



TOKAT
GAZIOSMANPAŞA
ÜNİVERSİTESİ

Zootekni Anabilim Dalı

Yemler ve Hayvan Besleme Bilim Dalı

Cemal YILMAZ

FARKLI YERLEŞİM SIKLIĞINDA YETİŞTİRİLEN VE FERMENTE ÜN KURDU LARVA UNU İLAVELİ RASYONLARLA BESLENEN ETLİK PİLİÇLERİN GÖĞÜS ETİNİN KALİTESİNİN VE BAKTERİ İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ

FARKLI YERLEŞİM SIKLIĞINDA YETİŞTİRİLEN VE FERMENTE ÜN KURDU LARVA UNU İLAVELİ RASYONLARLA BESLENEN ETLİK PİLİÇLERİN GÖĞÜS ETİNİN KALİTESİNİN VE BAKTERİ İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ

Cemal YILMAZ

TOKAT
GAZIOSMANPAŞA
ÜNİVERSİTESİ

TOKAT

2022



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
YEMLER VE HAYVAN BESLEME YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

FARKLI YERLEŞİM SIKLIĞINDA YETİŞTİRİLEN VE
FERMENTE UN KURDU LARVA UNU İLAVELİ RASYONLARLA
BESLENEN ETLİK PİLİÇLERİN GÖĞÜS ETİNİN KALİTESİNİN
VE BAKTERİ İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cemal YILMAZ

Danışman: Prof. Dr. Şenay SARICA

TOKAT-2023

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Şenay SARICA danıŐmanlıđında hazırlamıŐ olduğum “Farklı Yerleşim Sıklığında Yetiştirilen ve Fermente Un Kurdu Larva Unu İlaveli Rasyonlarla Beslenen Etlik Piliçlerin Göğüs Etinin Kalitesinin ve Bakteri İçeriğinin Belirlenmesi” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

22/12/2022

Cemal YILMAZ

İmza

ÖNSÖZ

Bu çalışmada kullanılan göğüs etleri Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından maddi olarak desteklenmiş olan (Proje No: 2018/85) münferit araştırma projesinin sonunda kesilen etlik piliçlerden elde edildiği için, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığına, tez çalışmasının tüm aşamalarında desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Şenay SARICA'ya ve her zaman manevi desteklerini gördüğüm değerli aileme içten teşekkürlerimi sunarım.

Cemal YILMAZ

22 /12/2022

ÖZET

FARKLI YERLEŞİM SIKLIĞINDA YETİŞTİRİLEN VE FERMENTE UN KURDU LARVA UNU İLAVELİ RASYONLARLA BESLENEN ETLİK PİLİÇLERİN GÖĞÜS ETİNİN KALİTESİNİN VE BAKTERİ İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ

Yılmaz, Cemal

Yüksek Lisans, Zootekni Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Şenay Sarıca

Aralık 2022, ix+33 sayfa

Bu araştırma; normal ve yüksek yerleşim sıklığında yetiştirilen ve antibakteriyel yem katkı maddesi olarak fermente un kurdu larva unları ilaveli rasyonlarla beslenen etlik piliçlerin göğüs etinin kalitesini ve bakteri içeriğini incelemek amacıyla planlanmıştır. Araştırmada; etlik piliçler üzerinde yürütülen 42 günlük bir *in vivo* çalışmanın sonunda toplamda 60 adet kesilmiş etlik pilicin göğüs eti kullanılmıştır. Bu tezde kullanılan göğüs etlerinin elde edildiği *in vivo* çalışmada; 2 farklı yerleşim sıklığında (normal: m²'de 12 adet ve yüksek: m²'de 18 adet) yetiştirilen etlik piliçler fermente un kurdu larva ununun ilave edilmeksizin (kontrol) ve *Laktobasillus plantarum*'la (UKLULP) veya *Laktobasillus brevis*(UKLULB)'le fermente edilen yağı alınmış un kurdu larva unu ilaveli (% 0.4 düzeyinde) rasyonlarla beslenmişlerdir. Araştırmada göğüs etinin kalite parametreleri olarak pH, su tutma kapasitesi, sızıntı ile pişirme kaybına ve bakteri içeriği olarak ta toplam aerobik bakteri, koliform ve laktobasil bakteri içeriğine bakılmıştır.. Araştırma sonucuna göre; yüksek yerleşim sıklığında yetiştirme normal yerleşim sıklığında yetiştirmeye nazaran etlik piliçlerin göğüs etinin 15. dak'daki ve 24. saatteki pH değerini, su tutma kapasitesini ve depolamanın 0. ile 14. günlerinde *laktobasil* bakteri içeriğini önemli derecede azaltırken; pişirme kaybını, 7. gündeki sızdırma kaybını ve depolamanın 0. ve 14. günlerinde toplam aerobik bakteri içeriği ile depolamanın 14. gününde *koliform* bakteri içeriğini önemli derecede artırmıştır. UKLULP ve UKLULB rasyonlarıyla besleme, kontrol rasyonu ile beslemeye nazaran etlik piliçlerin göğüs etinin kesimden 24 saat sonraki pH değerini, 3. ve 7. günlerdeki sızdırma kayıplarını, pişirme kaybını ve 0. ile 14. günlerdeki toplam aerobik bakteri içeriğini önemli derecede azaltırken; su tutma kapasitesini ve depolamanın 0. ile 14. günlerinde *laktobasil* bakteri içeriğini de önemli derecede artırmıştır. Sonuç olarak; normal veya yüksek yerleşim sıklığında yetiştirilen etlik piliçlerin göğüs etinin kalite parametrelerinin ve bakteri içeriğinin iyileştirilmesi amacıyla karma yeme antibakteriyel yem katkı maddesi olarak *laktobasillus plantarum* veya *laktobasillus brevis* 'le fermente edilmiş un kurdu larva unu ilave edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Etlik Piliç, Yerleşim Sıklığı, Un Kurdu Larvası, Katı Ürün Fermentasyonu, Antibakteriyel Etki, Et Kalitesi, Etin Bakteri İçeriği

(*) Bu çalışma, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2018/85).



ABSTRACT

DETERMINATION OF THE QUALITY AND BACTERIAL CONTENT OF BREAST MEAT OF BROILERS REARED UNDER DIFFERENT STOCKING DENSITY AND FED DIETS SUPPLEMENTED WITH FERMENTED MEALWORM LARVAE MEAL

Yilmaz, Cemal

Master's Thesis, Department of Animal Science

Supervisor Prof. Dr. Senay Sarica

December 2022, ix+33 pages

This study was planned to to examine the quality and bacterial content of the breast meat of broiler chickens, which was reared under normal and high stocking densities and fed diets supplemented with fermented mealworm larvae meal as antibacterial feed additive. In the research, breast meats of a total of 60 broilers, 10 broilers from each treatment groups, slaughtered at the end of a 42-day in vivo study were used. In the in vivo study in which the breast meats used in this thesis were obtained, broilers reared under 2 different stocking densities (normal: 12 per m² and high: 18 per m²) were fed diets without the addition of fermented mealworm larva meal (control), fermented mealworm larva meal with *Lactobacillus plantarum* (FMLMLP) or *Lactobacillus brevis* (FMLMLB) (0.4% level). In the study, pH, water holding capacity, drip and cooking loss as quality parameters and total aerobic bacteria, coliform and lactobacilli bacteria content as bacterial content were examined. According to the results of the research; rearing at high stocking density significantly reduces the pH value at 15 minutes and 24 hours, water holding capacity and *lactobacillus* bacteria content on days 0 and 14 of storage of broiler breast meat; but, cooking loss, drip loss on day 7, total aerobic bacteria content on days 0 and 14 of storage and coliform bacteria content on day 14 of storage significantly increased compared to rearing at normal stocking density. Feeding with FMLMLP and FMLMLB diets significantly reduces the pH value at 24 hours after slaughter, drip losses on the 3rd and 7th days, cooking loss and the total aerobic bacteria content on the 0th and 14th days of storage, but, increased the water holding capacity and lactobacilli bacteria content on days 0 and 14 of storage compared to the control diet. As a result; fermented mealworm larvae meal with *lactobacillus plantarum* or *lactobacillus brevis* can be supplemented to diet as an antibacterial feed additive in order to improve the quality parameters and bacterial content of breast meat broilers reared under normal or high stocking densities.

KeyWords: Broiler, Stocking Density, Mealworm Larvae, Solid-State Fermentation, Antibacterial Effect, Meat Quality, Bacteria Content of Meat

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK SÖZLEŞME	i
JÜRİ KABUL VE ONAY.....	ii
ÖNSÖZ	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
2.1. Yerleşim sıklığıyla ilgili kaynak özetleri.....	5
2.2. Karma yeme probiyotik ilavesiyle ilgili kaynak özetleri	7
2.3. Karma yemde siyah asker sineği veya un kurdu larva unu kullanımıyla ilgili kaynak özetleri.....	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM	50
3.1. Materyal	10
3.2. Yöntem.....	10
3.2.1. Göğüs etlerinin elde edildiği etlik piliçler üzerindeki <i>in vivo</i> çalışma.....	10
3.2.2. Göğüs etinin kalitesinin belirlenmesi.....	12
3.2.2.1. Etin pH değerinin belirlenmesi.....	12
3.2.2.2. Etin su tutma kapasitesinin belirlenmesi.....	12
3.2.2.3. Etin sızdırma kaybının belirlenmesi.....	13
3.2.2.4. Etin pişirme kaybının belirlenmesi.....	13
3.2.3. Göğüs etinin bakteri içeriğinin belirlenmesi.....	13
3.2.4. İstatistiksel analizler.....	14
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	15

4.1. Göğüs etinin kalite parametreleri.....	15
4.1.1. pH değeri.....	15
4.1.2. Su tutma kapasitesi.....	17
4.1.3. Sızdırma kaybı.....	18
4.1.4. Pişirme kaybı.....	20
4.2. Göğüs etinin bakteri içeriği.....	21
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	24
KAYNAKLAR.....	25
ÖZGEÇMİŞ.....	33

KISALTMALAR ve SİMGELER LİSTESİ

ABF	: Antibiyotik Kökenli Büyütme Faktörleri
AB	: Avrupa Birliği
MLM	: Un Kurdu Larva Unu
LAB	: Laktik asit bakterileri
BAP	: Bilimsel Araştırma Projesi
Dak	: Dakika
G	: Gram
g/kg	: Gram/ Kilogram
HP	: Ham Protein
Kkal/kg	: Kilokalori/Kilogram
ME	: Metabolik Enerji
OSH	: Ortalama Standart Hata
<i>p</i> Değeri	: İstatistiki Önem Seviyesi
pH	: Power of Hydrogen
°C	: Santigrat Derece
log ₁₀	: Logaritma 10
m ²	: Metrekare
kg/m ²	: Kilogram / Metrekare
cfu/g	: Koloni Oluşum Ünitesi (Colony Formation Unit)/Gram
cfu/kg	: Koloni Oluşum Ünitesi (Colony Formation Unit)/Kilogram
g/ton	: Gram/Ton
HACCP	: Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları (Hazard Analysis and Critical Control Points)
U/L	: Uluslararası Birim
DDGS	: Çözündürülebilir Kurutulmuş Damıtma Tahılları
YS	: Yerleşim Sıklığı
DR	: Deneme Rasyonları
KONT	: Kontrol
UKLULP	: <i>Laktobasillus Plantarum</i> 'la Fermente Edilmiş Un Kurdu Larva Unu
UKLULB	: <i>Laktobasillus Brevis</i> 'le Fermente Edilmiş Un Kurdu Larva Unu

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1. Deneme muamelelerinin göğüs etinin kalite parametreleri üzerine etkileri.....	15
Çizelge 4.2. Deneme muamelelerinin göğüs etinin toplam aerobik bakteri, <i>koliform</i> ve <i>laktobasil</i> bakteri içeriği üzerine etkileri, log10 CFU/g.....	23



1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun üçte bir oranında artarak 2050 yılına kadar 9 milyardan fazla kişiye ulaşacağı tahmin edilmektedir (FAO, 2013). Söz konusu popülasyon için de hayvansal protein tüketiminin iki katına çıkması beklenmektedir (Borojerdı & Rajabzadeh, 2021). Bu bağlamda, fiyatının düşük olmasının yanısıra düşük yağ içeriği ile sığır etine kıyasla nispeten daha yüksek doymamış yağ asitleri içeriğine sahip olmasından dolayı etlik piliç eti, tüketiciler tarafından en fazla tercih edilen değerli bir hayvansal protein kaynağıdır (Khalil ve ark., 2021). Hatta artan nüfusun hayvansal protein ihtiyacının karşılanması amacıyla 2010 yılından 2050 yılına kadar etlik piliç eti tüketiminde beklenen büyüme %173 olarak tahmin edilmektedir (FAO, 2013; Borojerdı & Rajabzadeh, 2021). Bu nedenle son yıllarda etlik piliç üreticileri, üretim maliyetlerini düşürmek, ucuz, güvenli ve kaliteli et tedariki ile kârlılığını artırmak amacıyla birim alana fazla sayıda hayvan koymak suretiyle yoğun yerleşim sıklığında etlik piliç yetiştiriciliği yapmak zorunda kalmışlardır (Khalil ve ark., 2021). Ancak yoğun yerleşim sıklığında yetiştirme, etlik piliçlerde kortikosteron stres hormonu düzeyinin yanısıra kümes içi ortam sıcaklığının ve nem içeriğinin artması gibi pek çok stres unsurlarının artmasına neden olmaktadır (Sugiharto, 2022). Söz konusu stres unsurları; etlik piliçlerin besi performansının kötüleşmesine, sağlığının ve refahının bozulmasına (Sugiharto, 2022; Oddon ve ark., 2021), ince bağırsak mikroflorasının patojen bakteriler lehine bozulmasına (Sugiharto, 2022) ve et kalitesinin kötüleşmesine (Khalil ve ark., 2021) yol açmaktadır. Etin bakteri içeriği öncelikle ince bağırsaktan ete geçen bakterinin yapısı ve derecesi ile ilgili olduğundan etlik piliçleri yoğun yerleşim sıklığında yetiştirme durumunda patojen bakteriler lehine bozulan ince bağırsak mikroflorasından ete geçen patojen bakteri miktarı artmakta ve bu da etin kalitesi ile mikroorganizma içeriğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Hue ve ark., 2011). Ayrıca yoğun yerleşim sıklığında artan sıcaklık stresi de etlik piliçlerde oksidatif strese de yol açabilmektedir (Son ve ark., 2022). Oksidatif stres ise; dokularda özellikle ette lipidlerin, nükleik asitlerin ve proteinlerin oksidasyonuna yol açarak etin kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Son ve ark., 2022). Yoğun yerleşim sıklığında yetiştirmenin etlik piliç etinin kalite parametrelerinden olan pH değerini (Simitzis ve ark., 2012; Goo ve ark., 2019a, b; Costa ve ark., 2021; Khalil ve ark., 2021; Son ve ark., 2022; Thema ve ark.,

2022), su tutma kapasitesini (Goo ve ark., 2019b), sızdırma kayıplarını (Wang ve ark., 2014; Thema ve ark., 2022) ve pişirme kayıplarını (Simitzis ve ark., 2012; Costa ve ark., 2021; Son ve ark., 2022) önemli ölçüde etkilemediğine ilişkin araştırmalar olmakla beraber yoğun yerleşim sıklığının etlik piliç etinin su tutma kapasitesini azalttığına (Khalil ve ark., 2021), sızdırma ve pişirme kayıplarını da artırdığına (Khalil ve ark., 2021; Weimer ve ark., 2022) dair araştırmalar da bulunmaktadır.

Yoğun yerleşim sıklığında yetiştirilen etlik piliçlerin ince bağırsak mikroflorasını ve histomorfolojik yapısını olumsuz yönde etkilemesinin sonucu olarak kötüleşen besi performansının iyileştirilmesi amacıyla uzun yıllar boyunca antibiyotik kökenli büyüme faktörleri (ABF) kullanılmıştır (Hooge ve ark., 2003). Ancak etlik piliç rasyonlarında ABF'lerin uzun süre kullanılması ABF'lere karşı patojen bakterilerin direnç kazanmalarına (Shazali ve ark., 2014) ve insan sağılığını tehdit edecek şekilde ette kalıntı problemlerine (Aslam ve ark., 2021) yol açmıştır. Söz konusu nedenlerden dolayı; 2006 yılında Avrupa Birliği tarafından ABF'lerin etlik piliç rasyonlarında kullanılmasına yasak getirilmesi, etlik piliç rasyonlarında ABF'lere alternatif doğal antibakteriyel yem katkı maddelerinin kullanımına olan ilgiyi artırmıştır. Sonuç olarak, özellikle son yıllarda etlik piliçlerde yoğun yerleşim sıklığının neden olduğu stresin besi performansı, ince bağırsak mikroflora içeriğı ile histomorfolojik yapısı ve etin kalitesi üzerine olan olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla yoğun yerleşim sıklığında yetiştirilen etlik piliçlerin rasyonuna probiyotik, prebiyotik ve sinbiyotikler gibi doğal antibakteriyel yem katkı maddelerinin ilavesine yönelik çalışmalara ağırlık verilmiştir (Khalil ve ark., 2021; Sugiharto, 2022). Normal yerleşim sıklığında yetiştirilen etlik piliçlerin rasyonuna probiyotik ilavesinin etlik piliç etinin kalite parametreleri (pH, su tutma kapasitesi, sızdırma ve pişirme kayıpları) (Zhou ve ark., 2010; Abdulla ve ark., 2017; Bai ve ark., 2017; SoumeH ve ark., 2021) ile bakteri içeriğine etkisine yönelik (Mahajan ve ark., 2000a; Aksu ve ark., 2005) araştırmalar bulunmaktadır. Ancak yoğun yerleşim sıklığında yetiştirilen etlik piliçlerin rasyonuna probiyotik ilavesinin hem et kalitesi hem de etin bakteri içeriğı üzerine etkisini inceleyen oldukça az sayıda araştırma (Khalil ve ark., 2021) bulunmaktadır. Söz konusu çalışmada yoğun yerleşim sıklığında yetiştirilen etlik piliçlerin rasyonuna probiyotik ilavesinin etin pH içeriğini etkilememekle beraber su tutma kapasitesini artırdığı, sızdırma ve pişirme kayıplarını

ise azalttığı, toplam aerobik bakteri ile *koliform* bakteri içeriğini etkilemediği belirlenmiştir.

Özellikle son yıllarda etlik piliçlerin rasyonunda ABF'lere alternatif antibakteriyel bir yem katkı maddesi olarak probiyotiklerle fermente edilmiş kurutulmuş un kurdu larva ununun kullanımı gündeme gelmiştir (Islam ve Yang, 2017). Protein kaynağı yeni bir yem maddesi olarak böcekler, diğer hayvansal kaynaklı yem maddelerine kıyasla, organik kalıntıları daha verimli bir şekilde proteine dönüştürme yetenekleri, daha az yere ve suya ihtiyaç duymaları, daha düşük çevresel etki ile yüksek besin değerleri gibi pek çok avantajlara sahiptir (Borojerdı & Rajabzadeh, 2021; Lee ve ark., 2022; Sedgh-Gooya ve ark., 2022). Sarı un kurdu dahil yedi böcek türü, su ürünleri rasyonlarında kullanılmak üzere Avrupa Birliği (AB) tarafından onaylanmıştır (Reg. 2017/893/UE). Komisyon Yönetmeliği (UE) 2021/1372'ne göre de, tavukları ve domuzları beslemek için böceklerden üretilen proteinlerin kullanımına izin verilmiştir (Luparelli ve ark., 2022). Bu bağlamda etlik piliç rasyonunda un kurdu larva unu (MLM) kullanımı son zamanlarda önem kazanmıştır (Benzertiha ve ark., 2020; Sedgh-Gooya ve ark., 2022). Un kurdu larva unu yüksek besin maddesi içeriğine sahip bir yem maddesi olmasının yanısıra (Kwon ve ark., 2020) antimikrobiyal peptidler (Elahi ve ark., 2022) ve kitin (Gasco ve ark., 2018) içeriğinden dolayı kanatlı besleme için antibakteriyel bir yem katkı maddesi niteliğindedir (Islam ve Yang 2017). Un kurdu larva ununun kitin içeriği % 4.30-8.91 olarak bildirilmektedir (Hong ve ark., 2020). Ancak un kurdu larva ununun yapısındaki kitinin büyük çoğunluğu etlik piliçlerin sindirim sisteminde özellikle kör bağırsaktaki mikroorganizmalar sayesinde salgılanan kitinaz enzimi ile önce bir prebiyotik olan kitooligosakkaritlere sonrasında da mikrobiyal fermentasyonla antibakteriyel aktiviteye sahip kısa zincirli yağ asitlerine parçalanmaktadır (Lee ve ark., 2022). Un kurdu larva unundaki kitinin parçalanma ürünleri; etlik piliçlerin bağırsak yararlı mikroflorası için hem substrat görevi yapmakta hem de antibakteriyel özellik taşımaktadır (Borrelli ve ark., 2017).

Sonuç olarak, un kurdu larva ununun antibakteriyel bileşenlerinin ortaya çıkarılması, kitini parçalayabilen spesifik mikroorganizmalar kullanılarak fermentasyon ile gerçekleştirilebilmektedir (Mulyono ve ark., 2019; Hadj Saadoun ve ark., 2020). Bazı

araştırmalar, etlik piliçler için un kurdu larva unu ve kara asker sineği larva unu gibi geleneksel olmayan yem maddelerinin besin değerini artırmak ve fonksiyonel yem katkı maddesi oluşturmak için olası bir stratejinin katı ürün fermentasyonunun olduğuna işaret etmektedir (Islam ve Yang, 2017; Mulyono ve ark., 2019; Luparelli ve ark., 2022). Katı ürün fermentasyonu, seçilen mikroorganizmaların doğal olarak adapte olduğu doğal ortamı uyardığı için serbest suyun neredeyse yokluğunda gerçekteşen bir mikrobiyal fermentasyon türüdür (Peng ve ark., 2022). Probiyotik bakteri türleri arasında özellikle kitinaz aktiviteli Lactobasilli (Laktik asit bakterileri, LAB), un kurdu larva ununun katı faz fermentasyonu için en çok kullanılan bakteri olarak bildirilmektedir (Islam ve Yang, 2017). Fermentasyon sırasında oluşan asidik ortam ve LAB'nin kitinolitik aktivitesi, kitini parçalayan LAB endojen hidrolitik kitinaz enzimlerinin faaliyetlerini kolaylaştırmaktadır. LAB'nin katı ürün fermentasyon işlemi esnasında organik asitler ile N-asetil glukozamin monomer birimi ve kitooligosakkarit gibi yeni biyoaktif bileşikleri üretme kabiliyeti, katı faz fermente edilmiş un kurdu larva ununun doğal antibakteriyel yem katkı maddesi olarak kullanılma olasılığını ön plana çıkarabilmektedir (Hadj Saadoun ve ark., 2020; Luparelli ve ark., 2022). Böylece hem probiyotik içeriğinden hem de kitinin parçalanma ürünlerini içermesinden dolayı fermente un kurdu larva ununa antibakteriyel yem katkı maddesi niteliği kazandırılmış olunabilmektedir.

Bu nedenle söz konusu çalışma; normal ve yüksek yerleşim sıklığında yetiştirilen ve yeni bir antibakteriyel yem katkısı olarak iki farklı probiyotikle katı ürün fermentasyonuna tabii tutularak elde edilmiş olan fermente edilmiş un kurdu larva unu ilaveli rasyonlarla beslenen etlik piliçlerin göğüs etinin kalitesini ve bakteri içeriğini incelemek amacıyla planlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Yerleşim sıklığıyla ilgili kaynak özetleri

Simitzis ve ark., (2012), etlik piliçlerde yerleşim sıklığının but etinin kalitesi üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında etlik piliçleri 49 günlük deneme süresince 2 farklı yerleşim sıklığında (6 veya 13 adet etlik piliç/m²) yetiştirmişlerdir. Araştırma sonucuna göre; 2 farklı yerleşim sıklığında barındırma deneme sonu itibariyle etlik piliçlere ait göğüs etlerinin 24. saatteki pH değerini ve pişirme kaybını, but etlerinin ise pişirme kaybını önemli derecede etkilememiştir.

Wang ve ark., (2014), yerleşim sıklığının etlik piliçlerin göğüs etinin kalite parametreleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla; etlik piliçleri 42 günlük yaşa kadar 2 farklı yerleşim sıklığında (11 veya 15.4 etlik piliç/m²) yetiştirmişlerdir. Araştırmalarının sonucunda; artan yerleşim sıklığının göğüs etinin 45. dak.'daki pH değerini ve sızdırma kayıplarını önemli derecede etkilemediğini bulmuşlardır.

Goo ve ark., (2019a), düşük (9 adet etlik piliç/m²) ve yüksek (18 adet etlik piliç/m²) yetiştirmenin etlik piliçlere ait göğüs etinin 1. ve 24. saatteki pH değerini önemli derecede etkilemediğini ancak yüksek yerleşim sıklığının göğüs etinin su tutma kapasitesini önemli derecede artırdığını bulmuşlardır.

Goo ve ark., (2019b), 4 farklı yerleşim sıklığında (9, 12, 15 veya 18 adet etlik piliç/m²) yetiştirmenin etlik piliçlerde göğüs etinin kalitesi üzerine etkisini incelemek amacıyla 28 gün süreyle yaptıkları çalışmalarında; yerleşim sıklığının deneme sonu (28. gün) itibariyle göğüs etinin 1. ve 24. saatteki pH değeri ile su tutma kapasitesini önemli derecede etkilemediğini belirlemişlerdir.

Costa ve ark. (2021), 2 farklı yerleşim sıklığında (24 veya 30 kg/m²) yetiştirmenin etlik piliçlere ait göğüs etinin kalitesi üzerine etkilerini incelemek amacıyla 42 günlük bir araştırma yapmışlardır. Araştırma sonucuna göre; deneme sonunda yerleşim sıklığının

göğüs etinin kesimden sonraki ilk 6. saatteki pH değerini ve pişirme kayıplarını önemli derecede etkilemediğini bulmuşlardır.

Khalil ve ark., (2021), etlik piliçleri düşük (10 adet etlik piliç/m²) ve yüksek (15 adet etlik piliç/m²) yerleşim sıklığında yetiştirmenin deneme sonu itibariyle göğüs etinin pH değerini ve pişirme kaybını önemli derecede etkilemediğini, ancak yüksek yerleşim sıklığında yetiştirmenin düşük yerleşim sıklığında yetiştirmeye nazaran göğüs etinin su tutma kapasitesini önemli derecede azaltırken, sızdırma kayıplarını da önemli derecede artırdığını bulmuşlardır.

Son ve ark., (2022), yerleşim sıklığının etlik piliçlerde göğüs etinin kalite parametreleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında; 28 günlük yaştaki etlik piliçleri 7 gün süreyle 5 farklı yerleşim sıklığında (16, 18, 21, 23 veya 26 adet etlik piliç/m²) yetiştirmişlerdir. Araştırma sonuçları; yerleşim sıklığının göğüs etinin pH değerini ve pişirme kayıplarını etkilemediğini ancak m²'de 21 veya 23 adet etlik pilicin yetiştirilmesinin, m²'de 16 adet etlik pilicin yetiştirilmesine nazaran göğüs etinin su tutma kapasitesini önemli derecede artırdığını ortaya koymuştur.

Thema ve ark., (2022), 5 farklı yerleşim sıklığında (10, 15, 20, 25 veya 30 adet etlik piliç/m²) yetiştirmenin göğüs etinin kalite parametreleri üzerine incelemek amacıyla etlik piliçler üzerinde 42 gün süreyle yaptıkları çalışmalarının sonucuna göre; yerleşim sıklığının göğüs etinin pH değerini, pişirme ve sızdırma kayıpları ile su tutma kapasitesini önemli derecede etkilemediğini belirlemişlerdir.

Weimer ve ark., (2022), normal (29 kg/m²) veya yüksek (37 kg/m²) yerleşim sıklığında yetiştirmenin etlik piliçlerinde göğüs ve but etinin kalite parametreleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında; yerleşim sıklığının göğüs ve but etinin başlangıç ve 24. saatteki pH değeri ile but etinin pişirme kaybını önemli derecede etkilemediğini ancak yüksek yerleşim sıklığının normal yerleşim sıklığına nazaran göğüs etinin pişirme kaybını önemli derecede artırdığını bulmuşlardır.

2.2. Karma yeme probiyotik ilavesiyle ilgili kaynak özetleri

Zhou ve ark., (2010), etlik piliç karma yemlerine 3 farklı düzeyde (1.0×10^6 cfu/g, 2.0×10^6 cfu/g ve 5.0×10^6 cfu/g) probiyotik (*B. coagulans*) ilavesinin et kalitesi üzerine olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında; karma yeme probiyotik ilavesinin göğüs etinin hemen kesimden sonraki pH değerini önemli derecede etkilemediğini ancak 3. gündeki sızdırma kaybını kontrol grubununkine nazaran önemli derecede azalttığını bulmuşlardır.

Abdulla ve ark., (2017), etlik piliçler üzerinde yürüttükleri 42 günlük bir araştırmada karma yeme 5 g/kg düzeyinde probiyotik (Bioplus) ilavesinin yem katkı maddesi ilave edilmeyen kontrol grubuna nazaran etlik piliçlere ait göğüs etinin 1. gündeki sızdırma kaybına önemli bir etkisinin olmadığını ancak 7. günde sızdırma kaybını, 1. ve 7. günlerde pişirme kaybını, 0., 1. ve 7. günlerde ise göğüs etinin pH değerini önemli derecede azalttığını bulmuşlardır.

Bai ve ark., (2017), etlik piliç üzerinde yürüttükleri 42 günlük bir araştırmada; etlik piliçleri hiçbir yem katkı maddesi içermeyen kontrol rasyonu ve kontrol rasyonuna 3 farklı düzeyde (2×10^{10} cfu/kg, 3×10^{10} cfu/kg veya 4×10^{10} cfu/kg) probiyotik (*Bacillus subtilis* fmbj) ilaveli rasyonlarla beslemişlerdir. Araştırma sonucuna göre; rasyona probiyotik ilavesi ilk 45. dak.'da ve 24. saatte göğüs etinin pH değerini önemli derecede etkilemezken, 3×10^{10} cfu/kg veya 4×10^{10} cfu/kg düzeylerinde probiyotik ilaveli rasyonlarla besleme gerek kontrol rasyonuna gerekse de 2×10^{10} cfu/kg probiyotik ilaveli rasyonla beslemeye nazaran göğüs etinin sızdırma ve pişirme kayıplarını önemli derecede azaltmıştır.

Khalil ve ark., (2021), yüksek yerleşim sıklığında (15 adet/m^2) yetiştirilen etlik piliçlerin rasyonuna probiyotik ilavesinin probiyotik ilave edilmeyenlerinkine nazaran göğüs etinin pH değerini ve pişirme kaybını etkilememekle beraber, su tutma kapasitesini önemli derecede artırdığını sızdırma kaybını da önemli derecede azalttığını bulmuşlardır. Ayrıca gerek yerleşim sıklığının gerekse de rasyona probiyotik ilavesinin

etlik piliçlerin karkasının toplam aerobik bakteri ile koliform bakteri içeriğini önemli derecede etkilemediği de belirlenmiştir.

Soumeih ve ark., (2021), rasyona sinbiyotik (250 g/ton probiyotik+ 250 g/ton prebiyotik) veya 2 farklı düzeyde (250 veya 500 g/ton) probiyotik ilavesinin etlik piliçlerde et kalitesi üzerine etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları 42 günlük araştırmada; rasyon muamelelerinin göğüs etinin pH değerini, su tutma kapasitesini ve pişirme kaybını önemli derecede etkilemediğini belirlemişlerdir.

2.3. Karma yemde siyah asker sineği veya un kurdu larva unu kullanımıyla ilgili kaynak özetleri

Kareem ve ark., (2018), etlik piliç karma yemlerinde % 0, % 2, % 4, % 6, % 8 ve % 10 düzeylerinde siyah asker sineği larva unu kullanılmasının göğüs etinin kesimden hemen sonraki pH değerini, pişirme ve sızdırma kayıplarını önemli derecede etkilemediğini bulmuşlardır.

Schiavone ve ark., (2019), etlik piliç karma yemlerinde protein kaynağı olarak 50, 100 ve 150 g/kg düzeylerinde yağı alınmış siyah asker sineği larva unu kullanımının et kalitesine etkilerini inceledikleri araştırmalarında; göğüs etinin kesimden hemen sonraki pH değerinin, sızdırma ve pişirme kayıplarının rasyon muamelelerinden önemli derecede etkilemediğini belirlemişlerdir.

Elahi ve ark., (2022), etlik piliç karma yemlerinde yem katkı maddesi olarak değil ancak rasyonda protein kaynağı yem maddesi olarak sarı un kurdu ununun % 0, % 2, % 4 ve % 8 düzeylerinde kullanılmasının kontrol rasyonuna nazaran göğüs etinin 45. dak.'daki ve 24. saatteki pH değeri ile pişirme ve sızdırma kaybını önemli derecede etkilemediğini saptamışlardır.

Shaviklo ve ark., (2021), 4 farklı düzeyde (% 0, % 1, % 2 ve % 4) un kurdu larva unu içeren rasyonla beslemenin et kalitesi üzerine olan etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları 24 günlük araştırma sonucuna göre; özellikle % 2 ve % 4 düzeyinde un kurdu larva unu içeren rasyonlarla besleme, kontrol rasyonu ve % 1 düzeyinde un kurdu larva unu içeren rasyonla beslemeye nazaran göğüs etinin hemen kesimden sonraki pH değerini ve su tutma kapasitesini önemli derecede azalttığını bulmuşlardır.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan 60 adet etlik piliç göğüs eti Üniversitemiz Deney Hayvanları Yerel Etik Kurulu tarafından 2019-HADYEK-47 protokol numarası ile onaylanmış ve BAP komisyonu tarafından daha önceden desteklenmiş olan 2018/85 nolu proje kapsamında deneme sonunda kesilen etlik piliçlerden elde edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Göğüs etlerinin elde edildiği etlik piliçler üzerindeki *in vivo* çalışma

Çalışmada deneme başı canlı ağırlıkları istatistiki olarak birbirine benzer olan toplam 6 grup ve 5 tekerrürlü ve her bir tekerrürde de ilk 3 grup için 12 adet diğer 3 grup için 18 adet etlik erkek civciv bulunacak şekilde toplam 450 adet etlik erkek civciv kullanılmıştır. Araştırma, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü bünyesindeki etlik piliç ünitesinde yerde altlıklı sistem üzerinde Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde 2x3 faktöriyel düzenlenmiş deneme planına göre yürütülmüştür. Deneme civcivlerin kuluçkadan çıktığı ilk günden 42 günlük yaşa kadar devam ettirilmiştir. Çalışmada etlik piliç Ross 308'e ait besin maddesi gereksinimleri dikkate alınarak 0-10. gün başlatma (3025 Kkal/kg ME ve % 23 HP), 11-28. gün büyütme (3150 Kkal/kg ME ve % 22 HP) ve 29-42. gün bitirme (3200 Kkal/kg ME ve % 19 HP) rasyonları hazırlanmıştır.

Deneme grupları;

KONT12: m²'e 12 adet etlik piliç konulan ve fermente un kurdu larva unu ilavesiz karma yemle beslenen grup

UKLULP12: m²'e 12 adet etlik piliç konulan ve *Laktobasillus plantarum*'la fermente edilmiş un kurdu larva unu ilaveli (% 0.4 düzeyinde) karma yemle beslenen grup

UKLULB12: m²'e 12 adet etlik piliç konulan ve *Laktobasillus brevis*'le fermente edilmiş un kurdu larva unu ilaveli (% 0.4 düzeyinde) karma yemle beslenen grup

KONT18: m²'e 18 adet etlik piliç konulan ve fermente un kurdu larva unu ilavesiz karma yemle beslenen grup

UKLULP18: m²'e 18 adet etlik piliç konulan ve *Laktobasillus plantarum*'la fermente edilmiş un kurdu larva unu ilaveli (% 0.4 düzeyinde) karma yemle beslenen grup

UKLULB18: m²'e 18 adet etlik piliç konulan ve *Laktobasillus brevis*'le fermente edilmiş un kurdu larva unu ilaveli (% 0.4 düzeyinde) karma yemle beslenen grup şeklinde oluşturulmuştur.

Un kurdu larvası ise Ankara'daki özel bir firma tarafından HACCP kurallarına uygun olarak yetiştirilen *Tenebrio molitor* larvaları şeklinde temin edilmiştir. Temin edilmiş larvalar 20 saat süreyle 60⁰C sıcaklıktaki bir fırında kurutulup daha sonra da öğütülerek toz haline getirilmiştir. Katı ürün fermentasyonu esnasında probiyotik bakteriler un kurdu larva ununun protein içeriğini substrat olarak kullandıkları için zengin yağ içeriğine sahip un kurdu larva ununun ham yağ içeriği soxhelet ekstraksiyon yöntemi ile % 6.6 düzeyine kadar indirilmiş ve böylece ham protein içeriği % 76.2 düzeyine kadar artırılmıştır. Yağı içeriği azaltılmış ve protein içeriği artırılmış un kurdu larva ununun probiyotiklerle katı ürün fermentasyonunda 2 adet probiyotik bakteri (*Laktobasillus plantarum* veya *Laktobasillus brevis*) ile *Saccharomyces cerevisia* (ekmek mayası) kullanılmıştır. Fermentasyonda kullanılan kitinaz aktiviteleri yüksek probiyotik bakteriler (*Laktobasillus plantarum* veya *Laktobasillus brevis*) Atatürk Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji Laboratuvarları Neslihan Dikbaş Mikroorganizma Kültür Koleksiyonundan satın alınmıştır. Satın alınan probiyotik bakterilerin kitinaz enzim aktivitelerine ilişkin analizler Senol ve ark. (2014)'un metoduna göre Atatürk Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji laboratuvarında yapılmıştır. Analiz sonucuna göre; amonyum sülfatı çöktürme düzeyi bakımından kitinaz enzim aktiviteleri *Laktobasillus plantarum* ve *Laktobasillus brevis* için sırasıyla 15.00 U/L ve 11.36 U/L olarak bulunmuştur. *Saccharomyces cerevisiae* (ekmek mayası) ise piyasadan temin edilmiştir. Yağ içeriği azaltılmış ve protein içeriği artırılmış un kurdu larva ununun 2 farklı probiyotik bakteri ile fermentasyonu, Islam ve Yang (2017)'nin metodu modifiye edilerek Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Zootečni Bölümü laboratuvarındaki Yarı Katı Faz Fermentörde (Infors-HT, Labfors AG, Bottmingen, İsviçre) gerçekleştirilmiştir. Un kurdu larva unu ile probiyotik

bakteri suşlarının fermentasyon işlemi sırasında katı ortam olarak DDGS (Çözündürülebilir Kurutulmuş Damıtma Tahılları) ve yağı alınmış kurutulmuş pirinç kepeği kullanılmıştır. Finke (2007)'nin metoduna göre yapılan analiz sonucunda fermentasyon öncesi yağı azaltılmış un kurdu larva ununun kitin içeriği % 4.2 iken, *Laktobasillus plantarum* ve *Laktobasillus brevis*'le fermente edilmiş yağı azaltılmış un kurdu larva ununun kitin içeriği ise sırasıyla % 2.74 ve % 2.81 olarak bulunmuştur.

Denemenin 42. gününde her gruptan ortalama canlı ağırlığa yakın canlı ağırlıkta 10 adet olmak üzere 6 grup için toplam 60 adet etlik piliç kesime tabii tutulmuştur. Kesilen 60 adet etlik pilice ait göğüs etlerinin kalite parametrelerine bakılmış ancak bakteri içerikleri belirleninceye kadar -80°C'de saklanmıştır.

3.2.2. Göğüs etinin kalitesinin belirlenmesi

Kesilen etlik piliçlerden elde edilen 60 adet göğüs etinde pH, su tutma kapasitesi, sızıntı ve pişirme kaybı gibi et kalitesine ilişkin örneklerin analizleri Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni bölüm laboratuvarlarında analitik olarak belirlenmiştir.

3.2.2.1. Etin pH değerinin belirlenmesi

Etin pH değeri; göğüs etinin sağ tarafının 1/3'lük kısmından alınan ve üzerinde kalan dokuları tamamen uzaklaştırılan karkasta tespit edilmiştir. Et örneklerinin kesimden 15 dak. ve 24 saat (+4°C'de) sonraki pH değerleri, et pH ölçüm cihazı kullanılarak (Testo 205) belirlenmiştir. Ölçümler örneklerin 5 farklı bölgesinden alınarak, bu değerlerin ortalamasına göre pH değerleri bulunmuştur (Lu ve ark., 2007).

3.2.2.2. Etin su tutma kapasitesinin belirlenmesi

Göğüs etinin su tutma kapasitesinin belirlenmesi amacıyla; 1 g göğüs eti Whatman No:1 filtre kağıdı içine konularak 4 dak.'da 1,500 g'de santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi

sonrası filtre kağıdı içindeki et örneği 70⁰C'de 24 saat kurutularak etin su tutma kapasitesi saptanmıştır (Castellini ve ark., 2002).

3.2.2.3. Etin sızdırma kaybının belirlenmesi

Göğüs etinden 30 g alınarak ve vakum poşetler içerisine konularak vakumlanmıştır. Vakumlanan örnek +4⁰C'de depolanmıştır. 3 ve 7. günlerde vakum poşetlerinden çıkartılan örnekler bastırmadan kurularak tartılmıştır. Örneklerin ilk ağırlığı ile son ağırlığı arasındaki farkın, ilk ağırlığa oranlanmasıyla sızdırma kaybı %'de olarak belirlenmiştir (Bond & Warner, 2007; Chiang ve ark., 2008).

3.2.2.4. Etin pişirme kaybının belirlenmesi

Göğüs etinden 20-25 g örnekler alınmış ve vakum poşetlerin içerisine konularak sıcak su banyosunda (70⁰C'de) 40 dak. pişirilmiştir. Daha sonra örnekler yaklaşık 30 dak oda sıcaklığına (25⁰C'e) düşünceye kadar musluk suyunun altında bekletilmiş ve örnekler poşetlerden çıkarılarak bastırmadan kurulanmıştır (Mitchothai ve ark., 2006). Örneklerin ilk ağırlığı ile son ağırlığı arasındaki farkın ilk ağırlığa oranlanması ile pişirme kaybı %'de olarak belirlenmiştir.

3.2.3. Göğüs etinin bakteri içeriğinin belirlenmesi

Kesilen etlik piliçlerden elde edilen 60 adet göğüs eti toplam aerobik bakteri, *E. koli* ve laktik asit bakteri içeriğinin belirlenmesi amacıyla analiz edilinceye kadar -80⁰C'de saklanmıştır. Analizlerin yapılacağı zaman buzdolabında çözdürülen et örneklerinden 10 g alınarak % 0.85'lik tuzlu su ile 1:10 oranında 10⁻¹'den 10⁻⁹'a kadar seyreltilerek ve daha sonra besiyerlere ekim yapılmıştır. Toplam aerobik bakteri, *E. koli* ve laktik asit bakteri sayımı Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Hayvan Yetiştirme laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Toplam aerobik bakteri sayımı plate count agar, *E. koli* sayımı Tryptic Soy agar, laktik asit bakteri sayımı Man Rogosa ve Sharpe Agar besiyerlerinde yapılmıştır. Toplam aerobik bakteri ve *E. koli* sayımı aerobik koşullarda 37⁰C'de 24-48 saatlik inkübasyon sonunda gerçekleştirilirken, laktik

asit bakteri sayımı anaerobik koşullarda 37°C’de 72 saatlik inkübasyon sonunda gerçekleştirilmiştir (Gratta ve ark., 2019).

3.2.4. İstatistiki analizler

Deneme sonunda elde edilen veriler 2 farklı yerleşim sıklığı (m²’de 12 ve 18 adet civcivin barındırılması) ve 3 farklı un kurdu larva unu probiyotiğı ilaveli olarak Tesadüf Parselleri deneme deseninde 2x3 faktöriyel düzenlenmiş deneme planına göre varyans analizine tabii tutulmuş (SPSSWIN 2007), önemli farklılığın saptanması durumunda bu farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunun belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi (Duncan, 1955) uygulanmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Göğüs etinin kalite parametreleri

Deneme muamelelerinin göğüs etinin kalite parametreleri üzerine etkileri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Deneme muamelelerinin göğüs etinin kalite parametreleri üzerine etkileri

Yerleşim sıklığı (YS), adet/m ² 'de	Deneme rasyonları (DR)	pH değeri		Su Tutma Kapasitesi	Sızdırma Kaybı		Pişirme Kaybı
		15. dak	24. saat		3. gün	7.gün	
12	KONT	6.70	6.06	54.86	12.35	15.46	27.19
12	UKLULP	6.56	5.90	56.08	9.77	10.91	24.84
12	UKLULB	6.38	5.84	55.22	11.57	13.45	24.95
18	KONT	5.92	5.81	53.71	12.50	16.74	28.10
18	UKLULP	5.95	5.86	55.62	9.81	11.35	25.44
18	UKLULB	5.93	5.80	55.06	11.78	14.03	25.78
OSH		0.053	0.018	0.374	0.346	0.462	0.313
YS							
12		6.55 ^a	5.93 ^a	55.39 ^a	11.23	13.27 ^b	25.66 ^b
18		5.93 ^b	5.82 ^b	54.80 ^b	11.36	14.04 ^a	26.44 ^a
OSH		0.047	0.020	0.505	0.404	0.246	0.236
DR							
KONT		6.31	5.94 ^a	54.29 ^b	12.42 ^a	16.10 ^a	27.64 ^a
UKLULP		6.26	5.88 ^b	55.85 ^a	9.79 ^c	11.13 ^c	25.14 ^b
UKLULB		6.16	5.82 ^b	55.14 ^a	11.67 ^b	13.74 ^b	25.37 ^b
OSH		0.058	0.024	0.637	0.446	0.306	0.260
<i>p değeri</i>							
YS		0.000	0.000	0.037	0.831	0.017	0.043
DR		0.173	0.007	0.024	0.005	0.000	0.000
YSxDR İnteraksiyonu		0.139	0.054	0.914	0.994	0.700	0.916

^{a-c}Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001)

OSH: Ortalama Standart Hata

4.1.1. pH değeri

Çizelge 4.1.'den de anlaşıldığı üzere; yüksek yerleşim sıklığında yetiştirme normal yerleşim sıklığında yetiştirmeye nazaran göğüs etinin ilk 15. dak.'daki ve 24. saatteki pH değerini önemli derecede (P<0.001) azaltmıştır. Bu azalmanın; yüksek yerleşim

sıklığından kaynaklanan strese bağılı olarak kas (göğüs etinin) depo glikojeninin laktik aside dönüşmesinden ve kas içerisinde laktik asidin birikimden kaynaklanabileceği ifade edilmektedir (Abdulla ve ark., 2017). Araştırma sonucumuz; göğüs etinin pH değerinin yerleşim sıklığından etkilenmediğine ilişkin Simitzis ve ark., (2012), Wang ve ark., (2014), Goo ve ark., (2019 a,b), Costa ve ark., (2021), Khalil ve ark., (2021), Son ve ark., (2022), Thema ve ark., (2022) ve Weimer ve ark., (2022)'nın araştırma bulgularıyla uyum içerisinde olmamıştır. Araştırma sonuçları arasındaki uyumsuzluğun metre kareye konulan hayvan sayısındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülebilir.

Ancak rasyon muameleleri göğüs etinin ilk 15. dak.'daki pH değerini önemli derecede etkilemezken, UKLULP ve UKLULB rasyonlarıyla besleme kontrol rasyonu ile beslemeye nazaran göğüs etinin 24. saatteki pH değerini önemli derecede ($P < 0.01$) azaltmıştır (Çizelge 4.1.). Göğüs etinin pH değerindeki azalmanın; rasyona ilave edilen fermente un kurdu larva unlarının antibakteriyel yem katkı maddesi özelliğine sahip olmalarından dolayı ette proteinin degradasyonuna yol açarak amonyak vb. bazı ürünlerin açığa çıkmasına neden olan patojen bakterilerin büyümesini ve çoğalmasını önlemesinden kaynaklandığı düşünülebilmektedir (Zhang ve ark., 2017; Shaviklo ve ark., 2021). Araştırmamızda kullandığımız yem katkı maddesi ile ilgili araştırma bulunmamakla beraber rasyona ilave ettiğimiz fermente un kurdu larva ununun hem probiyotik hem de prebiyotik özelliğe sahip antibakteriyel yem katkı maddesi olması nedeniyle araştırma sonucumuzu probiyotikle kıyaslamaya çalıştık. Araştırma bulgumuz; Abdulla ve ark. (2017)'nin rasyona probiyotik ilavesinin göğüs etinin 24. saatteki pH değerini önemli ölçüde azalttığına ilişkin araştırma sonucuyla uyum içerisinde olmuştur. Ancak araştırma sonucumuzun aksine; Bai ve ark. (2017) rasyona probiyotik ilavesinin göğüs etinin 24. saatteki pH değerini önemli derecede etkilemediğini bulmuşlardır. Ayrıca Soumeih ve ark. (2021) da etlik piliç rasyonuna sinbiyotik veya probiyotik ilavesinin göğüs etinin pH değerini önemli derecede etkilemediğini bulmuşlardır.

Araştırma sonucumuz Shaviklo ve ark. (2021)'nin etlik piliçleri artan düzeyde un kurdu larva unu içeren rasyonla beslemenin kontrol rasyonu ile beslemeye nazaran göğüs etinin hemen kesimden sonraki pH değerini önemli derecede azalttığına ilişkin

bulgularıyla uyumlu bulunmamıştır. Araştırma sonucumuzun aksine; Elahi ve ark. (2022) etlik piliç karma yemlerinde artan düzeyde sarı un kurdu ununun kullanılmasının kontrol rasyonuna nazaran göğüs etinin 24. saatteki pH değerini önemli derecede etkilemediğini bildirmişlerdir.

Sonuçlar arasındaki bu farklılıklar kas glikojen içeriğinin, etlik piliç türünün ve rasyonda kullanılan yem katkı maddesinin bileşiminin ve sahip olduğu özelliğinin farklılığından ileri gelebilir.

Etlik piliçlerin göğüs etinin ilk 15.dak'daki ($P>0.05$) ve 24. saatteki ($P>0.054$) pH değeri üzerine yerleşim sıklığı x deneme rasyonu interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1.).

4.1.2. Su tutma kapasitesi

Deneme muamelelerinin göğüs etinin su tutma kapasitesi üzerine etkileri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Yüksek yerleşim sıklığında yetiştirme normal yerleşim sıklığında yetiştirmeye nazaran etlik piliçlerin göğüs etinin su tutma kapasitesini önemli derecede ($P<0.05$) azaltmıştır. Su tutma kapasitesindeki azalmanın; yüksek yerleşim sıklığında yetiştirme durumunda artan stres hormonlarının ve sıcaklık stresinin etkisiyle etlik piliç göğüs etindeki pH'nın azalmasının sonucu olarak miyofibriller proteinlerin büzülmesinden ve sarkoplazmik proteinlerin yapılarının bozulmasından dolayı etin su bağlama yeteneğinin azalmasından kaynaklanabildiği bildirilmektedir (Güney ve Toplu, 2017). Özellikle stres unsurlarının etkisiyle göğüs eti gibi kas hücrelerinin bütünlüğünün bozulmasıyla hücre içindeki sıvının hücrenin dışına çıktığı ve bunun sonucu olarak etin su tutma kapasitesinin de azaldığı bildirilmektedir (Stanley ve ark., 1991). Araştırma sonucumuz; yüksek yerleşim sıklığında yetiştirmenin göğüs etinin su tutma kapasitesini azalttığına ilişkin Khalil ve ark. (2021)'nin bulgusuyla uyum içerisinde iken yüksek yerleşim sıklığının göğüs etinin su tutma kapasitesini artırdığına (Goo ve ark. 2019a ve Son ve ark., 2022) veya etkilemediğine (Thema ve ark., 2022) ilişkin araştırma bulgularıyla da

uyum içerisinde olmamıştır. Araştırma sonuçları arasındaki farklılığın denemede kullanılan etlik piliçin türünden, metre kareye konan hayvan sayısından ve kesim yaşının farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

UKLULP ve UKLULB rasyonlarıyla besleme, kontrol rasyonuyla beslemeye nazaran etlik piliçlerin göğüs etinin su tutma kapasitesini önemli derecede artırmıştır ($P<0.05$). Göğüs etinin su tutma kapasitesindeki artışın; rasyona ilave edilen fermente un kurdu larva unlarının antibakteriyel yem katkı maddesi özelliğine sahip olmalarından dolayı ette protein degradasyonuna neden patojen bakterilerin büyümesini ve çoğalmasını önlemesinin sonucu olarak kas hücresi olarak ifade ettiğimiz göğüs etinin hücresel anlamda bütünlüğünü stabilize etmesinden dolayı su bağlama yeteneğini artırdığı bildirilmektedir (Mitsumoto ve ark., 2005; Son ve ark., 2022). Araştırma bulgumuz Khalil ve ark. (2021)'nin yüksek yerleşim sıklığında (15 adet/m²) yetiştirilen etlik piliçlerin rasyonuna probiyotik ilavesinin probiyotik ilave edilmeyenlerinkine nazaran göğüs etinin su tutma kapasitesini önemli derecede artırdığına ilişkin araştırma sonucuya uyum içerisinde olmuştur. Araştırma bulgumuzun aksine; Soumeh ve ark. (2021), rasyona sinbiyotik veya probiyotik ilavesinin etlik piliçlerde göğüs etinin su tutma kapasitesini önemli derecede etkilemediğini belirlemişlerdir. Ayrıca Shaviklo ve ark. (2021) da etlik piliçleri özellikle % 2 ve % 4 düzeyinde un kurdu larva unu içeren rasyonlarla beslemenin, kontrol rasyonu ile beslemeye nazaran göğüs etinin su tutma kapasitesini önemli derecede azalttığını bulmuşlardır. Araştırma sonuçları arasındaki farklılık kullanılan yem katkı maddelerinin farklılığından ileri gelebilmektedir.

Etlik piliçlerin göğüs etinin su tutma kapasitesi üzerine yerleşim sıklığı x deneme rasyonu interaksyonunun etkisi önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.1.).

4.1.3. Sızdırma kaybı

Yerleşim sıklığı etlik piliçlerin göğüs etinin 3. gündeki sızdırma kaybını önemli derecede etkilemezken, yüksek yerleşim sıklığında yetiştirme normal yerleşim sıklığında yetiştirmeye nazaran göğüs etinin 7. gündeki sızdırma kaybını önemli derecede ($P<0.05$) artırmıştır. Bu artış; yüksek yerleşim sıklığında yetiştirme

durumunda artan stres unsurlarından dolayı etlik piliç göğüs etinin su tutma kapasitesinin azalmasından kaynaklanabilmektedir (Khalil ve ark., 2021; Son ve ark., 2022). Araştırma bulgumuz Khalil ve ark. (2021)'nın etlik piliçleri yüksek yerleşim sıklığında yetiştirmenin düşük yerleşim sıklığında yetiştirmeye nazaran göğüs etinin sızdırma kayıplarını da önemli derecede artırdığına ilişkin araştırma sonucuyula uyum içerisinde bulunmuştur. Araştırma sonucumuzun aksine; Thema ve ark. (2022) yerleşim sıklığının göğüs etinin sızdırma kaybını önemli derecede etkilemediğini belirlemişlerdir. Araştırma sonuçları arasındaki farklılığın araştırmada kullanılan etlik piliçlerin türünün ve metre kareye konan hayvan sayısının farklı olmasından kaynaklanabildiği düşünülmektedir.

Çizelgeden de anlaşıldığı üzere göğüs etinin 3. ve 7. günlerdeki sızdırma kayıpları deneme rasyonlarından önemli derecede ($P < 0.001$) etkilenmiştir. Özellikle UKLULP ve UKLULB rasyonlarıyla besleme, kontrol rasyonuyla beslemeye nazaran etlik piliçlerin göğüs etinin 3. ve 7. günlerdeki sızdırma kayıplarını önemli derecede ($P < 0.001$) azaltmıştır. Bu azalmanın; rasyona yem katkı maddesi olarak ilave edilen fermente un kurdu larva unlarının antibakteriyel özelliklerinden dolayı kas hücresi olarak ifade ettiğimiz göğüs etinin hücresel anlamda bütünlüğünü stabilize etmesinden ve etin sarkoplazmik bileşenleri biriktirme yeteneğini artırmasından kaynaklandığı bildirilmektedir (Mitsumoto ve ark., 2005). Bunun sonucu olarak; sızdırma kaybından dolayı suda çözünen besin maddelerinin kaybı da önemli derecede azalabilmektedir (Sarica ve Urkmez 2018). Araştırma sonucumuz; Zhou ve ark. (2010), Abdulla ve ark. (2017), Bai ve ark. (2017), Khalil ve ark. (2021)'nın rasyona probiyotik ilavesinin probiyotik ilave edilmemiş kontrol rasyonunkine nazaran göğüs etinin sızdırma kaybını önemli derecede azalttığına ilişkin araştırma bulgularıyla uyum içerisinde bulunmuştur. Araştırma bulgumuzun aksine; Kareem ve ark. (2018) ve Schiavone ve ark. (2019) siyah asker sineği larva unu içeren rasyonla beslemenin, Elahi ve ark. (2022) da sarı un kurdu larva unu içeren rasyonla beslemenin kontrol rasyonu ile beslemeye nazaran etlik piliçlerin göğüs etinin sızdırma kaybını önemli derecede etkilemediğini belirlemişlerdir.

Etlik piliçlerin göğüs etinin sızdırma kaybı üzerine yerleşim sıklığı x deneme rasyonu interaksyonunun etkisi önemsiz ($P > 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.1.).

4.1.4. Pişirme kaybı

Yüksek yerleşim sıklığında yetiştirme normal yerleşim sıklığında yetiştirmeye nazaran etlik piliçlerin göğüs etinin pişirme kaybını önemli derecede ($P<0.05$) artırmıştır (Çizelge 4.1.). Bu artış; yüksek yerleşim sıklığında yetiştirme durumunda göğüs etinin su bağlama yeteneğinin azalmasından ve bunun sonucu olarak etin su tutma kapasitesinin azalmasından kaynaklanabilmektedir (Khalil ve ark., 2021; Son ve ark., 2022). Araştırma sonucumuz; Weimer ve ark. (2022)'nın yüksek yerleşim sıklığının normal yerleşim sıklığına nazaran etlik piliçlerin göğüs etinin pişirme kaybını önemli derecede artırdığına ilişkin araştırma bulgusuyla uyum içerisinde olmuştur. Araştırma sonucumuzun aksine; Simitzis ve ark. (2012), Costa ve ark. (2021), Khalil ve ark. (2021), Son ve ark., (2022) ile Thema ve ark. (2022) yüksek yerleşim sıklığında yetiştirmenin normal veya düşük yerleşim sıklığında yetiştirmeye nazaran göğüs etinin pişirme kaybını önemli derecede etkilemediğini bildirmişlerdir. Araştırma sonuçları arasındaki farklılık; metre kareye konan etlik piliç sayısının ve türünün farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.1.'den anlaşıldığı üzere; Özellikle UKLULP ve UKLULB rasyonlarıyla besleme, kontrol rasyonuyla beslemeye nazaran etlik piliçlerin göğüs etinin pişirme kaybını önemli derecede ($P<0.001$) azaltmıştır. Bu azalma; rasyona yem katkı maddesi olarak ilave edilen fermente un kurdu larva unlarının antibakteriyel özelliklerinden dolayı kas hücresi olarak ifade ettiğimiz göğüs etinin hücresel anlamda bütünlüğünü stabilize etmesinden ve su tutma kapasitesini artırmış olmasından ileri geldiği bildirilmektedir (Stanley ve ark., 1991; Mitsumoto ve ark., 2005; Son ve ark., 2022). Araştırma bulgumuz; Abdulla ve ark. (2017) ile Bai ve ark. (2017)'nin etlik piliçlerin rasyonuna probiyotik ilavesinin, probiyotik ilavesiz kontrol rasyonunkine nazaran göğüs etinin pişirme kaybını önemli derecede azalttığına ilişkin araştırma sonuçlarıyla uyum içerisinde olmuştur. Araştırma bulgumuzun aksine; Khalil ve ark. (2021) ile Soumeh ve ark. (2021)'nin etlik piliçlerin rasyonuna probiyotik veya sinbiyotik ilavesinin, kontrol rasyonunkine nazaran göğüs etinin pişirme kaybını önemli derecede etkilemediğini bildirmişlerdir. Bununla beraber; Elahi ve ark. (2020), etlik piliç karma yemlerinde yem katkı maddesi olarak değil ancak rasyonda protein kaynağı yem maddesi olarak sarı un

kurdu ununun artan düzeylerde kullanılmasının kontrol rasyonuna nazaran göğüs etinin pişirme kaybını önemli derecede etkilemediğini saptamışlardır.

Sonuçlar arasındaki farklılığın; rasyona ilave edilen yem katkı maddelerinin farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir.

Etlık piliçlerin göğüs etinin pişirme kaybı üzerine yerleşim sıklığı x deneme rasyonu interaksiyonunun etkisi önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.1.).

4.2. Göğüs etinin bakteri içeriği

Deneme muamelelerinin etlik piliçlerin göğüs etinin bakteri içerikleri üzerine etkileri Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. incelendiğinde; yüksek yerleşim sıklığında yetiştirilen normal yerleşim sıklığında yetiştirmeye nazaran etlik piliçlerin göğüs etinin 0. ($P<0.001$) ve 14. ($P<0.05$) günlerde toplam aerobik bakteri içeriği ile 14. gündeki ($P<0.05$) *koliform* bakteri içeriğini önemli derecede artırdığı, ancak 0. ($P<0.01$) ve 14. ($P<0.001$) günlerde ise *laktobasil* bakteri içeriğini ise önemli derecede azalttığı görülmektedir. Ayrıca UKLULP ve UKLULB rasyonlarıyla beslemenin, kontrol rasyonu ile beslemeye nazaran göğüs etinin 0. ($P<0.001$) ve 14. ($P<0.05$) günlerde toplam aerobik bakteri içeriğini azaltırken, 14. gündeki *koliform* bakteri içeriğini etkilemediği, ancak 0. ve 14. günlerde *laktobasil* bakteri içeriğini önemli derecede ($P<0.001$) artırdığı görülmektedir (Çizelge 4.2.). Araştırmamızda göğüs etinin *koliform* bakteri içeriğinin azalması *laktobasil* bakteri içeriğinin de artmış olması; rasyona ilave edilen fermente un kurdu larva unlarının hem probiyotik hem de prebiyotik özellik taşıyan antibakteriyel yem katkı maddesi özelliğine sahip olmalarından dolayı etlik piliçlerin ince bağırsağında yararlı mikroorganizmaların sayısını artırırken zararlı mikroorganizmaların sayısını da azaltmak suretiyle; ince bağırsaktan göğüs etine geçen yararlı mikroorganizma sayısını artırmış zararlı mikroorganizma sayısını da azaltmış olmasından kaynaklanabilmektedir (Khalil ve ark., 2021). Araştırma bulgularımız; Khalil ve ark. (2021)'nin gerek yerleşim sıklığının gerekse de rasyona probiyotik ilavesinin etlik piliçlerin karkasının toplam

aerobik bakteri ile *koliform* bakteri içeriğini önemli derecede etkilemediğine ilişkin araştırma bulgularıyla uyum içerisinde olmamıştır.

Sonuçlar arasındaki farklılığın; hem yerleşim sıklığında metre kareye konan hayvan sayısının hem de rasyona ilave edilen yem katkı maddelerinin farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir.

Etlik piliçlerin göğüs etinin bakteri içeriği üzerine yerleşim sıklığı x deneme rasyonu interaksyonunun etkisi önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.2.).



Çizelge 4.2. Deneme muamelelerinin göğüs etinin toplam aerobik bakteri, *koliform* ve *laktobasil* bakteri içeriği üzerine etkileri, log₁₀ CFU/g

Yerleşim sıklığı, adet/m ² 'de	Deneme rasyonları	Toplam aerobik bakteri		<i>Koliform</i> bakteri		<i>Laktobasil</i> bakteri	
		0. gün	14. gün	0. gün	14. gün	0. gün	14. gün
12	KONT	3.30	5.38	Saptanmadı	2.04	1.22	3.01
12	UKLULP	3.03	5.30	Saptanmadı	1.87	1.25	3.12
12	UKLULB	3.13	5.29	Saptanmadı	2.01	1.23	3.04
18	KONT	3.49	5.54	Saptanmadı	2.31	1.21	2.89
18	UKLULP	3.33	5.37	Saptanmadı	2.24	1.23	3.00
18	UKLULB	3.35	5.34	Saptanmadı	2.18	1.22	2.99
OSH		0.037	0.028		0.072	0.003	0.017
Yerleşim Sıklığı (YS)							
12		3.15 ^b	5.32 ^b	Saptanmadı	1.97 ^b	1.23 ^a	3.06 ^a
18		3.39 ^a	5.42 ^a	Saptanmadı	2.24 ^a	1.22 ^b	2.96 ^b
OSH		0.015	0.032		0.105	0.002	0.010
Deneme Rasyonları (DR)							
KONT		3.39 ^a	5.46 ^a	Saptanmadı	2.18	1.21 ^c	2.95 ^c
UKLULP		3.18 ^c	5.33 ^b	Saptanmadı	2.05	1.24 ^a	3.06 ^a
UKLULB		3.24 ^b	5.31 ^b	Saptanmadı	2.10	1.23 ^b	3.01 ^b
OSH		0.018	0.039		0.129	0.002	0.013
<i>p</i> değeri							
YS		0.000	0.049		0.015	0.001	0.000
DR		0.000	0.041		0.799	0.000	0.000
YSxDR İnteraksiyonu		0.136	0.551		0.852	0.728	0.169

^{a-c}Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (*P<0.05; **P<0.01;***P<0.001)

OSH: Ortalama Standart Hata

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

* Yüksek yerleşim sıklığında yetiştirme normal yerleşim sıklığında yetiştirmeye nazaran etlik piliçlerin göğüs etinin 15. dak'daki ve 24. saatteki pH değeri ile su tutma kapasitesini önemli derecede azaltırken, pişirme kaybını ve 7. gündeki sızdırma kaybını önemli derecede artırmıştır.

* Ayrıca etlik piliçleri yüksek yerleşim sıklığında yetiştirme normal yerleşim sıklığında yetiştirmeye nazaran depolamanın 0. ve 14. günlerinde göğüs etinin toplam aerobik bakteri içeriği ile depolamanın 14. günündeki *koliform* bakteri içeriğini önemli derecede artırırken, depolamanın 0. ve 14. günlerinde ise *laktobasil* bakteri içeriğini önemli derecede azaltmıştır.

*UKLULP ve UKLULB rasyonlarıyla besleme, fermente un kurdu larva unu içermeyen kontrol rasyonu ile beslemeye nazaran etlik piliçlerin göğüs etinin kesimden 24 saat sonraki pH değerini, 3. ve 7. günlerdeki sızdırma kayıplarını ve pişirme kaybını önemli derecede azaltırken, su tutma kapasitesini de önemli derecede artırmıştır.

*Bununla beraber UKLULP ve UKLULB rasyonlarıyla besleme, fermente un kurdu larva unu içermeyen kontrol rasyonu ile beslemeye nazaran etlik piliçlerin göğüs etinin 0. ve 14. günlerdeki toplam aerobik bakteri içeriğini önemli derecede azaltırken aynı günlerde *laktobasil* bakteri içeriğini de önemli derecede artırmıştır.

*Ancak etlik piliçlerin göğüs etinin tüm kalite parametreleri ve bakteri içerikleri yerleşim sıklığı x deneme rasyonu interaksiyonundan önemli derecede etkilenmemiştir.

Sonuç olarak; yerleşim sıklığı farketmeksizin yüksek veya normal yerleşim sıklıklarında yetiştirilen etlik piliçlerin rasyonlarına antibakteriyel yem katkı maddesi olarak *laktobasillus plantarum* veya *laktobasillus brevis*'le fermente edilmiş un kurdu larva unu ilave edilmesi, etlik piliçlerin göğüs eti kalite parametrelerine olumlu etkilerde bulunmuş ve göğüs etinde bakteri içeriğini iyileştirmiştir.

KAYNAKLAR

Abdulla, N.R., Zamri, A.N.M., Sabow, A.B., Kareem, K.Y., Nurhazirah, S., Ling, F.H., Sazili, A.Q. and Loh, T.C., 2017. Physico-chemical properties of breast muscle in broiler chickens fed probiotics, antibiotics and antibiotic-probiotic mix. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1): 64-70.

Aksu, M.I., Karaoglu, M., Esenbuga, N., Kaya, M., Macit, M. and Ockerman, H.W., 2005. Effect of a dietary probiotic on some quality characteristics of raw broiler drumsticks and breast meat. *Journal of Muscle Foods*, 16: 306-312.

Aslam, B., Khurshid, M., Arshad, M.I., Muzammil, S., Rasool, M., Yasmeen, N., Shah, T., Chaudhry, T.H., Rasool, M.H., Shahid, A., Xueshan, X. and Baloch, Z. 2021. Antibiotic Resistance: One Health One World Outlook. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 11: 1-20.

Bai, K., Huang, Q., Zhang, J., He, J., Zhang, L. and Wang, T., 2017. Supplemental effects of probiotic *Bacillus subtilis fmbj* on growth performance, antioxidant capacity and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 96: 74-82.

Benzertiha, A., Kierończyk, B., Kolodziejcki, P., Pruszyńska-Oszmalek, E., Rawski, M. and Józefiak, A., 2020. *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* full-fat meals as functional feed additives affect broiler chickens' growth performance and immune system traits. *Poultry Science*, 99 (1): 196-206.

Bond, J.J. and Warner, R.D., 2007. Ion distribution and protein proteolysis affect water holding capacity of *Longissimus thoracis et lumborum* in meat of lamb subjected to antemortem exercise. *Meat Science*, 75: 406–414.

Boroojerdi, N.N. and Rajabzadeh, M., 2021. The effect of replacing dried mealworm with soybean meal on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Research Square*, 1-16.

Borrelli, L., Coretti, L., Dipineto, L., Bovera, F., Menna, F., Chiariotti, L., Nizza, A., Lembo, F. and Fioretti, A., 2017. Insect-based diet, a promising nutritional source, modulates gut microbiota composition and SCFAs production in laying hens. *Science Reports*, 7: 16269/2017; 1-12.

Castellini, C., Mugnai, C. and Dal Bosco, A., 2002. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60: 219–225.

Chiang, W., Booren, A. and Strasburg, G. 2008. The effect of heat stress on thyroid hormone response and meat quality in turkeys of two genetic lines. *Meat Science*, 80: 615-622.

Costa, H.D.A., Vaz, R.G.M.V., Silva, M.C.D., Rodrigues, K.F., Sousa, L.F., Bezerra, L.D.S., Ribeiro, M.D.C., Barbosa, A.F.C., Almeida, J.S.D. and Oliveira, M.F.D., 2021. Performance and meat quality of broiler chickens reared on two different litter materials and at two stocking densities. *British Poultry Science*, 62 (3): 396-403.

Duncan DB., 1955. Multiple Range Test and Multiple F Tests. *Biometrics*, 11: 1-42.

Elahi, U., Xu, C.C., Wang, J., Lin, J., Wu, S.G., Zhang, H.J. and Qi, G.H. 2022. Insect meal as a feed ingredient for poultry. *Anim Bioscience*.35(2):332-346

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2013. Edible insects-future prospects for food and feed security. *FAO Forestry Paper*. 171: IX.

Finke, M., 2007. An estimate of chitin in raw whole insects. *Zoo Biology*, 26(2): 105-115.

Gasco, L., Finke, M. and van Huis, A., 2018. Can diets containing insects promote animal health? *Journal of Insects as Food and Feed*, 4(1):1-4.

Goo, D., Kim, J.H., Park, G.H., Reyes, J.B.D. and Kil, D.Y., 2019a. Effect of heat stress and stocking density on growth performance, breast meat quality and intestinal barrier function in broiler chickens. *Animals*, 9 (107): 1-10.

Goo, D., Kim, J.H., Choi, H.S., Park, G.H., Han, G.P. and Kil, D.Y., 2019b. Effects of stocking density and sex on growth performance, meat quality and intestinal barrier function in broiler chickens. *Poultry Science*, 98 (3): 1153-1160.

Gratta, F., Fasolato, L., Birolo, M., Zomeno, C., Novelli, M., Petracchi, M., Pascual, A., Xiccato, G. and Trocino, A., 2019. Effect of breast myopathies on quality and microbial shelf life of broiler meat. *Poultry Science*, 98: 2641-2651.

Güney, N. ve Toplu, H.D.O., 2017. Etlik piliçlerde kesim öncesi yönetimin stres ve et kalitesi üzerine etkileri. *Animal Health Production and Hygiene*, 6(2): 537-546.

Hadj Saadoun, J., Luparelli, A.V., Caligiani, A., Macavel, L.I., Maistrello, L., Neviani, E., Galaverna, G., Sforza, S. and Lazzi, C., 2020. Antimicrobial biomasses from lactic acid fermentation of black soldier fly prepupae and related by-products. *Microorganisms*, 8(11): 1-16.

Hong, J., Han, T. and Kim, Y.Y., 2020. Mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) as an alternative protein source for monogastric animal: A Review. *Animals*, 10 (2068): 1-20.

Hooge, D.M., Sims, M.D., Sefton, A.E., Spring, P. and Connolly, A., 2003. Effect of dietary mannan oligosaccharide with or without bacitracin or virginiamycin, on live performance of broiler chickens at relatively high stocking density on new litter. *Journal of Applied Poultry Research*, 12 (4): 461-467.

Hue, O., Allain, V., Laisney, M.J., Le Bouquin, S., Lalande, F., Petetin, I., Rouxel, S., Quesne, S., Gloaguen, P.Y., Picherot, M., Santolini, J., 2011. *Campylobacter* contamination of broiler caeca and carcasses at the slaughterhouse and correlation with *Salmonella* contamination. *Food Microbiology*, 28: 862-868.

Islam, Md. M. and Jang, C.J., 2017. Efficacy of mealworm and super mealworm larvae probiotics as an alternative to antibiotics challenged orally with *Salmonella* and *E. coli* infection in broiler chicks. *Poultry Science*, 96 (1): 27-34.

Kareem, K.Y., Abdulla, N.R., Foo, H.L., Zamri, A.N.M., Shazali, N., Loh, T.C. and Alshelmani, M.I. 2018. Effect of feeding larvae meal in the diets on growth performance, nutrient digestibility and meat quality in broiler chicken. *Indian Journal of Animal Sciences*, 88 (10):1180-1185.

Khalil, F., Ibrahim, R.R., Emeash, H.H. and Hassan, A.H.A., 2021. Probiotic supplementation alleviated stress and improved performance, meat quality sensory acceptability and microbiological status of broilers. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 11 (2): 93-101.

Kwon, G.T., Yuk, H.G., Lee, S.J., Chung, Y.H., Jang, H.S., Yoo, J.S., Cho, K.H., Kong, H. and Shin, D., 2020. Mealworm larvae (*Tenebrio molitor* L.) exuviae as a novel prebiotic material for BALB/c mouse gut microbiota. *Food Science and Biotechnology*, 29 (4): 531–537.

Lee, J.H., Kim, T.K., Cha, Ji.Y., Yang, H.W., Yong, H.I. and Choi, Y.S., 2022. How to develop strategies to use insects as animal feed: digestibility, functionality, safety and regulation. *Journal of Animal Science and Technology*, 64 (3): 409-431.

Lu, Q.P., Wen, J. and Zhang, H.F., 2007. Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chicken. *Poultry Science*, 86: 1059-1064.

Luparelli, A.V., Hadj Saadoun, J., Lolli, V., Lazzi, C., Sforza, S. and Caligiani, A., 2022. Dynamic changes in molecular composition of black soldier fly prepupae and derived biomasses with microbial fermentation. *Food Chemistry*, X14. 1-9.

Mahajan, P., Sahoo, J. and Panda, P.C., 2000a. Effect of probiotic (Lacto-Sacc) feeding and season on poultry meat quality. Indian Poultry Science Association, 35: 297-301.

Mitchaonthai, J., Yuangklang, C., Wittayakun, S., Vasupen, K., Wongsutthavas, S., Srenaul, P., Hovenier, R., Everts, H. and Beynen, A.C. 2006. Effect of dietary fat type on meat quality and fatty acid composition of various tissues in growing-finishing swine. Meat Science, 105: 1067-1075.

Mitsumoto, M., O'Grady, M.N., Kerry, J.P. and Buckley, D.J., 2005. Addition of tea catechin and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. Meat Science, 69: 773-779.

Mulyono, M., Yuniyanto, V.D., Suthama, N. and Sunarti, D., 2019. The effect of fermentation time and *Trichoderma* levels on digestibility and chemical components of Black Soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. Livestock Research for Rural Development, 31 (10): 1-4.

Oddon, S.B., Biasato, I., Imarisio, A., Pipan, M., Dekleva, D., Colombino, E., Capucchio, M.T., Meneguz, M., Bergagna, S., Barbero, R., Gariglio, M., Dabbou, S., Fiorilla, E., Gasco, L. and Schiavone, A., 2021. Black soldier fly and yellow mealworm live larvae for broiler chickens: Effects on bird performance and health status. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 105(Suppl 1): 10-18.

Peng, W., Talpur, M.Z., Zeng, Y., Xie, P., Li, J., Wang, S., Wang, L., Zhu, X., Gao, P., Jiang, Q., Shu, G. and Zhang, H., 2022. Influence of fermented feed additive on gut morphology, immune status and microbiota in broilers. BMC Veterinary Research, 18 (218): 1-16.

Sarica, S. and Urkmez, D. 2018. Comparison of the effects of dietary supplementation of natural antimicrobial feed additives on lipid oxidation, microbial content and quality

of broiler raw meat. Turkish Journal of Agriculture-Food Sciences and Technology, 6 (11): 1537-1543.

Sedgh-Gooya, S., Toriki, M., Darbernamieh, M., Khamisabadi, H. and Abdolmohamadi, A., 2022. Growth performance and intestinal morphometric features of broiler chickens fed on dietary inclusion of yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae powder. Veterinary Medicine and Science, 8(5): 2050-2058.

Senol, M., Nadaroglu, H., Dikbas, N. and Kotan, R. 2014. Purification of chitinase enzymes from *Bacillus subtilis* bacteria TV-125, investigation of kinetic properties and antifungal activity against *Fusarium culmorum*. Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials. 13 (35): 1-7.

Shaviklo, A.R., Alizadeh-Ghamsari, A.H. and Hosseini, S.A. 2021. Sensory attributes and meat quality of broiler chickens fed with mealworm (*Tenebrio molitor*). Journal of Food Science and Technology, 58 (12):4587-4597.

Shazali, N., Foo, H.L., Loh, T.C., Choe, D.W. and Rahim, R.A., 2014. Prevalence of antibiotic resistance in *lactic acid* bacteria isolated from the faeces of broiler chicken in Malaysia. Gut Pathogens, 6(1):1-7.

Shiavone, A., Dabbou, S., Petracci, M., Zampiga, M., Sirri, F., Biasato, I., Gai, F. and Gasco, L. 2019. Black soldier fly defatted meal as a dietary protein source for broiler chickens: effects on carcass traits, breast meat quality and safety. Animal, 13 (10): 2397-2405.

Simitzis, P.E., Kalogeraki, E., Goliomytis, M., Charismiadou, M.A., Triantaphyllopoulos, K., Ayoutanti, A., Niforou, K., Hager-Theodorides, A.L. and Deligeorgis, S.G., 2012. Impact of stocking density on broiler growth performance, meat characteristics, behavioural components and indicators of physiological and oxidative stress. British Poultry Science, 53 (69): 721-730.

Son, J., Kim, H.J., Hong, E.C. and Kang, H.K., 2022. Effects of stocking density on growth performance, antioxidant status and meat quality of finisher broiler chickens under high temperature. *Antioxidants*, 11 (871): 1-12.

Soumeh, E.A., Cedeno, A.D.R.C., Niknafs, S., Bromfield, J., and Hoffman, L.C., 2021. The efficiency of probiotics administered via different routes and doses in enhancing production performance, meat quality, gut morphology and microbial profile of broiler chickens. *Animals*, 11: 1-20.

SPSSWIN, 2007. SPSS for Windows 6.1.4. SPSSWIN, Istanbul, Turkey.

Stanley, E., Ralph, S., McEwen, S., Boulet, I., Holtzman, D.A., Lock, P. and Dunn, A.R., 1991. Alternative spliced murine Iyn mRNAs encode distinct proteins. *Molecular and Cellular Biology*, 11: 3399-3406.

Sugiharto, S., 2022. Dietary strategies to alleviate high-stocking-density-induced stress in broiler chickens-a comprehensive review. *Archives Animal Breeding*, 65 (1): 21-36.

Thema, K.K., Mnisi, C.M. and Mlambo, V., 2022. Stocking density-induced changes in growth performance, blood parameters, meat quality traits and welfare of broiler chickens reared under semi-arid subtropical conditions. *Plos One*, 17 (10): 1-13.

Wang, B., Min, Z., Yuan, J., Zhang, B. and Guo, Y., 2014. Effects of dietary tryptophan and stocking density on the performance, meat quality and metabolic status of broilers. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 5 (44): 1-7.

Weimer, S.L., Zuelly, S., Davis, M., Karcher, D.M. and Erasmus, M.A., 2022. Differences in carcass composition and meat quality of conventional and slow-growing broiler chickens raised at 2 stocking densities. *Poultry Science*, 101: 1-9.

Zhang, Ya R., Zhang, Lu S., Wang, Z., Liu, Y., Li, Fu H., Yuan, J.M. and Xia, Z.F. 2017. Effects of stocking density on growth performance, meat quality and tibia development of Pekin ducks. *Animal Science Journal*, 89: 925-930.

Zhou, X., Wang, Y., Gu, Q. and Li, W., 2010. Effect of dietary probiotic, *Bacillus coagulans*, on growth performance, chemical composition and meat quality of Guangxi Yellow Chicken. *Poultry Science*, 89: 588-593.

