinin enerji üretimini azaltır. Bunun sonucunda ortaya çıkan aşırı kalsiyum birikimi glikoliz ve laktat üretiminin artışına neden olur. Birçok farmakolojik ve fitojenik madde (örn. bazı antibiyotikler; timol) sıcaklık stresini tetikler ve ROT seviyelerini artırır. Ayrıca, son zamanlarda yapılan araştırmalara göre, göğüs kasındaki bazı uydu hücre popülasyonları yüksek sıcaklıklarda adipositlere dönüşerek (Clark vd., 2017) BŞ gelişiminde önemli rol oynar.

7. GKM'nin Genetiği

Günümüzde yayınlanmış olan araştırmalar miyopatilerin, göğüs eti verimi ve büyüme oranına göre değişiklik gösteren birçok ticari broyler ırkında görülebileceğini işaret etmiştir (Kuttappan vd., 2012b, c, d; Petracci vd., 2013; Shivo vd., 2013; Ferreira vd., 2014; Mudalal vd., 2015). Aviagen damızlık programının bir parçası olarak, birkaç yıldır farklı pedigrilerden örnekler seçerek miyopati vakalarının görülme sıklığı ve şiddetine ilişkin kayıtlar tutulmuştur. Bu kayıtların kullanımıyla, miyopatilerin kalıtsallığı ve bunların büyüme oranı ve göğüs kası verimi ile genetik ilişkisi üzerinde değerlendirmeler yaparak miyopatilerin genetik temeli karakterize edilebilir (Bailey vd., 2015). **Şekil 9**'da karşılaştırma amacıyla göğüs kası miyopatilerinin kalıtsallık aralığı ile birlikte göğüs eti verimi ve canlı ağırlıklar da gösterilmiştir.

Şekil 9. GKM'nin kalıtsallığı, canlı ağırlık ve göğüs eti verimi (Bailey vd., 2015).

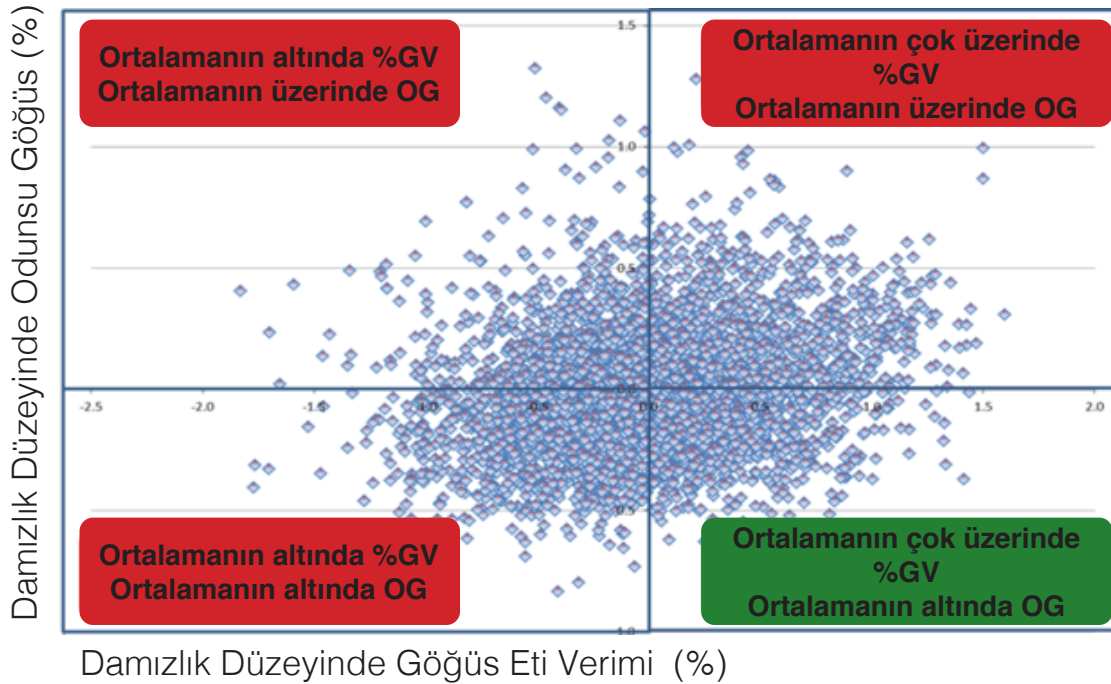


Kanatlılardaki her özellik genetik faktörlerin (ebeveynlerden geçen) ve çevresel faktörlerin (sevk-idare, besleme, sindirim sistemi ve bağışıklık sorunları, kümes şartları, iklim, vb.) kontrolü altında olup bütün bu faktörlerin tamamı kanatlıların saha performansını etkiler. Kalıtsallık, kanatlıların karakter özelliklerinde gözlemlenen ve genetik etkilerle açıklanabilen varyasyonlardır.

Şekil 9'da canlı ağırlık ve göğüs eti verimine ilişkin (yeşil sütunlar) kalıtsallık aralığı hesaplamaları GKM kalıtsallığı (kırmızı çubuklar) ile karşılaştırılmıştır. Örneğin, canlı ağırlık ve göğüs eti veriminin 0.32 ve 0.42 aralığında değişen kalıtsallığı, GKM kalıtsallığından yüksektir. Bu da aslında GKM problemlerinde genetik dışı faktörlerin etkisinin daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Derin pektoral miyopati, spagetti göğüs ve odunsu göğüs problemlerinin kalıtsallığı çok düşük olup 0.02 - 0.20 aralığındadır. Dolayısıyla bu özelliklere ilişkin varyasyonların en az %80'ini genetik dışı faktörler açıklamaktadır. BŞ kalıtsallığı 0.19 – 0.34 aralığında değişmekte olup diğer GKM'lerle karşılaştırıldığında BŞ'nin açıklanmasında genetik faktörlerin rolü diğerlerine göre daha büyük gibi görünse de; BŞ varyasyonlarının %66-%81'ini açıklayan genetik dışı faktörlerin etkisi baskın konumdadır.

Genetik korelasyon iki özellik için paylaşılan genetik temelin bir ölçüsüdür; yani bir özellik için genetik seçim başka bir özellikle ilişkili bir genetik yanıt ile sonuçlanır mı? **Şekil 9**'daki grafik canlı ağırlık ve göğüs eti veriminin GKM ile olan genetik korelasyonunu göstermektedir. Canlı ağırlığın GKM ile 0.170 – 0.228 aralığında bir genetik korelasyona sahip olduğu ve göğüs eti veriminin de GKM ile 0.092 – 0.330 aralığında bir genetik korelasyona sahip olduğu görülmüştür. Görülen düşük genetik korelasyonlar canlı ağırlık ve göğüs eti verimi ile GKM ifadesi arasında düşük bir ilişki olduğuna işaret etmektedir. Kanatlılardaki göğüs kası miyopatileri vakaları ile artan göğüs eti verimi ve büyüme oranına yönelik genetik seleksiyonunun bağlantılı olduğu ileri sürülmesine rağmen, genetik korelasyon tahminlerimiz, bu özellikler için seçimin mutlaka GKM riski artışı anlamına gelmediğini göstermektedir. Aşağıdaki dağılım grafiğinde (**Şekil 10**) damızlık düzeyinde OG ve göğüs eti oranı verilmektedir. Grafikte görüldüğü üzere, OG problemi hem göğüs eti yüzdesi yüksek olan kanatlılarda hem de düşük olan kanatlılarda görülebilmektedir. Grafiğin sağ alt çeyreğinde, göğüs eti yüzdesi bakımından yüksek genetik potansiyele ve OG bakımından da ortalamanın altında genetik potansiyele sahip kanatlıların oranı görülebilmektedir. Bu gruptaki kanatlılar, dengeli bir damızlık stratejisinin bir parçası olarak istenilen doğrultuda her iki özellik bakımından da seçilebilecek kanatlıları temsil etmektedir. Aviagen, dengeli bir damızlık programının bir parçası olarak GKM problemini ele almaya devam etmekte ve sahada GKM ifadesine yönelik genetik eğilimi azaltmak amacıyla çalışmalar yürütmektedir. GKM'nin nispeten düşük genetik temeli göz önüne alındığında, genetik seleksiyon çalışmaları GKM ifadesine ilişkin küçük ila orta dereceli iyileşmeler sağlayacaktır. Açık ki, GKM vakalarını azaltmanın en önemli yolu, sevk-idare veya besleme gibi çevresel faktörlerin etkilerini daha iyi anlamaktır. Genetik dışı faktörlerin GKM üzerindeki etkilerinin anlaşılması için daha fazla araştırma yapmak gerekmektedir.

Şekil 10. Odunsu göğüs (OG) ve göğüs eti verimi (GV) için damızlık düzeyini gösteren dağılım grafiği.



7.1. Gen düzeyindeki araştırmalar

OG gibi problemlerin gelişiminde rol oynayan hücresel mekanizmaları anlamının yöntemlerinden birisi gen düzeyini araştırmaktır. OG belirtileri gösteren kanatlılarda bu yöntem, problemde etkilenen kanatlılarda etkilenmeyenlere göre genlerin daha az veya daha fazla görülüp görülmediğini ölçmektedir (örn. belirli biyolojik özelliklerin daha aktif veya daha pasif olması). OG'den etkilenen kanatlıların etkilenmeyenlere göre gen ifadelerindeki değişiklikleri gösteren çalışmalar yapılmıştır. (Mutryn vd., 2015; Zambonelli vd., 2016).

Bu araştırmalardan elde edilen sonuçlarda, miyopati problemi olan kaslarda metabolik (hipoksi, oksidatif stres, kalsiyum metabolizması, yağ metabolizması, inflamasyon), anatomik ve yapısal biyolojik süreçlere ilişkin bir dizi genin daha fazla ifade edildiği görölmüştür. Hücresel süreçler, miyopati problemi olan kasların histopatolojik analizinde görölen fibrozis, bağışıklık hücresi infiltrasyonu, hipoksi, yağlanma ve kas lifi dejenerasyonu ve onarımı gibi durumları doğrulamaktadır. İş birliği içinde çalıştığımız Dr. Sandra Velleman (Ohio Üniversitesi) OG problemi görölen göğüs kaslarında, aktif kas büyümesi ve onarımına işaret eden uydu hücre çoğalması ve dönüşümüyle ilişkili genlerin daha fazla ifade edildiğini ortaya koymuştur (Velleman, sözlü ifadesi). Ayrıca bu araştırma, kas yapısının daha sert olmasına neden olan kolajen gruplaşması ve çapraz bağlanmada rol oynayan genlerin daha fazla ifade edildiğini göstermiştir.

Gen üzerine yapılan araştırmalar sayesinde miyopatilerin patofizyolojisini daha iyi anlayabiliyoruz; ancak, bu araştırmaların aslında bir sebep sonuç açıklaması sunmadığını belirtmek gerekir (örneğin bu sonuçlar bir sebep ve sonuç ilişkisi mi kuruyor yoksa sadece miyopatinin varlığıyla ilişkili sonuçları mı gösteriyor). Patofizyolojiyi anlamaya yönelik moleküler yaklaşımlar birçok metabolik yol arasındaki farklılıkları ortaya koymuş olsa da, bu metabolik yolların karmaşık doğası nedeniyle, bütün bu etkileşimleri uygulanabilir bir damızlık programına dahil etmek elverişli bir yöntem değildir. Fakat, gen araştırmalarında tespit edilen sorumlu genlerin etkileri GKM problemi olan kanatlıların incelenmesiyle anlaşılabilir. Bu sayede GKM'nin genetik temeline ve diğer biyolojik özelliklerle arasındaki genetik korelasyona ilişkin bilgiler yukarıda ifade edilen dengeli bir damızlık sürecine dahil edilebilir.

7.2 Metabolomik ve proteomik analiz

GKM problemlerinin altında yatan mekanizmaları anlamaya yönelik ileri araştırmalar, miyopatilerden etkilenmiş ve etkilenmemiş göğüs kasları arasındaki hücresel ve fizyolojik farklılıkları karakterize etmek amacıyla metabolomik ve proteomik bilimlerin kullanımını içerir. Kuttappan vd. (2017), proteomik aracılığıyla, OG'den etkilenen göğüs kaslarının hücre hareketi, karbonhidrat metabolizması, protein sentezi ve protein olgunlaşmasında rol oynayan proteinler bakımından, etkilenmeyenlere göre önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Boerboom vd. (2018) BŞ probleminin neden ortaya çıktığını açıklayabilecek biyolojik yolları belirlemek amacıyla metabolomik analizi kullanarak BŞ'den etkilenmiş ve etkilenmemiş göğüs kaslarını incelemiştir. BŞ'den etkilenmiş göğüs kaslarında etkilenmeyenlere göre karbonhidrat metabolizması ve yağ asidi kompozisyonu bakımından önemli farklılıklar olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca problemde etkilenmiş kaslarda hipoksi ve oksidatif strese ilişkin bulgular elde edilmiştir. Hem metabolomik hem de proteomik analizlerden elde edilen bulgular daha önce bahsedilen gen araştırmalarında elde edilen bulgularla uyumludur. Bu çalışmalar miyopati bulunan göğüs kaslarının kompozisyonu ve fizyolojisindeki farkları göstermektedir. Histolojik analizler de miyopatiden etkilenmiş göğüs kaslarında yapısal ve biyokimyasal farklılıklar olduğunu ortaya koyduğu için bu sonuçlar beklenen sonuçlardır. Bu çalışmalar numune alma sırasında kas dokusu içerisinde neler olduğunu göstermeye ve miyopatilerin potansiyel nedenlerine ilişkin çıkarımlar yapmaya olanak sağlasa da doku içerisinde ilk bozulmaya neyin neden olduğu henüz net değildir ve daha fazla araştırmaların yapılması gerekmektedir.

8. Büyüme Eğrisi ve GKM

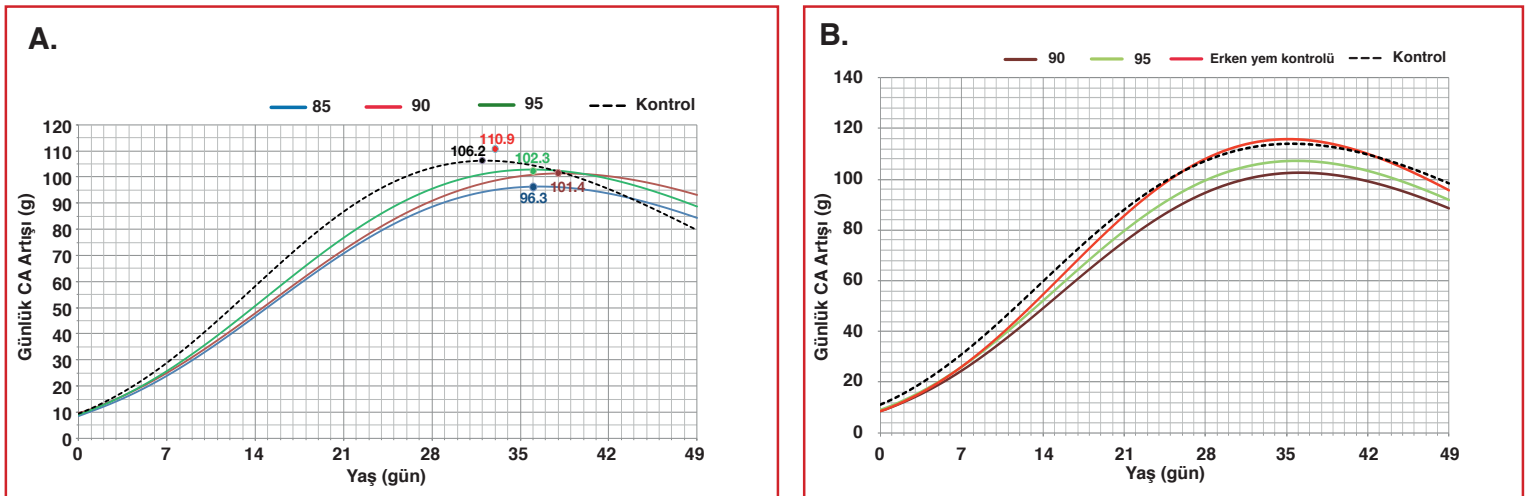
2014 yılında Batı Avrupa'da yapılan saha gözlemleri, sürü seyreltme (kümeste kalan kanatlılar için mevcut yemlik, suluk ve zemin alanında ani artışa neden olur) sonrasında gerçekleşen ani büyüme artışlarının OG vakalarının görülme sıklığını ve şiddetini artırdığını işaret etmiştir. Aynı zamanlarda birçok müşteri, akademisyen ve medya temsilcisi de GKM vakalarını modern broylerlerin hızlı büyüme oranlarıyla ilişkilendirmiştir.

Bu iddiayı destekleyecek veya çürütecek bilimsel kanıtların çok az olması nedeniyle Aviagen ve Auburn Üniversitesi, yalnızca broyler büyüme eğrisinin ve büyüme eğrisinde yapılan değişikliklerin GKM vakalarının sıklığı ve şiddeti üzerindeki etkisine ilişkin daha iyi bir anlayış geliştirmek amacıyla ortak bir doktora projesine başlamıştır.

8.1 Yem miktarının kontrolüyle büyüme hızının düzenlenmesi

Yürütülen iki araştırmada, yem tüketiminin kontrol edilmesinin ve bu sayede büyüme eğrisinin şekillendirilmesinin yüksek verimli (Ross® 708) broyler horozlarda görülen GKM problemleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Meloche vd., 2018a; Aviagen denemesi). Bu araştırmalarda kanatlılar büyüme dönemi boyunca ya serbest bir şekilde beslenmişler ya da serbest yemlenen kontrol grubunun %80-95'i oranında sınırlı yemle beslenmişlerdir. Her iki denemede de sınırlı yem tüketen kanatlıların kesim yaşındaki canlı ağırlıkları daha düşük olup hem OG hem de BŞ vakalarında azalma görülmüştür. (Tablo 3, Şekil 11). Meloche vd. (2018a) yaşamları boyunca serbest yemlenen kanatlıların yem tüketimini %95 oranında sınırlandırmanın GKM vakalarını önemli oranda azalttığı sonucuna varılmış, ayrıca bu orandan daha fazla bir yem kontrolü istatistiksel olarak önemli bir iyileşme sağlamadığı görülmüştür. Bu sonuçlar Aviagen'in yürüttüğü denemelerde de desteklenmiş olup her durumda kesim yaşındaki canlı ağırlık azalmış ve Aviagen'in denemelerinde yem kontrolünün uygulandığında FCR'nin de arttığı gözlemlenmiştir (Tablo 3).

Şekil 11. Yem miktarı kontrolünün günlük büyüme oranına etkisi, (a) Meloche vd. (2018a) ve (b) Aviagen denemesi.



Meloche vd. (2018a) ayrıca kreatin kinaz (KK) ve laktat dehidrogenaz (LDH) seviyelerini de kayıt altına almıştır. Bu iki enzim kas ve hücre hasarlarının genel göstergeleridir. Serbest yemlenenlerle karşılaştırıldığında, serbest yemin %95, 90 veya 85'i oranında yemle beslenen kanatlıların KK ve LDH plazma seviyeleri azalmıştır. Birçok dokuda çoklu KK izoformları ifade edilmesine rağmen, kanatlı plazmasında var olan majör izoform iskelet kasından kaynaklanır.

Plazmada KK bulunması daha önceleri zar bütünlüğünün bozulmasının ve miyopatilerin varlığının bir belirtisi olarak kullanılmıştır. Kandaki KK seviyelerinin artışı kas hasarına işaret eder. LDH de bir başka hücre içi enzimdir ve piruvatın laktata dönüştürülmesini katalize eder – kanatlı göğüs kasında olduğu gibi glikolitik kas dokusunda temel bir metabolik yoldur. Hücreler hasar gördüğünde veya ölümünde kanda LDH salgılanır. Bu nedenle, bu enzimlerin her ikisi de doku ve hücre hasarı göstergeleri olarak kullanılabilir.

Araştırmalarda ayrıca büyüme eğrisinin bir kısmında da kontrollü yemleme incelenmiştir. Trocino vd. (2015), kesim yaşı 46 gün olan broylerin 13-21. gün arasında serbest yemlemeye göre %80'i oranında yemle beslendiklerinde BŞ probleminin artışı ve OG yönünden bir değişiklik olmadığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde, broylerin 0-11. günler arasında serbest yemlemeye göre %95'i oranında yemle beslenmesinin kesimdeki canlı ağırlık veya OG ve BŞ bakımından herhangi etkisi olmamıştır (**Tablo 3**, Aviagen denemesi). Bu araştırmalara göre büyüme döneminin belirli bir kısmında (0-11 günler) yem tüketimini sınırlandırmak GKM kontrollü bakımından bütün üretim dönemi boyunca yem tüketiminin sınırlandırılması kadar etkili değildir.

Bu araştırmalar sadece büyüme eğrisini modifiye ederek BŞ ve OG vakalarının görülme sıklığını azaltmanın mümkün olduğunu göstermiştir. Yem tüketimini kontrol etmeye yönelik ekipmanların bulunduğu çiftliklerde bu yöntem GKM vakalarını azaltmak için kullanılabilir. Ancak yine de eğer bütün büyüme eğrisi boyunca kontrollü yemleme uygulanacaksa bu uygulamanın broyler performans kayıplarına karşı dengeli olması gerekecektir. Bölüm 8,3'te ifade edildiği üzere, broyler performansının olumsuz etkilenmesine izin vermeden GKM vakalarını azaltmak için belirli bir süre yem kısıtlaması uygulamak mümkün olabilir. Bazı üreticiler bu metodu kullanıp serbest tüketilen yemin %97'si oranında yem sınırlaması uygulayarak OG vakalarını başarılı bir şekilde azaltmıştır. Fakat birçok çiftlikte broyleri kontrollü beslemek için gerekli ekipmanların bulunmuyor olması büyüme eğrisini kontrol etmeye yönelik alternatif metotlar gerektirmektedir.

Tablo 3. Kontrollü yemleme denemelerinin özeti¹.

Araştırma	Kesim yaşı (gün)	Deneme	OG skoru ²	BŞ skoru ²	CA (kg)	FCR	3.35kg'a Uyarlanmış FCR
Meloche vd. (2018a)	33	Serbest yemleme-Kontrol grup Serbest yemin %95'i Serbest yemin %90'ı Serbest yemin %80'i Lineer ⁵ Kuadratik	0.643 0.107 0.143 0.107 p<0.001 p=0.01	0.786 0.500 0.429 0.250 p<0.01 Anlamlı değil			
	43	Serbest yemleme-Kontrol grup Serbest yemin %95'i Serbest yemin %90'ı Serbest yemin %80'i Lineer Kuadratik	1.593 0.536 0.107 0.143 p<0.001 p<0.001	1.851 1.321 1.000 0.964 p<0.001 p=0.03			
	50	Serbest yemleme-Kontrol grup Serbest yemin %95'i Serbest yemin %90'ı Serbest yemin %80'i Lineer Kuadratik	0.702 0.393 0.143 0.143 p<0.001 Anlamlı değil	1.593 0.857 1.071 0.821 p<0.001 p=0.01	3.748 (8.26) 3.579 (7.89) 3.516 (7.75) 3.347 (7.38) p<0.001 Anlamlı değil	1.823 1.785 1.725 1.714 p<0.001 Anlamlı değil	1.740 1.741 1.712 1.740
	Kesim yaşı (gün)	Deneme	OG skoru	BŞ skoru	3.35kg'a erişmek için gerekli gün	FCR	3.35kg'a Uyarlanmış FCR
Aviagen'in Denemesi	32	Serbest yemleme-Kontrol grup Serbest yemin %95'i Serbest yemin %90'ı Serbest yemin %95'i sadece 11. güne kadar	0.05 0.00 0.00 0.00 Anlamlı değil	0.00 0.14 0.08 0.20 Anlamlı değil			
	49	Serbest yemleme-Kontrol grup Serbest yemin %95'i Serbest yemin %90'ı Serbest yemin %95'i sadece 11. güne kadar	0.23 0.13 0.10 0.27 p<0.05	0.74 0.50 0.44 0.61 p<0.001	43.6 46.4 48.2 44.4		1.548 1.658 1.675 1.516

1.Canlı ağırlık ve FCR sadece kesim yaşında raporlanmıştır. Göğüs et verimi bildirilmemiştir. 2. Göğüs filetoları miyopati varlığı bakımından 0 (hiç), 1 (orta) veya 2 (şiddetli) olarak derecelendirilmiştir. Miyopati skoru, değerlendirilen bütün filetolar için ortalama skordur. 3.FCR belirtilen canlı ağırlığa göre hesaplanmıştır. 4.Uyarlanmış FCR Meloche vd. (2018a) tarafından paylaşılan veriden hesaplanmıştır. 5.Yazarlar tarafından yürütülen istatistiksel analiz azalan yem tüketimine göre lineer ve kuadratik değişimler bakımından test edilmiştir.

8.2 Rasyon yoğunluğunun değiştirilmesi yoluyla büyümenin şekillendirilmesi

İlk iki denemede broylerlerin büyüme eğrisini şekillendirmek ve GKM vakalarının sıklığını ve şiddetini azaltmada, yem miktarı kontrolünün etkisi açıktır. Ancak dünyanın bazı bölgelerinde yem tartım ekipmanlarının eksikliği nedeniyle yem miktarını kontrol etme yöntemi doğru bir şekilde uygulanamayabilir. Büyüme eğrisini şekillendirmeye yönelik başka bir yöntem ise rasyondaki amino asit (AA) ve enerji yoğunluğu değiştirilerek, rasyonun besin madde içeriğinin oransal olarak azaltılmasıdır.

Yapılan iki çalışmada, diyet besin yoğunluğunun azaltılmasının besin alımını azaltıp azaltamayacağı, büyüme eğrisini değiştirip değiştiremeyeceği ve böylece GKM insidansını etkileyip etkilemeyeceği araştırıldı (Meloche ve ark., 2018b, Aviagen denemesi). Aviagen tarafından yapılan önceki araştırmalar broylerin, yem besin madde yoğunluğunda yapılan yaklaşık %5'lik azaltmayı rağmen yem tüketimlerini artırdıklarını göstermiştir. Ancak buradaki her iki çalışmada da mevcut broyler ırkları, beklentilerin aksine, daha fazla yem yiyerek %10'luk enerji azaltımını telafi edebilmişler ve aynı final canlı ağırlığa ulaşabilmişlerdir (Tablo 4). Sonuç olarak broyler büyüme eğrisi başarılı bir şekilde düzenlenememiş ve farklı beslemeler arasındaki GKM vakaları bakımından da çok az farklılık olmuştur.

Besin madde yoğunluğunu azaltmanın OG ve BŞ vakalarını azalttığına yönelik kanıt bulunamamış olup bu durum her iki deneyde de tutarlılık göstermektedir (Tablo 4). Aslında 8-14. günler ile 8-25. günler arasında (Meloche vd., 2018b, Deney 1) ve 0-11. günler ile 0-28. günler arasında (Aviagen denemesi) besin madde yoğunluğunu azaltmak OG ve BŞ vakalarının artmasına neden olması; erken dönemde kötü beslemenin GKM riskini artırabileceği yönündeki gözlemleri de destekler niteliktedir (bakınız Bölüm 10.2). Rasyondaki besin madde yoğunluğunu azaltmanın GKM problemlerini azaltmada etkili bir yöntem olmadığı sonucuna varılmıştır.

Tablo 4. Besin madde yoğunluğu denemelerinin özeti^{1,2}.

Araştırma	Deney	Rasyon Yoğunluğu	Kesim Yaşı	Şiddetli OG	Şiddetli BŞ	CA kg	FCR	Göğüs Et Verimi (%)
Meloche vd. (2018b) ³	1	100, 100, 100	35	18.2 ^{bc}	31.6	3.162 (6.97)	1.582 ^b	23.72 ^b
		95, 100, 100		32.9 ^a	41.3	3.183 (7.02)	1.586 ^b	23.91 ^{ab}
		95, 95, 100		30.4 ^{ab}	31.7	3.171 (6.99)	1.605 ^b	23.96 ^{ab}
		95, 95, 95		18.6 ^{bc}	28.8	3.124 (6.89)	1.646 ^{ab}	23.99 ^{ab}
		90, 100, 100		34.7 ^a	41.2	3.140 (6.92)	1.582 ^b	23.89 ^{ab}
		90, 90, 100		24.8 ^{abc}	26.2	3.176 (7.00)	1.622 ^b	24.14 ^{ab}
		90, 90, 90		26.8 ^{abc}	34.5	3.132 (6.90)	1.698 ^a	24.34 ^a
	2	100, 100, 100, 100	43	36.5 ^a	64.5 ^a	3.792 (8.36)	1.675 ^c	26.43 ^b
		95, 100, 100, 100		26.1 ^{ab}	55.9 ^{ab}	3.827 (8.44)	1.684 ^c	26.65 ^b
		95, 95, 100, 100		37.7 ^a	59.0 ^{ab}	3.766 (8.30)	1.715 ^{bc}	26.39 ^b
		95, 95, 95, 95		29.3 ^a	62.0 ^a	3.777 (8.33)	1.749 ^{ab}	26.35 ^b
		90, 100, 100, 100		39.9 ^{ab}	45.3 ^{ab}	3.772 (8.32)	1.701 ^{bc}	27.36 ^a
		90, 90, 100, 100		38.9 ^a	50.3 ^{ab}	3.798 (8.37)	1.730 ^{bc}	26.46 ^b
		90, 90, 90, 90		20.8 ^b	42.3 ^b	3.789 (8.35)	1.806 ^a	26.58 ^b
			OG skoru ⁵	BŞ skoru ⁵				
Aviagen Denemesi ⁴		100, 100, 100, 100,	62	0.55 ^{de}	0.89 ^{ef}	3.960 (8.73)	2.112 ^c	
		100, 90, 100, 100, 100,		0.85 ^{abc}	1.21 ^{abc}	4.157 (9.16)	2.093 ^c	
		100, 90, 90, 100, 100,		1.04 ^a	1.37 ^a	4.191 (9.24)	2.116 ^c	
		100, 90, 90, 90, 100,		0.63 ^{cde}	0.77 ^f	4.124 (9.09)	2.197 ^b	
		100, 90, 90, 90, 90,		0.68 ^{cde}	0.95 ^{ef}	4.181 (9.22)	2.232 ^{ab}	
		100, 100, 90, 100, 100,		0.96 ^{ab}	1.19 ^{abcd}	4.139 (9.12)	2.136 ^c	
		100, 100, 90, 90, 100,		0.69 ^{cde}	0.93 ^{ef}	3.993 (8.80)	2.217 ^{ab}	
		100, 100, 90, 90, 90,		0.75 ^{bcd}	0.98 ^{cdef}	4.122 (9.09)	2.260 ^a	
		100, 100, 100, 90, 100,		0.53 ^e	1.06 ^{bcd}	3.950 (8.71)	2.200 ^b	
		100, 100, 100, 90, 90,		0.77 ^{bcd}	0.97 ^{def}	4.076 (8.99)	2.229 ^{ab}	
		100, 100, 100, 100, 90,		0.57 ^{de}	0.97 ^{def}	4.223 (9.31)	2.115 ^c	
		100, 90, 90, 90, 90, 90		0.94 ^{ab}	1.24 ^{ab}	4.339 (9.57)	2.260 ^a	

1. Kanatlılar Aviagen'in önerdiği rasyonlarla beslenmişler (100) ya da bütün besin madde içerikleri Aviagen tavsiyelerinin %95-90'ı oranında azaltılmıştır

2. Tablodaki bir kutu içerisinde aynı üst karaktere sahip sonuçlar p<0.05 değerinde anlamlı bir farklılık göstermemektedir. Üst karakter bulunmayan yerlerde ise anlamlı bir farklılık yoktur

3. Yemleme dönemleri 8-14, 15-25, 26-42 ve 43-48. günler arasındadır

4. Yemleme dönemleri 0-11, 12-28, 29-40, 41-48 ve 49-62. günler arasındadır

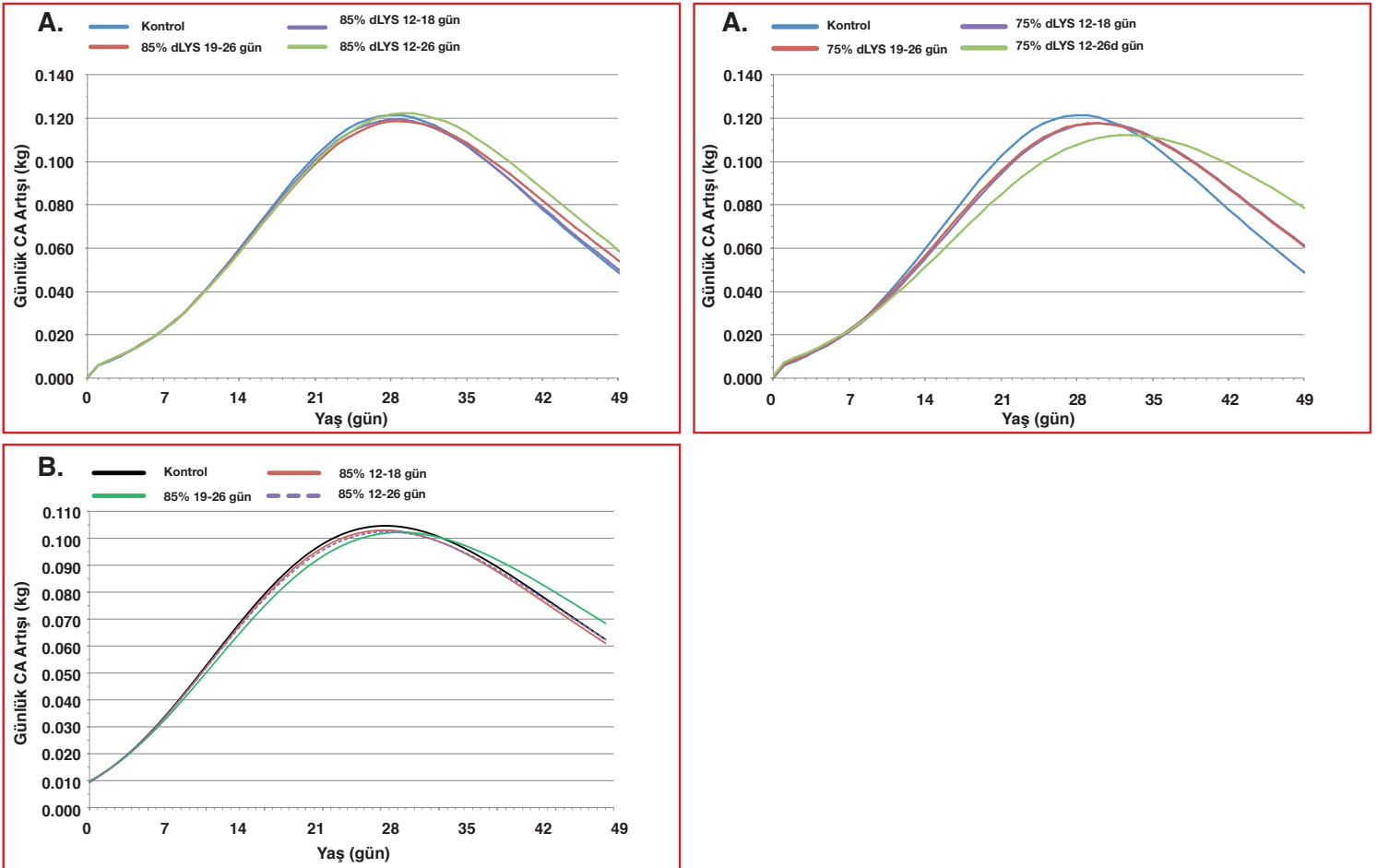
5. Göğüs filetolari miyopati varlığına göre 0 (hiç), 1 (hafif), 2 (orta) veya 3 (şiddetli) olarak derecelendirilmiştir. Miyopati skoru, değerlendirilen bütün filetoler için ortalama skordur

8.3 Lizini azaltma

En etkili şekilde, yem miktarı kontrolüne yönelik kalitatif bir yaklaşım, broylerlerin rasyondaki besin yoğunluğundaki değişikliği telafi etmek için yem tüketimini artırmasıyla sonuçlanmamalıdır. Bu bağlamda muhtemel yaklaşımlardan bir tanesi, önemli amino asitlerden (AA) bir tanesinin rasyondaki yoğunluğunu azaltmaktır. AA'nin göğüs kasındaki seviyesi yüksek ise, maksimum büyümeye yönelik bu amino asidin alımı azalınca doğal olarak büyüme oranı da azalacaktır. Ayrıca seçilen amino asidin tüy gelişimi için önemli olmaması gerekir. Aksi takdirde tüylenme bozukluğu nedeniyle başka potansiyel problemler ortaya çıkabilir. Bu nedenle sindirilebilir lizin (dLYS) ideal bir adaydır çünkü kanatlılar rasyondaki dLYS seviye değişimlerini fark edemezler ve yem tüketimlerini buna göre ayarlayamazlar. Tüysüz karkas proteininin amino asit içeriğinin ~ %7'sini lizin oluştururken tüylerdeki amino asit içeriğinin sadece ~ %2'sini oluşturur. Ayrıca, lizin genellikle kanatlı yemlerine ilave olarak katılır ve bu nedenle yem fabrikasında yemden çıkarılması kolaydır.

Meloche vd. (2018c, d) sadece rasyondaki dLYS seviyelerini Aviagen'in önerdiği değerlerin altına düşürmenin büyüme eğrisini değiştirebileceğini (**Şekil 12**), OG ve BŞ vakalarının sıklığını ve şiddetini önemli oranda azaltabileceğini göstermiştir (**Tablo 5**). Erken kesim yaşlarında (41 – 48 gün) rasyondaki dLYS seviyesini 12-26. günler arasında önerilen değerlerin %75'ini kullanmak şiddetli OG ve BŞ vakalarını azaltmıştır, ancak diğer yandan göğüs et veriminde (Meloche vd., 2018c,d) ve canlı ağırlıkta da azalma olmuş ve FCR artmıştır (Meloche vd., 2018d). Daha geç yaşlarda (61 gün) kesime gönderilen broylerde, telafi edici büyüme için yeterli süre olması nedeniyle , %85 dLYS oranında OG ve BŞ vakalarında önemli oranda düşüş yaşanmış ve erken yaşlardaki kesimlerde görülen broyler performans kaybı pek yaşanmamıştır (Meloche vd., 2018c).

Şekil 12. dLYS seviyesini azaltmanın günlük CA artışına etkisi (Meloche vd., 2018c: a. Deney 1; b. Deney 2).



Araştırmalardan elde edilen sonuçları doğrulamak için Aviagen, bir müşteri ile iş birliği içinde, geniş çaplı bir saha denemesi yürütmüştür ve 58. günde kesime gönderilen horoz ve dişi broylerde 15-32. günler arasında rasyonda dLYS seviyesi %85 olarak kullanılmıştır (**Tablo 5**). OG ve BŞ vakalarının görülme sıklığı dişilerde çok düşük olmuştur ve bu yüzden görülme sıklığı bakımından bir fark gözlenmemiştir. Kontrol grubundaki horozlarda şiddetli OG vakaları çok daha yüksek gözlenmiş (%11,6) ve dLYS azaltma uygulaması olan grupta OG görülme sıklığı anlamlı olarak kontrolün ~% 55'ine düşmüştür. Hem horozlarda hem de dişilerde dLYS azaltımı broyler performansını veya kesimhane randımanını önemli ölçüde düşürmemiştir (**Tablo 5**).

Tablo 5. Lizini azaltma denemelerinin özeti.

Araştırma	Deney	Besleme ¹	Kesim Yaşı (gün)	Şiddetli ² OG %	Şiddetli ² BŞ %	CA kg	FCR	Göğüs Et Verimi (%)
Meloche vd. (2018c)	1	Kontrol %85 12 – 18 gün %85 19 – 26 gün %85 12 – 26 gün %75 12 – 18 gün %75 19 – 26 gün %75 12 – 26 gün	48	36.6 ^a 26.1 ^{ab} 37.7 ^a 39.3 ^a 29.9 ^{ab} 38.9 ^a 20.8 ^b	64.3 ^a 55.9 ^{ab} 59.2 ^{ab} 62.0 ^a 45.6 ^{ab} 50.4 ^{ab} 42.3 ^b	3.594 3.566 3.585 3.629 3.581 3.606 3.536	1.599 1.600 1.572 1.589 1.579 1.610 1.609	27.3 27.3 27.2 27.4 26.8 27.1 26.3 p = 0.003
	2	Kontrol %85 12 – 18 gün %85 19 – 26 gün %85 12 – 26 gün	61	39.3 ^a 33.0 ^{ab} 32.4 ^{ab} 18.8 ^b	38.3 ^a 22.3 ^b 31.5 ^{ab} 17.8 ^b	4.545 4.483 4.474 4.457	1.954 1.874 1.924 1.848	28.6 28.9 28.6 28.0
Meloche vd. (2018d)	1	Kontrol %75 15 – 25 gün	41	58.6 ^a 19.7 ^b		3.028 a 2.848 b	1.494 ^a 1.532 ^b	25.2 ^a 23.7 ^b
	2	Kontrol %75 15 – 25 gün	43	50.0 ^a 21.7 ^b		3.543 3.481	1.590 ^a 1.699 ^b	
Ticari Deneme	Dişi	Kontrol %85 15 – 32 gün	58	0.4 0.4	0.9 0.0	3.508 3.576		29.25 29.59
	Horoz	Kontrol %85 15 – 32 gün	58	11.6 ^a 6.4 ^b	3.8 2.6	4.473 4.521		28.72 28.37

1. Gösterilen oran, rasyondaki sindirilebilir lizin seviyesidir ve bu oran kontrol rasyonunun (Aviagen'in önerdiği) yüzdesi olarak verilmiştir.

2. Şiddetli OG ve BŞ en yüksek skor kategorisinde olanlardır. Meloche vd. (2018c, d) 0, 1 ve 2'den oluşan bir derecelendirme sistemi kullanmış, ticari denemede de 0, 1, 2, 3 derecelendirme sistemi kullanılmıştır.

Bu denemelere göre, belirli yaşlarda rasyondaki dLYS seviyelerinin azaltılmasının (dLYS azaltımı) OG ve BŞ vakalarının görülme sıklığını ve şiddetini azaltmada etkili ve uygulanabilir bir yöntem olduğu sonucuna varabiliriz. Ancak, bu yöntemin doğru bir şekilde uygulanması gerekir. Aşırı derecede dLYS azaltımı yapılması durumunda (48 günlük büyüme döneminin 12-26. günleri arasında %25 dLYS azaltımı ve 61 günlük büyüme döneminin 12-40. günleri arasında %15 dLYS azaltımı) OG ve BŞ vakalarında önemli azalmalar sağlanacaktır ancak göğüs et verimi de düşecektir. Bu aşırı uygulamalarda dLYS azaltımı uygulanan periyod büyüme dönemlerindeki toplam yem tüketiminin yaklaşık %35 (48 günlük büyüme döneminin 12-26. günleri arasında) ve %45'ini (61 günlük büyüme döneminin 12-40. günleri arasında) oluşturmuştur. Bu nedenle, bu yöntemin uygulandığı büyüme döneminin burada bahsedilen aşırı uygulamalardan daha kısa olması gerekmektedir (örn. dLYS azaltımı uygulanarak verilen yem, büyüme dönemi boyunca tüketilen toplam yemin daha düşük bir kısmını oluşturmalıdır).

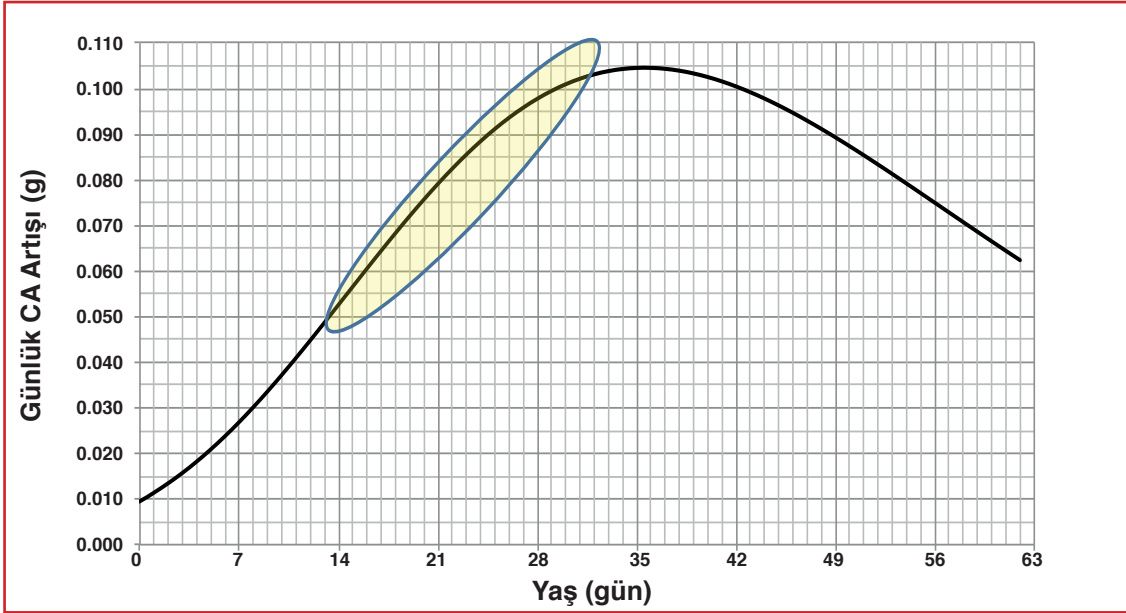
Bu sınırlı besleme uygulamasının başladığı yaş, uydu hücrelerin çoğalmasını olumsuz etkilememesi için de önemli bir husustur. Bu uygulamanın 14. güne kadar ertelenmesi önerilir, çünkü bu sayede uydu hücrelerinin çoğalması için gerekli kritik periyod için "güvenli bir aralık" sağlanmış olur. Genellikle dLYS azaltımı için ideal yaş dönemi 14-32. günler arası gibi görünmektedir (**Şekil 13**). 28-35. günler arasında broyler büyümesi maksimumdur ve şimdiye kadar elde edilen veriler bu büyüme yaşının öncesinde veya sonrasında dLYS azaltımının herhangi bir fayda sağlamadığını göstermiştir.

OG ve BŞ'nin görülme sıklığını ve şiddetini azaltmak için dLYS'deki azaltma yöntemini uygularken aşağıda ki hususlar dikkate alınmalıdır:

1. dLYS azaltımına başlama yaşı 14. günden önce olmamalıdır.
2. Uygulama süresi uzunluğu, toplam yem tüketiminin %25'inden az olmalıdır. (bu değeri hesaplamak için Aviagen broyler performans hedeflerini kullanabilirsiniz – aşağıdaki örneğe bakınız).
3. Bu dönemde hedeflenen dLYS seviyesi Aviagen broyler rasyon değerlerinin %85'i olmalıdır ve %85'ten daha düşük dLYS seviyelerinin uygulanması önerilmemektedir. Daha da önemlisi, sadece dLYS seviyelerini düşürünüz ve başka hiçbir AA rasyon değerlerini değiştirmeyiniz.

LYS azaltma yönteminin kullanılabilceği aralık 14-32 günler arasındadır; ancak bu uygulama için doğru yaş aralığını seçmek amacıyla yukarıda bahsedilen 2 hususa mutlaka uyulmalıdır.

Şekil 13. dLYS azaltmak için optimum periyodu gösteren broyler günlük CA artış eğrisi.



dLYS azaltma uygulaması için zaman hesaplama örneği.

Ross 308 erkek-dişi karışık, kesim yaşı 42. gün:

42. günde kümülatif yem = 4739g

4739 gramın %25'i = 1185g

14. güne kadarki yem= 537g

Lizin azaltımının sonlandırılması gereken yem tüketimi miktarı=
1185g + 537g = 1722g

Bu miktara normalde 25-26. günlerde ulaşılır.

8.4 Erken Dönemde Büyüme Hızı ve GKM

Yem tüketimi (**Tablo 3**) veya besin madde yoğunluğunun (**Tablo 4**) ilk 11 günlük yaşta azaltılmasıyla Aviagen'in kendi denemelerinde, OG ve BŞ vakalarında artış olduğu gözlenmiştir. Bölüm 6.2'de bahsedildiği üzere, kuluçka sonrası ilk hafta boyunca besin maddesi tüketiminin azalması kas onarımında önemli rol oynayan uydu hücrelerinin çoğalma oranını da düşürür (Velleman vd., 2010). Saha verileri (ticari) üzerinde yapılan analizlere göre de ilk hafta büyüme oranının düşürülmesi OG vakalarını artırmıştır. Her iki araştırmadan ve saha verilerinden elde edilen bilgilere göre, çıkımdan sonraki ilk 7-12 gün içerisinde istenilen büyüme oranına ulaşılmaması GKM riskini artırmaktadır.

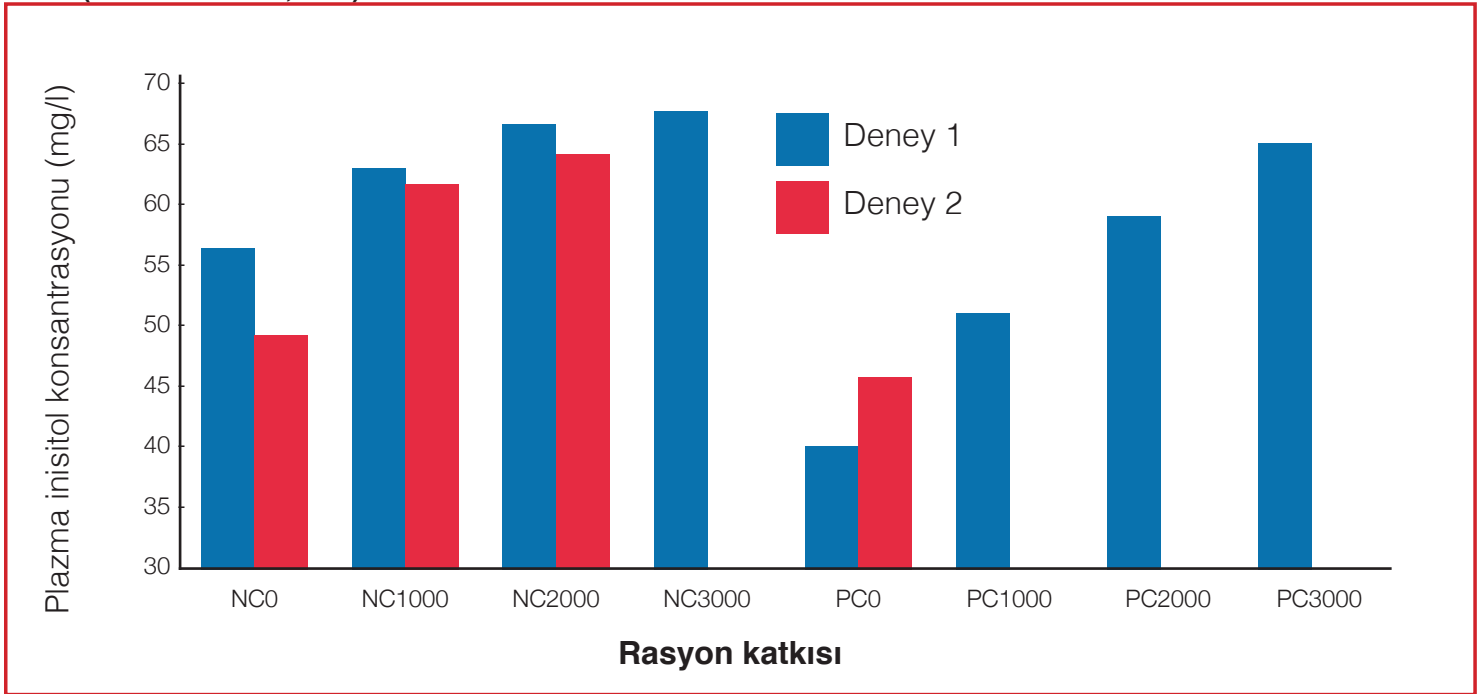
9. Beslenme ve GKM

9.1 Fitaz

Fitaz kullanımı, kanatlı endüstrisi tarafından bitkisel kaynaklı fosforun sindirilebilirliğini artırmak amaçlı yaygın bir yöntem olarak benimsenmiştir. Bu enzimin nihai yeme katılım oranı 500 ile 750 fitaz birim/kg'dır. Bu enzimin genelde önerilen dozlardan daha fazla katılmasının broyler performansını artırdığı anlaşılmıştır.

Daha önce yapılan çalışmalarda bazı fitazların yeterli dozda kullanıldığında bitkisel kaynaklı yem içeriklerindeki fitik asidi en basit formuna kadar (inositol) parçalayabildiği görülmüştür. Fitaz dozunun artmasıyla plazma inositol oranının da arttığı gözlemlenmiştir (**Şekil 14**, Cowieson vd., 2014). Bu bileşiğin emilip hücre içerisinde tekrardan fosforile edildiği zaman, diğer işlevlerinin yanı sıra etkili bir hücre antioksidan işlevi görmektedir. OG gibi miyopatilerden etkilenmiş göğüs kası dokuları önemli oranda oksidatif stres altındadır. Hedef dokulara gönderilen antioksidanlar bu tür şartlar altında faydalı olmalıdır. Bu nedenle, fitazın önerilen seviyelerde veya daha yüksek dozlarda kullanıldığında GKM vakaları üzerinde etkili olup olmadığını anlamak amacıyla bir dizi araştırma yürütülmüştür.

Şekil 14. Yetersiz seviyede (NC) ve yeterli seviyede (PC), yararlanılabilir P ve Ca içeren rasyonlarla beslenen broylerde, RONOZYME® HiPhos GT'nin (FYT/kg olarak ifade edilmiştir) plazma myo-inositol konsantrasyonuna etkisi (Cowieson et al.,2014).



Aviagen'in ABD'deki deneme çiftliğinde yürütülen ilk çalışmada, mısır-soya bazlı rasyonlar üzerinden, kontrol rasyonu (fitaz içermeyen) ve üç farklı seviyeye kadar (500, 1500 ve 3000 fitaz birim/kg) fitaz katkısı içeren rasyonlar karşılaştırılmıştır. Üreticinin önerdiği seviyelerden fazla fitaz katkısı kullanmak performansı ve karkas özelliklerini iyileştirmiştir (Tablo 6). Fakat, ek fitaz katkısının GKM üzerinde (her ne kadar şiddetinin azaldığına yönelik bir sayısal eğilim gözlemlense de) istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmamıştır. Büyüme hızını ve göğüs etini artıran rasyonların genellikle miyopati vakalarını da artırdığı göz önünde bulundurulduğunda bu ilginç bir gözlemdir.

Tablo 6. Farklı seviyelerde fitaz katkısıyla beslenen broyler horozların 49. gündeki performansları ve kas miyopatisi durumları.

Fitaz seviyesi	CA kg	FCR uyarlanmış ¹	Karkas randımanı ²	Toplam beyaz et verimi ²	Odunsu Göğüs Skoru ³	Beyaz şerit skoru ³
Kontrol (0 FTU)	3.47	1.69 ^a	77.89 ^b	28.07	1.17	1.05
500 FTU ⁴	3.50	1.67 ^{ab}	78.33 ^a	28.28	0.99	0.93
1500 FTU	3.54	1.67 ^{ab}	78.28 ^a	28.12	1.01	1.01
3000 FTU	3.57	1.65 ^b	78.37 ^a	28.24	1.06	0.99
P Değerleri	0.08	0.04	0.04	0.83	0.32	0.24

1. FCR, ölüm ve canlı ağırlığa göre uyarlanmıştır

2. Canlı ağırlıklara göre ilişkilendirilmiştir

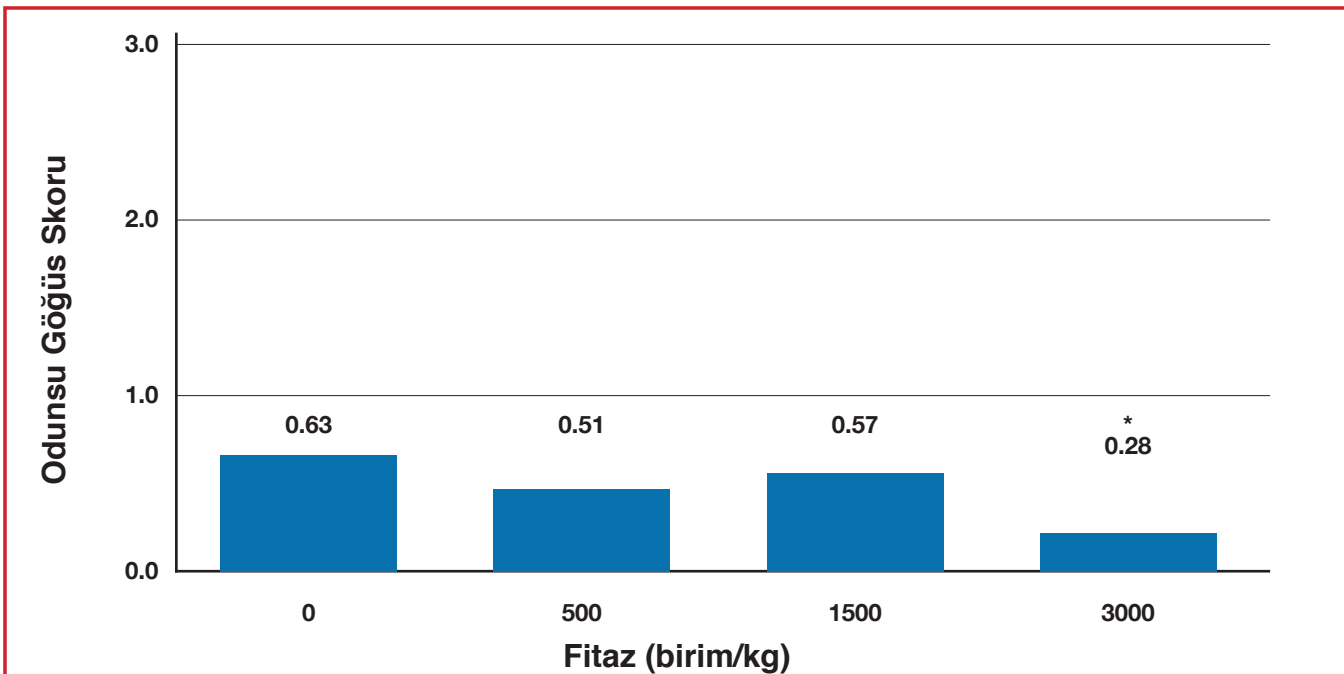
3. Ortalama miyopati skoru (0 ile 3 arasında), 0 etkilenmemiş, 3 ise şiddetli etkilenmiş anlamındadır.

4. Fitaz Unit (Fitaz Birim)

Aviagen'in Birleşik Krallık'taki deneme çiftliğinde yürütülen devam niteliğindeki bir araştırmada, benzer bir fitaz planı izlenmiş ancak ilkinden farklı olarak buğday-soya bazlı bir rasyon kullanılmıştır. Bu uygulamada, ilk çalışmadaki sonuçlara benzer şekilde, önerilen seviyelerin üzerinde fitaz katılması durumunda canlı ağırlık ve karkas performansında iyileşme görülmüştür. İlk çalışmada gözlemlendiği gibi, performans artışı GKM vakalarında artışa neden olmamıştır. Ayrıca 3000 ftu/kg katkısı 46 günlük Ross 708 broylerlerde OG skorunu önemli oranda düşürmüştür (**Şekil 15**).

Aviagen tarafından yürütülen bu ikinci çalışmada elde edilen sonuçlar, üretici firma tarafından önerilen seviyenin 3 katı E. Coli kaynaklı fitaz katkısı kullanımında OG skorunun düştüğünü ifade eden York ve ark. (2016) sonuçlarıylada uyumludur. Ancak, York ve ark. çalışmalarında (2016) yeme antioksidan ve organik mineraller de ilave edilmiş olduğundan, OG şiddetindeki azalmanın sadece süper doz fitaz kullanımından kaynaklandığı sonucuna varmak mümkün değildir. İlginç bir şekilde, yazarlar aynı zamanda GKM bakımından herhangi bir olumsuz etki olmaksızın göğüs et verimi ve performans parametrelerinde de bir artış olduğunu ifade etmişlerdir ve bu sonuçlar Aviagen tarafından yürütülen bütün fitaz araştırmalarıyla uyumludur. Bu yüzden, süper doz fitaz (>750 FTU) kullanımının GKM riskini artırmadan optimal broyler performansını artırdığı söylenebilir.

Şekil 15. Farklı seviyelerde fitaz ile beslenmiş 46 günlük Ross 708 broyler horozlarında ortalama Odunsu Göğüs skoru.



9.2 Lizin azaltma ve süper doz fitaz kullanımı

Çeşitli lizin azaltma (**bakınız 8. Bölüm**) ve süper doz fitaz kullanımında yapılan araştırmalarından elde edilen bulgular göz önünde bulundurularak, lizin azaltma ve süper doz fitaz stratejileri arasındaki muhtemel sinerjiyi incelemek amacıyla Aviagen'in Birleşik Krallıktaki deneme çiftliğinde bir araştırma yürütülmüştür. Beslemenin farklı periyodlarında lizin azaltma (11-21. gün; 11-29. gün; 15-25. gün; 15-33. gün; 19-25. gün; 19-39. gün) ve farklı fitaz dozları (500 veya 1500 fitaz birim) kullanılmış ve 38. ve 48. günlerde broyler performansı ve kas miyopatileri değerlendirilmiştir. Fitaz seviyesinden bağımsız olarak, lizin azaltımıyla birlikte miyopatilerin önemli oranda azalmasına rağmen bu çalışmada herhangi bir sinerjik etki gözlemlenmemiştir.

9.3 Arjinin

Arjinin (ARG) genellikle mısır bazlı ticari broyler yemlerinde sınırlayıcı değildir, ancak temel tahıl kaynağı olarak diğer tahıllar kullanıldığında sınırlandırıcı olabilir. Bu amino asidin nitrik oksit ve kas kreatini sentezinde rolü olduğu bilinmekte olup bu bileşiklerin yaranın iyileşmesi, kan akışı ve bağıışıklığa ilişkin süreçlerde rolü vardır. Aviagen'in Birleşik Krallıktaki deneme çiftliğinde yürütülen bir ön araştırmada Aviagen'in ARG:LYS oranına ilişkin tavsiye ettiği güncel değerlerle (107), daha yüksek bir oran (120) karşılaştırılmıştır. Miyopatilere ilişkin sonuçlar farklılık göstermiş olup araştırma tekrarlanmıştır. İkinci çalışmada elde edilen sonuçlar, büyüme dönemi boyunca 120'lik bir oran kullanımının Aviagen tarafından tavsiye edilen güncel ARG:LYS değerine göre canlı performansı ve karkas özelliklerini iyileştirdiğini göstermiştir. 120'lik oran kullanımında erken büyüme döneminde (32. gün) SG vakalarına ilişkin küçük bir azalma görülmüştür ancak bu etki ileriki yaşlarda (39. veya 46. gün) tutarsızlık göstermiştir. Yüksek oranla besleme sürecinde OG vakalarına ilişkin gözlemlerde de tutarsız sonuçlar elde edilmiştir. Genel sonuçlar yüksek seviyede ARG kullanımının kas miyopatilerini azaltmada nispeten faydalı olabileceğini göstermiştir, ancak bu etkinin tutarlı olmadığı gözlenmiştir ve bu etkinin birden fazla faktöre bağlı olduğu düşünülmektedir.

9.4 Histidin

Histidin (HIS), alaninle kombinasyonu, kanatlıların göğüs eti hücrelerinde yüksek oranda bulunan ve antioksidan özellikleri olduğu bilinen dipeptit karnosini oluşturur. Bu dipeptitin yeme katılabilecek bir formu mevcut değildir. Yemdeki alanin miktarı genellikle yeterlidir çünkü bu amino asit başka amino asitlerden sentezlenebilir; ancak HIS, yemde olması gereken esansiyel bir AA'dır. Birleşik Krallıktaki deneme çiftliğinde HIS:LYS oranını üzerine bir araştırma yürütülmüştür. Bu çalışmada, kas miyopatileri üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla ticari yemlerde bulunan normal HIS:LYS oranı (40) ile daha yüksek bir oran (70) karşılaştırılmıştır. Daha yüksek bir HIS:LYS oranı broylerlerde canlı ağırlık ve FCR'da iyileşme sağlarken, farklı yaşlar arasında tutarsızlık göstermiştir. Farklı HIS:LYS oranı kullanımında GKM'ye ilişkin herhangi bir etki gözlemlenmemiştir.

9.5 Organik iz mineraller

Organik iz minerallerin biyo-yararlanımı yüksek olduğu için bazı yem katkı tedarikçileri organik iz minerallerini ticari yemlere katmanın GKM vakalarını azaltmaya yardımcı olabileceğini iddia etmiştir (örneğin yaraların iyileşmesinde çinkonun işlevi). Bu nedenle, Birleşik Krallıkta bir araştırma yürütülmüş ve Aviagen'in bakır, çinko, manganez ve selenyum iz minerallerine ilişkin tavsiyeleri tamamen (%100) organik kaynaklardan karşılanmıştır. Genel olarak organik bakır, çinko, manganez ve selenyumla yapılan beslemelerin sonuçları, bu minerallerin inorganik kaynaklardan sağlandığı beslemelerle aynı olmuştur. Bu mineraller organik kaynaklardan sağlandığında 39. ve 46. günlerde karkas veriminde küçük bir iyileşme görülmüştür, ancak genel araştırma sonuçlarına bakıldığında minerallerin biyo-yararlanımının artması durumunda GKM vakalarında düşüş olduğuna dair bir sonuca ulaşılmamıştır.

9.6 Antikoksidial programları

3 çeşit koksidiyoz kontrol programı vardır; aşılar, iyonoforlar ve kimyasallar veya üçünün kombinasyonlarının kullanımınıdır. Farklı antikoksidial programların broylerin büyüme oranını ve performansını önemli oranda etkilediği bilinmektedir. Dalle Zotte vd. (2015) belirli antikoksidial programlar çerçevesinde beslenen kanatlılarda, hiçbir antikoksidial katkı veya aşı verilmeyen kanatlılara göre daha yüksek BŞ problemi olduğunu ifade etmiştir. Aviagen'in ABD'deki deneme çiftliğinde, farklı antikoksidial programların GKM vakaları üzerindeki etkisini değerlendirmek üzere bir araştırma yürütülmüştür. Araştırma kapsamında kanatlılara (aşılama; kimyasal; üç farklı iyonofor; kimyasal ve iyonofor kombinasyonu; veya bir kimyasal uygulamadan sonraki yem aşamasında farklı yaşlarda iyonofor kullanımı gibi) farklı antikoksidial programları uygulanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar **Tablo 7'**de sunulmuştur.

Tablo 7. Çeşitli antikoksidial programları uygulanmış 62 günlük broylerin performansı ve miyopati vakaları.

Antikoksidial programı	CA kg	FCR uyarlanmış ¹	Karkas Randımanı ²	Odunsu göğüş skoru ³	Beyaz şerit skoru ³
Aşı	4.69 ^{ab}	1.87 ^c	77.85 ^{bc}	0.76 ^c	1.06
İyonofor A	4.61 ^{abc}	1.90 ^c	78.16 ^{abc}	1.19 ^{ab}	1.25
İyonofor B	4.72 ^{ab}	1.87 ^c	78.24 ^{ab}	1.10 ^b	1.19
İyonofor C	4.74 ^a	1.87 ^c	77.79 ^c	1.14 ^b	1.16
Kimyasal	4.37 ^d	2.05 ^a	78.53 ^a	1.30 ^{ab}	1.21
Kimyasal / İyonofor	4.48 ^{cd}	2.00 ^{ab}	78.27 ^{ab}	0.97 ^{bc}	1.11
Kimyasal-11gün-İyonofor ⁴	4.53 ^{cd}	1.90 ^c	78.41 ^a	1.21 ^{ab}	1.22
Kimyasal-25gün-İyonofor ⁴	4.63 ^{abc}	1.87 ^c	78.34 ^a	1.16 ^b	1.12
Kimyasal-39gün-İyonofor ⁴	4.57 ^{bc}	1.91 ^{bc}	77.75 ^c	1.50 ^a	1.33
P değeri	0.009	0.0001	0.0001	0.005	0.39

1. FCR ölüm ve canlı ağırlığa göre uyarlanmıştır.

2. Canlı ağırlığa göre ifade edilmiştir.

3. Ortalama miyopati skoru (0 ile 3 arasında), 0 hiç etkilenmemiş, 3 ise şiddetli etkilenmiş anlamındadır.

4. 0-11. gün, 0-25. gün veya 0-39. günler arasında yeme bir kimyasal eklenmiştir. Bütün bu besleme periyodlarının hemen sonrasında 62. güne kadar iyonofor kullanılmıştır.

Büyüme hızı, FCR ve karkas verimi üzerindeki etkilerini daha iyi değerlendirmek amacıyla farklı antikoksidial programlar koksidiyoz baskısının düşük olduğu bir ortamda test edilmiştir. BŞ bakımından herhangi bir etki gözlemlenmemiş olmasına rağmen, farklı antikoksidial programlar OG vakalarını önemli oranda etkilemiştir. Aşı uygulanan broylerde OG problemi önemli oranda azalırken kimyasal ve kimyasal/iyonofor kullanılan programlarda aşuya göre OG vakaları daha fazla olmuştur. İyonofor uygulaması yapılan kanatlılarla karşılaştırıldığında, aşı uygulaması yapılan kanatlılarda büyüme eğrisinin seyri 15. günden sonra yavaşlamıştır. OG problemlerinin, büyüme eğrisinin seyrindeki farklılıklarla ilişkili olduğu varsayılmaktadır. Kimyasalların yüksek ortam sıcaklıklarıyla negatif bir etkileşim içinde olmasının ve kanatlıların termoregülasyon aktivitelerinin OG problemleriyle ilişkili olduğu düşünülmektedir, çünkü çok daha yavaş bir büyüme oranına rağmen aşı uygulamasına oranla daha fazla OG vakası gözlemlenmiştir.

Aviagen'in ABD'deki deneme çiftliğinde önceki araştırmaya benzer bir uygulama modeli kullanılarak ikinci bir araştırma yürütülmüş ve ek olarak "bio-shuttle programı" da çalışmaya dahil edilmiştir. Bu uygulamada öncelikle kuluçkada koksidiyoz aşısı uygulanmış ve daha sonra sadece ikinci yemde iyonofor uygulaması kullanılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, broyler performansı ve GKM vakaları bakımından ilk araştırmanın sonuçlarıyla aynı olmamıştır. İlk çalışmadan elde edilen sonuçların aksine, aşı uygulamasında 15. günden sonra büyüme eğrisi çok az yavaşlamıştır. Sonuç olarak, ilk çalışmada bildirilen miyopati etkileriyle aynı sonuçlar elde edilmemiştir. Görünüşe göre, büyüme eğrisinin

seyri orta yaş dönemlerinde (örn. 15-32. günler) yeterli seviyede yavaşlatılması durumunda koksidiyoz aşısı OG ve BŞ vakalarının şiddetini potansiyel olarak azaltabilmektedir.

9.7 Başlangıç öncesi (Pre-starter) yemi

Uydu hücrelerinin çoğalmasının en yoğun olduğu civciv büyütme döneminde yeterli yem tüketiminin önemine ilişkin konu literatürde belirtilmiş (Harthan vd., 2013; Mann vd., 2011; Velleman vd., 2010, 2014; Powell vd., 2014) ve Aviagen tarafından yürütülen ve sadece ilk 11 gün boyunca yem tüketimi kontrolünün uygulandığı önceki bir araştırmada da bu konunun önemi kanıtlanmıştır. Daha sonraki deneme ise, broylerlerin başlangıç döneminde serbest yemin %95'i oranında kontrollü yemlenmesi durumunda GKM vakalarının arttığını göstermiştir. Bu yüzden Aviagen ABD'deki deneme çiftliğinde bir araştırma yürütülmüş ve civcivler Aviagen'in bütün besin madde tavsiyelerine (2014) uyan başlangıç öncesi yemiyle (0-11. günlerde başlangıç öncesi yemi; 11-14. günlerde başlangıç yemi) veya normal başlangıç yemiyle (0-14 gün) beslenmişlerdir. Başlangıç öncesi yeminde yüksek seviyelerde AA, C ve E vitamin katkısı kullanılmış ve kanatlı yağı yerine de gıdalarda kullanılan soya yağı kullanılmıştır. Başlangıç öncesi yemiyle beslenen civcivlerin 14 günlük canlı ağırlığında artış ve yaşama gücü daha iyi olmuştur. Farklı zaman periyodlarında başka bir performans iyileşmesi gözlemlenmemiştir. GKM vakalarına ilişkin olarak ise, 42. günde BŞ vakalarında iyileşme görülmüş ancak 56. günde görülmemiştir. OG bakımından herhangi bir iyileşme görülmemiştir. Başlangıç öncesi yemi kullanımı performans bakımından faydalı görünmesine rağmen GKM vakalarına ilişkin etkisi bakımından daha ileri araştırmalar gerekmektedir. Açıkça görüldüğü üzere, belirli bir besin madde profili bakımından "başlangıç öncesi" kavramı oldukça değişkendir ve başlangıç öncesi yemlerinin etkileri üzerinden genelleme yaparken bu durum göz önünde bulundurulmalıdır.

9.8 Antioksidanlar

GKM vakalarını etkileyen muhtemel faktörlerden birisi oksidatif strestir. Kuttappan vd. (2012e), iyi kalite yağ kullanılan rasyonlara 400 IU/kg'a kadar E vitamin ilavesi BŞ bakımından herhangi bir etki yaratmadığını göstermiş olsa da, eğer serbest radikal üretimi vücudun bu radikalleri nötrleştirme becerisinden fazla olursa, hücre zarında oksidatif hasar meydana gelebilir ve sonuçta vücut dokularının bütünlüğünü bozabilecek bir zincir reaksiyonu tetikleyebilir.

Bu nedenle, Aviagen'in yürüttüğü araştırmada soya yağı bilinçli olarak belirli bir peroksit seviyesine kadar oksitlendirilmiş ve daha sonra yem üretiminde kullanılmıştır. Bu oksidize edilmiş soya yağı, bilinen bir oranda (225 mEq/kg) peroksit içermekte olup broyler yemine %3 oranında katılmıştır. Rasyon içerisinde antioksidan etoksiquin (125 ppm) ek olarak ısıya karşı stabil olan C vitamini (200 ppm), E vitamini (180 IU) veya kombinasyonlarının kullanımı GKM'lerine etkileri bakımından incelenmiştir. Tablo 8'de, herhangi bir antioksidanı veya kombinasyonlarını yeme katmanın OG vakalarını 49. günde nasıl azalttığı görülmekte ancak bu etkinin 62. günde tekrarlanmadığı da görülmektedir. İstatistiksel analizlere göre, 49. günde bütün antioksidanlar şiddetli (skor 3) OG vakalarını %38-48 oranında azaltmıştır (Tablo 9) ve antioksidanların plazma LDH seviyesini kontrol grubuna göre önemli derecede azaltmış olması bu sonuçları desteklemektedir. Antioksidan katkısının BŞ bakımından herhangi bir faydalı etkisi gözlemlenmemiştir.

Tablo 8. Yüksek oranda oksidize edilmiş yağ içeren yem ve farklı antioksidan katkılarıyla beslenen broylerlerin 49 gündeki performansları ve miyopati vakaları.

Antioksidan	CA kg	FCR uyarlanmış ¹	Odunsu Göğüs Skoru ²	Odunsu Göğüs Skoru %'si (2ve 3)	Beyaz Şerit Skoru ²
Antioksidan yok	3.59	1.71	1.19 ^a	37	1.28
Etoksiquin	3.57	1.70	1.09 ^{ab}	32	1.18
C ve E vitaminleri	3.63	1.68	0.86 ^b	27	1.16
Etoksiquin + C ve E vitaminleri	3.61	1.67	1.10 ^{ab}	33	1.33
P değeri	0.33	0.06	0.04	0.37	0.39

¹ FCR , ölüm ve canlı ağırlığa göre uyarlanmıştır.

² Ortalama miyopati skoru (0 ile 3 arasında), 0 hiç etkilenmemiş, 3 şiddetli etkilenmiş anlamındadır.

³ Odunsu göğüs skorları 2 ve 3, uygulama grubundaki bütün göğüs fileolarına göre yüzde olarak ifade edilmiştir.

Tablo 9. Farklı antioksidanların 49 günlük Ross 708 broylerdeki şiddetli odunsu göğüs vakası (skor 3) üzerindeki etkisi.

Antioksidan	OG skoru 3 (toplamın %'si)	Antioksidan içermiyen ile okside edilmiş yağın göreceli karşılaştırması	P değeri'nin antioksidan içermiyen ile okside edilmiş yağın karşılaştırması
Antioksidansız	29.0	-	-
Etoksikuin	15.0	-48%	0.017
C ve E Vitaminleri	17.0	-41%	0.044
Etoksiquin + C ve E Vitaminleri	18.0	-38%	0.065

Kanatlılar oksidize edilmiş hayvansal/bitkisel yağ içeren yem tükettiği zaman oksidatif strese karşı daha duyarlı hale gelmektedir ve etkili antioksidan kullanımı faydalı olabilir.

9.9 Guanidino asetik asit

Guanidino asetik asit birçok ülkede satılmakta olup kreatinin metabolik öncüsüdür. Kreatin bileşiği protein metabolizmasıyla üretilir ve kasların kasılması için gerekli hücresel enerjinin sağlanmasında rol oynar. Sadece bitki bazlı içeriklerden oluşan rasyonlarda yararlanılabilir kreatin oranının yetersizliği muhtemeldir.

Yakın zamanlarda Kuzey Carolina Üniversitesinde Cordova-Noboa vd. (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada, bu bileşiğin rasyonlara eklenmesi durumunda OG vakalarının görülme sıklığını ve şiddetini azaltabileceğine işaret etmiştir. Bu yüzden Aviagen'in ABD'deki deneme çiftliğinde bir araştırma yürütülmüş ve bu bileşik broyler yemlerine katılarak (600g/ton) bir kontrol yemiyle karşılaştırılmıştır. Guanidino asetik asidin broyler yemine katılmasıyla OG bakımından küçük bir iyileşme görülmüştür (49. günde iyileşme görülmesine rağmen 56. günde görülmemiştir). Her iki yaşta da BŞ bakımından herhangi bir etkisi görülmemiştir. İlginç bir şekilde, bu bileşiğin yeme eklenmesiyle birlikte göğüs et veriminde bir artış görülmüşken et verimindeki bu artış OG vakalarında artışa neden olmamıştır. Bu etki, daha önceki bazı çalışmalarımızda bahsedilen süper doz fitaz uygulamasının neden olduğu etkiyle benzerdir. Özet olarak, bu bileşik GKM vakalarında herhangi bir artışa neden olmadan verimliliği artırıyor gibi görünmektedir.

Aviagen Avrupa'da iki saha denemesi (ticari) gerçekleştirmiş ve bitkisel bazlı rasyonlara guanidino asetik asit ilavesinin broyler performansı ve GKM bakımından etkilerini araştırmıştır. Her iki denemede her birinde iki kümes olan iki çiftlik kullanılmıştır ve kümeslerden birisindeki broylere standart rasyon verilirken diğer kümestekiler guanidino asetik asit katkılı 600g/ton rasyonla beslenmişlerdir. Her iki denemede guanidino asetik asit katkısıyla beslenen kümeslerde de OG ve BŞ vakaları %17-31 arasında değişen değerlerde azalırken, guanidino asetik asit katkılı rasyonla beslenen 4 kümeisten 3'ünde kontrol kümeslerine göre büyüme performansı da artmıştır. Bu sonuç önceki gözlemlerle de tutarlılık göstermektedir.

9.10 Diğer Ürünler

Piyasada satılan ve betain, askorbik asit ve tanımlanmayan fitojenik asit içeren bir ürünün GKM vakaları üzerinde etkili olduğu iddia edilmiştir. Bu ürün OG vakalarının sıklığını ve şiddetini önemli ölçüde azalttığına yönelik başlangıçtaki iddialar nedeniyle şirketlerin ilgisini çekmiştir. Ürünün Avrupa ve Brezilya'da test edildiğinin ifade edilmesi nedeniyle, OG vakalarına karşı yararlı etkileri olduğu yönünde reklamı yapılmıştır.

Ürünün GKM vakalarına karşı etkisini ölçmek amacıyla Aviagen ABD'deki deneme çiftliğinde hem üretici firma tavsiyelerine uyarak, hem de ayrı bir uygulamada daha uzun bir süre boyunca ürünü kullanarak bir araştırma yürütmüştür. **Tablo 10**'da bu çalışmadan elde edilen sonuçlar özetlenmiştir ve çalışma sonucunda, test edilen her dozda ürünün OG veya BŞ vakaları üzerine veya ölçülen başka herhangi bir üretim parametresi üzerine herhangi bir etkisinin bulunmadığı gözlemlenmiştir.

Tablo 10. Betain, askorbik asit ve tanımlanmayan fitojenik asit katkılı rasyonla beslenen 49 günlük broylerin performansı ve miyopati vakaları.

	CA kg	FCR uyarlanmış	Odunsu Göğüs Skoru ³	OG Skoru (2*3)%'si ⁴	Beyaz Şerit Skoru ³
Kontrol grubu	3.76	1.58	1.69	50.5	1.72
Ürün ¹	3.73	1.60	1.66	50.7	1.64
Ürünün uzun süreli kullanımı ²	3.72	1.60	1.66	53.5	1.83

1. Uygulamada üretici firmanın tavsiye ettiği değerler kullanılmıştır: Başlangıç yeminde %0.1, Büyütme yeminde %0.065 ve Bitirme yeminde %0.035.
2. Uygulamada başlangıç yeminde %0.1, büyütme yeminde %0.065 ve geri kalan üç yemde de kesime kadar %0.035 oranında ilave yapılmıştır.
3. Ortalama miyopati skoru (0 ile 3 arasında), 0 hiç etkilenmemiş, 3 şiddetli etkilenmiş anlamındadır.
4. Odunsu göğüs skorları 2 ve 3, uygulama grubundaki bütün göğüs filetolarına göre yüzde olarak ifade edilmiştir.

10. Sevk-İdare ve GKM

10.1. İnkübasyon

Civciv embriyosu belirli aşamalardan geçerek 21 günlük bir inkübasyon sürecinde gelişir. Kuluçka şartları dokuların oranını ve kısmi gelişimini etkileyebilir. Örneğin, inkübasyon sırasında yumurta kabuğu sıcaklıklarının düşük ya da yüksek olmasının embriyonik büyüme oranını etkilediği ve inkübasyonun erken döneminde CO₂ seviyelerinin yüksek olması koriyo-allantoik membranda kılcal damarların gelişimini etkilediğine dair birçok kanıt vardır (Verholst vd., 2011).

Civcivin yumurtadan çıkmasının öncesi ve hemen sonrasında iskelet miyofiber hiperplazisi gelişir ve inkübasyonun yaklaşık 14. gününden sonraki şartların yetersizliği, kuluçka sonrası büyüme oranını ve göğüs et gelişimini etkileyebilir. Bu nedenle Aviagen geçmişte, inkübasyonun son aşamalarında embriyonun yüksek sıcaklıklara maruz kalmamasını tavsiye etmiştir. Ancak, çıkım sonrası göğüs kas gelişimini, kesimdeki göğüs et yüzdesini ve GKM vakalarını etkileyen ve daha az yaygın olan inkübasyon teknikleri de mevcuttur. Bunlar:

- Kısa periyodlar halinde yüksek sıcaklık ve tekrardan düşük sıcaklık uygulaması (Pietsun vd., 2008)
- İnkübasyon sırasında yumurtaların yeşil ışığa maruz bırakılması (Rozenboim vd. 2004)

Bilimsel literatürdeki ifadelerin çoğu küçük çaplı özel kuluçka makinelerinde inkübe edilen az sayıda yumurtayla yapılmış deneylerin sonuçlarına yer vermektedir. Yakın zamanlarda Aviagen'in ABD'deki deneme çiftliğinde bu kuluçka uygulamaları büyük çaplı ve single-stage ticari kuluçka makinelerinde test edilmiş ancak net sonuçlar elde edilememiştir. Muhtemelen bunun sebebi küçük çaplı kuluçka makinelerinde dahi her tarafta eşit ışık ve ısı dağılımının sağlanmasının zor olmasıdır.

Bildirilen küçük çaplı denemelerin hepsinde sadece kesimde daha fazla göğüs eti elde etmeyi sağlayan uydu hücre artışına yönelik potansiyel faydalara odaklanılmıştır. Fazla miktarda uydu hücre sayısı göğüs kas hasarını onarmaya yönelik olabileceği varsayılsa da bu durum açık bir şekilde test edilmemiştir. Yine Aviagen tarafından büyük çaplı kuluçka makinelerinde yapılan denemelerde, inkübasyon sırasında

sıcaklık veya ışık manipülasyonunun OG veya diğer GKM türleri bakımından etkisi sınırlı olmuştur. Diğer yandan kuluçka randımanı, göğüs kas gelişimi veya kalitesi bakımından herhangi bir olumsuz etki de görülmemiştir.

Günümüzde GKM problemlerini minimize etmeye yönelik en iyi kuluçka tavsiyesi, kuluçka şartlarının kontrol edilmesi ve inkübasyonun son aşamalarında yüksek sıcaklıktan kaçınılmasıdır. Büyük çaplı ısı değişikliği veya aydınlatma denemelerinin doğru yürütülmesi ve istenmeyen sonuçlardan kaçınmak için dikkatli bir izleme mekanizması sağlanmalıdır. Bu alanda ileri düzey araştırmalar devam etmektedir.

10.2. Kuluçka sonrası yeme erişim

Aviagen uzun yıllardır üreticilere, broyler civcivlerin kuluçkadan çıkar çıkmaz yeme erişimlerini sağlamalarını tavsiye etmiştir. Bu tavsiye Noy ve Sklan (1997) tarafından yapılan bir araştırmayla ilişkili olup bu araştırmada erken dönemde yeme erişimin büyümeyi ve verimliliği artırdığı ifade edilmiştir. Çünkü yemin sindirimi civcivlerde yumurta sarısı kalıntısının emilmesini ve kullanılmasını hızlandırarak, kuluçka sonrasında daha fazla miktarda besini hayatta kalmaya çalışmak yerine büyümek için kullandıklarını göstermiştir. 2000 yılında yaptıkları bir araştırmada Halevy vd., çıkım sonrasında ilk hafta boyunca civcivlerin yem tüketiminin sınırlandırılması uydu hücre çoğalmasını ve kas gelişimini azalttığını ortaya koymuş ve bu etki çıkım sonrasında civcivlerin 48 saat boyunca yemsiz veya susuz bırakılması durumunda çok daha belirgin olmuştur. Velleman vd. (2014) de çıkım sonrası ilk ya da ilk iki haftasında yem tüketiminin %20 azaltmanın benzer etkilerini ortaya koymuştur.

Bu durumda, kuluçka denemelerinin aksine, Aviagen'in ABD'deki deneme çiftliğinde yürütülen büyük çaplı çalışmalar, çıkım sonrası büyümenin yetersiz olmasının miyopati vakalarının artmasıyla yakından ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. Tekrar ifade etmek gerekirse, civcivler çıkım sonrasında en kısa sürede kümese yerleştirilmeleri ve kümese yerleştirildikten sonraki ilk 24 saat içinde iyi bir kursak doluluğuna ulaşmaları tavsiye edilmektedir. GKM vakalarını azaltmaya yönelik en iyi uygulama, ilk 7 gün içinde civciv karşılamadaki canlı ağırlığın en az 4 katı canlı ağırlığa ulaşmaktır.

10.3. Çevresel sıcaklık ve kanatlıların vücut sıcaklığı

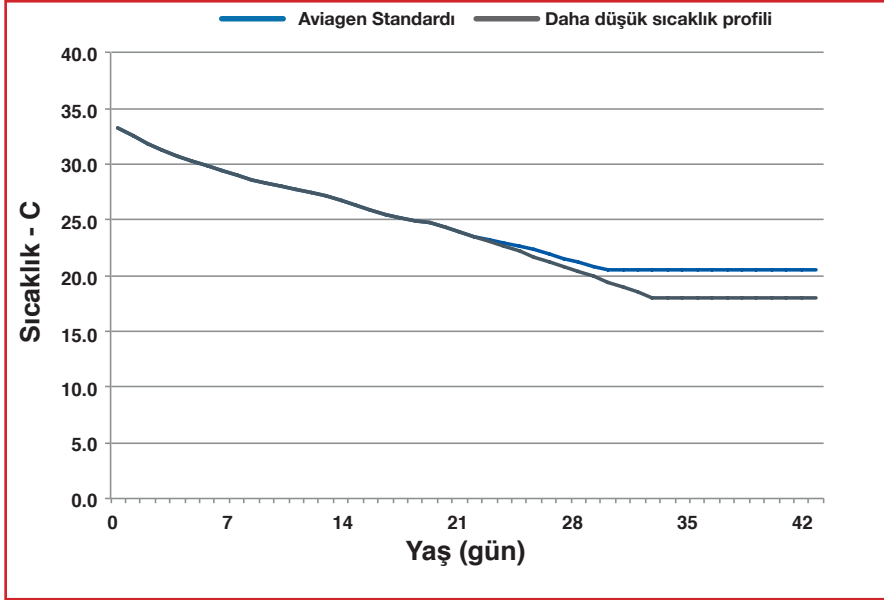
Çevresel sıcaklıkların yüksek olması broylerlerde kas hasarına neden olmaktadır. Sandercock vd. (2006) sıcaklık stresine maruz kalan kanatlıların, kas hasarının belirtisi olan, yüksek plazma kreatin kinaz seviyelerine sahip olduklarını ifade etmiştir. Zahoor vd. (2016) GKM vakalarının modern broylerlerin ısıyı dışarı atamamalarından kaynaklandığı yönündeki hipotezi test etmiştir. 21. günden sonra standart bir sıcaklık profiliyle daha düşük bir sıcaklık profilini karşılaştırmışlardır. Bu araştırmada kas histolojisi veya kreatin kinaz aktivitesi bakımından herhangi bir fark bulunamamıştır. Daha düşük sıcaklık profili uygulanan broylerlerin göğüs kasları sert olsa da kesme direnci bakımından bir fark görülmemiştir. Benzer şekilde, Hollanda'daki Aviagen'in deneme çiftliğinde yürütülen bir çalışmada, broylere 12. günden sonra sürekli olarak 25oC bir sıcaklık profili uygulamasıyla 19oC kadar düşen normal sıcaklık profili uygulaması karşılaştırılmış, ancak GKM vakaları bakımından herhangi bir farklılık gözlemlenmemiştir.

Kanatlıların kesimhaneye taşınması sırasında maruz kaldıkları sıcaklık stresinin SYS vakalarını artırdığı (Holm ve Fletcher, 1997; Simões vd., 2009), diğer yandan 0oC altındaki sıcaklıkların da KSK vakalarını artırdığı (Dadgar vd., 2012) ortaya konulmuştur.

Henüz yayınlanmış bir kanıt olmasa da sahadan elde edilen bazı kanıtlar broylerlerin sıcaklık stresine maruz kalmamaları durumunda OG, BŞ veya SG vakalarının azaldığını işaret etmektedir. Bazı broyler üreticileri de kümes sıcaklıklarının düşük olması durumunda OG vakalarının azaldığını ifade etmişlerdir. Kanatlı seviyesindeki yüksek sıcaklıkları düşürmek için adımlar atan birçok üretici GKM vakalarının azalması bakımından fayda görmüşlerdir.

GKM vakalarının sorun olduğu yerlerde Aviagen'in tavsiyesi üretim döneminin orta ve geç dönemlerinde kümes sıcaklığının azaltılması ve kanatlıların çevresinde iyi bir hava akışı sağlanarak kanatlı seviyesindeki havalandırmanın artırılmasıdır. GKM vakalarını azaltmaya yönelik tavsiye edilen bir sıcaklık profili **Şekil 16**'da verilmiştir. Bazı koksidiyostatların vücut ısısını artırdığı bilindiği için (**Bölüm 9.6**), kümes sıcaklıklarının yüksek olduğu durumlarda mümkünse koksidiyostat kullanımından kaçınılmalıdır.

Şekil 16. GKM vakalarını azaltmaya yönelik önerilen düşük sıcaklık profili ile standart Aviagen sıcaklık profilinin karşılaştırması. Ortamdaki nemin yüksek olması durumunda sıcaklığın daha da azaltılması gerekeceği unutulmamalıdır.



10.4. Karbondioksit seviyeleri

Kanatlı kümeslerindeki karbondioksit (CO₂) seviyeleri havalandırma oranlarına göre değişiklik gösterecek olup, havalandırma uygulamalarının bir ölçütü olarak görülebilir. Cıvciv döneminde kümeslerde CO₂ seviyelerini 3,000 ppm'in altında tutmaya yönelik yeterli havalandırma sağlamak üzere genellikle minimum havalandırma uygulanır. Ancak birçok durumda, örneğin dış hava sıcaklığının düşük olması durumunda üreticiler ısıtma maliyetlerini azaltmak için havalandırma oranını azaltırsa, cıvciv dönemindeki CO₂ seviyeleri daha yüksek olacaktır: 6,000 ppm gibi aşırı CO₂ seviyeleri ölçülmüştür. Kanatlılar büyüdükçe daha fazla metabolik ısı üretirler ve bu ısıyı atabilmeleri için havalandırma oranının artırılması gerekir. Bu şartlar altında, CO₂ seviyeleri 3,000 ppm'den çok daha düşük olacaktır. Kanatlı kümeslerinde CO₂ seviyesinin yüksek olması aynı zamanda amonyak seviyesinin yüksek ve oksijen seviyesinin de düşük olduğuna işaret eder ve bu gazların etkilerini birbirinden ayırmak kolay değildir.

Yüksek CO₂ seviyelerinin veya düşük oksijen seviyelerinin neden GKM vakaları üzerinde etkili olabileceğini açıklamaya yönelik iki hipotez bulunmaktadır. Birincisi, cıvciv döneminde CO₂ seviyesinin yüksek olması ilk hafta büyüme oranını olumsuz etkileyebilir: **Bölüm 8.1**'de belirtildiği üzere, erken dönemde iyi bir büyümenin sağlanamaması, uydu hücre çoğalmasının az olması nedeniyle GKM riskini de artırmaktadır.

İkinci muhtemel hipotez ise, yüksek CO₂ seviyelerinin asites problemini tetiklediği ve daha yaşlı kanatlılarda kan dolaşımını azaltarak kas hücresi hasarı riskini artırdığıdır. Bir kesimhaneden elde edilen broyler sürü verileri analiz edildiğinde, asites probleminin yüksek olduğu sürülerde GKM vakalarının da artış gözlemlenmiştir. Buna ek olarak, Aviagen'in ıslah çalışmalarından elde edilen veriler kandaki oksijen doygunluğu yüksek olan kanatlıların daha az OG riski taşıdığını göstermiştir.

Civciv dönemindeki CO₂ seviyelerinin erken dönem büyüme performansı üzerindeki etkilerini gösteren yayınlanmış bir veri bulunmamaktadır. Dahası, birkaç araştırmada 9,000 ppm'e kadar olan CO₂ seviyelerinin büyüme üzerinde bir etkisi gözlemlenmemiştir (McGovern vd., 2001; Olanrewaju vd., 2008). Aviagen'in Avrupalı bir broyler üreticisinden elde ettiği saha verileri incelendiğinde, kümes içerisindeki CO₂ seviyelerinin 3,000 ppm'i aşması durumunda büyümenin azaldığı gözlemlenmiştir, ancak bu gözlemi doğrulamak için daha fazla veriye ihtiyaç duyulmaktadır.

Araştırmalar, civciv döneminde CO₂ seviyelerinin yüksek olmasının asites vakalarını artırdığını göstermiştir:

- McGovern vd. (2001) tarafından yapılan araştırmalarda, civciv döneminde CO₂ seviyelerinin 600 ppm yerine 6,000 ppm olması durumunda asites kaynaklı geç dönem ölümlerinin arttığı gözlemlenmiştir
- Olanrewaju vd. (2008) tarafından yürütülen çalışmalarda da civciv döneminde CO₂ seviyelerinin 3,000 ppm üzerindeki 6,000 ve 9,000 ppm seviyelerine çıkarılması durumunda geç dönem broyler ölümlerinin doğrusal bir şekilde arttığı ve 42. günde ölçülen kalp ağırlığında artış gözlemlenmiştir.

CO₂ seviyelerinin yüksek olması durumunda GKM vakalarının da artırdığına ilişkin yayınlanmış bir araştırma bulunmamaktadır. Fakat, CO₂ seviyelerini 3,000 ppm değerinin altında tutmanın iyi bir sevk-idare uygulaması olduğu göz önünde bulundurulduğunda, her zaman yeterli havalandırmanın sağlanması tavsiye edilir.

10.5. Aydınlatma programları

Yayınlanmış bilimsel literatürde aydınlatmanın GKM üzerindeki etkisi henüz araştırılmamıştır. Ancak yapılan birçok araştırma aydınlatma programı, ışık yoğunluğu ve dalga boyunun göğüs kası gelişimini etkileyebileceği göstermiştir.

Işık dalga boyunun göğüs kası gelişimi üzerindeki etkisi Rozenboim vd. (1999) tarafından araştırılmış ve yeşil ışık altında yetiştirilen kanatlıların beyaz, mavi ve kırmızı ışığa göre daha fazla göğüs eti verimine sahip oldukları gözlemlenmiştir. Daha da ilginç bir şekilde, aynı araştırma grubu mavi ve yeşil ışık altında 5. güne kadar yetiştirilen civcivlerin göğüs kasında gram başına daha fazla uydu hücreye sahip olduklarını ifade etmiştir (Halevy vd., 1998). Uydu hücrelerin kas onarımındaki rolleri göz önünde bulundurularak, mavi ve yeşil ışığın uydu hücre sayısını artırma olasılığı Saskatchewan Üniversitesi tarafından daha detaylı bir şekilde araştırılmaktadır.

Yayınlanan çalışmalarda aydınlatma programlarının GKM vakaları üzerinde direkt olarak etkili olduğuna dair bir veri bulunmamaktadır, ancak elde edilen kanıtlar ışığın kas gelişimini etkileyebileceğine işaret etmektedir. Aviagen'in yaptığı çalışmalarda aydınlatma programlarının GKM vakaları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmalar, modifiye edilmiş aydınlatma programlarının OG vakalarını azaltmak için kullanılabileceğini göstermiştir: burada işleyen mekanizma, lizin azaltma araştırmalarında olduğu gibi büyüme oranını azaltmak olabilir. Ancak, GKM vakalarını azaltmaya yönelik optimum aydınlatma programının nasıl olması gerektiği henüz tam olarak anlaşılmış değildir ve herhangi bir öneride bulunmadan önce daha ileri araştırmaların yürütülmesi gerekmektedir.

10.6. Altlık derinliği

GKM vakalarını tetikleyen faktörlerden birisinin, göğüs kasına giden kan akışının azalması ve lokal kas hücrelerinin ölümüne yol açması olduğu iddia edilmiştir. Broilerler uzun süre altlık üzerinde yattıkları zaman göğüs üzerindeki baskı nedeniyle kan akışı sınırlanmakta (iskemi) ve kas hücre hasarı riskinin artmasına neden olabilmektedir. Sert ve sıkı altlıkların OG riskini artırabileceği iddia edilmiştir ve Helsinki Üniversitesinde yürütülen bir araştırmada (Puolanne vd., 2015 yayınlanmamış rapor) yumuşak altlık (egzersiz matı) kullanımının odun talaşıyla karşılaştırıldığında OG vakalarını azalttığı gözlemlenmiştir.

Egzersiz matının altlık materyali olarak kullanılması tavsiye edilmez, ancak altlığın derinliği, kanatlılar yattığı

zaman göğüsleri üzerindeki baskıyı etkiler ve potansiyel olarak OG vakalarını azaltmaya yardımcı olur. Bu durum ticari olarak test edilmemiştir.

10.7. Kanat çırpma/çirpınma

Hem broyler hem de hindilerde şiddetli kanat çırpma aktivitesinin derin pektoral miyopatiyi (DPM) tetiklediği uzun süredir bilinmektedir (örn. Lien, 2012). Kanat çırpma aktivitesi göğüs kaslarının kasılmasına ve derin pektoral kasların kan ile dolmasıyla sonuçlanır. Kas çevresindeki elastik olmayan kılıf nedeniyle kas içerisinde basınç artar ve kas içine veya dışına doğru kan akışı yavaşlar; bu durum derin pektoral kaslarda kas hücresi ölümüne neden olabilir. Şiddetli kanat çırpma hareketinin DPM'ye neden olabilmesi için kesime yakın bir zamanda gerçekleşmesi gerekir.

Kanatlıların kesimhanede askıya alınması sırasında gerçekleşen kanat çırpma ve çirpınmalarının kesimden sonra kaslardaki glikojen ve laktik asit içeriğini etkilediği ve bunun da SYS miyopatisi riskini artırdığı gözlemlenmiştir (Berri vd., 2005; Debut vd. 2003).

Bugüne kadar aşırı kanatlı aktivitesinin GKM vakalarını tetiklediğine dair bir kanıt bulunmamıştır, ancak broylerlerde aşırı kanat çırpma aktivitelerinin azaltılması her zaman iyi bir sevk-idare uygulaması olarak görülmelidir. Kanatlıların kümes içerisinde insan hareketlerine alışmalarını sağlamak ve kanatlılara her zaman özenle ve sakın bir şekilde müdahale etmek aşırı kanat çırpma riskini ve muhtemel göğüs kas hasarını azaltır.

10.8. Seyreltme

Birçok şirket seyreltme yaparak kesim yaşından daha erken bir yaşta ve nihai kesim yaşından daha düşük ağırlıkta olan kanatlıları kesimhaneye transfer ederler. Bu kanatlılar belirli pazar gereksinimleri nedeniyle kesimhanelerin talebini karşılamakta kullanılır. Broyler kümesinde kalan kanatlılar ise kesime kadar büyümelerinin hızlanmasına imkan sağlayan, daha fazla taban,yemlik ve suluk alanına sahip olurlar.

Seyreltme esnasında GKM vakalarını etkileyebilecek iki potansiyel risk vardır. Birincisi; seyreltme sürecinde kesime gönderilecek kanatlıların yüklenmesi esnasında geride kalanlar rahatsız olup aşırı aktivite ve kanat çırpma sergileyebilirler. Sürüden çıkarılacak olan kanatlıların sakın ve sessiz bir şekilde yüklenmesi ve geride kalan kanatlıların rahatsız edilmemesi önemlidir. İkincisi; seyreltme sonrasında daha fazla zemin, yemlik ve suluk alanı olması geri kalan kanatlılarda ani büyüme artışına neden olabilir. Sahada yapılan araştırmalarda, günde 120 gramdan daha hızlı büyüyen kanatlılarda OG ve BŞ riskinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Seyreltme sonrasında geride kalan kanatlıların ekstra boş alana aşamalı bir şekilde dağılımına izin vermek iyi bir uygulamadır.

11. Hastalık ve GKM

GKM'nin çiftlik içerisinde herhangi bir klinik belirtisi yoktur ve canlı kanatlılarda OG dışında bir miyopatinin varlığına ilişkin kanıt görülmez; OG vakaları canlı kanatlılarda göğüs sertliğine bakılarak anlaşılabilir. Ayrıca epidemiyoloji de bu problemlerin bulaşıcı olduğuna yönelik herhangi bir kanıt göstermemektedir, çünkü bu olguların bulaşıcı bir etkenle ilişkilendirilebilecek şekilde kümesler, çiftlikler veya işletmeler arasında yayıldığına dair dağılım gözlemlenmemiştir.

Açıkça görüldüğü üzere, GKM vakaları bütün ırklarda, 2. haftaya kadar erken yaşlarda, farklı kesim ağırlıkları, sevk-idare, besleme ve yetiştirme sistemlerinde değişen sıklıkta görülebilmektedir (Radaelli vd., 2016). OG problemi farklı kıtalarda ve farklı ırklarda aynı zamanlarda görülmüş olup bulaşıcı bir

hastalığın böyle bir seyir izlemesi beklenemez. Metabolik etiyojolojiye ilişkin de kanıtlar mevcuttur (**Bölüm 7.1 ve 7.2**). Bilgili (2016) GKM vakalarına neden olabilecek herhangi bir bulaşıcı ve/veya patojenik etken varlığına ilişkin hiçbir kanıt olmadığını ifade etmiştir.

Ancak, histopatologlar tarafından OG vakası gözlenen kanatlılarda lenfositik vaskülit görüldüğü için, OG vakalarında rol oynayan herhangi bir bulaşıcı etkenin var olup olmadığı hala sorgulanmaktadır.

Perivasküler infiltrasyonda lenfositik flebit belirtisi olma ihtimali olsa da diğerleri bu lenfositlerin varlığını doğal bir bağışıklık tepkisi olarak açıklamışlardır. "OG vakalarında kan damarları etrafında oluşan lenfoid birikmesi, önemli doku hasarına karşı (örn. kas) verilen tepkinin (kısmi kan akışı ve damarların açık olduğu) bir parçası olarak açıklanabilir ve tamamen bu durumla uyumludur". (Kişisel iletişim: Alisdair Wood – kanatlı histopatolojisi uzmanı, Birleşik Krallık). Son zamanlarda Barnes vd. (2017) tarafından yürütülen bir çalışmada, Kuzey Carolina Üniversitesindeki bir deneme tesisinde bulaşıcı bir koronavirüs tespit edilmiştir ancak, Birleşik Krallıkta yürütülen daha yakın zamanlı bir araştırmada bu bulgu ile karşılaşılmamıştır (yayınlanmamış veri).

12. Kesim

12.1. Kesim öncesinde kanatlılara yönelik muamelenin etkileri

Büyüme oranı (kas dokusu), kanatlı aktivitesi (iskelet ve kardiyovasküler) ve GKM vakaları ile yakından ilişkili olduğu için kesim öncesi sürü sevk-idare ve yetiştiriciliği çok önemlidir. DPM vakaları ile aşırı kanat çırpma (denge sağlama, hareket ve serinlemek amacıyla) ve aktivite (korku ve kaçma davranışı) arasında direkt bir ilişki bulunmaktadır. Sonuç olarak, yetiştiricilik uygulamaları üretim döneminde, özellikle de kesim öncesinde, kanat çırpma aktivitesini minimize etmeye yönelik olmalıdır. Broilerler yüksek ışık yoğunluğuna ve uzayan doğal gün sürelerine tepki olarak uçuş eğilimindedirler. Kümes içerisindeki aşırı insan hareketleri (sık sık bölmelere ayırma ve kanatlıların tartılması, altlığı karıştırılması, aşılama ve seyreltme) kümes/çiftlik içi veya etrafındaki sıra dışı veya ani sesler, yem veya suya erişim amaçlı günlük aktiviteler ve yığılma önleyici bölmelere (özellikle de ABD'deki bazı üreticiler tarafından kullanılan plastik borular) tırmanma veya aşmaya çalışma gibi aktiviteler aşırı kanat çırpmayı tetikleyen unsurlardır. Ayrıca broilerler ısı kaybı sağlamak amacıyla kanatlarını açarlar. Sıcaklık stresinin yaşandığı durumlarda uygun havalandırmanın sağlanması DPM'yi önlemek için son derece önemlidir.

Kanatlı aktivitesinin diğer GKM türleri üzerindeki etkisi tam olarak tanımlanmamış olsa da, kas aktivitesiyle ilgili kasılmalar ve mikro yırtıklar onarım sürecini zorlaştırabilir. Yakalama ve taşıma kasalarına yerleştirme sırasında kanatlılara özenli davranılmaması ve aşırı aktiviteler hasara neden olabilir, ancak bu hasarlar genelde kanat kırığı, kaslarda kanamaları ve kan benekleri şeklinde olmaktadır.

Taşıma kasaları içindeki kanatlı yoğunluğu ve yükleme, taşıma ve bekletme sırasında yaşanan sıcaklık stresi de metabolik yorgunluk ve kas hasarı bakımından oldukça önemlidir. Yemsiz bırakma sürecinin GKM vakaları ve karkas kalitesi üzerinde etkili olduğu ifade edilmiştir. Yemsiz bırakma sürecinin uzun olması durumunda kas hücrelerindeki glikojen rezervleri tükenerek, kesim sonrası kas pH seviyesinin yüksek olmasına ve KSK'ya neden olabilir. Diğer yandan yemsiz bırakma sürecinin uzun olması kanatlı metabolizmasında değişikliklere neden olarak, et veriminin düşmesine neden olan bir katabolik duruma yol açabilir. Son zamanlarda elde edilen Aviagen verilerine göre yemsiz bırakma süresini 4 saat uzatmak SG vakalarının artmasına neden olmuştur. Ayrıca yemsiz bırakma süresinin çok kısa olması durumunda da kaslarda aşırı glikojen depolanması olduğu ve bunun da taşıma ve bekletme sırasında

laktik asit birikmesine neden olduğundan kas yapısının bütünlüğünün bozulmasına ve su kaybının artmasına yol açtığı gözlemlenmiştir. Bu durumun SG veya SYS riskini artırdığı düşünülmektedir. Bu yüzden, tavsiye edilen yersiz bırakma süresinin muhtemel kesim zamanından önce 8-12 saat aralığında olması önemlidir.

12.2. Kesim

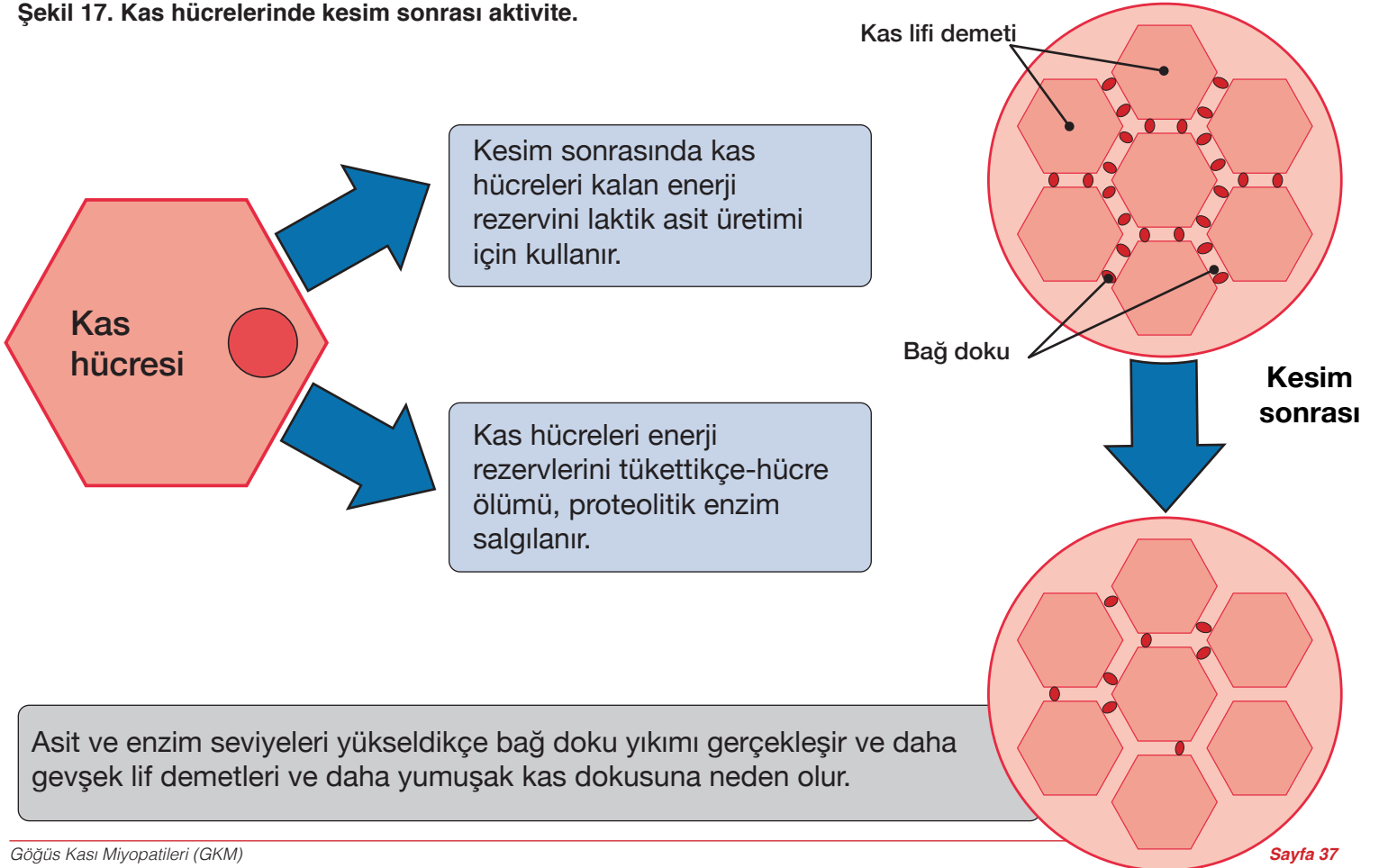
Göğüs kası miyopatileri (GKM) büyüme ve kas gelişimiyle ilişkili yapısal lezyonlardır. Kesimhanedeki bayıltma, kan akıtma, haşlama ve tüy yolma işlemleri sadece bu problemlerin fiziksel görünümünü değiştirmektedir. Elektrikle veya gaz kullanarak bayıltma, GKM vakaları üzerindeki etkisine ilişkin neredeyse hiç bilgi bulunmamaktadır. Kesim sonrası gerçekleşen ölüm sertliğinin başlaması (rigor mortis - kas katılaşması) kullanılan bayıltma ve elektriksel uyarım metotlarıyla hızlandırılabilir. Elektriksel uyarım voltajı (>200 V), amperajı, frekansı, süresi ve uygulanma bölgesi (tüy yolma öncesi veya sonrasında), kasılmaların şiddetine bağlı olarak kas (miyofiber) hasarının boyutunu ve kas bütünlüğünü etkileyebilir (Sams, 2002). Ayrıca, gaz kullanarak bayıltmada tüy yolma sürecinde sıklıkla yaşanan zorlukları (tüy kaslarının sertliğinin artması nedeniyle) telafi etmek adına yüksek haşlama sıcaklıkları ve sert tüy yolma kullanılmakta ve bu da deri ve kas yırtıklarına neden olmaktadır.

Kesimhane ekipman ayarlarının yanlış yapılması ve/veya ekipman bakımının yapılmamasının da SG vakalarını ve şiddetini artırdığı gözlemlenmiştir. Örneğin, aynı üretim çiftliğinden gelen kanatlıların kesiminin yapıldığı iki farklı kesimhanenin karşılaştırılmasında, SG vakalarının daha yüksek oranda görüldüğü kesimhanede haşlama sıcaklığının daha soğuk olduğu (47°C) ve daha agresif bir tüy yolma makinesinin kullanıldığı görülmüş ve ayrıca bu kesimhanede kanat kırıklarının da fazla olduğu gözlemlenmiştir.

12.3. Karkas soğutma

Karkasın soğuma hızı, kas hücrelerinin ölüm sonrası aktivitesi nedeniyle et kalitesini etkileyebilir. Kesim sonrasında kas hücreleri laktik asit üretir ve proteolitik enzimler salgılar. Bunun sonucunda gerçekleşen bağ doku yıkımı etin yumuşamasına neden olur (bakınız **Şekil 17**).

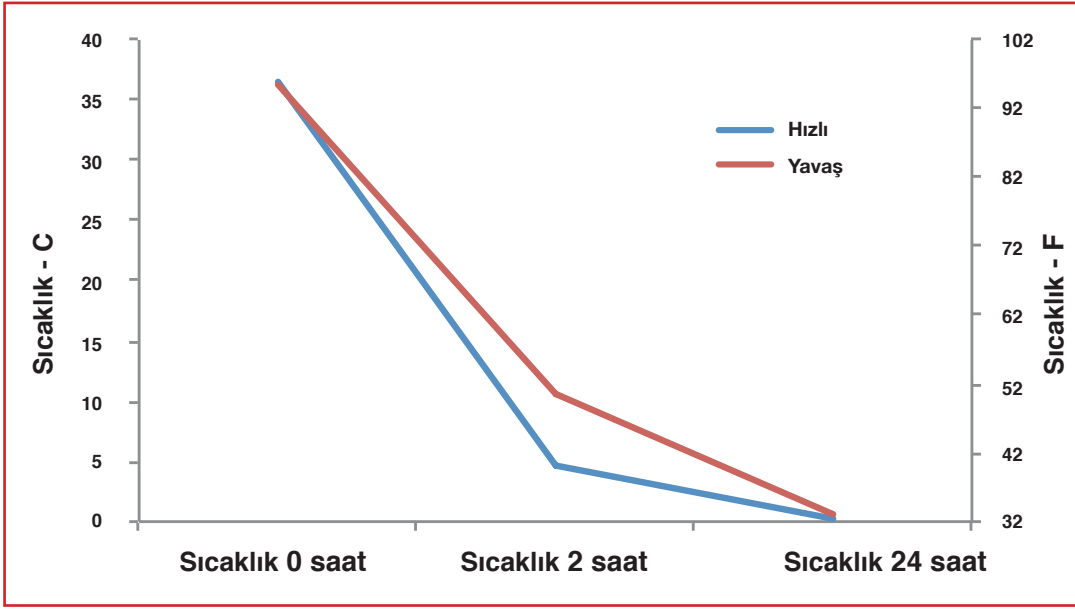
Şekil 17. Kas hücrelerinde kesim sonrası aktivite.



Laktik asit ve proteolitik enzimlerden kaynaklanan bu doku yıkımı sadece etin sıcak olması durumunda gerçekleşir. Bu nedenle kesimden sonra karkasın hızlı bir şekilde hedeflenen soğutma derecesine ulaşması bağ doku yıkımını önlemek için önemlidir.

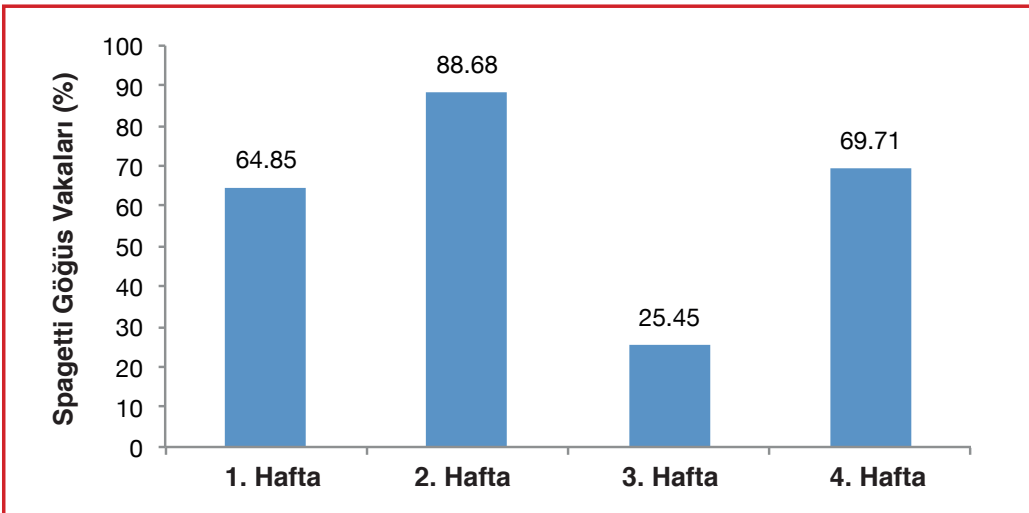
Aviagen tarafından yapılan bir denemede karkas etinin daha yavaş soğutulmasının etkileri incelenmiş ve birbirini izleyen 4 broyler grubunda iki farklı soğutma oranı (hava soğutma) ile karşılaştırılmıştır. **Şekil 18**'de bu denemede karkas soğutmada kullanılan her iki soğutma düzeyi için ortalama sıcaklıklar verilmiştir (her hafta kanatlılar rastgele iki ayrı gruba ayrılmış ve bir grup hızlı bir şekilde soğutulurken diğer gruba ise daha yavaş bir soğutma uygulanmıştır).

Şekil 18. Soğutma hızının GKM vakaları üzerindeki etkisinin araştırıldığı denemede kullanılan soğutma düzeyleri arasındaki farklılık.



Kesimden ve soğutma işleminden sonra karkaslar GKM vakaları bakımından değerlendirilmiştir; BŞ ve OG vakaları soğutma derecesinden etkilenmemiştir ancak yavaş soğutmada kanatlılarda SG vakalarının hızlı soğutulanlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür (**Şekil 19**).

Şekil 19. Yavaş soğutulan kanatlılarda spagetti göğüs vakalarındaki nispi artış.



Bu veriler, kesim sonrası doku yıkımı ve kas bütünlüğünün bozulmasını önlemede yeterli düzeyde soğutma uygulamanın ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

13. Ekler

13.1. Deneme Modeli

Ekte **8. bölümde** bahsedilen ancak herhangi bir hakemli dergide yayınlanmamış olan denemelere ilişkin bir bakış sunulmaktadır. Diğer denemelerin tam açıklaması, verilen referanslar kullanılarak yayınlanmış makalelerde bulunabilir.

Deneme 1. Yem Miktarının Kontrolü

	Yem Miktarının Kontrolü
Yer	Aviagen Albertville, AL
İrk	Ross 708
Cinsiyet	Horoz
Deneme Periyodu	0-48 gün
Aydınlatma	23 saat aydınlık:1 saat karanlık, 7. güne kadar 27 lüks 20 saat aydınlık:4 saat karanlık, 8-48 günler arası 11 lüks
Rasyonlar	Başlangıç (1-12 gün, krambil yem) Büyütme (13-31 gün, pelet yem) Piliç (32-40 gün, pelet yem) Kesim Öncesi (41-48 gün, pelet yem) Aviagen'in tavsiye ettiği değerlere veya bu değerleri aşacak şekilde formüle edilmiştir. Kanatlı yan ürünü ve DDGS içeren mısır-soya fasulyesi küspesi bazlı yem. Bütün bölmelerde, yerleştirmeden sonraki ilk 24 saat boyunca serbest yemleme yapılmıştır.
Uygulamalar	Kontrol: serbest yemleme Uyg 1: %95 oranında kontrollü yemleme Uyg 2: %90 oranında kontrollü yemleme Uyg 3: 11. güne kadar %95 oranında kontrollü yemleme, sonrasında serbest yemleme (Erken dönem kontrolü)
Kayıtlar	Canlı ağırlık ve yem: 12, 31, 40 ve 48. günler Kesim yaşı: 32. ve 49. günler Karkas bileşenleri tartıldı, BŞ ve OG bakımından majör pektoral kas görsel olarak değerlendirildi ve 3 puan üzerinden skor verildi (0= yok, 1= hafif, 2= şiddetli)

Deneme 2. Nitel Yem Kontrolü

Nitel Yem Kontrolü																																																																																					
Yer	Aviagen Albertville, AL																																																																																				
İrk	Yield Plus x Ross 708																																																																																				
Cinsiyet	Horoz																																																																																				
Deneme Periyodu	0-62 gün																																																																																				
Aydınlatma	23 saat aydınlık:1 saat karanlık, 7. güne kadar 25 lüks 18 saat aydınlık:6 saat karanlık, 8-48 günler arası 10 lüks																																																																																				
Rasyonlar	Başlangıç (1-11 gün, krambil yem) Büyütme (12-28 gün, pelet yem) Piliç 1 (29-40 gün, pelet yem) Piliç 2 (41-48 gün, pelet yem) Kesim öncesi (49-62 gün, pelet yem) Kontrol yemi Aviagen'in AA tavsiyelerini karşılayacak şekilde formüle edilmiştir. Kanatlı yan ürünü (bazı durumlarda) ve DDGS içeren mısır-soya fasulyesi küspesi bazlı yem. İstenecek besin seyreltimine ulaşmak için orta kalitede buğday da kullanılmıştır. Bütün bölmelere serbest yemleme yapılmıştır.																																																																																				
Uygulamalar	<table border="1"><thead><tr><th>Uygulama</th><th>Rasyon 1</th><th>Rasyon 2</th><th>Rasyon 3</th><th>Rasyon 4</th><th>Rasyon 5</th></tr></thead><tbody><tr><td>Yemin bitiş günü</td><td>11</td><td>28</td><td>40</td><td>48</td><td>62</td></tr><tr><td>1</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td></tr><tr><td>2</td><td>Düşük</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td></tr><tr><td>3</td><td>Düşük</td><td>Düşük</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td></tr><tr><td>4</td><td>Düşük</td><td>Düşük</td><td>Düşük</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td></tr><tr><td>5</td><td>Düşük</td><td>Düşük</td><td>Düşük</td><td>Düşük</td><td>Kontrol</td></tr><tr><td>6</td><td>Kontrol</td><td>Düşük</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td></tr><tr><td>7</td><td>Kontrol</td><td>Düşük</td><td>Düşük</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td></tr><tr><td>8</td><td>Kontrol</td><td>Düşük</td><td>Düşük</td><td>Düşük</td><td>Kontrol</td></tr><tr><td>9</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td><td>Düşük</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td></tr><tr><td>10</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td><td>Düşük</td><td>Düşük</td><td>Kontrol</td></tr><tr><td>11</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td><td>Kontrol</td><td>Düşük</td><td>Kontrol</td></tr><tr><td>12</td><td>Düşük</td><td>Düşük</td><td>Düşük</td><td>Düşük</td><td>Düşük</td></tr></tbody></table> <p>Kontrol= Aviagen'in tavsiye ettiği amino asit ve temel rasyon enerji değerinin %100'ü. Düşük= Aviagen'in tavsiye ettiği amino asit ve temel rasyon enerji değerinin %90'ı</p>	Uygulama	Rasyon 1	Rasyon 2	Rasyon 3	Rasyon 4	Rasyon 5	Yemin bitiş günü	11	28	40	48	62	1	Kontrol	Kontrol	Kontrol	Kontrol	Kontrol	2	Düşük	Kontrol	Kontrol	Kontrol	Kontrol	3	Düşük	Düşük	Kontrol	Kontrol	Kontrol	4	Düşük	Düşük	Düşük	Kontrol	Kontrol	5	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Kontrol	6	Kontrol	Düşük	Kontrol	Kontrol	Kontrol	7	Kontrol	Düşük	Düşük	Kontrol	Kontrol	8	Kontrol	Düşük	Düşük	Düşük	Kontrol	9	Kontrol	Kontrol	Düşük	Kontrol	Kontrol	10	Kontrol	Kontrol	Düşük	Düşük	Kontrol	11	Kontrol	Kontrol	Kontrol	Düşük	Kontrol	12	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
Uygulama	Rasyon 1	Rasyon 2	Rasyon 3	Rasyon 4	Rasyon 5																																																																																
Yemin bitiş günü	11	28	40	48	62																																																																																
1	Kontrol	Kontrol	Kontrol	Kontrol	Kontrol																																																																																
2	Düşük	Kontrol	Kontrol	Kontrol	Kontrol																																																																																
3	Düşük	Düşük	Kontrol	Kontrol	Kontrol																																																																																
4	Düşük	Düşük	Düşük	Kontrol	Kontrol																																																																																
5	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Kontrol																																																																																
6	Kontrol	Düşük	Kontrol	Kontrol	Kontrol																																																																																
7	Kontrol	Düşük	Düşük	Kontrol	Kontrol																																																																																
8	Kontrol	Düşük	Düşük	Düşük	Kontrol																																																																																
9	Kontrol	Kontrol	Düşük	Kontrol	Kontrol																																																																																
10	Kontrol	Kontrol	Düşük	Düşük	Kontrol																																																																																
11	Kontrol	Kontrol	Kontrol	Düşük	Kontrol																																																																																
12	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük																																																																																
Kayıtlar	Canlı ağırlık ve yem Kesim Karkas bileşenleri tartıldı, BŞ ve OG bakımından majör pektoral kas görsel olarak değerlendirildi ve 63. günde 4 puan üzerinden skor verildi (0= yok, 1= hafif, 2= orta, 3= şiddetli)																																																																																				

Kaynaklar

- Bailey, R.A., Watson, K.A., Bilgili, S.F., and Avendano, S. (2015). The genetic basis of pectoralis major myopathies in modern broiler chicken lines. *Poult. Sci.*, 94: 2870-2879. <https://doi.org/10.3382/ps/pev304>
- Baldi, G., Soglia, F., Mazzoni, M., Sirri, F., Canonico, L., Babini, E., Laghi, Cavani, C., and Petracci, M. (2017). Implications of white striping and spaghetti meat abnormalities on meat quality and histological features in broilers. *Animal*, 17: 1 – 10. doi:10.1017/S1751731117001069
- Barnes, H.J., Borst, L.B, Wineland, M.J., Oviedo_Rondon, E.O., and Martin, M.P. (2017). The US Poultry and Egg Association Research Project #691, Factors Contributing to Superficial Pectoral Myodegeneration and Sclerosis (“Wooden Breast”) in Broilers. North Carolina State University. http://www.uspoultry.org/research/resproj/PROJ_691.html
- Berri, C., Debut, M., Santé-Lhoutellier, V., Arnould, C., Boutten, B., Sellier, N., Baéza, E., Jehl, N., Jégo, Y., Duclos, M.J., and Le Bihan-Duval, E. (2005). Variations in chicken breast meat quality: implications of struggle and muscle glycogen content at death. *Brit. Poult Sci.*, 46: 572-579. 10.1080/00071660500303099
- Bilgili, S.G. (2016). Breast muscle abnormalities in broiler chickens. AAAP White Paper. https://aaap.memberclicks.net/assets/Positions/white_paper_on_breast_muscle_abnormalities_in_broiler_chickens.pdf
- Boerboom, G. , van Kempen, T., Navarro-Villa, A., and P´erez-Bonilla, A. (2018). Unravelling the cause of white striping in broilers using metabolomics. *Poult. Sci.* In press. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey266>
- Chatterjee, D., Zhuang, H., Bowker, B.C., Rincon, A.M., and Sanchez-Brambila, G. (2016). Instrumental texture characteristics of broiler pectoralis major with the wooden breast condition. *Poult. Sci.*, 95: 2449 – 2454. <https://doi.org/10.3382/ps/pew204>
- Clark, D. L., Strasburg, G. M., Reed, K. M. and Velleman, G. (2017). Influence of temperature and growth selection on turkey pectoralis major muscle satellite cell adipogenic gene expression and lipid accumulation. *Poult. Sci.* 96:1015-1027
- Compassion in World Farming (2016). Declining nutritional value of factory farmed chicken. <https://www.ciwf.com/media/7429726/declining-nutritional-value-of-factory-farmed-chicken.pdf>
- Cordova-Noboa, H. A., Oviedo-Rondon E. O., Sarsour A. H., Barnes J., Lopez D., Gross L., Rademacher-Heilshorn M., Braun U. (2018). Effect of guanidinoacetic acid supplementation on live performance, meat quality, pectoral myopathies, and blood parameters of male broilers fed corn-based diets with or without poultry by-products. *Poult. Sci.* In press
- Cowieson, A. J., Aureli R., Guggenbuhl P., and Fru-Nji F. (2014). Phytase and myo-inositol: opportunities for enhanced poultry and pig production efficiency. DSM white paper. pp 5
- Dadgar, S., Crowe, T.G., Classen, H.L., Watts, J.M., and Shand, P.J. (2012). Broiler chicken thigh and breast muscle responses to cold stress during simulated transport before slaughter. *Poult. Sci.*, 91: 1454 – 1464. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01520>
- Dalle Zotte, A., Cecchinato, M., Quartesan, A., Bradanovic, J., Tasoniero, G., and Puolanne E. (2014) How does “Wooden Breast” myodegeneration affect poultry meat quality? *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 22: 476479
- Dalle Zotte, A., Tasoniero, G., Russo, E., Longoni, C., and Cecchinato, M. (2015). Impact of coccidiosis control program and feeding plan on white striping prevalence and severity degree on broiler breast fillets evaluated at three growing ages. *Poult. Sci.*, 94: 2114 – 2123 <https://doi.org/10.3382/ps/pev205>
- Debut, M., Berri, C., Bae´za, E., Sellier, N., Arnould, C., Gue´mene´, D., Jehl, N., Boutten, B., Jégo, Y., Beaumont, C., and Le Bihan-Duval, E. (2003) Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions. *Poult. Sci.*, 82: 1829 – 1838

- Desai, M.A., Jackson, V., Zhai, W., Suman, S.P., Nair, M.N., Beach, C.M., and Schilling, M.W. (2016). Proteome basis of pale, soft, and exudative-like (PSE-like) broiler breast (*Pectoralis major*) meat. *Poult. Sci.*, 95: 2696 – 2706. <https://doi.org/10.3382/ps/pew213>
- Droval, A.A., Benassi, V.T., Rossa, A., Prudencio, S.H., Paião, F.G., and Shimokomaki, M. (2012). Consumer attitudes and preferences regarding pale, soft, and exudative broiler breast meat. *J. of App. Poult. Res.*, 21: 502 – 507. <https://doi.org/10.3382/japr.2011-00392>
- Ferreira, T. Z., Casagrande, R. A., Vieira, S. L., Driemeier, D. and Kindlein, L. (2014). An investigation of a reported case of white striping in broilers. *J. of Appl. Poult. Res.* 23: 748-753. <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00847>
- Halevy O., Biran, I., and Rozenboim, I. (1998). Various light source treatments affect body and skeletal muscle growth by affecting skeletal muscle satellite cell proliferation in broilers. *Comp. Physiol. Biochem.* 74: 317 – 323. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(98\)10032-6](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(98)10032-6)
- Halevy, O., Geyra, A., Barak, M., Uni, Z., and Sklan, D. (2000). Early posthatch starvation decreases satellite cell proliferation and skeletal muscle growth in chicks. *The J. of Nutrition*, 130: 858 – 864. <https://doi.org/10.1093/jn/130.4.858>
- Harthan, L.B., McFarland, D.C., and Velleman, S.G., (2013). The effect of nutritional status and myogenic satellite cell age on turkey satellite cell proliferation, differentiation, and expression of myogenic transcriptional regulatory factors and heparan sulfate proteoglycans syndecan-4 and glypican-1. *Poult. Sci.* 93:174–86. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03570>
- Holm, C.G.P., and Fletcher, D.L. (1997). Antemortem holding temperatures and broiler breast meat quality. *J. of Appl. Poult. Res.*, 6: 180 – 184
- Kuttappan, V.A., Lee, Y.S., Erf, G.F., Meullenet, J.-F.C., McKee, S.R., and Owens, C.M. (2012a). Consumer acceptance of visual appearance of broiler breast meat with varying degrees of white striping. *Poult. Sci.*, 91: 1240 – 1247. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01947>
- Kuttappan, V. A., Brewer, V. B., Apple, J. K., Waldroup, P. W. and Owens, C. M. (2012b). Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets, *Poult Sci*, 91(10): 2677-85
- Kuttappan, V. A., Brewer, V. B., Mauromoustakos, A., McKee, S. R., Emmert, J. L., Meullenet, J. F. and Owens, C. M. (2012c). Estimation of factors associated with the occurrence of white striping in broiler breast fillets, *Poult Sci*, 92(3); 811-819
- Kuttappan, V. A., Shivaprasad, H. L., Shaw, D. P., Valentine, B. A., Hargis, B. M., Clark, F. D., McKee, S. R. and Owens, C. M. (2012d). Pathological changes associated with white striping in broiler breast muscles, *Poult Sci*, 92(2); 331-338
- Kuttappan, V.A., Goodgame, S.D., Bradley, C.D., Mauromoustakos, A., Hargis, B.M., Waldroup, P.W., and Owens, C.M., (2012e). Effect of different levels of dietary vitamin E (DL- α -tocopherol acetate) on the occurrence of various degrees of white striping on broiler breast fillets. *Poult. Sci.*, 91: 3230-3235. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02397>
- Kuttappan, V.A., Brewer, V.B., Mauromoustakos, A., McKee, S.R., Emmert, J.L., Meullenet, J.F., and Owens, C.M. (2013a). Estimation of factors associated with the occurrence of white striping in broiler breast fillets. *Poult. Sci.*, 92: 811 – 819. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02506>
- Kuttappan, V.A., Huff, G.R., Huff, W.E., Hargis, B.M., Apple, J.K. Coon, C, and Owens, C.M. (2013b). Comparison of hematologic and serologic profiles of broiler birds with normal and severe degrees of white striping in breast fillets. *Poult. Sci.*, 92: 339-345. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02647>
- Kuttappan, V.A., Bottje, W., Ramnathan, R., Hartson, S.D., Coon, C.N., Kong, B.-W., Owens, C.M., Vazquez-Añon, M., and Hargis, B.M. (2017). Proteomic analysis reveals changes in carbohydrate and protein metabolism associated with broiler breast myopathy. *Poult. Sci.* 96: 2992-2999. <https://doi.org/10.3382/ps/pex069>
- Lien, R.J., Bilgili, S.F., Hess, J.B., and Joiner, K.S. (2012). Induction of deep pectoral myopathy in broiler chickens via encouraged wing flapping. *The J. of Appl. Poult. Res.*, 21: 556 – 562. <https://doi.org/10.3382/japr.2011-00441>

- Mann, C. J., Perdiguero, E., Kharraz, Y., Aguilar, S., Pessina, P., Serrano, A.L., and Munoz-Canoves, P., (2011). Aberrant repair and fibrosis development in skeletal muscle. *Skelet. Muscle* 1:21.
- McGovern, R.H., Feddes, J.J.R., Zuidhof, M.J., Hanson, J.A., and Robinson, F.E. (2001). Growth performance, heart characteristics and the incidence of ascites in broilers in response to carbon dioxide and oxygen concentrations. *Can. Biosyst. Eng.*, 43, 41–46
- Meloche, K.J., Fancher, B.I., Emmerson, D.A., Bilgili, S.F., and Dozier, W.A., III (2018a). Effects of quantitative nutrient allocation on myopathies of the Pectoralis major muscles in broiler chickens at 32, 43, and 50 days of age. *Poult. Sci.* 97: 1786 – 1793. <https://doi.org/10.3382/ps/pex453>
- Meloche, K.J., Fancher, B.I., Emmerson, D.A., Bilgili, S.F., and Dozier, W.A., III (2018b). Effects of reduced dietary energy and amino acid density on Pectoralis major myopathies in broiler chickens at 36 and 49 days of age 1. *Poult. Sci.* 97: 1794 – 1807. <https://doi.org/10.3382/ps/pex454>
- Meloche, K.J., Fancher, B.I., Emmerson, D.A., Bilgili, S.F., and Dozier, W.A., III (2018c). Effects of reduced digestible lysine density on myopathies of the Pectoralis major muscles in broiler chickens at 48 and 62 days of age. *Poult. Sci.*, in press. <https://doi.org/10.3382/ps/pey171>
- Meloche, K.J., Dozier, W.A., Brandebourg, T.J. and Starkey, J.D. (2018d). Skeletal muscle growth characteristics and myogenic stem cell activity in broiler chickens affected by wooden breast. *Poult. Sci.*, in press. <https://doi.org/10.3382/ps/pey287>
- Mudalal, S., Babini, E., Cavani, C., and Petracci, M. (2014). Quantity and functionality of protein fractions in chicken breast fillets affected by white striping. *Poult. Sci.*, 93: 2108 – 2116 <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03911>
- Mudalal, S., Lorenzi, M., Soglia, F., and Cavani, C. (2015.) Implications of white striping and wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat. *Animal*, 9: 728 – 734. <https://doi.org/10.1017/S175173111400295X>
- Mutryn, M.F., Brannick, E.M, Fu, W., Lee W.R., and Abasht, B. (2015). Characterization of a novel chicken muscle disorder through differential gene expression and pathway analysis using RNA-sequencing. *BMC Genomics* 16:399. <https://doi.org/10.1186/s12864-015-1623-0>
- Noy, Y., and Sklan, D. (1997). Posthatch development in poultry. *J. Appl. Poult. Res.*, 6:344 - 354
- Olanrewaju, H.A., Dozier III, W.A., Purswell, J.L., Branton, S.L., Miles, D.M., Lott, B.D., Pescatore, A.J., and Thraxton, J.P. (2008). Growth performance and physiological variables for broiler chickens subjected to short-term elevated carbon dioxide concentrations. *Int. J. of Poult. Sci.*, 7: 738 – 742
- Petracci, M., Mudalal, S., Bonfiglio, A., and Cavani, C. (2013.) Occurrence of white striping under commercial conditions and its impact on breast meat quality in broiler chickens. *Poult. Sci.* 92: 1670-1675. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-03001>
- Petracci, M., Mudalal, S., Babini, E., and Cavani, C. (2014). Effect of White Striping on Chemical Composition and Nutritional Value of Chicken Breast Meat. *It. J. of Anim. Sci.*, 13: 179 – 183. <https://doi.org/10.4081/ijas.2014.3138>
- Pietsun, Y., Harel, M., Barak, M., Yahav, S., and Halevy, O. (2009). Thermal Manipulations in late-term chick embryos have immediate and longer term effects on myoblast proliferation and skeletal muscle hypertrophy. *J. Appl. Physiol.* 106:233-240
- Powell, D. J., D. C. McFarland, A. J. Cowieson, W. I. Muir, S. G. Velleman. 2014. The effect of nutritional status on myogenic gene expression of satellite cells derived from different muscle types. *Poult Sci.* 93:2278-2288
- Radaelli, G., Piccirillo, A., Birolo, M., Bertotto, D., Gratta, F., Ballarin, C., Vascellari, M., Xiccato, G., and Trocino, A. (2016). Effect of age on the occurrence of muscular fiber degeneration associated with myopathies in broiler chickens submitted to feed restriction. *Poult. Sci.*, 96: 309 – 319. <https://doi.org/10.3382/ps/pew270>
- Rozenboim, I., Biran, I., Uni, Z., Robinson, B., and Halevy, O. (1999). The effect of monochromatic light on broiler growth and development, *Poult. Sci.*, 78: 135 – 138

- Rozenboim, I., Pietsun, Y., Mobarkey, N., Hoyzman, A., and Halevy, O. (2004). Monochromatic light stimuli during embryogenesis enhance embryo development and posthatch growth. *Poultry Science* 83:1413-1419
- Sams, A. R. (2002). Post-mortem electrical stimulation of broilers. *World's Poult. Sci.*, 58: 147-157
- Sandercock, D.A., Hunter, R.R., Mitchell, M.A., and Hocking, P.M. (2006). Thermoregulatory capacity and muscle membrane integrity are compromised in broilers compared with layers at the same age or body weight. *Brit. Poult. Sci.*, 47: 322 – 329. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00545296>
- Sihvo, H. K., Immonen, K. and Puolanne, E. (2013) 'Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the pectoralis major muscle of broilers', *Vet Pathol*, 51(3), pp. 619-23
- Simões, G.S., Oba, A., Matsuo, T., Rossa, A., Shimokomak, M., and Ida, E.I. (2009) Vehicle thermal microclimate evaluation during Brazilian summer broiler transport and the occurrence of PSE (Pale, Soft, Exudative) meat. *Braz. Arch. Of Biol. And Technol.*, 52: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132009000700025>
- Soglia, F., Mudalal, S., Babini, E., Di Nunzio, M., Mazzoni, M., Sirri, F., Cavani, C., and Petracchi, M. (2015). Histology, composition, and quality traits of chicken Pectoralis major muscle affected by wooden breast abnormality. *Poult. Sci.*, 95: 651 + 659. <https://doi.org/10.3382/ps/pev353>
- Tasoniero, G., Cullere, M., Cecchinato, M., Puolanne, E., and Dalle Zotte, A. (2016). Technological quality, mineral profile, and sensory attributes of broiler chicken breasts affected by White Striping and Wooden Breast myopathies. *Poult. Sci.*, 95: 2707 – 2714. <https://doi.org/10.3382/ps/pew215>
- Trocino, A., Piccirillo, A., Birolo, M., Radaelli, G., Bertotto, D., Filiou, E., Petracchi, M., and Xiccato, G. (2015). Effect of the genotype, gender and feed restriction on growth, meat quality, and the occurrence of white striping and wooden breast in broiler chickens. *Poult. Sci.* 94:2996–3004
- York, T. W, Bedford, M.R. and Walk, C.L (2016). Trace minerals-what role should they play in today's poultry industry with respect to fast growth rate and woody breast? In: C.L Walk et.al. (ed.) *Phytate destruction-consequences for precision animal nutrition*, Wageningen Academic Publishers, p. 251-266
- Velleman, S.G., Nestor, K.E., Coy, C.S., Harford, I., and Anthony ,N.B., (2010). Effect of posthatch feed restriction on broiler breast muscle development and muscle transcriptional regulatory factor gene and heparan sulfate proteoglycan expression. *Int. J. Poult. Sci.* 9:417–425
- Velleman, S.G., Coy, C.S., and Emmerson, D.A. (2014). Effect of the timing of posthatch feed restrictions on broiler breast muscle development and muscle transcriptional regulatory factor gene expression. *Poult. Sci.*, 93:1484 – 1494. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03813>
- Verhoelst, E., De Ketelaere, B., Decuyper, E. and De Baerdemaeker, J., (2011) The Effect of Early Prenatal Hypercapnia on the Vascular Network in the Chorioallantoic Membrane of the Chicken Embryo. *Biotechnol. Prog.*, 27:562-570
- Zahoor, I., Mitchell, M.A., Hall, S., Beard, P.M., Gous, R.M., De Koning, D.J., and Hocking, P.M. (2016). Predicted optimum ambient temperatures for broiler chickens to dissipate metabolic heat do not affect performance or improve breast muscle quality. *Brit. Poult. Sci.*, 57: 134 – 141. <https://doi.org/10.1080/00071668.2015.1124067>
- Zambonelli, P., Zappaterra, M., Soglia, F., Petracchi, M., Sirri, F., Cavani, C., and Davoli, R. (2016). Detection of differentially expressed genes in broiler pectoralis major muscle affected by White Striping – Wooden Breast myopathies. *Poult. Sci.*, 95: 2771 – 2785. <https://doi.org/10.3382/ps/pew268>



Aviagen ve Aviagen logosu ile Ross ve Ross logosu, Aviagen'in ABD'de ve diğer ülkelerde tescilli ticari markasıdır. Tüm diğer ticari marka veya markalar kendi sahipleri adına tescillidir.

© 2019 Aviagen

Gizlilik Bildirimi: Aviagen®, ürünlerimiz ve işlerimiz hakkında etkin bir şekilde iletişim kurmak ve size bilgi sağlamak için veri toplar. Bu veriler e-posta adresinizi, adınızı, işletme adresinizi ve telefon numaranızı içerebilir. Aviagen gizlilik politikasının tamamını görüntülemek için ziyaret ediniz <http://en.aviagen.com/privacy-policy/>

www.aviagen.com

0219-AVN-066