



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANA BİLİM DALI

**OTOKLAVLANMIŞ VEYA FIRINLANMIŞ VE FITAZ ENZİMİ
İLAVE EDİLMİŞ KENEVİR TOHUMU KÜSPESİNİN ETLİK
PİLİÇLERİN BÜYÜME PERFORMASI, ET KALİTESİ, KEMİK
MİNERAL DURUMU VE BAĞIRSAK SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ
ETKİSİ**

Doktora Tezi

Arif DARMAWAN

Danışman
Prof. Dr. Ergin ÖZTÜRK

SAMSUN
2025

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ZOOOTEKNİ ANA BİLİM DALI



**OTOKLAVLANMIŞ VEYA FIRINLANMIŞ VE FİTAZ ENZİMİ
İLAVE EDİLMİŞ KENEVİR TOHUMU KÜSPESİNİN ETLİK
PİLİÇLERİN BÜYÜME PERFORMASI, ET KALİTESİ, KEMİK
MİNERAL DURUMU VE BAĞIRSAK SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ
ETKİSİ**

Doktora Tezi

Arif DARMAWAN

Danışman
Prof. Dr. Ergin ÖZTÜRK

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından PYO.ZRT.1904.23.011 proje numarası ile desteklenmiştir.

SAMSUN
2025

TEZ KABUL VE ONAYI

Arif DARMAWAN tarafından, Prof. Dr. Ergin ÖZTÜRK danışmanlığında hazırlanan “OTOKLAVLANMIŞ VEYA FIRINLANMIŞ VE FİTAZ ENZİMİ İLAVE EDİLMİŞ KENEVİR TOHUMU KÜSPESİNİN ETLİK PİLİÇLERİN BÜYÜME PERFORMASI, ET KALİTESİ, KEMİK MİNERAL DURUMU VE BAĞIRSAK SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 12.6.2025 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı		Sonuç
Başkan (Danışman)	Prof. Dr. Ergin ÖZTÜRK Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yemler ve Hayvan Besleme Ana Bilim Dalı	☒ Kabul
		☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Nuh OCAK Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yemler ve Hayvan Besleme Ana Bilim Dalı	☒ Kabul
		☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Sadettin TURHAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gıda Teknolojisi Ana Bilim Dalı	☒ Kabul
		☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Yusuf KONCA Erciyes Üniversitesi Yemler ve Hayvan Besleme Ana Bilim Dalı	☒ Kabul
		☐ Ret
Üye	Prof. Dr. İsa COŞKUN Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Yemler ve Hayvan Besleme Ana Bilim Dalı	☒ Kabul
		☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Faik Ahmet SESLİ
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Doktora tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar 'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet ☒ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☐

12/6/ 2025

Arif DARMAWAN

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: OTOKLAVLANMIŞ VEYA FIRINLANMIŞ VE FİTAZ ENZİMİ İLAVE EDİLMİŞ KENEVİR TOHUMU KÜSPESİNİN ETLİK PİLİÇLERİN BÜYÜME PERFORMASI, ET KALİTESİ, KEMİK MİNERAL DURUMU VE BAĞIRSAK SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 13/6/2025 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 9

Tek kaynak oranı : % 0,01 çıkmıştır.

13/6/ 2025

Prof. Dr. Ergin ÖZTÜRK

ÖZET

OTOKLAVLANMIŞ VEYA FIRINLANMIŞ VE FİTAZ ENZİMİ İLAVE EDİLMİŞ KENEVİR TOHUMU KÜSPESİNİN ETLİK PİLİÇLERİN BÜYÜME PERFORMASI, ET KALİTESİ, KEMİK MİNERAL DURUMU VE BAĞIRSAK SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Arif DARMAWAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Zootekni Ana Bilim Dalı

Doktora, Haziran/2025

Danışman: Prof. Dr. Ergin ÖZTÜRK

Kenevir tohumu küspesi, zengin protein ve yağ asidi profili içeriği nedeniyle soya küspesinin yerini almaya potansiyel bir adaydır. Bu çalışmada, ısıtılmış kenevir tohumu küspesi ve soya küspesi yerine fitaz ilavesinin etlik piliçlerin verim performansları, karkas özellikleri, iç organları, serum biyokimyası, bağırsak sağlığı, kemik mineral içeriği ve et yağ asidi profili üzerine etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Toplam 210 adet karışık cinsiyetli Ross etlik civciv rastgele 7 muamele grubuna 6 tekerrür olacak şekilde bölünmüş ve 42 gün boyunca beslenmiştir. Muamele grupları, KT= bazal yem (mısır-soya fasulyesi bazlı); KK = %15 ısıtılmamış kenevir tohumu küspesi içeren yem; KKE = %15 ısıtılmamış kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg fitaz enzimi (FE) içeren yem ; OKK %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; OKKE = %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg FE içeren yem; FKK = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; FKKE = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg FE içeren yemden oluşmaktadır. Isıtma işlemi kenevir tohumu küspesinin ham protein içeriğini etkilememiş ve kenevir tohumu küspesinin saponin, tanen, hidrojen siyanür (HCN) ve fitik asit içeriğini azaltmıştır. Kenevir tohumu küspesi kullanımı yem tüketimini azaltmış ve en düşük canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışını sağlamıştır ($P<0,01$). Genel dönemde (42 gün), OKK grubunun canlı ağırlığı ve canlı ağırlık artışı KK, KKE, FKK ve FKKE gruplarından daha yüksek olmuştur ($P<0,01$). KT grubu en düşük yemden yararlanma oranı (YYO) göstermiştir ($P<0,05$). Kenevir tohumu küspesi ve FE'nin karkas ağırlığı, karaciğer, abdominal yağ, duodenum, sekum ve duodenum uzunluğu üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$). Kenevir tohumu küspesi kullanımı kalp ağırlığını artırmış ve ısıtılmamış kenevir tohumu küspesi (KK, KKE) en yüksek dalak ve taşlık ağırlığını vermiştir ($P<0,05$). Kenevir tohumu küspesi ile besleme etlik piliçlerin ileum ve jejunum ağırlığı ile ileum ve sekum uzunluğunu önemli ölçüde artırmıştır ($P<0,01$). OKKE grubu, etlik piliçlerin toplam bakteri ve *E. coli* popülasyonlarını diğer gruplara göre önemli ölçüde azaltırken ($P<0,01$), *L. acidophilus* popülasyonunu artırmıştır ($P<0,01$). Buna ek olarak, FE ilavesi toplam bakteri ve *E. coli* popülasyonlarını azaltmıştır ($P<0,01$). Kenevir tohumu küspesi grubunun villus yüksekliği (VY) ve yüzey alanı (YA) değerleri KT grubununkinden daha düşük olmuştur ($P<0,05$). Bununla birlikte, OKK grubundaki VY, KK grubundan önemli ölçüde yüksek bulunmuş, ancak KT grubundan düşük olmuştur ($P<0,01$). FKK ve FKKE grupları serum trigliserit ve gamma glutamilttransferaz (GGT) düzeylerini artırmıştır ($P<0,01$). FKKE grubu aspartat amino transferaz (AAT) değerini artırmıştır ($P<0,01$). OKK ve OKKE grupları serum kalsiyum ve glukoz düzeylerini önemli ölçüde artırmıştır ($P<0,01$).

Ancak, KKE, OKK ve OKKE gruplarının but eti pH değerleri KT grubununkinden daha düşük olmuştur ($P<0,01$). Kenevir tohumu küspesi ilavesi göğüs eti a^* değeri ve göğüs ve but eti b^* değerlerini önemli ölçüde arttırmıştır ($P<0,05$). Duyusal testlerde, KK ve KKE gruplarının göğüs eti genel değerlendirmesi kontrol grubuna göre düşük olurken, diğer muamele grupları ile kontrol grubu arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır ($P>0,05$). Karma yeme kenevir tohumu küspesi ilave edilmesi tibianın kalsiyum içeriğini önemli ölçüde arttırmıştır ($P<0,05$). OKKE ile besleme, KT ve KK uygulamalarına kıyasla tibia'daki fosfor ve potasyumu önemli ölçüde arttırmıştır ($P<0,05$). Femur kemiğinde, OKKE ile besleme KT, KK ve FKK uygulamalarına kıyasla kalsiyumu önemli ölçüde iyileştirmiştir ($P<0,05$). OKK grubu femurda Ca:P değerini artırmıştır. Kenevir tohumu küspesinin tibia kırılma direnci üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$). Kenevir tohumu küspesi but eti SFA ve MUFA içeriğini azaltırken PUFA, omega 3 ve omega 6 içeriğini arttırmıştır ($P<0,05$). Omega 6: Omega3 oranı kenevir tohumu küspesi ilavesiyle azalmıştır. Sonuç olarak, %15 kenevir tohumu küspesi ile besleme PUFA (omega 3 ve omega 6), kalsiyum, kemik fosforu ve etin a^* ve b^* değerlerini artırmıştır. OKK (120°C , 10 dakika) grubu, sekumdaki *Lactobacillus spp.* bakteri popülasyonunu ve bağırsak villus yüksekliğini, serum glukozunu artırmış ve FKK (120°C , 20 dakika) ve KK'ye göre daha yüksek canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı sağlamıştır. Fitazın faydalı etkisi, ısıtılmamış kenevir tohumu küspesine eklendiğinde ısıtılmış keten tohumuna kıyasla daha belirgin olmuştur. Isıtma, kenevir tohumu küspesinin anti-besinsel bileşik içeriğini azaltmış, ancak Vezir çeşidi kenevir tohumunun ham selüloz içeriğinin yüksek olması nedeniyle, kenevir tohumu küspesi ile beslenen etlik piliçlerin gelişim performansı mısır-soya küspesi ile beslenen etlik piliçlere erişememiştir.

Anahtar Sözcükler: anti-besinler, etlik piliç, kenevir tohumu, bağırsak, kemik mineralleri, yağ asidi, et kalitesi, kan serumu

ABSTRACT

THE EFFECT OF AUTOCLAVED OR OVEN-ROASTED HEMP SEED CAKE SUPPLEMENTED WITH THE ENZYME PHYTASE ON GROWTH PERFORMANCE, MEAT QUALITY, BONE MINERAL STATUS, AND INTESTINAL HEALTH OF BROILER CHICKENS

Arif DARMAWAN

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Animal Science

Ph.D., June/2025

Supervisor: Prof. Dr. Ergin ÖZTÜRK

Hemp seed cake is being considered as an alternative to soybean meal because of its high protein content and beneficial fatty acid profile. This study aimed to assess the impact of heated hemp seed as a soybean meal substitution with phytase addition on the productive performance, carcass, internal organ, serum biochemistry, intestinal health, mineral bone and meat fatty acid profile of broiler. The study involved 210 unsexed Ross broiler chicks, which were divided into 7 treatment groups with 6 replicates. These chicks were raised and observed over a period of 42 days. Treatments : CT = basal feed (corn-soybean based); HC = feed with 15% unheated hemp seed cake; HCE = feed with 15% unheated hemp seed cake and 1000 FTU/kg phytase enzyme (PE); AHC = feed with 15% autoclaved (120°C, 10 min) hemp seed cake ; AHCE = feed with 15% autoclaved (120°C, 10 min) hemp seed cake and 1000 FTU/kg PE; RHC = feed with 15% oven-roasted (120°C, 20 min) hemp seed cake; RHCE = feed with 15% oven-roasted (120°C, 20 min) hemp seed cake and 1000 FTU/kg PE. In this study, heating treatment did not damage the crude protein content and reduced the saponin, tannin, hydrogen cyanide (HCN) and phytic acid content of hemp seed cake. The inclusion of hemp seed cake reduced feed intake and produced the lowest live weight and weight gain ($P<0.01$). In overall period (42-day), the live weight and live weight gain of the AHC group was higher than that of the HC, HCE, RHC, and RHCE groups ($P<0.01$). CT group resulted the lowest feed conversion ratio (FCR) ($P<0.05$). The treatments did not affect the weight of carcass, liver, abdominal fat, duodenum, cecum and duodenum length ($P>0.05$). The use of hemp seed cake significantly improve the heart weight and unheated hemp seed cake (HC,HCE) had the highest spleen and gizzard weight ($P<0.05$). When fed with hemp seed cake, ileum and jejunum weight and ileum and cecum length were significantly increased ($P<0.01$). AHCE group significantly decreased the population of total bacteria and *E. coli* ($P<0.01$) and increased *Lactobacillus spp.* ($P<0.01$). The addition of PE decreased the population of total bacteria and *E. coli* ($P<0.01$). The villus height and villus surface area of the hemp seed cake group were lower than those of the CT group ($P<0.05$). However, the villus surface area in the AHC group was higher than that of the HC group, but could not match that of the CT group ($P<0.01$). The RHC and RHCE groups significantly increased serum triglycerides and gamma glutamyl transferase (GGT) ($P<0.01$). RHCE group increased aspartate amino transferase (AAT) value ($P<0.01$). AHC and AHCE groups significantly increased calcium and glucose ($P<0.01$). All treatments had no impact on protein and fat content of broiler breast meat. However, the pH values of HCE, AHC and AHCE groups were lower

than those of CT treatment ($P<0.01$). The inclusion of hemp seed cake significantly increased a^* and b^* values ($P<0.05$). Overall panelist evaluation showed that 15% HC decreased the sensory of the breast meat, while 15% heated hemp seed cake did not change the sensory of the breast meat or equaled the value in the CT treatment. The addition of hempseed cake to the diet significantly increased the calcium of the tibia ($P<0.05$). Feeding AHCE significantly increased phosphorus and potassium in the tibia compared to CT and HC treatments ($P<0.05$). AHC group increased the Ca:P value in the femur ($P<0.05$). Hemp seed cake did not affect the tibia bone strength ($P>0.05$). Hemp seed cake decreased SFA and MUFA but increased PUFA, omega 3 and omega 6 ($P<0.05$). The ratio of omega 6: omega 3 decreased with hemp seed cake feeding. In conclusion, feeding 15% hemp seed cake increased PUFA (omega 3 and omega 6), and a^* and b^* values of meat and bone calcium and phosphorus. AHC (120°C , 10 min) group increased *Lactobacillus* spp. population in the cecum and intestinal villus height, serum glucose and resulted in higher body weight and weight gain than RHC (120°C , 20 min) and HC. The beneficial effect of phytase was greater when added to unheated hemp seed cake compared to heated hempseed cake. Heating was able to reduce the anti-nutrient content of hempseed cake, but Vezir variety hempseed cake had high crude fiber content, thus the performance of the broilers could not match that of the chickens fed a corn-soybean-based diet.

Keywords: anti-nutrients, broiler, hemp seeds, gut, bone minerals, fatty acid, meat quality, blood serum

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu doktora tezini en iyi şekilde tamamlamam için bana lütuf ve kolaylık veren Allah'a şükrederim. Bu süreçte büyük bir sabır, değerli tecrübe ve özenle bana yol gösteren hocam Prof. Dr. Ergin ÖZTÜRK'e derin şükranlarımı sunarım. Araştırma sürecinde değerli katkıları ve destekleri için Prof. Dr. Nuh OCAK ve Prof. Dr. Sadettin TURHAN, yardım ve önerileri için Prof.Dr. Güray ERENER ve Doç. Dr. Aydın ALTOP hocalarıma teşekkür ederim. Bu çalışma için kenevir tohumu sağlayan OMÜ Kenevir Araştırmaları Enstitüsü Müdürü Prof. Dr. Selim AYTAÇ'a, bağirsak morfolojisi ve mikrobiyoloji analizlerindeki yardımları için Prof. Dr. Şerife TÜTÜNCÜ ve Prof. Dr. Alper ÇİFTÇİ hocalarıma teşekkür ederim. Saha ve laboratuvar araştırmaları sırasında gösterdikleri büyük yardım için Dr. Emrah GÜNGÖR ve Arş. Gör. Şevket ÖZLÜ'ye de teşekkür ederim. Ayrıca, Türkiye Cumhuriyeti Devleti'ne Türkiye Bursları (YTB) sağladığı için teşekkür ederim.

Bana güç ve cesaret kaynağı olan, bitmek bilmeyen duaları ve koşulsuz sevgileri için anneme ve babama en içten teşekkür ederim. Bu akademik yolculuğun zor zamanlarında her zaman destek, motivasyon ve anlayış sağlayan eşime ve çocuklarıma teşekkür ederim. Umarım bu çalışma, Allah'a ve bu yolculukta bana destek olan herkese şükranlarımın bir ifadesi olabilecektir.

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından PYO.ZRT.1904.23.011 proje numarası ile desteklenmiştir.

Arif DARMAWAN

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
TABLOLAR DİZİNİ.....	xiii
EKLER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ.....	15
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ.....	18
2.1. Kenevir Tohumu Üretimi	18
2.2. Kenevir Tohumu Küspesinin Besin Bileşimi	19
2.3. Etlik Piliç Yemi Olarak Kenevir Tohumu Küspesi	21
2.4. Etlik Piliçlerde Fitaz Uygulaması.....	24
2.5. Anti-Besinler/Besinler Üzerinde Isı Uygulamasının Etkisi.....	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	26
3.1. Kenevir Tohumu Küspesini Hazırlığı.....	26
3.2. Antibesinsel Unsurları	26
3.3. Hayvanlar ve Yetiştirme Yönetimi.....	28
3.4. Yemler ve Muamele Grupları.....	28
3.5. Deneme Ünitesinin Hazırlanması.....	30
3.6. Yemlerin Hazırlanması.....	31
3.7. Cıvcıvlerin Gelişi.....	32
3.8. Yem ve Hayvan Tartımı	33
3.9. Kesim, Karkas ve İç Organ Ölçümü.....	33
3.10. Sekum Mikroflora Popülasyon Ölçümü	34
3.11. Jejunum Morfolojisi Ölçümü.....	35
3.12. Serum Biyokimyasal Parametrelerinin Ölçümü	36
3.13. Etin Renk ve pH Değerlerinin Ölçümü	36
3.14. Göğüs Etinin Besin Bileşimi	37
3.15. Etin Duyusal Değerlendirmesi.....	37
3.16. Et Yağ Asidi Analizi.....	38
3.17. Tibia Kemik Direncinin Ölçümü.....	38
3.18. Kemik Minerali Ölçümü.....	39
3.19. İstatistiksel Analiz	39
4. BULGULAR	40
4.1. Kenevir Tohumu Küspesinin Protein ve Antinutrient İçeriği	40
4.2. Etlik Piliç Performansı	41
4.3. Karkas ve İç Organ Ağırlığı.....	41
4.4. Sekum Mikroflora ve Jejunum Morfolojisi.....	44
4.5. Serum Biyokimyasal.....	44
4.6. Göğüs Etinin Besin İçeriği.....	45
4.7. Göğüs ve But Etinin Rengi	45
4.8. Göğüs Etinin Duyusal Analizi	45
4.9. Tibia ve Femur Kemığının Mineral İçeriği.....	49
4.10. Tibia Kemığın Direnci	49
4.11. Etlik piliç but etinin yağ asidi içeriği	51

5. TARTIIMA	56
5.1. Kenevir Tohumu Küspesinin Protein ve Antinutrient �eriği.....	56
5.2. Etlik Piliç Performansı.....	57
5.3. Karkas ve � Organ Ağırlığı	60
5.4. Sekum Mikroflora ve Jejunum Morfolojisi	61
5.5. Serum Biyokimyasal.....	62
5.6. Etlik Piliç Göğüs Etinin Besin �eriği	64
5.7. Göğüs ve But Etinin Rengi	65
5.8. Göğüs Etinin Duyusal Analizi	66
5.9. Tibia ve Femur Kemiğinin Mineral �eriği.....	67
5.10. Tibia Kemiğin Direnci.....	68
5.11. Etlik Piliç But Etinin Yağ Asidi �eriği	69
6. SONUÇ	72
KAYNAKLAR.....	74
EKLER.....	85
�Z GE�M��	86



SİMGELER VE KISALTMALAR

SFA	: Doymuş yağ asidi
MUFA	: Mono doymamış yağ asidi
PUFA	: Çoklu doymamış yağ asidi
FAO	: Gıda ve Tarım Organizasyonu
NDF	: Nötr deterjan Lif
ADF	: Asit deterjan Lif
CBD	: Kannabidiol
CBG	: Kannabigerol
THC	: Delta-9-tetrahidrokannabinol
YYO	: Yemden yararlanma oranı
LDL	: Düşük yoğunluklu lipoprotein
HDL	: Yüksek yoğunluklu lipoprotein
HCN	: Hidrojen siyanür
PE	: Fitik enzim
CT/KT	: kontrol yem
HC/KK	: Isıtılmamış kenevir tohumu küspesi içeren yem
HCE/KKE	: Fitik enzimli ısıtılmamış kenevir tohumu küspesi içeren yem
AHC/OKK	: Otoklavlanmış kenevir tohumu küspesi içeren yem
AHCE/OKKE	: Fitik enzimli otoklavlanmış kenevir tohumu küspesi içeren yem
RHC/FKK	: Fırınlanmış kenevir tohumu küspesi içeren yem
RHCE/FKKE	: Fitik enzimli Fırınlanmış kenevir tohumu küspesi içeren yem
K	: Isıtılmamış kenevir tohumu küspesi
OK	: Otoklavlanmış kenevir tohumu küspesi
FK	: Fırınlanmış kenevir tohumu küspesi
ND	: Newcastle hastalığı
GGT	: Gama glutamil transferaz
AAT	: Aspartat amino transferaz
L*	: Parlaklık
a*	: Kırmızılık
b*	: Sarılık
Ca	: Kalsiyum
P	: Fosfor

Mg	: Magnezyum
Na	: Sodyum
K	: Kalyum
KD	: Kript derinliği
VY	: Villus yüksekliği
VG	: Villus genişliği
YA	: Yüzey alanı
µm	: Mikro metre
cm	: Santimetre
TIU	: Tripsin inhibitörü ünitesi
mg	: Mili gram
g	: Gram
kg	: Kilo gram
kkal	: Kilo kalori
FTU	: Fitaz ünitesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Bölgelere göre kenevir tohumu üretimi	18
Şekil 2.2. Kenevir tohumu küspesinin soya küspesine kıyasla amino asit profili	21
Şekil 2.3. Kenevir bitkisindeki fitokannabinoid içeriği	21
Şekil 2.4. Fitik asit yapısı.....	24
Şekil 3.1. Soğuk sıkma işlemi.....	27
Şekil 3.2. Otoklav işlemi.....	28
Şekil 3.3. Fırınlama işlemi	28
Şekil 3.4. Deneme ünitesinin hazırlanması	31
Şekil 3.5. Yemlerin hazırlaması.....	32
Şekil 3.6. Cıvcivin gelişi ve bölmeye yerleştirilmesi.....	32
Şekil 3.7. Aşının yapılması	33
Şekil 3.8. Hayvan ve yem tartımı.....	34
Şekil 3.9. Karkas ve iç organ ölçümleri	34
Şekil 3.10. Villusların uzunluğu ve genişliği ile intesitne kript genişlikleri	36
Şekil 3.11. Etin renk ve pH değerlerinin ölçümü.....	37
Şekil 3.12. Tibia kemik direncinin ölçümü.....	38
Şekil 3.13. Elektron Mikroskobu cihazı ve mineral spektrumu.....	39
Şekil 4.1. K, OK ve FK'nın anti-besin içeriklerinin karşılaştırılması	40
Şekil 4.2. Tibia kemiğin direnci.....	49
Şekil 4.3 But etinin toplam omega 6 yağ asidi.....	55
Şekil 4.4. But etinin toplam omega 3 yağ asidi.....	55
Şekil 4.5. But etinin omega 6 / omega 3 yağ asidi oranı.....	55
Şekil 5.1. Desatürasyon enzimlerinin rolü ile n3 ve omega n6 dönüşüm yolları	70

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 2 1. Dünyada kenevir tohumu üretimi	18
Tablo 2 2. Kenevir tohumu küspesinin besin bileşimi	20
Tablo 2 3. Fitaz enziminin etlik piliçler üzerindeki olumlu etkisi	24
Tablo 3.1. Rasyonların formülasyonu.....	30
Tablo 4.1. Isıtmanın kenevir tohumu küspesinin protein içeriği üzerindeki etkisi	40
Tablo 4.2. Kenevir tohumu küspesi ile beslenen etlik piliçlerin verim performansı	42
Tablo 4.3. İç organların, karkas ve sindirim sisteminin ağırlığı	43
Tablo 4.4. Sekumdaki mikrobiyal popülasyonu	44
Tablo 4.5. Jejunum bağırsak morfolojisi	44
Tablo 4.6. Kenevir tohumu küspesi ile beslenen etlik piliçlerin serum biyokimyası	46
Tablo 4.7. Etlik piliçlerin göğüs ve but etlerinin besin içeriği ve pH değerleri	47
Tablo 4.8. Kenevir tohumu küspesi ile beslenen göğüs etinin duyusal verileri.....	48
Tablo 4.9. Kenevir tohumu küspesi ve fitik asit ilavesinin tibia ve femur mineral içeriği üzerine etkileri.....	50
Tablo 4.10. Etlik piliç butlarının doymuş yağ asidi içeriği.....	52
Tablo 4.11. Etlik piliç butlarının tekli doymamış yağ asidi içeriği.....	53
Tablo 4.12. Etlik piliç butlarının çoklu doymamış yağ asidi içeriği	54
Tablo 4.13. Farklı dönemlerde (başlangıç, yetiştirici ve bitirme) rasyonda ham selüloz içeriği.....	54

EKLER DİZİNİ

Ek-1 : Etik Kurul Kararı

Ek-2 : Öz Geçmiş



1. GİRİŞ

Üretim sürecinde en önemli yem maliyetlerinden birini soya fasulyesi küspesi oluşturmaktadır. Ancak son yıllarda küresel ekonomik sorunlar ve ürün tedarik zinciri sorunları yem hammaddelerinde tedarik sorunlarına ve yem fiyatlarının artmasına neden olmuştur. Bu nedenlerle günümüzde, hayvan beslemede kullanılabilecek alternatif protein kaynaklarının araştırılması güncelliğini hep korumuştur. Soya fasulyesi küspesi dışında kanatlı hayvanların rasyonlarında kullanılan diğer bitkisel protein kaynakları daha da elzem hale gelmektedir. Soya fasulyesi küspesi yerine ikame edilebilecek yem hammaddesi arayışı devam ederken kenevir tohumu küspesi yüksek kaliteli protein içeriği ve ayrıca içerdiği doymamış yağ asitleri ve antioksidan bileşikler nedeni ile öne çıkmaktadır (Kaynak).

Kannabinaceae familyasına ait bir bitki olan *Cannabis sativa* L. genellikle liflerinden ve tohumundan endüstriyel olarak yararlanmak amacıyla yetiştirilmektedir. Birçok Avrupa ülkesinin yanı sıra Kanada gibi ülkelerde kenevirin yasal olarak kullanılabilmekle ilgili mevzuatı oluşturulmuş ve son yıllarda kenevir bitkisi ve yan ürünlerinin birçok farklı alanda değerlendirilmesi yönelik araştırmalar hız kazanmıştır. Türkiye’de de kenevir ve yan ürünlerinin kullanımına ilişkin çalışmalar öncelikli alanlar kapsamına girmiştir. Bu nedenle kenevir küspesinin kanatlı rasyonlarında kullanımı konusunda araştırmalar artmaya başlamıştır. Temel yetiştirme amacı endüstriyel lif üretimi sağlamak olan kenevir tohumu % 30-35 yağ, % 30 ham protein, ve % 32 nötr deterjan lifi (NDF) içermektedir (Wang ve Xiong, 2019; Singh vd., 2022). Tohumu çeşidi, iklim, küspe elde etme yöntemleri gibi birçok faktöre göre kenevir tohumunun toplam enerjisi (385,72 kcal/100g) (Singh vd., 2022), protein ve diğer besin madde içerikleri değişebilmektedir. Kenevir tohumu proteini, kükürtlü amino asitler olan metiyonin ve sistinin yanı sıra arjinin ve glutamik asitce de zengindir (Franek vd., 2022). Yağ içeriğini olumlu etkilemesi sayesinde kenevir tohumu küspesi etlik piliçlerde alternatif protein kaynağı olma potansiyeli taşımaktadır. Etlik piliç rasyonlarına soya küspesi yerine %5 kenevir tohumu küspesi eklenebilirken, %15 kenevir tohumu küspesinin etlik piliçlerde canlı ağırlığı azalttığı bildirilmiştir (Ondrej vd., 2015). Etlik piliç rasyonlarına kenevir tohumu küspesi (%10) eklenmesinin canlı ağırlığı ve yem dönüşüm etkinliğini artırdığı bildirilmiştir (Khan ve ark., 2010). %0,1 dekstran oligosakkarit içeren %7,5 kenevir tohumu küspesinin etlik piliç performansını etkilemediği bildirilmiştir

(Mahmoudi vd., 2015).

Ayrıca kenevir tohumunun bileşimi, etlik piliçler için fonksiyonel ürünler oluştururken yem katkı maddesi olarak kullanılabilme olanağı sunmaktadır. Linoleik asit ve linolenik asit düzeyinin yüksek olması, halen omega-3 yağ asiti ile zenginleştirilmiş etlik piliçlerin üretimi için kenevir tohumu alternatif konumuna taşımaktadır. Kenevir tohumu, %80'den fazla PUFA ile %31 yağ içerir ve insan sağlığı için optimal oranda (1:3) omega-3 ve omega-6 yağ asitleri açısından zengindir. Omega-3 ve omega-6 insan vücudu tarafından doğal olarak üretilemez. Bu yağ asitlerinin gıdalara eklenmesi, romatoid artrit ve kardiyovasküler, psikiyatrik ve immünolojik bozukluklar üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabilir (Callaway, 2004).

Diğer yandan, kenevir tohumunda bulunan antibesinsel ve psikoaktif madde özelliği nedeniyle sınırlı düzeyde kullanılmaktadır. Kenevir tohumundaki antibesinsel unsurlar başlıca fitik asit (22,5 mg/g), tanenler (0,23 mg/g), siyanojenik glikozitler (3,80 µmol/g) ve tripsin inhibitörleri (2,88 TIU/mg protein) olarak tespit edilmiştir (Pojić vd., 2014). Fitik asit, protein sindirilebilirliğini azaltabilmekte ve amino asitleri, endojen nitrojeni ve mineral atılımını artırabilmektedir (Bernardes vd., 2022). Bu nedenle, bu antibesinsel unsurların düzeyini azaltmak için ön işlemlere gereksinim duyulmaktadır. Yemlerdeki antibesinsel unsurları azaltmak için enzimler ve ısıtma işlemleri uygulanabilmektedir. Fitaz enzimi kullanımının kanatlı gelişim performansı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu bildirilmiştir. Fitaz enzimleri, fitik asiti hidrolize edebilir ve mineral emilimini ve bağırsak sağlığını iyileştirebilmektedir. Ptak vd. (2015), fitatın hidrolizi ile açığa çıkan Ca ve P'nin etlik piliçlerde laktik asit bakterilerinin çoğalmasını artırdığını belirtmişlerdir. Daha yüksek konsantrasyonda laktik asit, bağırsak ortamını iyileştirebilmekte, sonuç olarak bağırsak sağlığını ve besin madde sindirilebilirliğini artırabilmektedir. Ayrıca, fitatı hidrolize ederek, fitat molekülü ile kompleks oluşturan diğer mineraller ve besinler, kemik parametrelerini ve bağırsak morfolojisini daha da geliştirebilmektedir (Borda-Molina vd., 2016).

Isıl işlem, yemdeki antibesinsel faktörleri azaltmak için kullanılan geleneksel bir yöntemdir. Ayrıca karbonhidratların lezzetini ve sindirilebilirliğini de geliştirir. Çalışmalar, 120 °C'de 60 dakika ısıtılan kenevir tohumlarının işlenmemiş tohumlara göre daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur (Konca vd., 2019). En yüksek protein ve nişasta sindirilebilirliği, 121 °C'de 10 dakika ısıtıldığında

gözenmiştir (Rehman ve Shah, 2005), ancak uzun süre ısıya maruz kalmak protein ve nişasta içeriğinde azalmaya neden olabilmektedir. Ayrıca, 120 °C'de 30 dakika ısıtma Maillard reaksiyonunun başlangıcı ile ilişkilendirilmiştir (Adekanmi vd., 2009). 121 °C'de 18-90 dakika veya 128 °C'de 20 dakika otoklavlama gibi basınçlı pişirmenin antibesinsel unsurları daha etkili bir şekilde azalttığı gösterilmiştir, ancak aynı zamanda %1,33-4,58 protein ve %1,09-6,66 nişasta kaybına neden olmaktadır (Rehman ve Shah, 2005). Yukarıdaki verilere dayanarak, çalışmamızda 120 °C'lik ısıtma sıcaklığı uygulanmıştır. Mevcut çalışmada kenevir tohumu küspesinde protein ve karbonhidrat kaybını azaltmak için otoklav (120 °C, 10 dakika) ve fırında (120 °C, 20 dakika) ısıtma uygulanmıştır. Ayrıca etlik piliç yemine fitaz enzimi (1000 FTU/kg) eklenmiştir. Etlik piliçlerde performans parametreleri, et ve kemik kalitesi, bağırsak sağlığı değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın hedefleri:

1. Fitaz enzimlerinin etkisini ve antibesinsel unsurları azaltmak ve kenevir tohumunun kullanımını artırmak için ısıtma uygulamasının değerlendirilmesi,
2. Isıtma işleminin kenevir tohumu küspesinin besin madde içeriğine etkisinin değerlendirilmesi,
3. Kenevir tohumu küspesinin etlik piliçlerin performansı, et kalitesi, kemik kalitesi ve bağırsak sağlığına etkisinin değerlendirilmesi ve
4. Kenevir tohumu küspesinin soya küspesinin yerini alma ve yüksek doymamış yağ asitleri içeren fonksiyonel et üretme potansiyelinin değerlendirilmesidir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

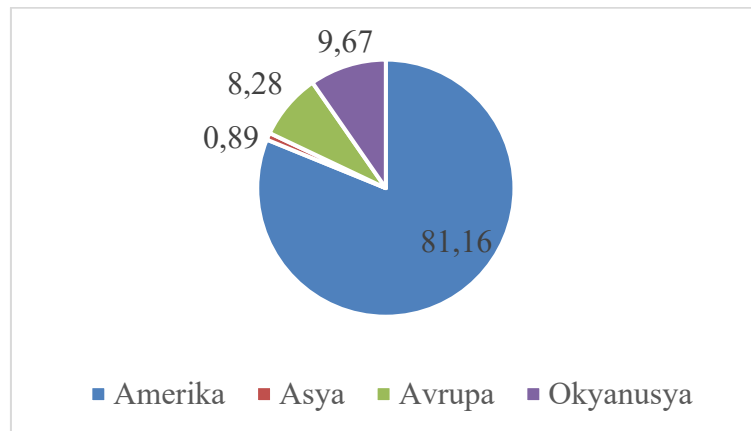
2.1. Kenevir Tohumu Üretimi

Kenevir bitkileri, çeşitlerine ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak görünüş bakımından değişebilmektedir. Genel olarak, bu bitkiler uzun ve incedir ve 6 metreye kadar büyüebilmektedir. Bu bitkinin büyüme döngüsü, çeşidine ve çevresel faktörlere bağlı olarak 120 ila 150 gün sürmektedir. Kenevir bitkisi ılıman iklimlerde orta derecede yağışla iyi yetişmektedir. Geniş bir sıcaklık aralığını tolere edebilmektedir ancak ortalama sıcaklığı 16 °C ila 27 °C olan bölgelerde gelişmektedir (Visković vd., 2023)

Tablo 2 1. Dünyanın en büyük kenevir tohumu üreticisi (ton) (FAOSTAT, 2025)

Ülkeler	Yıl				Toplam	
	2020	2021	2022	2023	ton	%
Kanada	26500	25820	32988	24862	110170	77,73
Rusya	3128	3240	2095	1540	10003	7,06
ABD	rm*	1983	1102	1409	4494	3,17
Şili	1550	1559	1561	1556	6226	4,39
Ukrayna	591	582	581	580	2334	1,65
İran	202	199	201	205	807	0,57
Türkiye	9	20	159	327	515	0,36
Dünya	31980	33402	42286	34076	141744	100

* rm: raporlanmamıştır



Şekil 2.1. Bölgelere göre kenevir tohumu üretimi (%)

FAO 2025 veri tabanına göre dünyanın en büyük kenevir tohumu üreticileri Tablo 2.1'de ve Şekil 2.1'de sunulmuştur. Kenevir tohumu üretimi, mevzuat değişiklikleri, pazar talebi ve tarım uygulamaları gibi çeşitli faktörler nedeniyle önemli ölçüde artmaktadır. 2020'den 2023'e kadar 31980 tondan 34076 tona yükselmiş ve en yüksek üretim 2022'de 42286 ton olmuştur. Ayrıca kenevir üretimi, kenevirle ilişkilendirilmesi ve farklı yasal tanımlar da dahil olmak üzere çeşitli nedenlerden dolayı bazı ülkelerde doğru bir şekilde rapor edilmeyebilir veya kaydedilmeyebilir. Bu nedenle, Çin gibi büyük kenevir üreticilerinin verileri FAO veri tabanına yansıtılmamıştır. Modern zamanlarda kenevir ekimi, marihuana (esrar) ile olan ilişkisi ve birçok ülkedeki yasal statüsü nedeniyle düzenlenmiştir. Bununla birlikte, kenevirin ekonomik ve ekolojik faydalarının giderek daha fazla kabul görmesiyle, ekimi birçok bölgede yasallaştırılmış ve düzenlenmiştir. FAO verilerine göre (2025), şu anda dünyada lif ve tohum amaçlı kenevir üretimi yapan 7 ülke bulunmaktadır. Son 4 yılda (2020-2023) dünyadaki toplam kenevir tohumu üretimi 141744 ton olmuştur. Kanada, dünya kenevir tohumu üretiminin yaklaşık %77,72'sine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, 2020-2023 yılları arasında dünyadaki toplam kenevir tohumu üretiminin %7,06'sı (10003 ton) Rusya, %4,39'u (6226 ton) Şili ve %0,36'sı (327 ton) Türkiye tarafından gerçekleştirilmiştir.

2.2. Kenevir Tohumu Küspesinin Besin Bileşimi

Kenevir tohumu küspesi, kenevir tohumlarından yağ çıkarıldıktan sonra elde edilen bir yan ürün olmuştur. Kenevir tohumu küspesinin besin bileşimi Tablo 2.2 ve Şekil 2.2'de sunulmuştur. Kenevir tohumu %30-35 yağ, %34 ham protein, %39,5 NDF, %27,5 ADF ve 385,72 kcal/100g içerir (Semwogerere vd., 2020; Singh vd., 2022). Kenevir tohumu küspesindeki protein fraksiyonu yüksek oranda sindirilebilirdir ve optimum etlik piliç büyümesi için gerekli tüm esansiyel amino asitleri içermektedir. Kenevir tohumu küspesinin dengeli amino asit profili, özellikle metiyonin, arginin ve sistin içeriği, soya küspesi gibi geleneksel yem maddelerinde sıklıkla bulunan amino asit eksikliklerinin üstesinden gelme potansiyeline sahiptir (Şekil 2.2).

Kenevir tohumu küspesi, kuru madde içeriğinin %10 ila %15'ini oluşturan değerli bir yağ kaynağıdır. Lipid fraksiyonu, özellikle linoleik asit (omega-6) ve alfa-linolenik asit (omega-3) olmak üzere yüksek çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar) içeriğiyle dikkat çekmektedir. Kenevir tohumu küspesi %13,58 tekli doymamış yağ

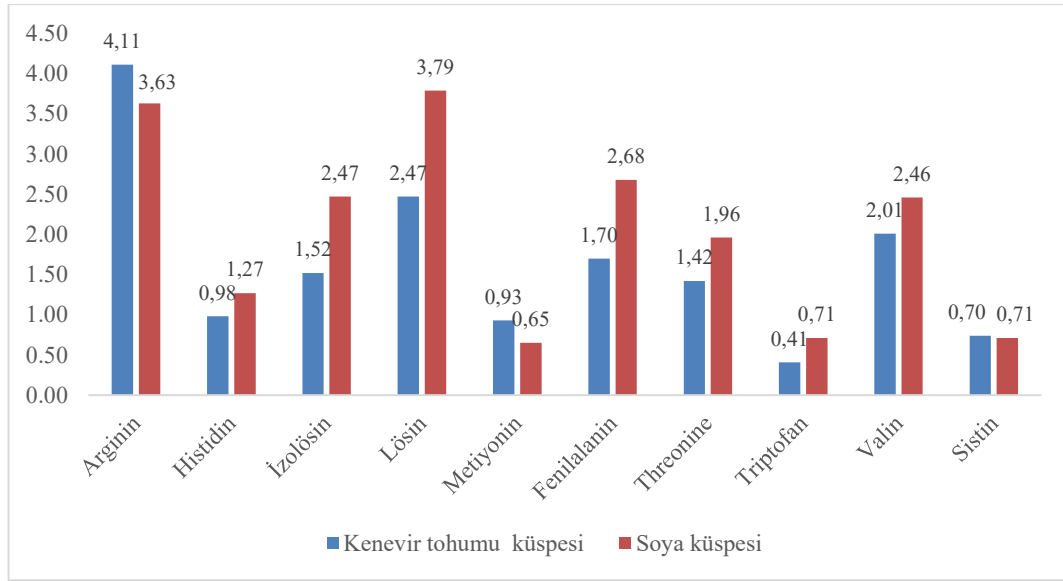
asitleri (MUFA'lar), %75,25 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar), %19,08 omega-3 ve %56,18 omega-6 içerir (Occhiuto vd., 2022). Kenevir tohumu küspesinin etlik piliç diyetlerine dahil edilmesi, etin yağ asidi profilini geliştirmeye yardımcı olabilir ve tüketiciler için daha sağlıklı bir ürüne katkıda bulunabilir.. Kenevir tohumu küspesi, E vitamini, B vitaminleri (B1, B2, B3, B6), magnezyum (2,3 g/kg), fosfor (28,0 g/kg) ve potasyum (5,0 g/kg) ve tokoferol (516 mg/100g) dahil olmak üzere çeşitli temel vitamin ve mineralleri içermektedir (Semwogerere vd., 2020).

Bununla birlikte, tripsin inhibitörleri ve fitatlar gibi bazı anti-besinsel faktörlerin varlığı protein kullanımını sınırlayabilir ve karma yeme katılım düzeylerinin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesini gerektirir. Fitik asit ve kenevir tohumunda bulunan kannabidiol (CBD), kannabigerol (CBG) ve Delta-9-tetrahidrokannabinol (THC) gibi kannabinoidler (Şekil 2.3), antibesinsel ve psikoaktif özellikleri nedeniyle sınırlı ölçüde kullanılmaktadır. Ancak kenevir bitkisindeki THC oranının %0,3'ü geçmemesi durumunda hayvan beslemede güvenle kullanılabileceği bildirilmiştir (Jing vd., 2017). Kenevir tohumu küspesi ile beslenen yumurtacı tavukların yumurtalarında, kanlarında, vücut dokularında ve organlarında (göğüs eti, karın yağı, karaciğer, böbrekler, dalak) kannabinoid kalıntısına rastlanmadığı bildirilmektedir (Kasula vd., 2021). Kenevir tohumundaki antibesinsel bileşenler fitik asit (22,5 mg/g), tanenler (0,23 mg/g), siyanojenik glikozitler (3,80 µmol/g) ve tripsin inhibitörleridir (2,88 TIU/mg protein) (Pojeic vd., 2014). Fitik asit protein sindirilebilirliğini azaltabilir ve amino asitleri, endojen azotu ve mineral atılımını iyileştirebilir (Bernardes vd., 2022).

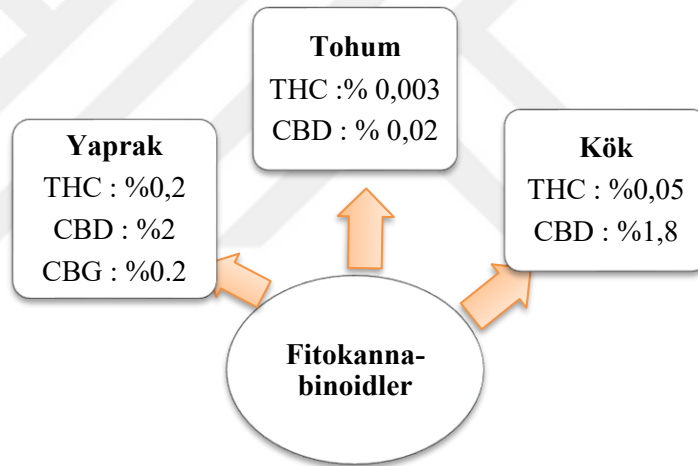
Tablo 2 2. Kenevir tohumu küspesinin besin madde içeriği

Besin bileşimi (%)*	
Kuru Madde	92,90
Ham Protein	34,10
Ham Yağ	11,60
NDF	39,50
ADF	27,50
Ham Kül	6,80
Yağ asitleri (%)**	
SFA	11,17
MUFA	13,58
PUFA	75,25
n-3	19,08
n-6	56,18
n-6/n-3	2,94

Kaynak : * Semwogerere vd. (2020), ** Occhiuto vd. (2022)



Şekil 2.2. Kenevir tohumu k şpesinin soya k şpesine kıyasla amino asit profili (Semwogerere vd.,2020)



Şekil 2.3. Kenevir bitkisindeki fitokannabinoid içeriği (Kr ger vd., 2022)

2.3. Etlik Piliç Yemi Olarak Kenevir Tohumu K şpesi

Etlik piliç rasyonlarına soya k şpesi yerine %5 düzeyinde kenevir tohumu k şpesinin gelişim performansını etkilemeksizin katılabileceği ancak %15 kenevir tohumu k şpesinin canlı ağırlığı azalttığı bildirilmiştir (Ondrej vd., 2015). Etlik piliç rasyonlarına %10 kenevir tohumu k şpesi ilavesinin canlı ağırlığı ve yemden yararlanmayı artırdığı bildirilmiştir (Khan ve ark., 2010). %0,1 dekstran oligosakkarit içeren %7,5 kenevir tohumu k şpesi etlik piliç gelişim performansını etkilememiştir (Mahmoudi vd., 2015). Bununla birlikte, Khan vd. (2010) tarafından etlik piliç yeminde %20 kenevir tohumu kullanılarak yapılan bir çalışmada, kontrole kıyasla

önemli ölçüde daha yüksek canlı ağırlık artışı, daha düşük yem tüketimi ve daha iyi YYO ile sonuçlandığı gösterilmiştir. Optimum ilave düzeyleri, kanatlıların yaşı, bazal diyetin bileşimi ve kenevir tohumu küspesinin işleme yöntemleri gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir.

Kenevir tohumunun besin madde içeriği, piliçler için fonksiyonel ürünler oluşturmak için kullanılabilir. Yüksek linoleik asit ve linolenik asit düzeyi, tam yağlı kenevir tohumunu n-3 yağ asitleri ile zenginleştirilmiş kanatlı eti üretimi için bir alternatif haline getirmektedir. Kenevir tohumu bünyesinde %80'den fazla PUFA barındıran %31 düzeyinde yağ içermekte ve insan sağlığı için en uygun oranda (1:3) omega-3 ve omega-6 yağ asitleri bulundurmaktadır. Omega-3 ve omega-6 insan vücudu tarafından doğal olarak üretilmemektedir. Bu yağ asitlerinin gıdalara eklenmesi romatoid artrit ve kardiyovasküler, psikiyatrik ve immünolojik bozukluklara karşı olumlu yönde etkide bulunmaktadır (Callaway, 2004). Kenevir tohumunun doymamış yağ asidi içeriğinin serum toplam kolesterolünü, LDL'yi önemli ölçüde düşürdüğü ve HDL'yi artırdığı gözlemlenmiştir (Mahmoudi vd., 2015). Kenevir tohumu küspesinin eklenmesi, tavuk göğüs ve but eti protein ve yağ içeriğini etkilememiş, ancak tüketicilerden olumlu tepki alarak et rengini ve kokusunu etkilemiştir (Ondrej vd., 2021). Daha yüksek kenevir tohumu küspesi ilavesi, kenevir tohumu küspesindeki yüksek karotenoid içeriği nedeniyle göğüs etinin sarı rengini artırmıştır. Et rengindeki değişiklikler yemin beta-karoten, α -karoten, zeaksantin ve lutein ve zeaksantin gibi karotenoid içeriğiyle yakından ilişkilidir (Rodriguez-Amaya, 2023).

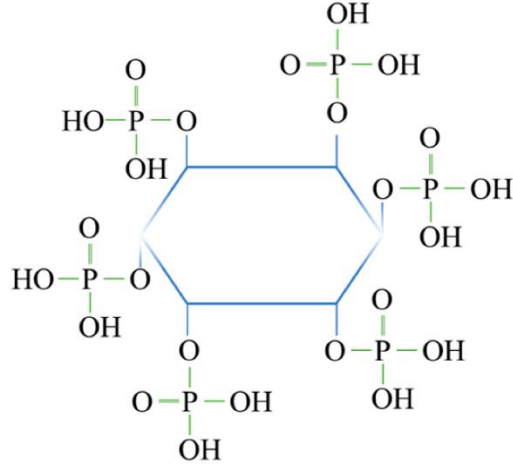
2.4. Etlik Piliçlerde Fitaz Uygulaması

Myo-inositol-1,2,3,4,5,6-hekzakisfosforik asit (IP6) olarak da bilinen fitik asit, soya fasulyesi, mısır, buğday ve kenevir tohumu küspesi gibi tahıl tanelerinde yaygın olarak bulunan antibesinsel bir bileşiktir. Fitik asidin yapısı Şekil 2.4'te gösterilmiştir. Hayvan yeminin ana bileşenleri olan bu bileşenler tipik olarak %1-5 fitik asit içermektedir (Nissar vd., 2017). Fitik asit, bitki tohumlarında fosfatın birincil depolama formu olarak görev yapar ve toplam fosfat içeriğinin %60-90'ını oluşturmaktadır (Bohn vd., 2008). Çinko, demir, kalsiyum, magnezyum, mangan ve bakır gibi minerallerin emilimini engellemekte ve protein sindirilebilirliğini azaltmaktadır (Nissar vd., 2017). İnce bağırsaklarında sınırlı endojen fitaz aktivitesi

olan tek mideli hayvanlar fitatı tam olarak kullanmakta zorlanmaktadır (Dailin vd., 2018).

Yem maddelerindeki fitik asit seviyeleri ısılatma, kaynatma, pişirme, fermentasyon ve fitaz enzimi ilavesi gibi işleme yöntemleri ile azaltılabilmektedir. Fitaz enzimleri fitatın hidrolizini katalize eder ve onu inositol, fosfat ve kalsiyum, demir ve çinko gibi iki değerlikli minerallere parçalar (Rizwanuddin vd., 2023). Fitazlar amino asit dizilimleri, katalitik mekanizmaları, üç boyutlu yapıları, biyokimyasal özellikleri ve pH tercihlerine göre kategorize edilmiştir. Fitazların işlevi en iyi 4,0 ile 5,0 arasındaki pH seviyelerinde gerçekleşmektedir. Fitazların çoğu sıcaklığa duyarlıdır ve optimum aktivite aralığı 50-60 °C'dir (Naves vd., 2012).

Kümes hayvanı yemleri temel olarak fitik asit formunda büyük oranda fosfor içeren tohum bazlı bileşenlerden oluşmaktadır. Fosfor, hayvan hücrelerindeki biyokimyasal süreçler ve kemik mineralizasyonu için çok önemlidir. Etlik piliç yemlerinin fitaz ile takviye edilmesinin kemik mineralizasyonunu ve büyüme performansını önemli ölçüde iyileştirdiği gösterilmiştir (Scholey vd., 2018). Yem bileşenlerinde doğal olarak bulunan fitazın günlük yem tüketimini artırdığı ve bunun da kümes hayvanlarında canlı ağırlık artışını artırdığı gözlemlenmiştir (Alshamiri vd., 2021). Çeşitli çalışmalar fitazın kanatlı hayvanlarda kemik mineralizasyonu üzerindeki olumlu etkilerini doğrulamıştır (Scholey vd., 2018). Kanatlı yemlerindeki fitaz, gastrointestinal sistemin sağlığını iyileştirmiş ve enerji kullanımını artırmıştır (Pirgozliev vd., 2008). Fitaz takviyesinin avantajları, erginlere kıyasla genç tavuklarda daha önemlidir (Li vd., 2018). Ptak vd. (2015) fitat hidrolizi (950 FTU/kg) yoluyla salınan Ca ve P'nin etlik piliçlerde laktik asit bakterilerinin çoğalmasını artırdığını belirtmiştir. Fitaz enzimi takviyesinin olumlu etkileri Tablo 2.3'te gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Fitik asit yapısı (Wang vd., 2023)

Tablo 2 3. Fitaz enziminin etlik piliçler üzerindeki olumlu etkisi

Etki	Seviye	Kaynaklar
Performans parametrelerinin iyileştirilmesi ve çevre kirliliğinin azaltılması	1500 FTU/kg	Alshamiri vd. (2021)
Canlı ağırlığı artışı ve performansının artırılması	1000 FTU/kg to 1500FTU/kg	Khan vd. (2019); Metwally vd. (2020)
Sindirilebilir P'nin iyileştirilmesi	1000 FTU /kg	Li vd. (2018); Scholey vd. (2018)
Yem verimliliğinin artırılması	1000 FTU/kg - 1500 FTU /kg	Raut vd. (2018); Baradaran vd. (2021)
Ca ve P salınımının ve laktik asit bakterilerinin çoğalmasının artırılması	950 FTU/kg	Ptak vd. (2015)

2.5. Anti-Besinler/Besinler Üzerinde Isı Uygulamasının Etkisi

Bitki bazlı yem bileşenlerindeki antibesinsel etkileri azaltmak için çeşitli yöntemler araştırılmıştır. Bu yöntemler arasında ısıtma (ısıtma), ıslatma, fermentasyon ve enzimatik işlemler yer almaktadır (Bepary vd., 2023). Isıtma işlemi, fırınlama ve otoklavlama gibi farklı teknikler kullanılarak uygulanabilmektedir. Fırınlama (110 °C; 30 dakika) ve otoklavlama (121 °C; 30 dakika) fasulyedeki proteaz inhibitörü aktivitesini azaltmıştır (Tartila vd., 2024). 120 °C'de 30 dakika fırınlama, Tigernut (*Cyperus esculentus* L.) içerisindeki tanen, fitik asit ve oksalatları önemli

ölçüde azaltmıştır (Adekanmi vd., 2009). Baklagillerin tanen (%33,1-45,7) ve fitik asit (%28,0-51,6) içerikleri farklı ısıtma işlemleriyle (121°C'de 90 dakika) azaltılmıştır (Rehman ve Shah, 2000). Ayrıca, Torres vd. (2016) otoklavlanmış baklagillerin proteaz inhibitörünü azalttığını ve proteaz aktivitesini artırdığını, bunun da proteazın yaklaşık %46 oranında hidroliziyle kanıtlandığını bildirmiştir. Lima fasulyesi (*Phaseolus lunatus*) küspesinin ham selüloz içeriği, kaynatma ve kavurma işlemlerine kıyasla otoklavlama ile önemli ölçüde azalmıştır. Böylece, ısıtılmamış fasulyenin fitat içeriği %0,65 iken otoklavlama ile %0,04'e, kaynatma ile %0,47'ye ve fırınlama ile %0,49'a düşmüştür (Ogechukwu vd., 2017).

Isıtma işlemi, yemlerdeki karbonhidratların lezzetini ve sindirilebilirliğini artırmaktadır. Önceki çalışmalar, 120 °C sıcaklığın antibesinsel unsurları azalttığı ve protein sindirilebilirliğini artırdığını bildirmiştir. Isıtma işlemi görmüş kenevir tohumları (120 °C; 60 dakika) çiğ kenevir tohumlarına göre daha olumlu sonuçlar vermiştir (Konca vd., 2019). Ayrıca, 120°C'de 30 dakika ısıtmanın Maillard reaksiyonu ile sonuçlandığı bildirilmiştir (Adekanmi vd., 2009). Basınçlı ısıtma, antibesinsel faktörleri daha etkili bir şekilde azaltmaktadır. Nişasta sindirilebilirliği, hidroliz, nişastanın jelatinleşmesi ve antibesinsel unsurların yok edilmesi nedeniyle basınç altında ısıtma (otoklavlama) ile artırılabilir. 121°C'de 10 dakika boyunca ısıtma işlemi en yüksek protein ve nişasta sindirilebilirliğini sağlamıştır (Rehman ve Shah, 2005). Bununla birlikte, protein ve nişasta içerikleri de uzun ısıtma işlemi ile azalmıştır. Baklagiller otoklavda 121°C'de 18-90 dakika ve 128°C'de 20 dakika pişirildiğinde, proteinlerin %1,33-4,58'i ve nişasta içeriğinin %1,09-6,66'sı kaybolmuştur (Rehman ve Shah, 2005). Artan sıcaklık ve süre ile karbonhidrat içeriğindeki azalma amino asitler, aminler, aldehytler ve indirgen şekerler arasındaki Maillard reaksiyonundan kaynaklanmaktadır. Ayrıca, sıcaklık ve süredeki artış protein denatürasyonuna neden olmuştur (Gao vd., 2019). Fırınlama (110°C; 30 dakika) ve otoklavlama (121°C; 30 dakika) fasulye küspesinin ham protein içeriğini azaltmıştır (Tartila vd., 2024).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Kenevir Tohumu Küspesinin Hazırlığı

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kenevir Araştırma Merkezi'nden temin edilen Vezir yerel kenevir tohumları soğuk sıkım işlemine tabi tutularak kenevir tohumu küspesi elde edilmiştir (Şekil 3.1). 150 kg kenevi tohumundan 37,5 kg (%25) yağ elde edilmiştir. Kenevir tohumu küspesi peletleri, otoklav ve fırın kullanılarak ısıtılmadan önce toz haline getirilmiştir. Daha sonra, kenevir tohumu küspesi fırında 120°C'de 20 dakika ısıtılmış (Şekil 3.2) ve 120°C'de 10 dakika otoklavlanmıştır (Şekil 3.3). Isıtılmış ve ısıtılmamış kenevir tohumu küspeleri proksimat analizi için AOAC (2000) yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir.

3.2. Antibesinsel Unsurlar

Antibesinsel unsurlar (fitik asit, tanen, HCN, saponin), Gıda Sonuçlar Teknolojisi, Tarım Teknolojisi Fakültesi, Gadjah Mada Üniversitesi, Endonezya'da belirlenmiştir.

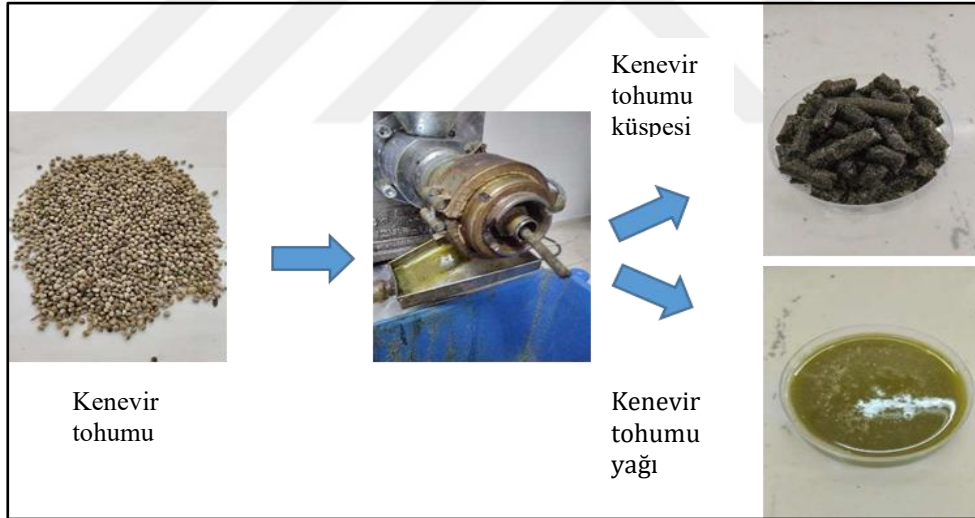
Fitik asit içeriği, Vadivel ve Biesalski (2012) tarafından açıklanan yöntem kullanılarak analiz edilmiştir. Fitik asit, 1 g HC'den ekstrakte edilmiştir. HC 10 mL %2,4 HCl ile yağdan arındırılmış ve ultra-sonik banyoda 10 dakika inkübe edilmiştir. Daha sonra içerik 13.000 x g'de 5 dakika santrifüj edilmiş ve süpernatant toplanmıştır. Ekstraktlar, 0,5 g anyon değişim reçinesi içeren anyon değişim kolon kromatografisi (0,7 cm × 15 cm) kullanılarak saflaştırılmıştır. Fitik asit 2 M HCl ile elüe edilmiş ve miktar tayini için kullanılmıştır. Saflaştırılmış ekstrakt (100 µl) distile su ile 3 mL'ye seyreltilmiş ve 1 mL Wade reaktifi (%0,03 FeCl₃.6H₂O ve %0,3 sülfosalisilik asit) eklenmiştir. Tüp içeriği vortekslenmiş ve 3500 × g'de 5 dakika santrifüjlenmiştir. Daha sonra süpernatantın absorbansı 500 nm'de ölçülmüştür. Fitik asit içeriği, sentetik fitik asit ile hazırlanan standart eğri kullanılarak hesaplanmıştır.

Tanen içeriği, Vadivel ve Biesalski (2012) tarafından açıklanan yöntem kullanılarak analiz edilmiştir. Tanen 1 g KK'den ekstrakte edilmiştir. KK sırayla %1 HCl ile asitlendirilmiş %100, %90, %80 ve %70 aseton çözeltileri ile yağdan arındırılmıştır. Santrifüjlemeden sonra ekstrakt, çözücü olarak aseton:su (50:50, v/v) kullanılan kromatografi (96 × 1,6 cm) ile saflaştırılmıştır. 20 fraksiyon (her biri 5 mL) toplandıktan sonra, aktif fraksiyonlar tanımlanmış ve bir araya getirilmiş ve vanilin reaktifi kullanılarak miktar tayini için kullanılmıştır. Alikot (500 µl) bir test tüpüne alınmış ve 5 mL %0,5 vanilin ve 5 mL %4 HCl ile muamele edilmiştir. Oda sıcaklığında 30 dakika bekletildikten sonra içerik iyice karıştırılmış ve UV-Visible

Spektrofotometre ile 500 nm'de absorbans ölçülmüştür. Tanik asitin farklı konsantrasyonları alınarak standart eğri hazırlanmış ve tanen seviyesi hesaplanmıştır.

Saponin analizi, Liu vd. (2022) tarafından açıklanan yöntemle yapılmıştır. 0,2 mL ekstrakt (0,2 mg/mL) üzerine 0,2 mL vanilin-glasiyal asetik asit çözeltisi (%5, v/v) eklenmiştir. Karışıma 0,8 mL perklorik asit eklenmiş ve 70°C'de 15 dakika ısıtılmıştır. Isıtmadan sonra, reaksiyonu durdurmak için 15 dakika boyunca buzlu suya yerleştirilmiştir. Son hacim glasiyal asetik asit ile 5 mL'ye tamamlanmıştır. Reaksiyon karışımının absorbansı 545 nm'de ölçülmüştür. Saponin konsantrasyonu, mg saponin/g olarak ifade edilen bir kalibrasyon eğrisi kullanılarak ölçülmüştür.

HCN konsantrasyonu Nwokoro vd. (2010) tarafından açıklanan yöntemle ölçülmüştür. Örnekler, KK'ye distile su eklenerek hazırlanmış ve ardından 4 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süzüntü (1 mL) %2 KOH (1 mL) ve alkalik pikrat (5 mL) ile seyreltilmiştir. Çözelti kaynar suda (100°C) 15 saniye inkübe edilmiştir. Elde edilen çözelti, standart olarak KCN kullanılarak 510 nm'de UV-VIS spektrofotometre ile analiz edilmiştir



Şekil 3.1. Soğuk sıkma işlemi



Şekil 3.1. Otoklav işlemi



Şekil 3.2. Fırınlama işlemi

3.3. Hayvanlar ve Yetiştirme Yönetimi

Mevcut projenin etlik piliç denemesi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Hayvancılık İşletmesinde bulunan Etlik Piliç Kümesi'nde yürütülmüştür. Ticari bir kuluçkahaneden (Ross Breeders Anadolu, Türkiye) toplam 210 erkek etlik civciv temin edilerek yer bölmelerine yerleştirilmiştir. Tesadüfi parseller deneme desenine uygun olarak her muamele grubunda 6 tekerrür, her tekerrürde 5 hayvan olacak şekilde 7 muamele grubu oluşturulmuştur. Örnek büyüklüğünü hesaplamak için G*Power 3.1.9.7 istatistik programı ve F tests - ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way modülü kullanılmıştır. Tavuklar, rastgele 42 bölmeli kafese (1m x 1,15 m x 0,7m) ayrılmış ve 42 gün boyunca yetiştirilmiştir. Ortam sıcaklığı yetiştirmenin 2 günü boyunca 33°C'ye ayarlanmış ve bitirme aşamasında 20°C'ye ulaşana kadar kademeli olarak 1°C düşürülmüştür. Işıklandırma civcivlerin gelişinden itibaren 3 güne kadar 24 saat olmuş, daha sonra 23 saat aydınlık ve 1 saat karanlık olarak değiştirilmiştir.

3.4. Yemler ve Muamele Grupları

Yemler başlangıç (1-10 gün), büyütme (11-21 gün) ve bitirme (22-42 gün) dönemlerine göre hazırlanmış ve mısır, soya küspesi, kenevir tohumu küspesi, bitkisel

yağ, lizin, metiyonin, treonin, NaCl, CaCO₃, kalsiyum fosfat ve fitaz enziminden oluşmuştur (Tablo 3.1). Ross cinsi broylerlerin beslenme gereksinimlerine göre bir yem formüle edilmiştir. Karma yem ve içme suyu ad libitum olarak sağlanmıştır.

Muamele grubu:

KT = bazal yem (mısır-soya fasulyesi bazlı)

KK = %15 kenevir tohumu küspesi içeren yem

KKE = %15 kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem

OKK = %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem

OKKE = %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem

FKK = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem

FKKE = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem

Çalışmamızda aşağıdaki parametreler ölçülmüştür

1) Kenevir tohumu besin madde içeriği (ham kül, kuru madde, ham protein, ham yağ, ham selüloz, toplam enerji, antibesinsel unsurlar), 2) Etlik piliçlerin gelişim performansı (canlı ağırlık, ağırlık artışı, YYO, yem tüketimi, ölüm oranı), 3) Serum biyokimya parametreleri (albümin, alkalın fosfataz, aspartat aminotransferaz, gama glutamil transferaz, toplam bilirubin, kreatinin, glukoz, toplam protein, kalsiyum, fosfor, trigliserid, kolesterol), 4) Karkas ve iç organların ölçülmesi (karaciğer , abdominal yağ, kalp, dalak, taşlık, karaciğer, bağırsak uzunluğu ve ağırlığı), 5) Et kalitesi (kuru madde, ham protein, ham yağ, yağ asitleri, pH ve renk, et duyusal), 6) Tibia kemiği kalitesi (Ca, P, Mg, Na, K, Ca:P, tibia kırılma direnci), 7) Kör bağırsak (sekum) mikrobiyolojisi (*Lactobacillus spp.*, *Escherichia coli*, total koliform bakteri ve total bakteri), 8) İnce bağırsak (ileum) histomorfolojisi (villus yüksekliği ve genişliği, kript derinliği, yüzey alanı)

Tablo 3.1. Rasyonların formülasyonu

Malzemeler (%)	Başlangıç (0-10 gün)		Büyütme (11-21 gün)		Bitirme (22-42 gün)	
	Kontrol	Kenevir	Kontrol	Kenevir	Kontrol	Kenevir
Mısır	53,20	48,31	59,00	54,00	65,18	60,2
Kenevir tohumu küspesi	-	15.00	-	15.00	-	15.00
Soya küspesi, %44	39,50	29.00	34,5	24,00	29,00	18,5
Bitkisel yağ	3,15	4,00	3,20	4,00	2,80	3,60
Dikalsiyum fosfat	2,17	2,12	1,76	1,68	1,42	1,39
DL-Methionin	0,31	0,27	0,27	0,23	0,26	0,22
Kireç taşı	0,80	0,8	0,58	0,6	0,56	0,56
L-Lizin sülfat	0,22	0,02	0,18	0,01	0,27	0,05
L-Treonin	0,18	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01
Tuz	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Vitamin-mineral karması*	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Toplam %	100	100	100	100	100	100
Besin madde içeriği						
Metabolize enerji (kkal/kg)	2982	2981	3061	3058	3112	3107
Ham protein (%)	23,50	23,50	21,50	21,60	19,50	19,50
Ham yağ (%)	2,6	4,01	2,80	4,30	2,96	5,06
Lizin (%)	1,32	1,32	1,18	1,19	1,10	1,08
Metiyonin +sistein (%)	1,00	1,00	0,92	0,92	0,86	0,86
Kalsiyum (%)	0,95	0,95	0,78	0,76	0,65	0,66
Mevcut fosfor (%)	0,50	0,50	0,43	0,42	0,36	0,36

*Karmanın her kg'ına 3 000 UI kolekalsiferol, 12 000 IU retinol, 60 mg α -tokoferol, 4 mg menadion, 10 mg riboflavin, 3 mg tiamin, 50 mg niasin, 4 mg piridoksin, 14 mg Ca-D-pantotenat, 0.030 mg siyanokobalamin, 0.25 mg biyotin, 250 mg kolin klorit, 2 mg folik asit, 15 mg Cu, 120 mg Mn, 50 mg Fe, 1.5 mg I, 100 mg Zn, 0.3 mg Se, 0.1 mg Co.

3.5. Deneme Ünitesinin Hazırlanması

Denemede 1x1.30 m boyutunda 42 adet bölme kullanılmıştır. Her bölmeye birer silindir tip yemlik ve suluk yerleştirilmiştir. Ayrıca, bir hafta sonra nipel suluk uygulanmıştır. Altlık olarak 7-8 cm kalınlığında 50:50 oranında pirinç kabuğu ve talaşı kullanılmıştır. Cıvcıvlerin ihtiyacına göre ortam sıcaklığını korumak için 2 adet soba

ve 5 adet elektrikli ısıtıcı kullanılmıştır. Muamele grubu ve tekerrür, mevcut 42 bölmeye rastgele dağıtılmıştır. Sıcaklık ve nemi ölçmek için kümese 2 adet termometre yerleştirilmiştir. Biyogüvenliği sağlamak için kümesin ön kapısında dezenfektan solüsyonlu ayak banyosu hazırlanmıştır. Tüm hazırlıklar tamamlandıktan sonra fümigasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Deneme ünitesinin hazırlanması Şekil 3.4’de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Deneme ünitesinin hazırlanması

3.6. Yemlerin Hazırlanması

Kullanılan malzemeler mısır, soya küspesi, kenevir küspesi, yağ, metiyonin, lizin, treonin, tuz, kireçtaşı, dikalsiyum fosfat ve fitazdır. Karışımı homojenize etmek için mısır, soya küspesi, kenevir tohumu küspesi, mineral kaynaklar, amino asitler, enzimler, vitaminler ve yağdan oluşan yem bileşenleri miksere dökülüp 5 dakika boyunca karıştırılmıştır (Şekil 3.5).

Muamele grupları arasında kontaminasyonu önlemek için, yem bileşenleri her muamelede tartılmış ve karıştırılmıştır. Bir sonraki rasyon karıştırılmadan önce karıştırıcı temizlenmiştir.



Şekil 3.5. Yemlerin hazırlaması

3.7. Cıvcivlerin Gelişi

Isıtıcılar, cıvcivlerin ihtiyaç duyduğu sıcaklığı (33-34°C) korumak için hayvanlar gelmeden 1-2 saat önce açılmıştır. Yem ve içme suyu cıvcivler gelmeden önce hazırlanmıştır. Yolculuk sırasında kaybedilen enerjiyi yerine koymak için içme suyuna %1 şeker eklenmiştir. Cıvcivler hemen tartılıp her bölmeye 5 cıvciv rastgele dağıtılmıştır. Cıvciv ağırlığı başlangıç ağırlığı olarak kaydedilmiştir. Ayrıca tartım sırasında, zayıf ve sağlıklı cıvcivleri elemek için bir seçim işlemi uygulanmıştır. Cıvcivin gelişi ve bölmeye yerleştirilmesi Şekil 3.6'da gösterilmiştir. 14. günde hayvanlara içme suyu yoluyla HIPRAVIAR marka ND aşısı yapılmıştır (Şekil 3.7). Hayvanların aşıları içme sularını bitirebilmeleri için aşılamadan 1 saat önce içme suyu çekilmiştir.



Şekil 3.6. Cıvcivin gelişi ve bölmeye yerleştirilmesi



Şekil 3.7. Aşının yapılması

3.8. Yem ve Hayvan Tartımı

Piliçlerin performansları (7. gün, 14. gün, 21. gün, 28. gün, 35. gün ve 42. gün) ölçülmüştür. Ölçülen parametreler canlı ağırlık (g), yem tüketimi (g) ve ölüm oranıdır (%). 42 gün boyunca herhangi bir mortalite görülmemiştir. Canlı ağırlık artışı (g/tavuk), iki ardışık tartım arasındaki fark olarak ölçülmüştür. Deneyin başlangıcında civcivler, deney başına canlı ağırlık olarak bir grup (5 civciv) olarak tartılmıştır (Şekil 3.8???). Daha sonra tavuklar ve yem tüketimi 42 günlük yaşa kadar her hafta sonu tartılmıştır. YYO, yem tüketiminin canlı ağırlık artışına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Yem tüketimi her grup için haftalık aralıklarla, verilen yemlerden artanların çıkarılması ile belirlenmiştir.

3.9. Kesim, Karkas ve İç Organ Ölçümü

Her tekerrürdeki 5 pilicin ağırlığı alınarak tekerrürün ağırlık ortalaması belirlenmiş ve ortalamaya en yakın olan piliç kesime gönderilmiştir. Denemenin sonu olan 42. günde her grup için 6 tavuk kesilmiş ve toplam 42 hayvanın canlı ağırlık, sıcak karkas, dalak, yenilebilir iç organ (kalp, karaciğer, taşlık), bağırsak, ve abdominal yağ ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 3.9???). Tavuk hemen tüylerinden arındırılmış ve iç organları çıkarılmıştır. Karkas, taşlık, kalp, karaciğer, dalak, karın yağı ve bağırsak dijital bir tartı kullanılarak 0,1 g hassasiyetle tartılmıştır. İç organ ağırlığı yüzdesi, organ ağırlığının canlı ağırlığa bölünmesi ve ardından 100 ile çarpılmasıyla belirlenmiştir. Ek olarak, bağırsak uzunluğu şerit mezura ile ölçülmüş ve cm/kg canlı ağırlık olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.8. Hayvan ve yem tartımı



Şekil 3.9. Karkas ve iç organ ölçümleri

3.10. Sekum Mikroflora Popülasyon Ölçümü

Sekum mikrobiyolojisi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Mikrobiyoloji Laboratuvarı'nda analiz edilmiştir. Kesimden hemen sonra bağırsaklar ayrılmıştır. Sekum çıkarıldıktan sonra sekum içeriği en fazla 8 saat içerisinde numaralandırılmış steril tüplere aktarılmıştır. Daha sonra analiz için Mikrobiyoloji Laboratuvarına getirilmiştir. Her bir örnekten 10'ar g tartılarak 90'ar ml'lik serum fizyolojik çözeltisinde süspansiyon (1:10 oranında seyreltilerek) homojenize edilerek hazırlanmıştır. Bu stok çözeltiden log10 bazında 10^{-9} 'ye kadar dilüsyonlar yapılmış ve her dilüsyondan 100 µl alınarak belirlenecek bakterilerin spesifik besiyeri yüzeyine yayılmış ve üç tekrarlı olarak drigalski spatulası ile yayma inoküle edilmiştir. Mikrobiyal sayımlar log10 CFU/g'a dönüştürülmüştür.

Lactobacillus spp. sayımı: Numunelerdeki *Lactobacillus* spp. tespiti ve sayımı amacı ile De Man, Rogosa and Sharpe (MRS) agar kullanılmıştır. 10^2 , 10^3 ve 10^4

seyreltmelerinden ekimi yapılan petriler 35°C'de 3 gün anaerobik jar içerisinde inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında 1-20 adet koloni görülen besiyerlerindeki koloniler sayılmış ve seyreltme faktörü ile çarpılarak örnekteki *Lactobacillus* spp. sayısı belirlenmiştir.

E.coli sayımı: Numunelerdeki *E. coli* sayımı amacı ile Eosin Methylene Blue (EMB) agar kullanılmıştır. 10^2 , 10^3 ve 10^4 seyreltmelerinden 3'er adet EMB agara ekim yapılmıştır ve petriler 35-37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda 1-20 adet koloni görülen besiyerlerindeki koloniler sayılmış ve seyreltme faktörü ile çarpılarak örnekteki *E. coli* sayısı belirlenmiştir.

Total koliform bakteri sayımı: Numunelerdeki total koliform bakteri sayımı amacı ile McConkey agar kullanılmıştır. 10^4 , 10^5 ve 10^6 seyreltmelerinden 3'er adet McConkey agara ekim yapılmış ve petriler 35-37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda 1-20 adet koloni görülen besiyerlerindeki koloniler sayılmış ve seyreltme faktörü ile çarpılarak örnekteki total koliform bakteri sayısı belirlenmiştir.

Toplam bakteri sayımı: Besin agarına 0,1 ml'de 10^5 dilüsyon inoküle edilerek gerçekleştirilmiştir. Besin agarları 37°C'de 24 saat boyunca inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra üreyen koloniler ve ml başına toplam bakteri sayılmıştır.

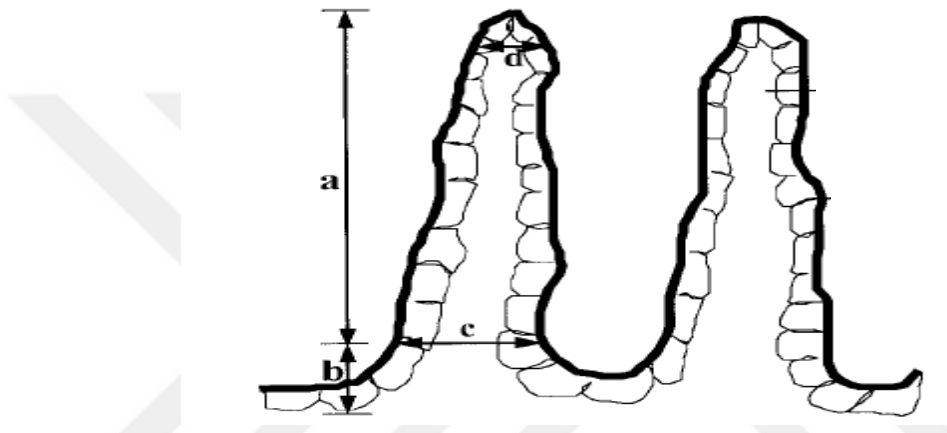
3.11. Jejunum Morfolojisi Ölçümü

42. günde, her tekerrürden bir etlik piliç, tekerrür canlı ağırlık ortalamasına yakın olacak şekilde seçilmiştir. Seçilen etlik piliçler daha sonra bağırsak morfolojisini ölçmek için kesilmiştir. Jejunum örnekleri kesimden hemen sonra alınmış ve %10 nötr tamponlu formalin içine daldırılmıştır. Sonrasında dokular rutin histolojik doku takibi prosedürlerinden geçirilerek parafinde bloklanmıştır. Parafin bloklardan 5 µ'luk kesitler alındıktan sonra histolojik yapının incelenmesi için Crossmon'ın üçlü boyama metodu kullanmıştır. Elde edilen preparatlar Nikon E-80İ araştırma mikroskobu altında ve Nikon digital-sight görüntüleme (Nikon DS-Fi1) sistemi ile fotoğraflanmıştır.

Tüm gruplara ait jejunum dokuları incelendiğinde; bağırsakların tunika mukoza, tunika muskularis ve tunika seroza katmanlarından oluştuğu belirlenmiştir. Jejunumlarda villus intestinalisler ve kriptlerin yapıları incelenmiştir. Jejunum intestinalislerin epitelleri tek katlı prizmatik epitel özelliğinde olup yer yer kadeh hücreleri gözlenmiştir. Kriptlerin normale uygun olarak lamina propriyayı tamamen

doldurduğu belirlenmiştir. Hem kript aralarındaki bağ dokuda hem de villusların bağ dokularında lenfosit infiltrasyonlarına rastlanılmıştır. Lamina propria ve submukoza katmanlarında yer yer foliküler tarzda lenfoid dokuların varlığı tespit edilmiştir. Her hayvana ait villus uzunlukları ve genişlikleri ile kript genişlikleri ölçülmüştür (Şekil 3.12??). Kript derinliği villus tabanından kas tabakasına kadar olan mesafe olarak ölçülmüştür. Villus yüzey alanı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Iji vd., 2001).

Villus Yüzey alanı (μm^2): $(c + d)/d \times a$



Şekil 3.10. Villusların uzunluğu ve genişliği ile intesitne kript genişlikleri (a:villus yüksekliği; b: kript derinliği; c: bazal genişlik; d: apikal genişlik)

3.12. Serum Biyokimyasal Parametrelerinin Ölçümü

42. günde, her tekerrür için 1 piliçten tek kullanımlık bir şırınga kullanılarak kuşun kanat damarından 2 ml kan örneği alınmış ve jel içeren bir serum ayırıcı tüpe aktarılmıştır. Serum elde etmek için kan örneği santrifüj edilmiştir (3500g, 10 dakika, 4 °C) (Kumar vd., 2020). Trigliserit, kolesterol, total protein, albümin, kreatinin, glukoz, bilirubin, fosfor, kalsiyum, gama-glutamil transferaz, alkalın fosfataz, aspartat aminotransferaz konsantrasyonları, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Eğitim Araştırma ve Uygulama Hastanesi'nde kalite sertifikalı bir laboratuvarda ticari kitler kullanılarak belirlenmiştir.

3.13. Etin renk ve pH değerlerinin ölçümü

Göğüs ve but kaslarının renk ve pH değerleri kesim ve tüy alma işlemlerinden sonra ölçülmüştür (Şekil 3.11??). Renk ölçümleri her numune için 3 noktadan alınmış ve ortalama değerler hesaplanmıştır. Açıklık (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*)

değerleri Kroma Metre (CR300, Konica Minolta, Osaka, Japonya) kullanılarak her tekrardan seçilen bir etlik piliçten belirlenmiştir.

Etin pH değeri, dijital bir pH metre (Testo 205) ile ölçülmüştür. pH probu pektoralis major'a 45°'lik bir açıyla yerleştirilmiş ve her ölçümden sonra deiyonize su ile durulanmıştır. Her numune 3 kez ölçülmüş ve ortalama değer sonuç olarak alınmıştır.



Şekil 3.11. Etin renk ve pH değerlerinin ölçümü

3.14. Göğüs Etinin Besin Bileşimi

Her muamele için 6 etlik piliçten kasın kranial ve kaudal kısımlarından örnekler alınmıştır. Daha sonra, her bir örneğin kranial ve kaudal kısımları bir parçalayıcı kullanılarak homojenize edilmiştir. Nem, ham protein ve ham yağ içerikleri AOAC'ye göre ölçülmüştür (AOAC, 2000). Ham protein standart Kjeldahl yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve ham yağ Soxhlet yöntemi kullanılarak petrol eteri ile ekstrakte edilmiştir.

3.15. Etin Duyusal Değerlendirmesi

Etin duyusal özelliklerinin değerlendirilmesi, kesimden sonraki bir tarihte her tekrarlardan 1 etlik piliç pektoral kasları üzerinde Aslan ve Öztürk (2022) tarafından geliştirilmiş duyusal analiz metodolojisine göre gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz için, örnekler diseksiyondan sonra 5 gün boyunca yaklaşık 4°C'de saklanmıştır. Depolamadan sonra, numuneler kapalı kaplarda tuz veya diğer baharatlar olmadan 60 dakika boyunca suda kaynatılmıştır. Duyusal özellikler 10 personel ve lisansüstü öğrenci panelist tarafından değerlendirilmiştir. Etler pişirildikten hemen sonra oda sıcaklığında ışık altında bir odada panelistlere sunulmuştur. Panelistler bir etten diğerine geçerken, duyusal algılamalarını engellemek için kendilerine su verilmiştir.

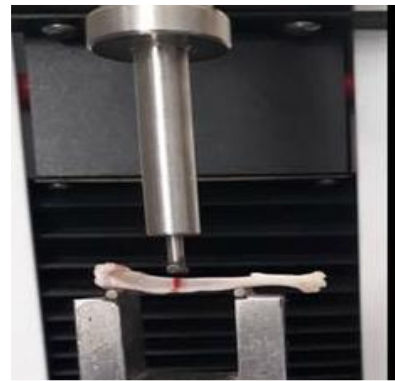
Panelistler görünüm, sertlik, lezzet, yumuşaklık, sululuk, çiğnenebilirlik ve ortalama kabul edilebilirliği 9 puanlık hedonik bir ölçek kullanarak değerlendirmiştir (1, son derece beğenmedim; 9, son derece beğendim).

3.16. Et Yağ Asidi Analizi

Yağ asidi içeriği but eti üzerinde gerçekleştirilmiştir. 42. günde, her muameleden toplam 6 hayvan kesilmiş ve but etleri toplanmıştır. Yağ asitlerinin bozulmasını önlemek için et örnekleri dondurucuda saklanmış ve dondurulan etler Sinop Üniversitesi'ne gönderilmiştir. Yağ asidi profilleri, Skriván vd. (2020) tarafından tarif edildiği gibi toplam lipidlerin kloroform-metanol ekstraksiyonundan sonra belirlenmiştir. But etinin yağ asidi profilleri Sinop Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi Sinop Merkez Laboratuvarı'nda kromatografik cihazlarla belirlenmiştir.

3.17. Tibia Kemik Direncinin Ölçümü

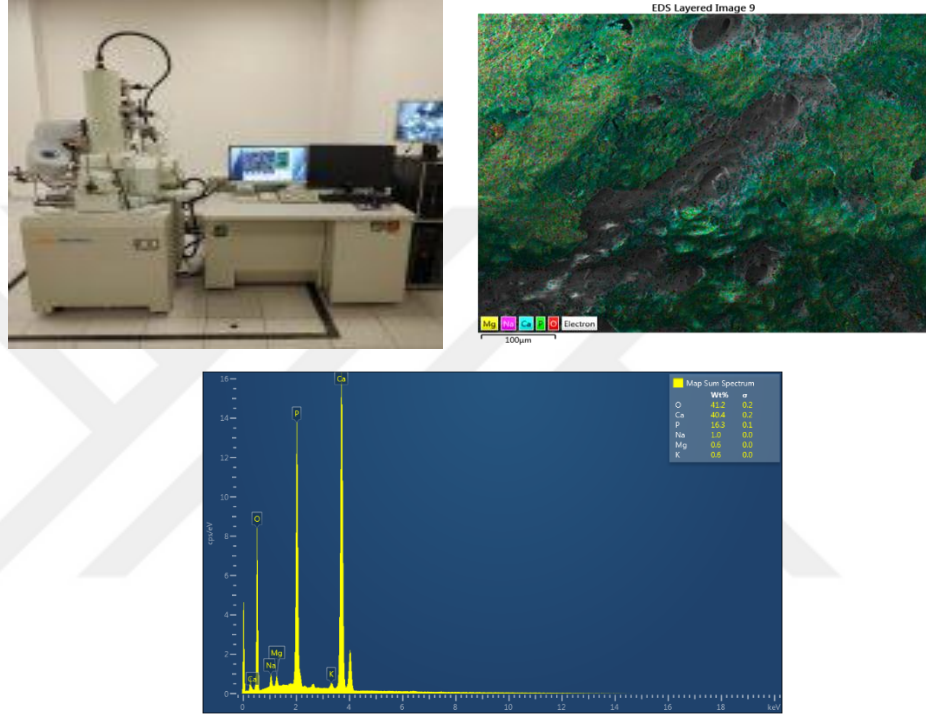
Karadeniz İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde Instron Test Cihazı (Instron Universal Testing Machine, Instron Corp., Canton, Norwood, MA, ABD) kullanılarak sol tibia direnci test edilmiştir. Tibia bir cihaz üzerine yerleştirilmiş (Şekil 3.12) ve yük hücresi dikey olarak tibianın orta noktasına yerleştirilmiştir. İlk olarak, 5 N'luk bir ön yük uygulanmış ve kemik kırılana kadar 0,5 cm/dak sabit deformasyon hızında bükme kuvveti uygulanmıştır. Son olarak, yazılım programı yük-deformasyon eğrisini ve maksimum yükü (N) hesaplamıştır.



Şekil 3.12. Tibia kemik direncinin ölçümü

3.18. Kemik Minerali Ölçümü

42. günde, her bir tekerrürden 1 etlik piliç tibia ve femur mineralizasyon analizi için kesilmiştir. Sol tibia ve femur kemikleri alınmış ve kas dokusundan temizlenmiştir. Tibia ve femur 105° C’de 24 saat kurutulmuştur. Ham kül ve mineral içeriğini ölçmek için kül fırınında yakılmıştır (600°C; 48 saat). Kemik mineral içeriği (Ca, P, Mg, Na, K), Karadeniz İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde Taramalı Elektron Mikroskobu kullanılarak analiz edilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Elektron Mikroskobu cihazı ve mineral spektrumu

3.19. İstatistiksel Analiz

Steel ve Torrie'ye (1980) göre, kullanılan tam tesadüfî tasarımın matematiksel modeli aşağıdaki gibidir:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Açıklama

Y_{ij} = j'inci tekrarlamada i'inci muamelenin gözlem değeri; μ = Genel ortalama değeri
 τ_i = i-inci muamele etkisi; ϵ_{ij} = i-inci muamele ve j-inci tekrarlamanın hatası

Veri analizi IBM SPSS Statistics 22 programı ile Varyans Analizi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, $P < 0.05$ anlamlılık değerleri Duncan Testi kullanılarak ileri testlere tabi tutulmuştur.

4. BULGULAR

4.1. Kenevir Tohumu Küspesinin Besin Madde ve Antibesinsel Unsur İçeriği

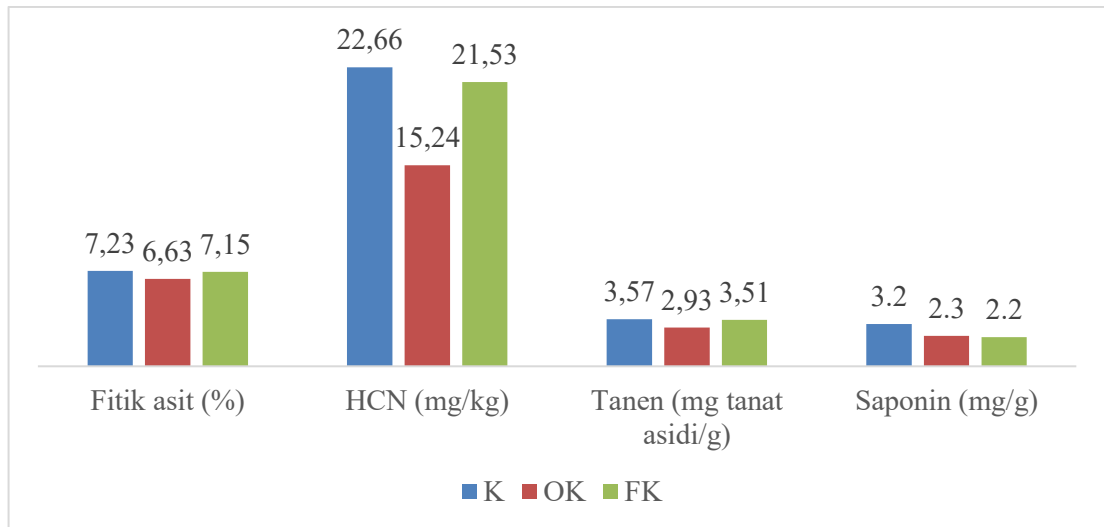
Tablo 4.1 ısıtmanın kenevir tohumu küspesinin ham protein içeriğine zarar vermediğini göstermektedir. K'deki ham protein %36,87'dir ve otoklavlamadan (120°C, 10 dakika) sonra değişmemiştir. OK'deki ham protein (120°C, 20 dakika) biraz artarak %37,28'e yükselmiştir.

Tablo 4.1. Isıtmanın kenevir tohumu küspesinin protein içeriği üzerindeki etkisi

Grup	Kuru Madde (%)	Kül (%)	Ham Protein (%)
K	91,49	6,44	36,87
OK	91,25	6,35	36,87
FK	94,03	6,67	37,28

K: Isıtılmamış kenevir tohumu küspesi; OK: Otoklavlanmış kenevir tohumu küspesi; FK: Fırınlanmış kenevir tohumu küspesi

Şekil 4.1'e göre, ısıtma işlemi kenevir tohumu küspesinin saponin, tanen, HCN ve fitik asit içeriğini azaltmıştır. FK (2,2 mg/g) ve OK'daki (2,3 mg/g) saponin seviyesi K'dan (3,2 mg/g) daha düşüktür. OK'nın tanen içeriği (2,93 mg tannat asit/g) K'ya (3,57 mg tannat asit/g) kıyasla daha düşüktür. HCN içeriği KK'ya (22,66 mg/kg) kıyasla OK'da 15,24 mg/kg ile en önemli düşüşü göstermiştir. OK fitik asit içeriğinde %8,29'luk bir azalmaya neden olurken, FK sadece %1,11'lik bir azalmaya neden olmuştur.



Şekil 4.1. K, OK ve FK'nın anti-besin içeriklerinin karşılaştırılması

4.1. Etlik Piliç Performansı

KK grubu en düşük canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı ile sonuçlanmıştır. 21. günde, OKK grubunun canlı ağırlığı KK, OKKE, FKK ve FKKE gruplarından daha yüksektir ($P<0,01$). 42. günde, OKK grubunun canlı ağırlığı KK, KKE, FKK ve FKKE gruplarından daha yüksektir ($P<0,01$).

21. günde, OKK grubu KK, OKKE, FKK ve FKKE gruplarına kıyasla daha yüksek canlı ağırlık artışı sağlamıştır ($P<0,01$). 22-42. günlerde, OKK grubu KK, KKE ve FKK gruplarına kıyasla daha yüksek canlı ağırlık artışına sahip olmuştur ($P<0,01$). Genel dönemde (42 gün), OKK grubu KK, KKE, FKK ve FKKE gruplarından daha yüksek ağırlık artışı sağlamıştır, ancak KT grubundan daha düşüktür ($P<0,01$).

Yem tüketimi 22-42. günlerde ve kümülatif olarak (1-42 gün) KK grubunda önemli ölçüde azalmıştır ($P<0,01$). KT grubu en düşük YYO'yu göstermiştir ($P<0,05$). (Tablo 4.2).

4.2. Karkas ve İç Organ Ağırlığı

Muamelelerin karkas ağırlığı, karaciğer, abdominal yağ, duodenum, çekum ve duodenum uzunluğu üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır (Tablo 4.3). Tüm kenevir tohumu küspesi yemleri KT grubuna kıyasla daha yüksek kalp ağırlığı ($P<0,05$), KK ve KKE grupları en yüksek dalak ağırlığı ($P<0,05$) ve KT ve OKKE gruplarına kıyasla daha yüksek taşlık ağırlığı ($P<0,05$) vermiştir. KK, OKK, OKKE, FKK ve FKKE grupları KT grubuna kıyasla daha yüksek jejunum ağırlığı üretmiştir ($P<0,01$). KK, KKE, FKK ve FKKE grupları KT grubuna kıyasla daha yüksek ileum ağırlığı üretmiştir ($P<0,01$). Tüm kenevir tohumu küspesi gruplarında jejunum, ileum ve çekum uzunluğu KT grubundan daha yüksektir ($P<0,01$) (Tablo 4.3).

Tablo 4.2. Kenevir tohumu küspesi ile beslenen etlik piliçlerin gelişim performansı

Parametreler	Gün	KT	KK	KKE	OKK	OKKE	FKK	FKKE	Stan. sapma	P değeri
Canlı ağırlık (g/hayvan)	0	42,27	43,73	43,79	43,58	43,06	42,78	42,88	0,172	0,199
	21	945d	805a	830bc	840c	806a	814ab	810a	7,4	<0,01
	42	2935d	2355a	2466b	2614c	2520bc	2438b	2490b	29,6	<0,01
Canlı ağırlık artışı (g/hayvan)	1-21	902a	761c	786b	796b	763c	771c	767c	7,4	<0,01
	22-42	19901a	1550d	1636cd	1774b	1714bc	1624cd	1680bc	23,8	<0,01
	1-42	2893a	2311d	2421c	2571b	2477bc	2395cd	2447c	29,8	<0,01
Yem tüketimi (g/gun/hayvan)	1-21	1250	1289	1238	1286	1261	1206	1217	9,4	0,122
	22-42	3502c	3052a	3080ab	3244b	3287b	3259b	3187b	27,9	<0,01
	1-42	4752c	4317a	4341ab	4531b	4549b	4466b	4405b	26,7	<0,01
YYO	1-21	1,39a	1,69b	1,58b	1,62b	1,65b	1,57b	1,59b	0,017	<0,01
	22-42	1,76a	1,97b	1,88ab	1,83ab	1,92ab	2,01b	1,90ab	0,021	0,024
	1-42	1,64a	1,88b	1,78b	1,76b	1,84b	1,86b	1,80b	0,016	<0,01
Ölüm oranı		0	0	0	0	0	0	0	0	

KT = bazal yem (mısır-soya fasulyesi bazlı); KK = %15 kenevir tohumu küspesi içeren yem; KKEE = %15 kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; OKK= %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; OKKE = %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; FKK = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; FKKE = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; YYO: yemden yararlanma oranı

Tablo 4.3. İç organların, karkas ve sindirim sisteminin ağırlığı

Parametreler	KT	KK	KKE	OKK	OKKE	FKK	FKKE	Stan. sapma	P. değeri
Ağırlık (Canlı ağırlığın %'si olarak)									
Karkas	74,05	74,08	74,06	73,97	74,7	72,52	74,52	0,281	0,523
Kalp	0,48a	0,60b	0,59b	0,58b	0,58b	0,63b	0,55ab	0,010	0,020
Karaciğer	1,59	1,67	1,66	1,61	1,69	1,66	1,60	0,024	0,076
Taşlık	1,77a	2,31b	2,15b	2,08ab	1,75a	1,97ab	1,95ab	0,311	0,012
Dalak	0,09a	0,14b	0,11b	0,10a	0,09a	0,11a	0,09a	0,030	0,043
Abdominal yağ	0,86	1,34	1,39	1,28	1,45	1,34	1,30	0,040	0,871
Duodenum	0,57	0,69	0,87	0,71	0,51	0,68	0,69	0,022	0,428
Jejunum	0,97a	1,59b	1,11ab	1,28b	1,36b	1,50b	1,32b	0,050	<0,01
Ileum	0,75a	1,04b	1,23b	0,99ab	0,99ab	1,16b	1,02b	0,033	<0,01
Sekum	0,49	0,49	0,59	0,47	0,54	0,5	0,44	0,021	0,217
Uzunluk (cm/kg canlı ağırlık)									
Duodenum	13,24	14,01	14,35	12,87	13,08	14,62	14,93	0,311	0,456
Jejunum	31,74a	40,58c	35,07bc	33,18b	35,67bc	37,16bc	35,96b	0,752	<0,01
Ileum	30,66a	35,05b	34,76b	31,84b	33,86b	34,86b	35,21b	0,813	<0,01
Sekum	6,12a	8,97b	8,14b	7,61ab	8,33b	8,76b	8,51b	0,192	<0,01

KT = bazal yem (mısır-soya fasulyesi bazlı); KK = %15 kenevir tohumu küspesi içeren yem; KKEE = %15 kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; OKK= %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; OKKE = %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; FKK = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; FKKE = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem

4.3. Sekum Mikroflora ve Jejunum Morfolojisi

OKKE grubu toplam bakteri ve *E. coli* popülasyonunu önemli ölçüde azaltmış ($P<0,01$) ve *Lactobacillus spp.* popülasyonunu artırmıştır ($P<0,01$). Ayrıca, PE ilavesi toplam bakteri ve *E. coli* popülasyonunu azaltmıştır ($P<0,01$). Muameleler toplam koliform popülasyonunu etkilememiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.4).

Kenevir tohumu küspesi grubunun VY ve YA değerleri KT grubununkinden daha düşüktür ($P<0,05$). Bununla birlikte, OKK grubundaki VY, KK grubundan önemli ölçüde daha yüksekti, ancak KT grubuyla eşleşememiştir ($P<0,01$). KD ve VG muameleden etkilenmemiştir (Tablo 4.5).

Tablo 4.4. Sekumdaki mikrobiyal popülasyon (Log CFU/g)

Parametreler	KT	KK	KKE	OKK	OKKE	FKK	FKKE	Stan. Sapma	P. değeri
Toplam bakteri	6,81c	7,10e	6,92d	6,58b	6,26a	7,05e	6,78 c	0,042	<0,01
Toplam koliform	4,20	4,76	4,93	4,46	4,72	4,92	4,43	0,041	0,085
<i>E. coli</i>	4,00c	4,72f	4,62e	3,79b	3,47a	4,64ef	4,21d	0,075	<0,01
<i>Lactobacillus spp.</i>	3,62a	3,98b	3,86ab	4,34d	4,16cd	3,87ab	3,68a	0,043	<0,01

KT = bazal yem (mısır-soya fasulyesi bazlı); KK = %15 kenevir tohumu küspesi içeren yem; KKEE = %15 kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; OKK= %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; OKKE = %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; FKK = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; FKKE = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem

Tablo 4.5. Jejunum bağırsak morfolojisi

Parametreler	KT	KK	KKE	OKK	OKKE	FKK	FKKE	Stan. sapma	P. değeri
KD (µm)	196,3	156,1	181,0	182,2	140,5	171,8	171,1	5,05	0,066
VY (µm)	1170,	687,1a	734,9a	929,3b	790,1ab	803,7ab	772,1ab	29,54	<0,01
VG (µm)	113,5	121,2	105,5	104,2	116,4	101,6	99,7	3,10	0,458
YA (mm ²)	0,134a	0,084b	0,076b	0,095b	0,093b	0,082b	0,078b	0,0040	<0,01

KT = bazal yem (mısır-soya fasulyesi bazlı); KK = %15 kenevir tohumu küspesi içeren yem; KKEE = %15 kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; OKK= %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; OKKE = %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; FKK = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; FKKE = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem, KD=kript derinliği, VY=villus yüksekliği, VG=villus genişliği, YA=yüzey alanı

4.4. Serum Biyokimyasal

Muameleler etlik piliçlerin serum toplam kolesterol, toplam bilirubin, kreatinin, fosfor ve alkalın fosfataz konsantrasyonlarını etkilememiştir ($P>0,05$). Bununla birlikte, FKK ve FKKE grupları serum trigliseritlerini ve GGT'yi istatistiksel olarak

önemli şekilde artırmıştır ($P<0,01$). FKKEE grubu AAT'yi artırmıştır ($P<0,01$). OKK ve OKKE grubu kalsiyum ve glukozu önemli ölçüde artırmıştır ($P<0,01$). KK grubu total kan proteinini önemli ölçüde artırmıştır ($P<0,01$) (Tablo 4.6)

4.5. Göğüs Etinin Besin İçeriği

Tüm uygulamalar etlik piliç göğüs eti pH değeri ile ham protein ve ham yağ içeriğini etkilememiştir. Ancak kenevir tohumu küspesi uygulaması but etinin pH değerini önemli ölçüde etkilemiştir ($P<0,01$). KKE, OKK ve OKKE gruplarının pH değeri KT grubunununkinden daha düşüktür ($P<0,01$) (Tablo 4.7).

4.6. Göğüs ve But Etinin Rengi

Kenevir tohumu küspesi ilavesi etlik piliç göğüs eti L^* değerini etkilememiştir ($P>0,05$), ancak kenevir tohumu küspesi ilavesi a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerlerini önemli ölçüde artırmıştır ($P<0,05$). Isıtılmış kenevir tohumu küspesi ile besleme but etinin sarılığını önemli ölçüde artırmıştır ($P<0,01$). Kenevir tohumu küspesi uygulaması L^* değerini önemli ölçüde artırmıştır ($P<0,01$). Kenevir tohumu küspesi ile besleme but etinin b^* değerini (sarılık) önemli ölçüde artırmıştır ($P<0,05$) (Tablo 4.7).

4.7. Göğüs Etinin Duyusal Analizi

Tablo 4.8'de görüldüğü üzere, KK ile besleme göğüs eti görünüm ve koku skorlarını önemli ölçüde azaltmıştır ($P<0,01$). Etlik piliç yemlerine %15 FKK ilavesi göğüs etinin nem içeriğini KT, KK ve KKE uygulamalarına kıyasla önemli ölçüde artırmıştır ($P<0,05$). Buna karşılık, kenevir tohumu küspesinin ısıtılması göğüs etinin görünümünü, kokusunu ve tadını KT'den elde edilen göğüs eti seviyesine yükseltmiştir. Genel panelist kabul değeri için, %15 KK göğüs etinin duyusal değerini azaltırken, %15 ısıtılmış kenevir tohumu küspesi göğüs etinin duyusal değerini değiştirmemiş veya KT muamelesindeki değere eşitlemiştir.

Tablo 4.6. Kenevir tohumu küspesi ile beslenen etlik piliçlerin serum biyokimyası

Parametreler	KT	KK	KKE	OKK	OKKE	FKK	FKKE	Stan. sapma	P. değeri
Trigliserit	23,24a	24,81a	24,55a	24,23a	24,67a	29,93b	28,44b	0,883	<0,01
Kolesterol	111,8	108,0	107,6	107,9	115,4	114,1	116,2	1,12	0,113
Toplam protein	2,93a	3,94b	3,43ab	3,41ab	2,98a	2,79a	2,76a	0,103	<0,01
Toplam bilirubin	0,57	0,53	0,46	0,55	0,72	0,65	0,63	0,020	0,096
Albümin	1,23c	1,33c	1,33c	1,05ab	1,03a	1,20bc	1,03a	0,021	<0,01
Kreatinin	0,03	0,06	0,03	0,06	0,06	0,04	0,05	0,005	0,368
Glukoz	182,7a	185,8a	200,7ab	235,1c	233,1c	224,7bc	197,5a	3,95	<0,01
Fosfor	5,76	5,92	5,35	6,13	6,08	6,11	6,27	0,012	2,114
Kalsiyum	7,88ab	7,73ab	7,21a	8,58bc	8,93c	7,92ab	8,58bc	0,114	<0,01
GGT	11,22a	14,71a	15,63a	12,54a	23,87b	21,78b	22,54b	0,863	<0,01
AAT	297,2a	311,3ab	324,4ab	285,7a	277,8a	326,1ab	379,3b	7,85	<0,01
Alkalin fosfataz	1389	1309	1313	1309	1375	1324	1305	11,5	0,241

KT = bazal yem (mısır-soya fasulyesi bazlı); KK = %15 kenevir tohumu küspesi içeren yem; KKEE = %15 kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; OKK= %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; OKKE = %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; FKK = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; FKKE = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem

Tablo 4.7. Etlik piliçlerin göğüs ve but etlerinin besin içeriği ve pH değerleri

Parametreler	KT	KK	KKE	OKK	OKKE	FKK	FKKE	Stan. sapma	P. değeri
Göğüs									
pH	6,51	6,38	6,32	6,36	6,34	6,48	6,41	0,032	0,162
Kuru madde (%)	26,39	26,34	26,81	27,11	26,88	27,14	27,18	0,113	0,160
Ham protein (%)	23,62	23,47	23,92	24,22	24,15	24,26	24,34	0,101	0,166
Ham yağ (%)	1,42	1,55	1,56	1,50	1,52	1,55	1,48	0,020	0,197
Ham kül (%)	1,34	1,31	1,32	1,39	1,32	1,33	1,36	0,015	0,671
<i>L</i> *	52,7	56,3	56,4	56,0	56,5	56,1	56,6	0,20	0,073
<i>a</i> *	3,16a	3,68b	3,81b	3,97b	4,10b	3,93b	4,14b	0,092	0,022
<i>b</i> *	1,31a	1,97b	2,14bc	2,38bc	2,63c	2,46bc	2,49bc	0,143	<0,01
But									
pH	6,60b	6,40ab	6,30a	6,36a	6,37a	6,50ab	6,40ab	0,024	<0,01
Kuru madde (%)	23,59	24,37	24,33	24,35	23,95	23,82	23,79	0,165	0,811
Ham protein (%)	19,6	19,86	20,05	20,27	19,73	19,81	19,75	0,114	0,853
Ham yağ (%)	2,62	3,11	2,94	2,72	2,79	2,67	2,66	0,070	0,560
Ham kül (%)	1,36	1,39	1,34	1,35	1,43	1,33	1,37	0,023	0,852
<i>L</i> *	59,7a	62,2b	61,9b	61,4b	62,2b	61,8b	62,2b	0,39	<0,01
<i>a</i> *	5,92	5,33	5,54	5,59	5,53	5,42	5,17	0,085	0,443
<i>b</i> *	4,51a	5,37b	5,59b	5,89b	6,10b	6,14b	5,92b	0,087	0,021

KT = bazal yem (mısır-soya fasulyesi bazlı); KK = %15 kenevir tohumu küspesi içeren yem; KKEE = %15 kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; OKK= %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem;OKKE = %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; FKK = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; FKKE = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem

Tablo 4.8. Kenevir tohumu küspesi ile beslenen broyler göğüs etinin duyusal verileri

Parametreler	KT	KK	KKE	OKK	OKKE	FKK	FKKE	Stan. sapma	P. değeri
Görünüş	8,04c	7,22a	7,43ab	7,67bc	7,78bc	7,50ab	7,83bc	0,054	<0,01
Koku	7,93b	7,46a	7,50a	7,57ab	7,72ab	7,72ab	7,74ab	0,036	<0,01
Sertlik	7,87b	7,70ab	7,57ab	7,48a	7,46a	7,56ab	7,39a	0,037	<0,01
Sululuk	7,46ab	7,20a	7,43ab	7,53abc	7,74bc	8,09c	7,67abc	0,057	<0,01
Gevreklik	7,78c	7,20b	7,37ab	7,44abc	7,61abc	7,44abc	7,35ab	0,042	<0,01
Lezzetlilik	7,74b	7,26a	7,43ab	7,46ab	7,65b	7,67b	7,54ab	0,039	<0,01
Ortalama	7,80c	7,34a	7,45ab	7,51abc	7,66bc	7,66bc	7,59abc	0,032	<0,01

KT = bazal yem (mısır-soya fasulyesi bazlı); KK = %15 kenevir tohumu küspesi içeren yem; KKEE = %15 kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; OKK= %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; OKKE = %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; FKK = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; FKKE = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem

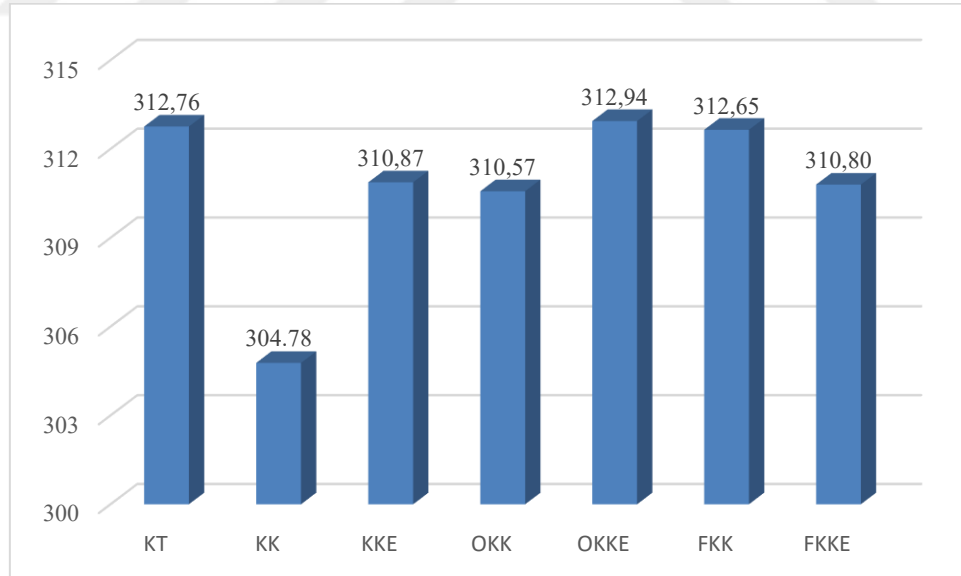
4.8. Tibia ve Femur Kemiğinin Mineral İçeriği

Yemlere kenevir tohumu küspesi eklenmesi tibia'nın kalsiyum içeriğini önemli ölçüde artırmıştır ($P<0,05$). OKKE ile besleme, KT ve KK uygulamalarına kıyasla tibia'daki fosfor ve potasyumu önemli ölçüde artırmıştır ($P<0,05$). Bununla birlikte, uygulamaların tibia'nın magnezyum, sodyum ve kalsiyum-fosfor oranı (Ca:P) üzerinde herhangi bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$).

Femur kemiğinde, OKKE ile besleme KT, KK ve FKK uygulamalarına kıyasla kalsiyumu önemli ölçüde iyileştirmiştir ($P<0,05$). OKKE ile besleme, KT ve OKK tedavilerine kıyasla femur fosforunu önemli ölçüde iyileştirmiştir ($P<0,05$). OKKE ile besleme, KT, KK ve KKE ile karşılaştırıldığında femur potasyumunu önemli ölçüde iyileştirmiştir ($P<0,05$). OKK grubu Ca:P değerini artırmıştır ($P<0,05$) (Tablo 4.9)

4.9. Tibia Kemiğinin Direnci

Kenevir tohumu küspesi ile beslemenin tibia kemik direnci üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$). Bununla birlikte, %15 ısıtılmış kenevir tohumu küspesi veya ısıtılmamış kenevir tohumu küspesine PE ilavesi tibial kemik direncini artırma eğiliminde olmuştur. OKKE ile besleme, 312,94 N değeriyle KT grubunun tibial kemik direncine eşit olmuştur (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Tibia kemiğinin direnci

Tablo 4.9. Kenevir tohumu küspesi ve fitik asit ilavesinin 42 günlük etlik piliçlerin tibia ve femur mineral içeriği üzerine etkileri

Parametreler	KT	KK	KKE	OKK	OKKE	FKK	FKKE	Stan. sapma	P. değeri
Tibia									
Ca	36,40a	38,17b	39,11b	38,81b	38,94b	38,77b	38,14b	0,023	0,032
P	16,59a	16,61ab	16,82abc	16,52a	17,29c	17,12bc	17,02abc	0,084	0,023
Mg	0,71	0,78	0,77	0,71	0,66	0,67	0,75	0,010	0,151
Na	1,22	1,11	1,09	1,11	1,03	1,15	1,19	0,043	0,944
K	0,76a	0,72a	0,97ab	0,94ab	1,24b	1,31b	1,32b	0,066	0,025
Ca:P	2,19	2,3	2,33	2,35	2,25	2,27	2,24	0,022	0,309
Femur									
Ca	36,56a	37,49abc	37,37ab	38,38bcd	39,48d	37,65abc	38,73cd	0,185	<0,01
P	16,31a	16,84ab	16,73ab	16,39a	17,38b	17,16b	17,01ab	0,113	0,015
Mg	0,61	0,72	0,75	0,64	0,73	0,72	0,73	0,026	0,179
Na	1,07	1,1	1,02	1,14	1,12	1,12	1,23	0,038	0,852
K	0,99a	1,31a	1,15a	1,83b	1,86b	1,39ab	1,49ab	0,084	<0,01
Ca:P	2,24a	2,23a	2,23a	2,41b	2,21a	2,19a	2,27ab	0,020	<0,01

KT = bazal yem (mısır-soya fasulyesi bazlı); KK = %15 kenevir tohumu küspesi içeren yem; KKEE = %15 kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; OKK= %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; OKKE = %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; FKK = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; FKKE = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem

4.10. Etlik Piliç But Etinin Yağ Asidi İçeriği

Kenevir tohumu küspesi ile besleme but etindeki toplam doymuş yağ asidi (SFA) içeriğini azaltmıştır. Palmitik asit doymuş yağ asitlerinin ana bileşenidir ve FKK grubu KT grubuna göre daha düşük palmitik asit ve laurik asit seviyelerine sahiptir ($P<0,05$). KKE arasidik asidi arttırmıştır ($P<0,05$) (Tablo 4.10).

Yemde kenevir tohumu küspesi kullanımı, KT grubuna kıyasla daha düşük toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) içermiştir. But etindeki tekli doymamış yağ asitlerinin en büyük bileşeni oleik asittir. Kenevir küspesi uygulaması palmitoleik asit ve miristoleik asidi önemli ölçüde azaltmıştır ($P<0,05$). KK ile beslenen grup en yüksek nervonik asit seviyesine sahipti ($P<0,05$)(Tablo 4.11).

Kenevir tohumu küspesi ile besleme, KT grubuna kıyasla toplam çoklu doymamış yağ asitlerini (PUFA) arttırmıştır ($P<0,01$). But etindeki çoklu doymamış yağ asitlerinin en büyük bileşeni linoleik asittir. Kenevir tohumu küspesi ile besleme linoleik asidi önemli ölçüde arttırmıştır ($P<0,01$). Kenevir tohumu küspesi ile besleme alfa linolenik asit seviyelerini önemli ölçüde arttırmıştır ($P<0,05$) (Tablo 4.12).

Kenevir tohumu küspesi beslemesi but etinde omega 3 (Şekil 4.3) ve omega 6'yı artırmış (Şekil 4.4) ve but etinde omega 6'nın omega 3'e oranını azaltmıştır (Şekil 4.5)

Tablo 4.10. Etlik piliç butlarının doymuş yağ asidi içeriği

Yağ asitleri (SFA)	KT	KK	KKE	OKK	OKKE	FKK	FKKE	Stan. sapma	P. değeri
(C12:0) laurik asit	0,05c	0,03ab	0,03bc	0,03bc	0,03ab	0,02a	0,03ab	0,002	<0,01
(C15:0) pentadekanoik asit	0,18	0,19	0,19	0,19	0,17	0,16	0,17	0,006	0,806
(C23:0) trikosanoik asit	0,05	0,05	0,03	0,08	0,03	0,05	0,03	0,006	0,387
(C21:0) heneikosilik asit	0,35c	0,04a	0,16b	0,08ab	0,12ab	0,09ab	0,10ab	0,197	<0,01
(C20:0) arakidik asit	0,38a	0,47ab	0,62b	0,50ab	0,51ab	0,48ab	0,47ab	0,018	0,027
(C10:0) kaprik asit	0,01	0,01	0,01	0,01	0,15	0,01	0,01	0,019	0,474
(C17:0) heptadekanoik asit	0,51	0,48	0,67	0,75	0,47	0,58	0,6	0,029	0,082
(C18:0) stearik asit	13,45	11,89	12,35	13,11	12,51	11,44	11,86	0,203	0,099
(C14:0) miristik asit	0,84b	0,76b	0,73ab	0,79b	0,69ab	0,54a	0,67ab	0,024	0,01
(C24:0) lignoserik asit	1,68	1,43	1,32	1,50	1,18	1,50	1,46	0,057	0,373
(C16:0) palmitik asit	17,15b	16,03ab	15,11ab	17,66b	17,11b	14,78a	16,63ab	0,243	<0,01
(C8:0) kaprilik asit	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,003	0,541
Toplam SFA	34,65c	31,38ab	31,23ab	34,62c	32,96bc	29,65a	32,03b	0,395	<0,01

KT = bazal yem (mısır-soya fasulyesi bazlı); KK = %15 kenevir tohumu küspesi içeren yem; KKEE = %15 kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; OKK= %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem;OKKE = %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; FKK = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; FKKE = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem

Tablo 4. 11. Etlik piliç butlarının tekli doymamış yağ asidi içeriği

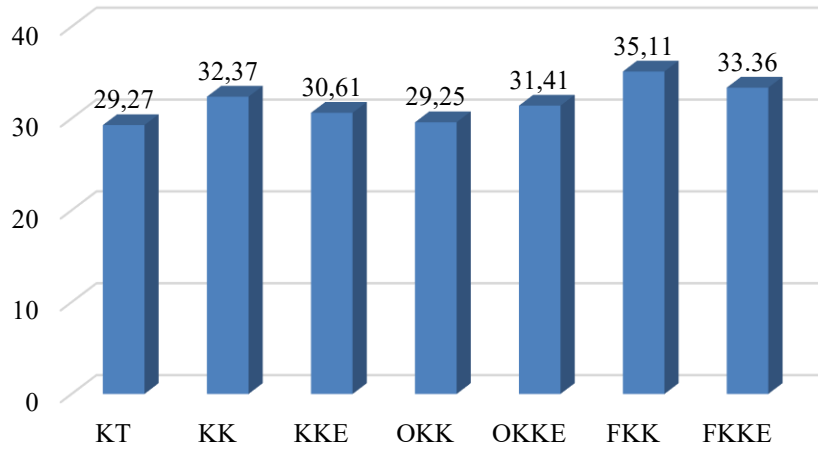
Yağ asitleri (MUFA)	KT	KK	KKE	OKK	OKKE	FKK	FKKE	Stan. sapma	P. değeri
(C24:1) nervonik asit	0,10ab	0,17c	0,11ab	0,08a	0,14bc	0,09a	0,11ab	0,008	0,02
(C16:1) Palmitoleik asit	0,62b	0,05a	0,06a	0,05a	0,05a	0,04a	0,05a	0,057	0,03
(C17:1) cis_10_heptadekenoik asit	0,23	0,24	0,24	0,22	0,20	0,21	0,24	0,007	0,443
(C20:1) cis_11_eikosenoik asit	0,87	0,42	0,89	0,61	0,82	0,78	0,78	0,048	0,095
(C14:1) Miristoleik asit	0,23c	0,14ab	0,17b	0,14ab	0,12ab	0,09a	0,12ab	0,014	<0,01
(C18:1n9c) oleik asit	26,60c	24,63ab	25,41bc	24,72ab	24,91abc	23,38a	23,59ab	0,276	0,016
(C18:1n9t) elaidik asit	1,09	1,06	0,79	1,12	1,02	1,08	1,02	0,030	0,053
Toplam MUFA	29,73c	26,7ab	27,68b	26,92ab	27,26ab	25,65a	25,86a	0,300	0,001

KT = bazal yem (mısır-soya fasulyesi bazlı); KK = %15 kenevir tohumu küspesi içeren yem; KKEE = %15 kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; OKK = %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; OKKE = %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; FKK = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; FKKE = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem

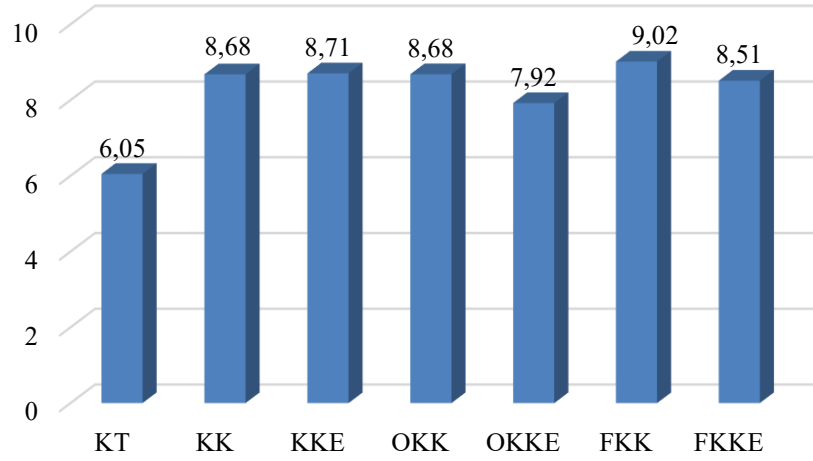
Tablo 4.12. Etlik piliç butlarının çoklu doymamış yağ asidi içeriği

Yağ asitleri (PUFA)	KT	KK	KKE	OKK	OKKE	FKK	FKKE	Stan. sapma	P. değeri
Omega 6									
(C18:2n6c) linoleik asit	19,22a	23,83b	22,62b	22,20b	22,30b	24,80b	23,79b	0,378	<0,01
(C18:3n6) gama_linolenik asit	0,40	0,46	0,23	0,47	0,48	0,48	0,64	0,051	0,219
(C22:2)cis_13_16_dokosadienoik asit	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,003	0,556
(C18:2n6t) linoleilaidik asit	1,33a	1,98ab	1,29a	1,04a	2,40b	2,49b	2,07ab	0,149	0,023
(C20:4n6) araşidonik asit	5,02	4,36	4,09	4,69	3,86	5,02	4,61	0,161	0,082
(C20:2)cis_11_14_eikosadienoik asit	1,24	1,28	1,31	1,11	1,15	1,36	1,3	0,043	0,773
(C20:3n6) cis_8_11_14_eikosatrienoik asit	0,03a	1,19ab	1,05bc	2,02c	1,17bc	0,94ab	0,92ab	0,13	<0,01
Omega 3									
(C18:3n3) alfa_linolenik asit	4,51a	7,26b	6,78b	7,34b	6,51b	6,95b	6,79b	0,185	<0,01
(C22:6n3) cis_410131619_dokosahegzaenoik	0,96	0,81	1,04	0,8	0,79	1,34	1,03	0,06	0,146
(C20:3n3) cis_11_14_17_eikosatrienoik asit	0,13a	0,15a	0,29b	0,13a	0,19ab	0,24ab	0,21ab	0,014	<0,01
(C20:5n3) cis_58111417_eikosapentaenoik	0,46	0,46	0,6	0,41	0,44	0,49	0,49	0,022	0,426
Toplam PUFA	35,32a	41,05bc	39,32b	38,26b	39,52b	44,13c	41,87bc	0,584	<0,01

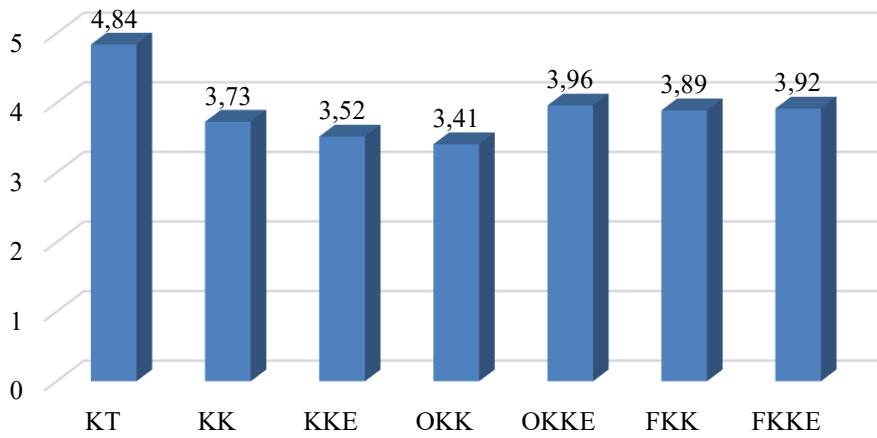
KT = bazal yem (mısır-soya fasulyesi bazlı); KK = %15 kenevir tohumu küspesi içeren yem; KKEE = %15 kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; OKK= %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; OKKE = %15 otoklavlanmış (120°C, 10 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem; FKK = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi içeren yem; FKKE = %15 fırınlanmış (120°C, 20 dakika) kenevir tohumu küspesi ve 1000 FTU/kg PE içeren yem



Şekil 4.3 But etinin toplam omega 6 yağ asidi



Şekil 4.4. But etinin toplam omega 3 yağ asidi



Şekil 4.5. But etinin omega 6 - omega 3 yağ asidi oranı

5. TARTIŞMA

5.1. Kenevir Tohumu Küspesinin Protein ve Antibesinsel Unsur İçeriği

K, OK ve FK'daki protein içeriği önemli ölçüde değişmemiştir, bu da ısıtma işleminin kenevir tohumu küspesinin ham protein içeriğine zarar vermediğini göstermiştir (Tablo 4.1). FK'da (120°C, 20 dakika) ham protein biraz artarak %37,28'e yükselmiştir, bunun nedeni muhtemelen kuru maddenin %94,03 ile en yüksek seviyede olması nedeniyle su içeriğinin azalmasıdır. Bu sonuçlar, otoklavlama ve fırınlamanın kenevir tohumu küspesinin besin kalitesini, özellikle de protein içeriğini korumak için güvenli işleme yöntemleri olduğunu göstermektedir. Önceki bir çalışmada da ısıtma işleminin (121°C; 10 dakika) en yüksek protein ve nişasta sindirilebilirliği ile sonuçlandığı bildirilmiştir (Rehman ve Shah, 2005). Bununla birlikte, protein içeriği uzun süreli ısıtma işlemi ile azalmıştır. Baklagiller otoklavda (121°C; 18-90 dakika) pişirildiğinde protein içeriği %1,33-4,58 oranında azalmıştır (Rehman ve Shah, 2005). Kavurma (110°C; 30 dakika) ve otoklavlama (121°C; 30 dakika) fasulyedeki ham proteini azaltmıştır (Tartila vd., 2024). Ayrıca, artan sıcaklık ve süre protein denatürasyonuna neden olmuştur (Gao vd., 2019). Isıtma işlemi sırasında denatürasyon, protein yapısının açılmasına ve hidrofobik bağların açığa çıkmasına neden olmuştur. Hidrofobik bağlara maruz kalma, protein yüzeyinin hidrofobikliğini artırmış ve bu da protein stabilitesinin azalmasına neden olmuştur (Tang vd., 2022). Düşük stabiliteye sahip proteinler daha kolay etkileşime girecek, diğer proteinlerle bağlar oluşturacak ve genellikle geri döndürülemez ve çok kararlı olan protein agregatları oluşturacaktır. Bu da proteinler arasındaki etkileşimi azaltarak yem içeriğindeki proteinin viskozitesini ve hacmini düşürmüştür (Fetriyuna vd., 2023).

Bu çalışmada, ısıtma işlemleri kenevir tohumu küspesindeki saponin, tanen, HCN ve fitik asit içeriğini azaltmıştır. Fitik asit, HCN ve tanen içeriğindeki azalma en fazla otoklav ısıtma işleminde olmuştur. Önceki bir çalışmada, 120°C'de 30 dakika kavurmanın Tigernut'ta (*Cyperus esculentus* L.) tanen, fitik asit ve oksalatı önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Adekanmi vd., 2009). Ayrıca, baklagillerin tanen içeriği ısıtma işlemi (10-90 dakika boyunca 121°C) %45,7 ve fitik asit %51,6 oranında azaltılmıştır (Rehman ve Shah, 2000). Fırınlama (110°C; 30 dk) ve otoklavlama (121°C; 30 dk) baklagillerde proteaz inhibitör aktivitesini azaltmıştır (Tartila vd., 2024). Isıtılmamış fasulyedeki fitat içeriği %0,65 iken, otoklavlama ile %0,04'e, kaynatma ile %0,47'ye ve kavurma ile %0,49'a düşmüştür (Ogechukwu vd., 2017).

Isıtma fitik asit, tanen ve HCN içeriğinin azaltılmasında etkilidir. Fitik asit için ısıtma, özellikle otoklav gibi nemli koşullarla birleştirildiğinde, yüksek sıcaklıklarda hidroliz yoluyla fitat molekülündeki fosfor bağlarını kırabilmektedir. Bu hidroliz, fitatı hayvan vücudu tarafından daha kolay emilen inorganik fosfata dönüştürmüş ve kalsiyum, magnezyum ve çinko gibi minerallerin bağlayıcı etkisini azaltmıştır (Haetinger ve Adeola 2023). Tanenler için, yüksek sıcaklıklar karmaşık fenolik yapılarını pirogallol, pirokatekol ve phloroglucinol gibi daha basit bileşiklere ayırmıştır (Warnasih ve Hasanah, 2018), böylece muhtemelen proteinlere bağlanma yeteneklerini azaltmış ve sonuçta yem maddelerindeki proteinlerin sindirilebilirliğini arttırmıştır. Bu arada, ısıtma HCN'yi siyanojenik glikozitlerden toksik olmayan bileşiklere ayırmıştır. HCN suda yüksek oranda çözünür ve ısıtma yoluyla uçabilmektedir. Ayrıca, HCN 25°C'de otohidroliz özellikleri göstermiştir ve sıcaklık arttıkça yem bileşenlerindeki HCN içeriği daha fazla azalmıştır (Das vd., 2019).

5.2. Etlik Piliç Performansı

Çalışmamızda, yemde yüksek düzeyde kenevir tohumu küspesi (%15) kullanıldığında etlik piliçlerin ağırlığı azalmıştır. Ayrıca, kenevir tohumu küspesinin ısıtılması ve yeme fitaz enziminin eklenmesi de mısır-soya fasulyesi bazlı yemle beslenen etlik piliçlerin performansını karşılayamamıştır. Šťastník vd. (2019)'nin bulgularına paralel olarak, yemde %15 kenevir tohumu küspesi kullanımı da etlik piliçlerin vücut ağırlığında bir azalma sağlamıştır. Bununla birlikte, yeme %10 kenevir tohumu küspesi eklenmesi etlik piliçlerin ağırlığını etkilememiştir (Tufarelli vd., 2023). Çalışmamızdaki canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışıdaki azalma, kenevir tohumu küspesi grubundaki etlik piliçlerin düşük tüketiminden kaynaklanmış ve ayrıca YYO'nun artmasında da etkili olmuştur. Kenevir tohumu küspesi muamelesindeki düşük canlı ağırlık artışı, yemdeki yüksek ham selüloz içeriğinden de kaynaklanabilir. Kenevir tohumu küspesi, soya fasulyesi küspesi ile neredeyse aynı olan yüksek protein içermekte, ancak yüksek ham selüloz katkısı sağlamaktadır. %15 düzeyinde kenevir tohumu küspesi içeren başlangıç, büyütme ve bitirme rasyonlarının ham selüloz oranı sırasıyla % 6,10, % 6,37 ve % 6,23'e ulaşmıştır (Tablo 4.13). Bu içerik NRC (1994) tarafından önerilen %5 ham selüloz oranını aşmaktadır. Ayrıca, Sittiya vd. (2020) %5 ham selüloz içeren yemlerin, %2,5 ham selüloz içeren yemlere kıyasla etlik piliçlerin vücut ağırlığını azalttığını bildirmiştir.

Tablo 4.13. Farklı dönemlerde (başlangıç, yetiştirici ve bitirme) rasyonda ham selüloz içeriği (%)

Rasyon	Başlangıç	Büyütme	Bitirme
KT	3,51	3,90	3,50
KK	6,10	6,67	6,23
OKK	4,43	5,64	5,43
FKK	5,57	5,57	5,63

Ham selüloz, çözünür (Nötr Deterjan Lif; NDF) ve çözünmez (Asit Deterjan Lif; ADF) selülozdan oluşur. ADF bileşenleri (lignin ve selüloz) sindirim sistemindeki enzimler tarafından parçalanamamaları nedeniyle besin sindirilebilirliğini azaltmaktadır ve ayrıca bakteriler tarafından etlik piliçler için faydalı olan organik asitlere fermente edilememektedir. Yemdeki yüksek ham selüloz ince bağırsağın sindirim viskozitesini artırarak yemden yararlanmayı ve canlı ağırlığı daha da azaltmaktadır (Eizadi vd., 2015). Yüksek selülozla besleme endojen enzimlerin aktivitesini inhibe etmektedir ve lipaz ve safra tuzunu azaltmakta ve sonuç olarak yağın sindirimini ve kullanımını olumsuz yönde etkilemektedir (Al-Harthi vd., 2023). Çalışmamızın sonuçları otoklavlanmanın olumlu bir etkisi olduğunu göstermiştir. Otoklavlanmış kenevir tohumu küspesi muamelesi, soya küspesi bazlı yemin canlı ağırlığına ulaşmamasına rağmen, diğer kenevir tohumu küspesi muameleleri arasında en yüksek canlı ağırlığı vermiştir. Ayrıca, ısıtma işleminin fitaz enzimi ile kombinasyonu otoklavlanmış kenevir tohumu küspesi grubuna kıyasla daha iyi sonuçlar vermemiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada, %15 ısıtılmış kenevir tohumunun da yumurtlayan tavukların yumurta ağırlığını artırdığı bulunmuştur (Konca vd., 2019). Benzer şekilde, otoklavlanmış pirinç kepeği (Eizadi vd., 2015) ve moringa tohumu unu (Al-Harthi vd., 2023) etlik piliçlerin vücut ağırlığını artırmıştır. Nem ve basınçla otoklavlanmanın etlik piliç performansını iyileştirmek için etkili bir yöntem olduğunu, bu işlemin tripsin inhibitörlerini azalttığını ve diğer anti-besinsel faktörleri denatüre ettiğini, böylece besin sindirilebilirliğini artırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca otoklavlama, hidroliz ve jelatinleşme süreçleri nedeniyle nişasta sindirilebilirliğini artırabilmektedir (Dundar ve Gocmen 2013).

Sonuçlarımıza benzer şekilde, otoklavlanmanın fitik asit, HCN, tanen ve saponin gibi antibesinsel unsurları azaltmada daha etkili olduğu görülmüştür, bu da OKK grubundaki etlik piliçlerin KK ve FKK'ye kıyasla daha iyi performans göstermesine

neden olmuş olabilir. Antibesinsel faktörler, viskozite oluşumu yoluyla endojen enzim aktivitesini önleme ve safra tuzu salgısını azaltma gibi mekanizmalarla sindirim sisteminde besinlerin sindirim ve emilimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Antibesinsel unsurlar ayrıca besinleri ve mineralleri bağlayarak villuslar tarafından emilemeyen bir kompleks oluşturur. Antibesinsel faktörler sindirim organlarındaki hücrelerin yapısına ve işlevine zarar vererek sindirim bozukluklarına ve nihayetinde besin emiliminin azalmasına neden olduğu bildirilmiştir (Al-Harthi vd., 2023).

Bu çalışmada, OKK, OKKE, FKK ve FKKE gruplarında yem tüketimi 22-42 gün ve 1-42 gün arasında KK grubuna kıyasla daha yüksek olmuştur. Ancak, bu olumlu etki BF muamelesine karşı gözlenmemiştir. KK ve KKE ile beslemenin olumsuz etkilerinin 42 günlük yaşa kadar tutarlı olduğunu belirtmek önemlidir. Bu durumda, bu muamele BF grubu ve ısıtılmış kenevir tohumu küspesi grubuna kıyasla daha düşük bir büyüme oranı ve yem tüketimi göstermiştir. Bununla birlikte, KK'ya enzim ilavesi, KK'ya kıyasla gelişim performansını (canlı ağırlık, yem alımı, canlı ağırlık artışı) iyileştirebilmiştir. Bu bulgular, 1.000 IU/kg fitaz enziminin dahil edilmesinin ısıtılmamış kenevir tohumu küspesindeki olumsuz etkileri azaltılabileceğini göstermiştir.

Beklenmedik bir şekilde, KK grubuna fitaz ilavesi etlik piliçlerin performansını artırmaya yardımcı olmamıştır. Bu sonuç, Al-Harthi vd., (2023)'nin otoklavlanmış moringa tohumu küspesi üzerinde eksojen enzim kullanımının herhangi bir etkisi olmadığına dair raporuyla benzerlik göstermektedir. Otoklavlamanın olumlu etkisi, OKK grubunun KK grubuna kıyasla önemli ölçüde daha yüksek yem alımından da anlaşılacağı üzere, eksojen enzimlerin rolünden daha fazla etkilenmiştir. Ayrıca, bu çalışmada OKK ve FKK'da fitik asidin rolü etkili bulunmamıştır. Fitaz enziminin rolü, KK grubuna kıyasla daha yüksek canlı ağırlığa sahip KKE grubunda daha etkili görünmektedir. Bu varsayım, Al-Harthi vd., (2023)'nin eksojen enzimlerin etkinliğinin yem bileşenlerinin antibesinsel unsur içeriğinin miktarı tarafından belirlendiği ifadesiyle desteklenmiştir. Bazı fitik asitler otoklavlama ile miyoinositol fosfat ve inorganik fosfata parçalanarak P sindirilebilirliğini arttırmış ve diğer besin maddeleri ile fitat kompleksi oluşumunu engellemiştir (Haetinger ve Adeola, 2023). Ayrıca, otoklav ısıtması (120°C, 10 dakika), daha yüksek canlı ağırlığı ile kanıtlandığı üzere, fırında ısıtmadan (120°C, 20 dakika) daha etkili görünmektedir. Bu durum, uzun süreli fırında ısıtmanın olumsuz etkilerinden kaynaklanıyor olabilir. Oliveira vd.

(2019) göre, yem üzerinde yüksek sıcaklıklarda ısıtma işlemi Maillard reaksiyonuna neden olmuş, bu da amino asitlerin sindirilebilirliğini azaltmış, vitamin ve minerallerin kullanılabilirliğini düşürmüştür. Karkas ve İç Organ Ağırlığı

Bu çalışmada, kenevir tohumu küspesi ve fitaz beslemesi karkas ağırlığı üzerinde önemli bir etkiye yol açmamıştır. Bununla birlikte, kenevir tohumu küspesi ile besleme kalp, taşlık, dalak ve bağırsak ağırlığını artırmıştır. Bu durum muhtemelen kenevir tohumu küspesinin ham selüloz bileşiminden kaynaklanmıştır (Tablo 4.3). Kasula vd. (2021)'ne göre, kenevir tohumu küspesi kuru maddede %30'a kadar ulaşan düzeylerde ham selüloz içermektedir. Bu çalışmada, yemdeki %6,10 ila %6,37 (Şekil 5.1) arasındaki ham selüloz seviyeleri, etlik piliçlerde çeşitli organların boyutundaki artışla ilişkilendirilmiştir. Mekanik sindirim bölgesi olarak taşlık boyutundaki artış KK muamelesinde önemli olmuştur. Yüksek selülozla besleme, selülozun öğütülmesinde taşlığın aktivitesini artırmış ve bu da taşlığın büyümesini teşvik etmiş olabilir. Diğer taraftan, ısıtılmış kenevir tohumu küspesi yeminin ısıtılmamış kenevir tohumu küspesi yemine kıyasla daha küçük bir taşlık boyutuna sahip olduğu görülmüştür. Bu durum, ısıtma işlemi nedeniyle ham lif ve anti-besin maddelerinin azalmasına bağlanabilir. Orta miktarda çözünmeyen lifin verilmesi, gastrointestinal sistemde daha fazla yem tutulması ve sindirim enzimlerinin üretimi nedeniyle besin sindirilebilirliğini artırmıştır (Zhang vd., 2023). Yüksek ham selüloz tüketimi, muhtemelen besin tutulumunu engellemiş ve ham selüloz sindirim enzimleri tarafından parçalanamadığı için kanatlı performansını düşürmüştür.

Bu çalışmada, ince bağırsak (jejunum, ileum) ve sekum uzunluğu da kenevir tohumu küspesi içeren yemler ile artmıştır. Doğal olarak, ham selüloz, ince bağırsak da dahil olmak üzere sindirim organlarının besinlerin emilimi için daha fazla çalışmasına neden olmuş ve boyut büyümesi ile karakterize edilen morfolojik değişikliklere yol açmıştır. Bununla birlikte, nişasta olmayan polisakkaritler sekumda belirli mikroorganizmalar tarafından fermente edilebildiğinden, kısa zincirli yağ asitleri, laktik asit, CH₄, H₂ ve CO₂ üretmişlerdir (Jha ve Mishra, 2021). Üretilen bu ürünler muhtemelen sekum uzunluğunda artışa neden olmuşlardır. Bu arada, kalp boyutu da kenevir tohumu küspesi grubunda kenevir tohumu küspesi olmayan gruba göre daha büyük olmuştur. Badaruddin vd. (2022)'ne göre, yemlerde kalbi enfekte eden toksinlerin veya antibesinsel maddelerin bulunması kalp büyümesine katkıda bulunan bir faktördür. Bağışıklık organlarıyla ilgili olarak, ısıtılmamış kenevir tohumu küspesi ile beslendiğinde dalağın büyümesi de muhtemelen antibesinsel unsurların

etlik piliçlerin bağışıklık tepkisi üzerindeki olumsuz etkisinden kaynaklanmıştır. Antibesinsel maddelerin besin maddelerinin emilimini engellediği ve dalak da dahil olmak üzere çeşitli bağışıklık organlarına zarar verdiği Kuku vd. (2014) tarafından da rapor edilmiştir.

5.3. Sekum Mikroflora ve Jejunum Morfolojisi

Çalışmamızın sonuçları, OKK ve OKKE'nin toplam bakteri ve *E. coli*'yi azaltmada FKK ve FKKE gruplarından daha etkili olduğu ve *Lactobacillus* popülasyonunu iyileştirmede de etkili olduğunu göstermiştir (Tablo 4.4). Benzer bir sonuç Nahavandinejad vd. (2012) tarafından da bildirilmiş ve otoklavlanmış soya küspesinin etlik piliçlerin ileumunda *Lactobacillus* bakteri popülasyonunu artırdığı tespit edilmiştir. Aslında, yem maddelerinin nişasta, selüloz ve mineral içerikleri bağırsak mikrobiyal kompozisyonunu etkilemektedir (Zhang vd., 2023; Jha ve Mishra, 2021; Omotoso vd., 2023). Bununla birlikte, otoklavlamanın kanatlı sindirim sistemindeki bakterilerin aktivitesini ve bileşimini etkilemedeki spesifik rolü sınırlıdır. Bu çalışmada, *E. coli* popülasyonundaki azalmaya paralel olarak *Lactobacillus* bakterilerindeki artış, *Lactobacillus* bakterilerinin patojenik bakterilerin büyümesini baskılamadaki rolüyle ilişkilendirilmektedir. Ayrıca, *Lactobacillus* bakterileri laktik asit üreten karbonhidratları fermente etme yetenekleriyle bilinmektedir (Borojeni vd., 2014). Bir diğer neden ise, etlik piliçlerin sindirim sistemindeki bakteri durumunu etkileyen otoklavlama işlemi nedeniyle yem hijyeni ile ilgilidir (Nari vd., 2019).

Bu çalışmada, fitaz ilavesi yararlı bakterileri artırmış ve patojen bakterileri azaltmıştır. Bu durum, etlik piliç yemine 5000 FTU/kg fitaz enzimi uygulamasının ileumda *Lactobacillus* popülasyonunda artış ve *Streptococcus*'ta azalma ile sonuçlandığını belirten Ptak vd. (2015) ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca, Nari vd. (2019) 500 FTU/kg yem ile beslenen ileumdaki *E. coli* bakteri popülasyonunda bir azalma olduğunu kanıtlamıştır. Benzer şekilde, Moita vd. (2021) etlik piliç yemine 2000 FTU/kg fitaz ilavesinin *Pseudomonas* ve *Helicobacter*'i azaltma ve *Lactobacillus* bakterilerini artırma eğiliminde olduğunu bildirmiştir. Fitaz, yemin tamponlama kapasitesini azaltarak sindirim pH'ını ve ileal mikrobiyal popülasyonları değiştirebilir. Bu durum, artan fosfor seviyeleri ve azalan kalsiyum seviyeleri ile ilişkilendirilmiş ve bağırsakta pH değerlerinin düşmesine neden olmuştur (Ptak vd., 2015). Faydalı bakterilerin büyümesi için uygun bir ortam yaratır ve laktik asit bakteri popülasyonunu arttırmıştır (Abun vd., 2024). Fitaz enziminin, bakteriyel lipopolisakkaritlerin

defosforilasyonu ve bakterilerin transepitelyal taşınmasının önlenmesi de dahil olmak üzere bağırsak alkalın fosfataz aktivitesini indüklenme mekanizması yoluyla bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Kriseldi vd., 2021). Önceki çalışmalar fitaz takviyesinin *Lactobacillus* sp. üretimini artırdığını ve bunun da patojenik mikropların kolonizasyonunu engelleyebilen organik asitler de dahil olmak üzere antimikrobiyallerin üretimi ile pozitif ilişkili olduğunu bildirmiştir (Ptak vd., 2015).

Kanatlılarda bağırsak sağlığının göstergeleri, jejunum bağırsağının ince bağırsaktaki ana emilim bölgesi olarak kabul edildiği besin emilim düzeyini belirleyen villus yüksekliği, villus yüzey alanı ve kript derinliği gibi morfolojik parametrelerden anlaşılmaktadır. Bu çalışma, otoklavlanmış kenevir tohumu küspesi uygulamasının, ısıtılmamış kenevir tohumu küspesi grubuna kıyasla daha iyi villus yüksekliğine sahip olduğunu, ancak yine de mısır-soya fasulyesi bazlı diyetin seviyesine ulaşmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.5). Fitaz kullanımı da bağırsak morfolojisini iyileştirememiştir. Bunun nedeni, bağırsak villuslarına zarar veren kenevir tohumu küspesi kullanımındaki yüksek ham selüloz içeriği olabilir (Jha ve Mishra, 2021). Sonuçta, bu etkiler besin emilimini, büyüme performansını ve piliçlerin genel sağlığını bozmaktadır. Bununla birlikte, otoklavlama antibesinsel unsurları ve selülozu parçalayabilmekte, böylece villus hasarını azaltmakta ve ısıtılmamış kenevir tohumu küspesi veya fırında ısıtılmış kenevir tohumu küspesine kıyasla daha iyi vücut ağırlığı ile kanıtlandığı gibi besin emilimini artırmıştır.

5.4. Serum Biyokimyasal

Muameleler kolesterol, total bilirubin, kreatinin, fosfor ve alkalın fosfataz konsantrasyonlarını etkilememiştir (Tablo 4.6). Fırında ısıtılmış kenevir tohumu küspesi (FKK ve FKKE) ile besleme, trigliseritleri önemli ölçüde artırmış ve serumda gama-glutamil transferaz ve aspartat aminotransferazı yükseltmiştir. Bu durum, lipid bileşimi ve yapısında değişikliklere yol açan aşırı ısınmadan kaynaklanıyor olabilir. Önceki bir çalışmada da ısıtılmış soya küspesi ile beslenen piliçlerin serum trigliserit seviyelerinde artış olduğu bildirilmiştir (Beukovic vd., 2011). Kenevir tohumu küspesi, yağ asitleri ve trigliseritler dahil olmak üzere yüksek düzeyde lipid içermektedir. Lipid oksidasyonu, aşırı ısınmaya maruz kaldığında serbest radikal oluşumuna ve diğer reaktif oksijen türlerine yol açabilmektedir (Geng vd., 2023). Bu oksidatif süreç, lipid bozulmasına ve serum trigliserit seviyelerinin düşmesine katkıda

bulunabilecek esansiyel yağ asitlerinin kaybına neden olduğu bilinen oksitlenmiş lipidlerin oluşumuyla sonuçlanabilmektedir. Bu arada, fırında ısıtılmış kenevir tohumu küspesi yemleriyle beslenen serum gama-glutamil transferaz ve aspartat aminotransferazdaki artış, akrilamidin neden olduğu karaciğer hasarına bağlı olabilmektedir. Yüksek gama-glutamil transferaz ve aspartat aminotransferaz karaciğer hasarının göstergeleridir (Lai vd., 2024).

Akrilamid, Maillard reaksiyonu sırasında şekerlerin, özellikle de asparajinin varlığında amino asitlerin bozunması yoluyla oluşan zararlı bir yan üründür (Augustine ve Bent, 2022). Çalışmada, 40 ppm akrilamid enjekte edilen sıçanların kontrollere göre daha yüksek aspartat aminotransferaz seviyelerine sahip olduğu bildirilmiştir (Sun vd., 2020). Akrilamid, lipid peroksitler ve protein karbonil içeriği de dahil olmak üzere hepatik oksidatif stres belirteçlerinin seviyesini artırmıştır (Zhang vd., 2023). Bu koşullar, fırınlanmış kenevir tohumu küspesi ile beslenen piliçlerin kanındaki gama-glutamil transferaz seviyelerindeki potansiyel artışa katkıda bulunmuş olabilir. Gama-glutamil transferaz esas olarak karaciğerde bulunan bir enzimdir ve bir antioksidan olarak glutasyon metabolizmasında rol oynamaktadır (Xing vd., 2022). Isıtma işlemi etlik piliçlerin serum toplam proteinini ve serum albüminini azaltmıştır. Toplam serum proteinindeki azalma, ısıtma işlemine duyarlı proteinler ve amino asitlerden kaynaklanıyor olabilir. Proteinlerin yapısal bütünlüğü, işleme sırasında ısıya maruz kalarak bozulmuş, bu da denatürasyona yol açabilir (Nahavandinejad vd., 2014), ardından serum albümin seviyelerini düşürmüştür. Yem bileşenlerinin doğru sıcaklık ve sürede ısıtılması besin sindirilebilirliğini artırmış ve antibesinsel maddeleri azaltmıştır. Bununla birlikte, artan sıcaklık ve süre besin içeriğini ve sindirilebilirliği olumsuz etkilemiştir. Örneğin, soya fasulyesi ve kanola küspesinin enerji ve amino asit sindirilebilirliği 125-150°C'de 30 dakika boyunca otoklavlandığında azalmıştır. Isı, esas olarak indirgen şekerin karbonil grubu ile serbest amino grubu arasındaki Maillard reaksiyonundan kaynaklanan amino asit sindirilebilirliğini azaltmıştır (Oliveira vd., 2019; Haryanti vd., 2020). Ayrıca lizin, ε-amino gruplarının varlığı nedeniyle Maillard reaksiyonlarına en duyarlı amino asittir (Eklund vd., 2015).

Otoklavlanmış kenevir tohumu küspesi (OKK ve OKKE), ısıtılmamış kenevir tohumu küspesi (KK ve KKE) ve kontrol grubuna (KT) kıyasla serum glikoz seviyelerini artırmıştır. Buhar ve basınçla otoklavlamanın nişastayı jelatinleştirmede fırında ısıtmadan daha etkili olduğu ve böylece piliçlerin bağırsakları tarafından

sindirilip emilmesini kolaylaştırdığı düşünülmektedir. Bir başka çalışmada, 90°C sıcaklıkta şartlandırmanın nişasta molekülleriyle hidrojen bağlarının serbest kalmasına yol açtığı, böylece nişasta jelatinleşmesinin ve sindirilebilirliğin arttığı bildirilmiştir (Wang vd., 2023). Ayrıca, nişasta jelatinleşmesi, glikozidik bağların yok olması nedeniyle nişasta sindirilebilirliği üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir ve molekülleri sindirim enzimlerine duyarlı hale getirmiştir. Ek olarak, jelatinleşme amilopektin içeriğini artırıp amiloz içeriğini azaltarak sindirilebilirliği artırmıştır (Ali vd., 2020). Bu artan nişasta sindirilebilirliği, ısıtılmamış ve fırınlanmış gruplara kıyasla otoklavlanmış kenevir tohumu küspesi grubunda daha yüksek vücut ağırlığı üretiminin kanıtladığı gibi, etlik piliçlerin enerji ve büyümesi için kullanılan kan glikoz seviyelerinin artmasına katkıda bulunmuştur.

Çalışmamızda, otoklavlanmış kenevir tohumu küspesine fitaz ilavesinin (OKKE) serum kalsiyum seviyelerini artırmada daha etkili olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde, önceki çalışmalar 128°C'de 90 dakika boyunca otoklavlanmış et ve kemik unu ile beslenen etlik piliçlerde Ca sindirilebilirliğinin arttığını bildirmiştir (Zanu vd., 2021). Otoklavlanmış kanola küspesi ve soya küspesi ile beslenen domuzlarda kalsiyum kullanılabilirliğinin arttığı Lee ve Nyachoti (2021) tarafından da tespit edilmiştir. Fitaz enzimi, kalsiyum da dahil olmak üzere minerallerin fitatlarının çözülmesine yardımcı olmuştur. Sonuç olarak, fitaz enzimleri ile ısıtılmış kenevir tohumu küspesi, sindirim sırasında kalsiyumu daha verimli bir şekilde serbest bırakmış ve emilimi ve kan kalsiyum seviyelerini iyileştirmiştir. Bu da otoklavlama ve fitaz enzimi ilavesinin kalsiyum-fitat komplekslerinin oluşumunu azaltabileceğini ve kalsiyum emilimini artırabileceğini göstermektedir.

5.5. Etlik Piliç Göğüs Etinin Besin İçeriği

Göğüs ve but etlerinde kuru madde, ham protein, ham yağ ve ham kül bakımından muameleler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Otoklavlanmış kenevir tohumu küspesinde (OKK ve OKKE) ve ısıtılmamış kenevir tohumu küspesine fitaz ilavesinde (KKE) but etinin pH değeri KT grubundan önemli ölçüde daha düşük olmuştur (Tablo 4.7). Bu durum, kenevir tohumu küspesinin otoklavlanmasının (120°C; 10 dakika) ve fırında ısıtılmasının (120°C; 20 dakika) hem göğüs hem de but etinin besin kalitesi üzerinde zararlı bir etkisi olmadığını göstermektedir. Konca vd. (2019) yumurtacı tavuklarda ısıtma işlemi görmüş kenevir tohumu küspesinin (120°C; 60 dakika) kenevir tohumundan daha olumlu sonuçlar

verdiğini göstermiştir. Rehman ve Shah (2005), otoklav ısıtmanın (121°C; 20 dakika) baklagillerde tanenlerin %36'sını ve fitik asidin %33'ünü azalttığını bildirmiştir. Ayrıca bu sıcaklık seviyesinde protein yapısının bozulmadığını, karbonhidrat ve proteinlerin sindirilebilirliğinin arttığını bildirmişlerdir.

Etlik piliç etinin pH değeri renk, su tutma kapasitesi, hassasiyet???, sululuk ve raf ömrü gibi birçok önemli özelliği etkilediği için önemlidir (Mir vd., 2017). pH'daki düşüş, etin daha nemli ve yumuşak olmasını sağlamıştır (Savell vd., 2005). Önceki çalışmalarda, piliç etinde ideal pH değerinin 5,6 ila 6,4 olduğu bildirilmiştir (Durmuş vd., 2023). Çalışmamızdaki göğüs etinin pH değerleri bu aralıkta yer almıştır (Tablo 4.7).

Otoklavlanmış keten tohumu diyetlerinde (OKK ve OKKE) but etinin pH değerinin daha düşük olması, keten tohumunun neden olduğu besin sindirilebilirliği ve metabolizmasındaki değişikliklerden kaynaklanmış olabilir. Önceki araştırmalara benzer şekilde, kenevir tohumu yağı kullanımı da pH değerini düşürmüş ve et kalitesi üzerinde olumlu bir etkiye neden olmuştur (Kanbur ve Göçmen, 2021). Otoklavlanmış kenevir tohumu küspesi, antibesinsel faktörler de dahil olmak üzere karmaşık yapıları parçalayarak protein ve selüloz gibi besin maddelerinin kullanılabilirliğini artırmıştır. Bu arada, fitaz fitat komplekslerini parçalamış ve bağlı fosfor ve diğer minerallerin salınımını artırmıştır. Bu süreçler birlikte, muhtemelen bağırsaktaki fermentasyon oranını artırarak laktik asit gibi kısa zincirli yağ asitlerinin (SCFA'lar) daha yüksek üretimiyle sonuçlanmış, ardından asidik bir ortam yaratarak kas pH'ını etkilemiştir. Kenevir tohumu küspesindeki daha yüksek PUFA seviyeleri, uyluk kaslarındaki oksidatif süreçleri artırarak daha düşük pH'a katkıda bulunabilmektedir. Dolayısıyla, daha iyi besin bulunabilirliği, artan glikoliz aktivitesi ve yağ asidi oksidasyonu kombinasyonu muhtemelen OKK ve OKKE gruplarının kontrol grubuna kıyasla neden daha düşük but eti pH'ına sahip olduğunu açıklamaktadır. Otoklavlama ile kenevir tohumu küspesinin karbonhidratları ve proteinleri daha kolay sindirilebilir ve emilebilir. Bu, tavuk için enerji kullanılabilirliğini artırmıştır ve etteki glikojen içeriğini etkilemiştir. Glikoliz süreci laktik asit üretmiş ve etin pH değerinde düşüşe neden olmuştur (Chauhan vd., 2019).

5.6. Göğüs ve But Etinin Rengi

Bu çalışmada, kenevir tohumu küspesi ilavesi genel olarak göğüs etinin a^* (kırmızımsı) ve b^* (sarımsı) değerlerini artırmıştır. Ayrıca kenevir tohumu küspesi

but etinin L^* ve b^* değerlerini de artırmıştır. Št'astník vd., (2019) tarafından yapılan önceki çalışmada, %15'e kadar kenevir tohumu küspesi ilavesinin etlik piliç kasının L^* renk değerini etkilemediği, a^* ve b^* değerlerinin ise %5 kenevir tohumu küspesi grubuna kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte, Tufarelli vd., (2023) kenevir tohumu küspesinin %5 ve %10 seviyelerinde beslenmesinin etlik piliç göğüs kasının L^* , a^* ve b^* değerlerini önemli ölçüde etkilemediğini bildirmiştir.

Petracci vd., (2004) uygun değerlerin soluk ($L^*>56$), normal ($50\leq L^*\leq 56$) ve koyu ($L^*<50$) olduğunu bildirmiştir. Dolayısıyla, bu çalışmada etlik piliç göğüs kasının rengi normal olarak sınıflandırılmıştır. Bununla birlikte, %15 kenevir tohumu küspesi ile besleme, but kasında 61,17-62,24 arasında daha yüksek bir L^* değeri üretmiştir. Bununla birlikte, bu sonuçlar Št'astník vd., (2019) yemde %15 kenevir tohumu küspesi kullanarak L^* değerinin 62-64 arasında değiştiği çalışmasıyla benzerlik göstermiştir.

Bu çalışmada but etinin L^* değerindeki artış pH değerindeki düşüşle yakından ilişkilendirilmiştir (Tablo 4.7). Etin pH'ı düştüğünde, kasın su tutma kapasitesi önemli ölçüde azalmıştır. Bu da kas dokusundan yüzeye su salınımına yol açarak ışık yansımalarını artırır ve etin daha parlak görünmesini sağlamıştır (Monika vd., 2023). Buna ek olarak, artan L^* değerleri kaslarda artan metmiyoglobin oluşumuyla ilişkili olabilmektedir. Düşük pH'da, etteki miyoglobin, metmiyoglobin gibi daha oksitlenmiş bir formda olma eğilimindedir ve parlaklığın artmasına katkıda bulunmuştur (Hoa vd., 2005).

Et rengi, kanatlı eti ürünlerinin satın alınmasında müşteri tercihleri için belirleyici faktörlerden biridir. Tüketiciler daha soluk renkli etlere kıyasla daha düşük L^* ve daha yüksek a^* ve b^* değerlerine sahip koyu renkli etleri tercih etmektedir (Kuttappan vd., 2012). Kanatlı eti rengi yem manipülasyonundan kolayca etkilenir, özellikle yemlerdeki karotenoidler kuş kasındaki pigmentasyonu artırabilmektedir. Etin sarı rengi, yemdeki yüksek karotenoid (β -karoten, α -karoten, lutein ve zeaksantin) içeriğine bağlanabilir (Rodriguez-Amaya, 2016). Kenevir tohumu küspesi yüksek lutein (40,07 mg/kg) ve β -karoten (9,8 mg/kg) içermektedir (Oancea vd., 2023).

5.7. Göğüs Etinin Duyusal Analizi

Tablo 4.8 (KK ve KKE) ısıtılmamış kenevir tohumu küspesi ile beslemenin göğüs etinin görünüm, koku ve gevreklik değerlerini önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. FKK grubu, KT, KK ve KKE gruplarına kıyasla göğüs etinin suyunu önemli ölçüde

iyileştirmiştir. Buna karşılık, kenevir tohumu küspesinin ısıtılması göğüs etinin görünümünü, kokusunu ve lezzetini soya fasulyesi küspesi bazlı diyetlerden elde edilen göğüs eti değerleriyle eşit düzeyde iyileştirmiştir. Genel olarak, %15 ısıtılmamış kenevir tohumu ile besleme etlik piliç göğüs etinin duyuusal değerini düşürürken, %15 ısıtılmış kenevir küspesi ile besleme göğüs etinin duyuusal değerini değiştirmemiştir.

Bu çalışmada, otoklavlanmış ve fırınlanmış kenevir tohumu küspesi, ısıtılmamış tohum küspesine kıyasla tavuk eti kalitesini artırmıştır. Isıtma, kas yapımı ve et kalitesi için önemli olan temel minerallerin (fosfor, kalsiyum, magnezyum) emilimini engelleyen fitatlar ve enzim inhibitörleri gibi antinutrisyonel faktörlerin içeriğini azaltmıştır (Rehman ve Shah, 2005). Ayrıca, ısıtma protein yapısını değiştirerek daha sindirilebilir hale getirmiş ve kas büyümesini ve et dokusunu desteklemek için gerekli amino asitlerin kullanılabilirliğini artırmıştır. Bu çalışmada, ısıtmanın etkisinin etin nemini (sululuğunu) artırdığı ve tüketiciler için sulu ve daha çekici bir dokuya katkıda bulunduğu gösterilmiştir.

5.8. Tibia ve Femur Kemiğinin Mineral İçeriği

Etlik piliçlerde kemik sağlığı ve gücü, özellikle optimum üretim performansının desteklenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Kemik kalitesi, genellikle yem yoluyla elde edilen kalsiyum ve fosfor gibi temel minerallerin alımına büyük ölçüde bağlı olmuştur (Zafari vd.,2022). Bununla birlikte, yemden mineral emilimi genellikle fitat gibi antibesinsel bileşiklerin varlığı nedeniyle engellenmiştir. Bu durum, sadece tavukların beslenme ihtiyaçlarını karşılamakla kalmayıp aynı zamanda optimal kemik sağlığını desteklemek için mineral biyoyararlanımını artıran yem yeniliklerinin önemini vurgulamaktadır. Genel olarak, fitaz enzimi eklenmiş otoklavlanmış kenevir tohumu küspesi bazlı yemin kemik mineral kalitesini iyileştirmek için en iyi uygulama olduğu kanıtlanmıştır. Bu işlem, femur kemiğindeki kalsiyum, fosfor ve potasyum içeriğinin yanı sıra tibia kemiğindeki fosfor ve potasyum içeriğini önemli ölçüde artırmıştır. Bu olumlu etki, otoklavlamanın antibesinsel maddeleri, özellikle de fitik asitleri azaltmadaki etkinliğine bağlanmıştır.

Otoklavlama fitik asit içeriğinde %8,29'luk bir azalmaya neden olurken, fırında ısıtma sadece %1,11'lik bir azalma sağlamıştır (Şekil 4.1). 120°C'de 10 dakika boyunca otoklavlama, muhtemelen ısıнын daha derine nüfuz etmesini sağlayan ve başta fitat olmak üzere antibesinsel maddelerin yapısını bozan yüksek basınçlı buhar

prensibiyle çalışmıştır (Kong vd., 2022). Fitat, kalsiyum, magnezyum ve fosfor gibi temel minerallere bağlanabilen kompleks bir bileşiktir (Ptak vd., 2015) ve böylece tavukların sindirim sisteminde emilimlerini engellemektedir. 120°C'de fitatın yapısı bozulmaya başlar, hapsolmuş mineralleri serbest bırakır ve bağlanma kabiliyetini azaltmıştır. Önceki çalışmalarla uyumlu olarak, otoklavlama, Jack Fasulyesindeki anti-besin maddelerini (tanenler, tripsin inhibitörleri) azaltmada ısıtma ve pişirmeye kıyasla en iyi işlemdir (Doss vd., 2011) ve *Cicer arietinum* L.'nin fitik asit içeriğini büyük ölçüde azaltmıştır (Sharma vd., 2018). Bununla birlikte, aşırı ısıtma esansiyel amino asitler veya ısıya duyarlı vitaminler gibi diğer önemli besin maddelerine zarar verdiğinden, ısıtma işlemi dikkatli bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Örneğin, baklagiller 121°C'de 18-90 dakika ve 128°C'de 20 dakika otoklavlandığında protein ve nişasta içeriği de azalmıştır (Rehman ve Shah, 2005).

Fitaz enzimleri, fitik asit ve mineral kompleksleri olan fitat bağlarını parçalamak için özel olarak işlev gören enzimlerdir. Fitat, sindirim sistemlerinde endojen fitaz bulunmadığı için fosforu kümes hayvanları tarafından sindirilemeyecek bir biçimde bağlamıştır (Moita vd., 2021). Yeme fitaz eklendiğinde, bu enzim tavuğun sindirim sistemi boyunca çalışarak fitat bağlarını hidrolize edip depolanan fosforun yanı sıra kalsiyum gibi diğer mineralleri de serbest bırakmaktadır. Fitaz enzimlerinin kullanımıyla ilgili olarak (Ptak vd., 2015) fitat hidrolizi yoluyla salınan Ca ve P'nin etlik piliçlerde laktik asit bakterilerinin çoğalmasını arttırdığını belirtmiştir. Ayrıca, fitat molekülleriyle kompleks oluşturan fitat, mineraller ve diğer besin maddelerinin hidrolize edilmesi kemik parametrelerini ve bağırsak morfolojisini iyileştirebilmektedir (Borda-Molina vd., 2016).

5.10. Tibia Kemik Direnci

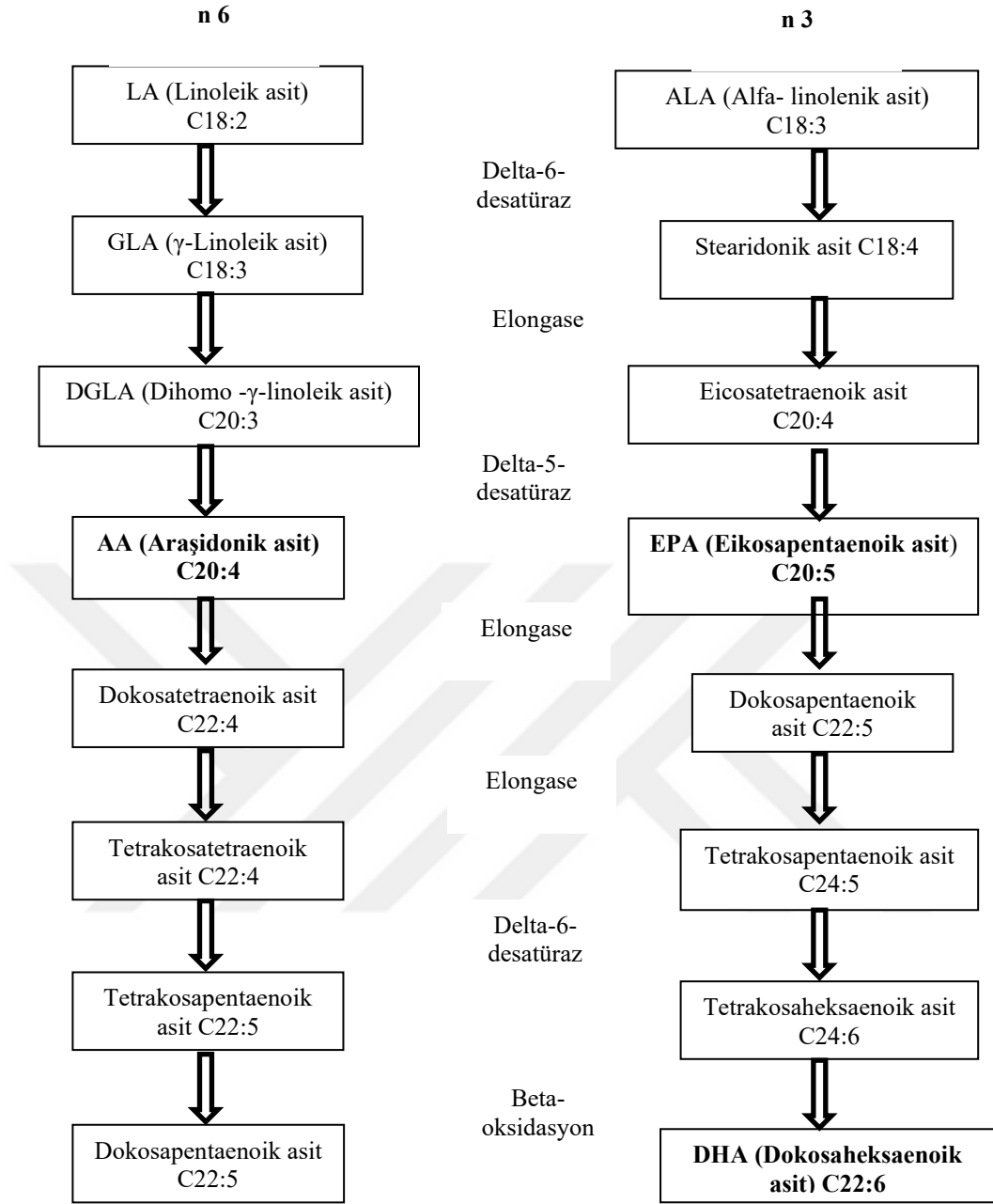
Genel olarak, fitaz ve ısıtılmış kenevir tohumu küspesi ilavesi kemik mukavemetindeki artışa katkıda bulunmuştur, ancak en iyi sonuçlar otoklavlama ve fitaz kombinasyonunda (OKKE) görülmüştür. Önceki çalışmada, kenevir tohumu küspesinin beslenmesi de horoz tibia gücünü artırmıştır (Skrivan vd., 2020). Bu olumlu etki, OKKE uygulamasında tibianın yüksek kalsiyum ve fosfor içeriğinden kaynaklanmıştır (Tablo 4.8).

Kemikteki kalsiyum ve fosfor içeriği, etlik piliç tibia kemiklerinin gücünü etkilemede çok önemli bir rol oynamaktadır. Kalsiyum, kemik matriksinde ana bileşen olarak hareket etmiştir ve tavuğun hızla büyüyen vücudunu desteklemek için gerekli

gücü ve yoğunluğu sağlamıştır. Fosfor, yapısal güç için mineral bileşikler olan hidroksiapatit kristallerinin oluşturulmasında kalsiyum ile birlikte çalışmıştır (David vd., 2023). Kemik mineralizasyonu sürecinde Ca ve P arasında uygun bir denge esastır. Her iki mineralin eksikliği kemik kalitesinin düşmesine, tibia kemik yoğunluğunun zayıflamasına ve kırık riskinin artmasına neden olmuştur. Buna ek olarak, kalsiyum eksikliği kemiklerin kırılma hale gelmesine neden olurken, fosfor eksikliği sağlam bir kemik yapısı oluşturma ve sürdürme sürecine müdahale etmiştir (Vorland vd., 2017).

5.11. Etlik Piliç But Etinin Yağ Asidi İçeriği

Kenevir tohumu küspesi yedirildikten sonra etlik piliç but etindeki toplam çoklu doymamış yağ asitlerindeki (PUFA) artış, kenevir tohumu küspesinin yağ asidi bileşimi ile ilişkilendirilebilmektedir. Genel olarak, kenevir tohumu küspesi ile besleme, soya küspesi bazlı yem uygulamasına (KT) kıyasla but etinde daha yüksek omega 3 ve omega 6 yağ asidi içeriği üretmiştir. %15 kenevir tohumu küspesi ile besleme, omega 3 yağ asitleri içeriğini %49,09'a kadar artırmıştır. Benzer sonuçlar, PUFA (omega 3 ve 6 yağ asitleri) artışı, Skşivan vd., (2020) tarafından %5 kenevir tohumu küspesi ile beslenen horozlarda bildirilmiştir. %10 kenevir tohumu küspesi ile besleme de göğüs etinin omega 3 yağ asitlerini arttırmış ve omega 3/omega 6 oranını azaltmıştır (Tufarelli vd., 2023). Ayrıca PUFA yağ asitleri, özellikle tavuk yumurtalarındaki omega 3, %12 kenevir tohumu küspesi ile beslenerek önemli ölçüde artmıştır (Öztürk vd., 2024). Mierlita vd., (2019) kenevir tohumu küspesi ile beslenen tavukların yumurta sarısında bireysel omega 3 yağ asitlerinde (ALA, EPA ve DHA) önemli bir artış olduğunu bildirmiştir.



Şekil 5.1. Desatürasyon enzimlerinin rolü ile omega 3 (n3) ve omega 6 (n6) dönüşüm yolları (Mancinelli vd., 2022)

Kenevir tohumu küspesi, özellikle hem hayvan hem de insan sağlığı için gerekli olan omega-6 ve omega-3 yağ asitleri olmak üzere yüksek PUFA içeriği ile tanınmıştır (Franek vd., 2022). Kenevir tohumu küspesi %13,58 tekli doymamış yağ asitleri, %75,25 çoklu doymamış yağ asitleri, %19,08 omega-3 ve %56,18 omega 6 içermiştir (Occhiuto vd., 2022). Etlik piliç yemine dahil edildiğinde, bu yağ asitleri kas dokularında emilmiş ve birikmiş ve daha yüksek bir genel PUFA konsantrasyonuna katkıda bulunmuştur. Linoleik asit ve cis 8,11,14 eikosatrienoik asit gibi omega-6 yağ

asitlerindeki önemli artış, piliçlerdeki metabolik süreçlerle de ilişkili olabilmektedir. Omega-6 seviyelerindeki artış, piliçlerin bu yağ asitlerini verimli bir şekilde metabolize ettiğini ve dokularına dahil ettiğini ve kenevir tohumu küspesinin yağ asidi profilinin doğrudan etkisini yansıttığını göstermektedir. Bu nedenle, kenevir küspesinin kümes hayvanı diyetlerine eklenmesi, etin besinsel bileşimini olumlu yönde etkileyerek tüketiciler için daha zengin bir esansiyel yağ asitleri kaynağı haline getirebilir. Ayrıca, alfa-linolenik asit gibi omega-3 yağ asitlerinde gözlenen artış, etlik piliç etinin besinsel gelişimi için önemlidir. Omega-3'ler insanlarda anti-enflamatuar özellikleri ve kardiyovasküler faydaları ile bilinmektedir ve etlik piliç etindeki varlıklarının artmasını tüketici sağlığı açısından önemli kılmaktadır (Callaway, 2004).

Omega 6'nın Omega 3'e oranı BF'den (4,84) kenevir tohumu küspesi grubuna (3,41-3,92) düşüş göstererek %15 kenevir tohumu küspesi ile beslemede omega 3 baskınlığının arttığını göstermiştir (Şekil 4.5). Toplam yağ asitlerinin yaklaşık %70'i linoleik (LA) ve alfa-linolenik (ALA) asittir ve n-6/n-3 oranının 2-3 olması insan sağlığı için ideal kabul edilmiştir (WHO, 2003; Callaway, 2004). Kenevir tohumu ve yan ürünleri, 3,3 omega 6/omega 3 oranına sahip yüksek PUFA seviyeleri ile iyi tanınmıştır (Taaifet vd., 2023). Kenevir tohumunun daha yüksek omega 3 üretimi üzerindeki etkisinin, ALA'nın yüksek diyet tedarikinin yanı sıra $\Delta 5$ ve $\Delta 6$ desatüraz ve elongazların daha yüksek aktivitesinden kaynaklandığı varsayılmaktadır (Mancinelli vd., 2022). Desatürasyon enzimlerinin rolü ile omega 3 (n3) ve omega 6 (n3) yollarının dönüşümü Şekil 5.1'de sunulmuştur. LA ve ALA, insanlar da dahil olmak üzere memeliler ve kuşlar tarafından sentezlenemeyen sırasıyla omega 6 ve omega 3'ün öncüleridir ve bu nedenle esansiyel yağ asitleri olarak tanımlanmıştır. En önemli omega 3 EPA ve DHA iken, en önemli omega 6 araşidonik asittir (AA). ALA'nın EPA'ya dönüşümü, aynı enzimi gerektirdiğinden LA'nın AA'ya dönüşümü ile rekabet etmiştir (Stark vd., 2008). LA tüketimi, karaciğerde n-3 uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin (n-3 LC-PUFA), özellikle eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5 n-3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, 22:6 n-3) biyosentezini inhibe etmiştir. n-3 ve n-6 LC-PUFA sentezinde desatüraz ve elongaz için rekabet, dokulardaki konsantrasyonlarını etkilemiştir. Böylece, n-6 bakımından zengin bir yemle beslenen hayvanlar, EPA ve DHA gibi ALA metabolitlerine kıyasla AA gibi daha fazla LA metaboliti üretmiştir (Mancinelli vd., 2022). Bu durum, hayvan vücudunda linoleik asit miktarının bol miktarda ve linolenik asitten çok daha fazla olmasıyla daha da kötüleşmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçları aşağıda özetlenmiştir;

1. Otoklavlanmış (120°C;10 dakika) ve fırınlanmış kenevir tohumu küspesi (120°C; 20 dakika) ham protein içeriğini etkilememiştir.
2. Isıtma işlemi kenevir tohumu küspesinin saponin, tanen, HCN ve fitik asit içeriğini azaltmıştır.
3. %15 kenevir tohumu küspesi ve PE ile besleme, KT grubu (soya küspesi bazlı yem) tarafından elde edilen canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanmayla benzer olmamıştır.
4. KK (ısıtılmamış) ile besleme canlı ağırlığı, canlı ağırlık artışı ve yem tüketimini azaltmıştır.
5. OKK ile besleme, KK, FKK ve FKKE gruplarından daha yüksek canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı sağlamıştır.
6. Kenevir tohumu küspesi ve PE ile beslemenin karkas ağırlığı, karaciğer, abdominal yağ, duodenum, sekum ve duodenum uzunluğu üzerinde bir etkisi olmamıştır. Bununla birlikte, kenevir tohumu küspesi ile besleme kalp, ileum ve jejunum ağırlığını ve ileum ve sekum uzunluğunu artırmıştır.
7. OKKE ile besleme toplam bakteri ve *E. coli* popülasyonunu azaltmış ve *Lactobacillus spp.* popülasyonunu artırmıştır.
8. PE ilavesi toplam bakteri ve *E. coli* popülasyonunu azaltmıştır.
9. Kenevir tohumu küspesi ile besleme, KT grubuna kıyasla villus uzunluğunu ve jejunum yüzey alanını azaltmıştır. Bununla birlikte, OKK ile besleme, KK grubuna kıyasla jejunum villus yüksekliğini artırmıştır.
10. FKKE ile besleme serum trigliserit, GGT ve aspartat aminotransferaz değerlerini artırmıştır.
11. OKK ve OKKE ile beslenme kalsiyum ve glikoz seviyelerini artırmıştır.
12. OKK ve OKKE ile besleme, KT grubuyla beslemeye kıyasla daha düşük but eti pH'ı ile sonuçlanmıştır.
13. Kenevir tohumu küspesi ile besleme etin a* ve b* değerlerini artırmıştır.
14. Kenevir tohumu küspesi ile besleme but etinin L* değerini artırmıştır.
15. KK ile besleme göğüs etinin duyusal değerini düşürürken, ısıtılmış kenevir tohumu küspesi ile KT muamelesi göğüs etinin duyusal değerleri bakımından

benzer olmuştur.

16. %15 FKK ile besleme göğüs etinin nem içeriğini artırmıştır.
17. Kenevir tohumu küspesi ile besleme tibia kalsiyum içeriğini artırmış ve OKKE grubu KT muamelesine kıyasla tibia fosfor ve potasyum ile femur kalsiyum ve fosforunu artırmıştır.
18. Kenevir tohumu küspesi ile besleme tibia direncini etkilememiştir.
19. Kenevir tohumu küspesi but etindeki toplam doymuş yağ asidi içeriğini azaltmıştır.
20. Yemde kenevir tohumu küspesi kullanımı, KT grubuna kıyasla ette daha düşük toplam tekli doymamış yağ asitleri elde edilmesini sağlamıştır.
21. Kenevir tohumu küspesi, özellikle linoleik ve alfa linolenik yağ asitleri olmak üzere toplam çoklu doymamış yağ asitlerini KT grubuna kıyasla artırmıştır.
22. Kenevir tohumu küspesi toplam omega 3 ve omega 6 yağ asitlerini artırmış ve but etinde omega 6'nın omega 3'e oranını azaltmıştır.

Genel olarak, kenevir tohumu küspesi ile besleme etin PUFA (omega 3 ve omega 6), etin a* ve b* değerini artırmıştır. Ayrıca, OKK (120°C; 10 dakika) sekum *Lactobacillus* bakteri popülasyonunu ve jejunum villus yüksekliğini artırmış ve FKK (120°C, 20 dakika) ve KK'ya göre daha yüksek canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı sağlamıştır. Fitaz ilavesi ayrıca sekum *E. coli* popülasyonunu azaltmış ve kemikteki kalsiyum ve fosfor oranını artırmıştır. Bununla birlikte, fitazın faydalı etkisi ısıtılmamış kenevir tohumu küspesine eklendiğinde ısıtılmış kenevir tohumuna kıyasla daha belirgin olmuştur. Isıtma işlemi kenevir tohumu küspesinin antibesinsel faktör içeriğini azaltmıştır, ancak kenevir tohumu küspesi Vezir çeşidinin yüksek ham selüloz içeriğinden şüphelenilmektedir, bu nedenle etlik piliçlerin gelişim performansı mısır-soya küspesi bazlı yemle beslenen tavukların performanslarıyla yetişmemiştir. Elde edilen verilere göre, etlik piliç performansı üzerindeki olumsuz etkileri azaltmak için kenevir tohumu küspesinin ısıtılması veya ısıtılmamış kenevir tohumu küspesi üzerinde fitaz kullanılması önerilmektedir. Buna ek olarak, etlik piliç performansı üzerindeki olumlu etkileri belirlemek için selüloz enzimleri ve %15'in altındaki düzeylerde kenevir tohumu küspesinin kullanıldığı daha fazla araştırma yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abun, A., Prasetya, A.H., and Widjastuti, T. (2024). The effect of Lacto-B probiotics on broiler chicken performance. *World Journal of Advance Research*, 21:1670-1677.
- Adekanmi, O.K., Oluwatooyin, O.F., and Yemisi, A.A. (2009). Influence of processing techniques on the nutrients and antinutrients of tigernut (*Cyperus esculentus* L.). *World Journal of Dairy and Food Science*, 4: 88-93.
- Al-Harthi, M.A., Attia, Y.A., Elgandy, M.F., and Bovera, F. (2023). The effects of Moringa peregrina seed meal, autoclaving, and/or exogenous enzyme cocktail on performance, carcass traits, meat quality, and blood lipids of broilers. *Frontier of Veterinary Science*, 10:1–18.
- Alshamiri, M.M.A., Ali, S.A.M., Hatim, H.O.A., and Elkheir, H.B.A. (2021). Efficacy of supplementation of phytase enzyme to broiler diets with or without D1-Calcium phosphate on performance and economic appraisal. *Egypt Poultry Science*. 41 (2): 317-331.
- Aslan, R., and Ozturk, E.. (2022). Effects of maize silage feeding on growth performance, carcass characteristics, digestive system weight, chemical composition and meat quality of domestic geese. *Tropical Animal Health and Production*. 54(5):325.
- AOAC (Association of official Analytical Chemists). (1990). Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 18th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Augustine, D.A, and Bent G. (2022). Acrylamide, a toxic maillard by-product and its inhibition by sulfur-containing compounds: A mini review. *Frontier of Food Science and Technology*, 2:1–7.
- Badaruddin, R., Auza, F.A., Syamsuddin, F.A., Nafiu, L.O., Saili, T., Pagala, M.A., and Munadi, L.O. (2022). Percentage of internal organs of broiler chickens given *Vernonia amygdalina* flour feed additives. *2nd International Conference on Environmental Ecology of Food Security*. doi:10.1088/1755-1315/1107/1/012069 .
- Baradaran, N., Shahir, M., Asadi, K.Z., Waldroup, P., and Sirjani, M. (2014). Effects of high nonphytate phosphorus starter diet on subsequent growth performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Journal of Animal Physiology*

and Animal Nutrition, 98(4): 643-650.

- Bohn L, Meyer AS, Rasmussen SK.(2008). Phytate: impact on environment and human nutrition. A challenge for molecular breeding. *Journal of Zhejiang University Science B*.9(3):165-91.
- Beukovic D, Ljubojevic D, Beukovic M, Glamocic D, Bjedov S, Stanacev V (2011) Effect of antinutritional factors and extrusion at the level of cholesterol, triglycerides, total protein and testosterone in serum of broiler chickens. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27:1715–1726.
- Bepary RH, Roy A, Pathak K, Deka SC. (2023). Biochemical composition, bioactivity, processing, and food applications of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*): A review. *Legume Science*, 5(3):187
- Bernardes RD, Oliveira CH, Calderano AA, Ferreira RS, Dias KMM, Almeida BF, Aleixo PE, Albino LFT. (2022). *Effect of Phytase and Protease Combination on Performance, Metabolizable Energy, and Amino Acid Digestibility of Broilers Fed Nutrient-Restricted Diets*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 51: e20210211.
- Bohn L, Meyer AS, Rasmussen SK.(2008). Phytate: impact on environment and human nutrition. A challenge for molecular breeding. *Journal of Zhejiang University Science B*.9(3):165-91.
- Boroojeni FG, Vahjen W, Mader A, Knorr F, Ruhnke I, Röhe I, Hafeez A, Villodre C, Männer K, Zentek J (2014) The effects of different thermal treatments and organic acid levels in feed on microbial composition and activity in gastrointestinal tract of broilers. *Poultry Science*, 93:1440-1452.
- Borda-Molina D, Vital M, Sommerfeld V, Rodehutsord M, Camarinha-Silva A. (2016). Insights into Broilers' Gut Microbiota Fed with Phosphorus, Calcium, and Phytase Supplemented Diets. *Frontiers in Microbiology*, 7: 2033.
- Callaway JC. (2004). Hempseed as a Nutritional Resource: An overview. *Euphytica*, 140(1-2), 65–72.
- Chauhan SS, LeMaster MN, Clark DL, Foster MK, Miller CE, England, EM. (2019). Glycolysis and pH decline terminate prematurely in oxidative muscles despite the presence of excess glycogen. *Meat and Muscle Biology*, 3:254-264
- Dailin DJ, Abd Manas NH, Azlee NIW, Eyahmalay J, Yahaya SA, Malek R, Siwapiragam V, Sukmawati D, El Enshasy H. (2018). Current and future applications of phytases in poultry industry: A Critical Review. *Journal of*

Advances in VetBio Science and Techniques. 3(3): 65-74.

- Das, T., Ghule, S., and Vanka, K. (2019). Insights Into the Origin of Life: Did It Begin from HCN and H₂O?. *ACS Central Science*, 5(9):1532-1540.
- David, L.S., Anwar, M.N., Abdollahi, M.R., Bedford, M.R., and Ravindran, V. (2017) Calcium nutrition of broilers: current perspectives and challenges. *Animals*, 9;13(10):1590.
- Durmuş, M., Kurşun, K., Açık, I.P., Tufan, M., Kutay, H., Benli, H., Baylan, M., and Kutlu, H. (2023). Effect of different litter materials on growth performance, the gait score and footpad dermatitis, carcass parameters, meat quality, and microbial load of litter in broiler chickens. *Poultry. Science*. 102: 102763.
- Doss, A., Pugalenth, M., Vadivel, V.G., Subhashini, G., and Subash, A.R. (2011). Effects of processing technique on the nutritional composition and antinutrients content of under-utilized food legume *Canavalia ensiformis* L. *International Food Research Journal*, 18(3), 965–970.
- Dundar, A.N., and Gocmen, D. (2013). Effects of autoclaving temperature and storing time on resistant starch formation and its functional and physicochemical properties. *Carbohydrate Polymers*, 97:764–71.
- Eizadi, E., Shariatmadari, F., Torshizi, M.A., and Matin, H.R. (2015). Broiler chicken performance in response to various levels of raw and autoclaved rice bran. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 18:348–360.
- Eklund M, Sauer N, Schöne F, Messerschmidt U, Rosenfelder P, Htoo JK, Mosenthin R. (2015). Effect of processing of rapeseed under defined conditions in a pilot plant on chemical composition and standardized ileal amino acid digestibility in rapeseed meal for pigs. *Journal of Animal Science*, 93:2813–25
- Fetriyuna., Lutfiah, S.D., Indarto, R., and Yudha, E.P. (2023). Effect of differences preheating temperatures on the functional and physical properties of soy protein concentrate. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 1230: 012150.
- Franek, D., Kasproicz-Potocka, M., and Zaworska-Zakrzewska, A., (2022). The Chemical composition, nutritional value, and potential use of *Cannabis Sativa* L. seeds in animal nutrition. *Animal Science and Genetics*, 18(1), 33-44.
- Gao, F., Zhang, X., Wang, H., Sun, X., Wang, J., and Wang, C. (2019). Comparison of dry- and wet-heat induced changes in physicochemical properties of whey protein in absence or presence of inulin. *Food Science Biotechnology*,

28(5):1367-1374.

- Geng, L., Liu, K., and Zhang, H. (2023). Lipid oxidation in foods and its implications on proteins. *Frontiers in Nutrition*, 10:1–12.
- Haetinger, V.S., and Adeola, O. (2023). Regression-derived phosphorus digestibility responses of broiler chickens to heat treatment of soybean meal and poultry meal. *Poultry Science*, 102:102299.
- Haryanti, P., Supriyadi., Marseno, D.W., and Santoso, U. (2020). The changes of chemical composition and antioxidant activity of coconut sap during heating process. *Rasāyan Journal of Chemistry*, 13:2010–2019.
- Hoa, V.B., Cho, S.H., Seong, P.N., Kang, S.M., Kim, Y.S., Moon, S.S., and Seol, K.H. (2020). The significant influences of pH, temperature and fatty acids on meat myoglobin oxidation: a model study. *Journal of Food Science and Technology*, 58(10):3972–3980.
- Iji, P.A., Hughes, R.J, Choet. M., and Tivey, R.R. (2001). Intestinal structure and function of broiler chickens on wheat-based diets supplemented with a microbial enzyme. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 14: 54-60
- Jha, R, and Mishra, P. (2021). Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, performance, gut health, and on the environment: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12:1–16
- Jing, M., Zhao, S., and House, J.D. (2017). Performance and tissue fatty acid profile of broiler chickens and laying hens fed hemp oil and hemp omegatm. *Poultry science*, 96(6), 1809-1819.
- Kanbur, G., and Göçmen, R. (2021). Comparative study on the effects of use hemp seed oil substitute to soybean oil in growing quail diets. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(8):1390-1394
- Kasula, R., Solis, F., Shaffer, B., Connett, F., Barrett, C., Cocker, R., and Willingham, E. (2021). Effect of dietary hemp seed cake on the performance of commercial laying hens. *International Journal of Livestock Production*. 12(1): 17-27
- Khan, R.U., Durrani, F.R., Chand, N., and Anwar, H. (2010). Influence of feed supplementation with *cannabis sativa* on quality of broilers carcass. *Pakistan Veterinary Journal*, 30(1): 34-38.
- Khan, K., Zaneb, H., Rehman, Z., Maris, H., and Rehman, H . (2019). Effect of phytase supplementation on growth performance in broiler chickens. *Pakistan Journal of Zoology* ,51(2): 399-799

- Krüger, M., van Eeden, T., and Beswa, D. (2022). Cannabis sativa Cannabinoids as Functional Ingredients in Snack Foods—Historical and Developmental Aspects. *Plants*, 11 (23), 3330.
- Konca, Y., Yuksel ,T., Yalcin, H., Beyzi, S.B., and Kaliber, M. 2019. Effects of heat-treated hempseed supplementation on performance, egg quality, sensory evaluation and antioxidant activity of laying hens, *British Poultry Science*, 60(1), 39-46.
- Kong, F., Zeng, Q., Li, Y., and Guo, X. (2022). Effect of steam explosion on structural characteristics of β -conglycinin and morphology, chemical compositions of soybean meal. *Frontiers in Nutrition*. 9:896664.
- Kuttappan, V.A., Lee, Y.S., Erf, G.F., Meullenet, J.F.C, McKee, S.R., and Owens, C.M. (2012). Consumer acceptance of visual appearance of broiler breast meat with varying degrees of white striping. *Poultry Science*, 91(5), 1240–1247.
- Kuku, A., Etti, U., and Ibronke, I. (2014). Processing of fluted pumpkin seeds, *Telfairia occidentalis* (hook f) as it affects growth performance and nutrient metabolism in rats. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 14:192–214.
- Kumar, I., Bhattacharya, J., Das, B.K., and Lahiri, P. (2020). Growth, serum biochemical, and histopathological responses of broilers administered with silver nanoparticles as a drinking water disinfectant. *Biotechnoogy*, 10:1–12.
- Kriseldi, R., Johnson, JA, Walk, CL, Bedford, MR, and Dozier, WA. (2021). Influence of exogenous phytase supplementation on phytate degradation, plasma inositol, alkaline phosphatase, and glucose concentrations of broilers at 28 days of age. *Poultry Science*, 100:224–234
- Lai, X., Chen, H., Dong, X., Zhou, G., Liang, D., Xu, F., Liu, H., Luo, Y., Liu ,H., and Wan, S. (2024). AST to ALT ratio as a prospective risk predictor for liver cirrhosis in patients with chronic HBV infection. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 36:338–344.
- Lee, J., and Nyachoti, C.M. (2021). Heat processing increased the digestibility of phosphorus in soybean expeller, canola meal, and canola expeller fed to growing pigs. *Journal of Animal Science*, 99:1–7.
- Li, W., Angel, R., Kim, S.W., Jiménez-Moreno E, Proszkowiec-Weglarz, M., and Plumstead, P.W. (2018). Impacts of age and calcium on Phytase efficacy in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 238: 9–17.

- Liu, Y., Xiao, A.P., Cheng, H., Liu, L.L, Kong, K.W., Liu, H.Y., Wu, D.T., Li, H.B., and Gan, R.Y. (2022). Phytochemical differences of hemp (*Cannabis sativa* L.) leaves from different germplasms and their regulatory effects on lipopolysaccharide-induced inflammation in Martin-Darby canine kidney cell lines. *Frontier in Nutrition*, 9:902625
- Mahmoudi, M., Farhoomand, P., and Nourmohammadi, R. (2015). Effects of different levels of hemp seed (*Cannabis Sativa* L.) and dextran oligosaccharide on growth performance and antibody titer response of broiler chickens, *Italian Journal of Animal Science*, 14(1): 3473.
- Mancinelli, C.A., Mattioli, S., Twining, C., Dal Bosco, A., Donoghue, A.M., Arsi, K., Angelucci, E, Chiattelli, D, and Castellini, C. (2022). Poultry meat and eggs as an alternative source of n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids for human nutrition. *Nutrients*, 8;14(9):1969
- Metwally, M.A., Farghly, M.F.A., Ismail, Z.S.H., Ghonime, M.E., and Mohamed, I.A. (2020). The effect of different levels of optizyme and phytase enzymes and their interactions on the performance of broiler chickens fed corn/soybean meal: 1-broiler performance, carcass traits, blood, constituents and nitrogen retention efficiency. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 23 (1): 123-136.
- Mierlita, D. (2019). Fatty acid profile and oxidative stability of eggs from laying hens fed diets containing hemp seed and hempseed cake. *South African Journal of Animal Science*. 49(2):310–321.
- Mir, N.A, Rafiq, A., Kumar, F., Singh, V., and Shukla, V. (2017). Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. *Journal of Food Science and Technology*. 54(10):2997–3009.
- Moita, V.H.C., Duarte, M.E., and Kim, S.W. (2021). Supplemental effects of phytase on modulation of mucosa-associated microbiota in the jejunum and the impacts on nutrient digestibility, intestinal morphology, and bone parameters in broiler chickens. *Animals*, 11: 3351
- Nahavandinejad, M., Seidavi, A., Asadpour, L., and Payan-Carreira, R. (2014). Blood biochemical parameters of broilers fed differently thermal processed soybean meal. *Journal MVZ Cordoba*, 19:4301–315.
- Nahavandinejad, M., Seidavi, A., and Asadpour, L. (2012). Temperature treatment of soybean meal on intestinal microbial flora in broilers. *African Journal of Microbiology Research*, 6 : 5464-5471.

- Nari, N, Ghasemi, HA, Hajkhodadadi, I, and Farahani, AHK. (2019). Intestinal microbial ecology, immune response, stress indicators, and gut morphology of male broiler chickens fed low-phosphorus diets supplemented with phytase, butyric acid, or *Saccharomyces boulardii*. *Livestock Science*, 234:103975
- Naves, L de P, Corrêa, AD, Bertechini, AG, Gomide, EM, and Santos, CD. (2012). Effect of pH and temperature on the activity of phytase products used in broiler nutrition. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 14 (3): 159-232.
- Nissar, J, Ahad, T, Naik, HR, and Hussain, SZ. (2017). A review phytic acid: As antinutrient or nutraceutical. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(6): 1554-1560.
- Nwokoro, O, Ogbonna, JC, Ubani, CS, Okpala, GN, and Ofodile, OE. (2010). Determination of cyanide in *Amanita muscaria* samples using alkaline picrate method. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(2), 134-136.
- NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry. Nutrient requirements of poultry. 9th revise. Washington: National Academies Press.
- Oancea, A.G., Untea, A.E., Saracila, M., Dragomir, C., and Radu, G.L. (2023). Nutritional characterisation of hemp seeds and cake as functional ingredients in ruminants' nutrition. *UPB Scientific Bulletin Series B*, 85 (4) 4: ISSN 1454-2331
- Occhiuto, C., Aliberto, G., Ingegneri, M., Trombetta, D., Circosta, C., and Smeriglio, A. (2022). Comparative evaluation of the nutrients, phytochemicals, and antioxidant activity of two hempseed oils and their byproducts after cold pressing. *Molecules*. 27(11):3431.
- Ogechukwu, O., and Ikechukwu, O.J., (2017). Effect of heat processing treatments on the nutrient and anti-nutrient contents of lima bean (*Phaseolus lunatus*) Flour. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 2, 13-17.
- Oliveira, M.S.F., Wiltafsky, M.K., Lee, S.A., Kwon, W.B., and Stein, H.H. (2019). Concentrations of digestible and metabolizable energy and amino acid digestibility by growing pigs may be reduced by autoclaving soybean meal. *Animal Feed Science and Technology*, 269:114621.
- Omotoso, A.O., Reyer, H., Oster, M., Ponsuksili, S., and Wimmers, K. (2023). Jejunal microbiota of broilers fed varying levels of mineral phosphorus. *Poultry Science*, 102:103096.
- Ondrej, S., Filip, K., Hana, S., Vaclav, T., Tomas, V., Leos P., and Eva, M. (2015). The

- Effect of hempseed cakes on broiler chickens performance parameters, *Mandelnet*, 157-160
- Öztürk, E., Darmawan, A., Özlü, Ş., and Abacı, S.H. (2024). Effects of dietary local hemp seed meal as soybean meal alternative on productive performance, egg quality and yolk fatty acid composition of laying hens. *Archives of Animal Nutrition*, 78(2), 177–190.
- Petracci, M., Betti, M., Bianchi, M., and Cavani, C. 2004. Color variation and characterization of broiler breast meat during processing in Italy. *Poultry Science*, 83:2086–2092.
- Pirgozliev, V., Oduguwa, O., Acamovic, T., and Bedford, M.R. (2008). Effects of dietary phytase on performance and nutrient metabolism in chickens. *British Poultry Science*. 49(2):144–54
- Pojic, M., Misan, A., Sakac, M., Hadnađev, T.D., Šaric, B., Milovanovic, I., and Hadnađev, M. (2014). Characterization of by products originating from hemp oil processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62: 12436-12442.
- Ptak, A., Bedford, M.R., Swiatkiewicz, S., Zyła, K., and Józefiak, D. (2015). Phytase modulates ileal microbiota and enhances growth performance of the broiler chickens. *PLoS ONE*, 10: e0119770
- Raut, S., Dhumal, M., Nikam, M., and Khose, K. (2018). Influence of super dosing of phytase enzyme on performance of broiler chicken. *International Journal of Livestock Research*, 8(7), 220-231.
- Rizwanuddin, S., Kumar, V., Singh, P., Naik, B., Mishra, S., Chauhan, M., Saris P.E.J., Verma, A., and Kumar, V. (2023). Insight into phytase-producing microorganisms for phytate solubilization and soil sustainability. *Frontiers in Microbiology*, 11:14:1127249.
- Rehman, Z, and Shah, WH. (2005). Thermal heat processing effects on antinutrients, protein and starch digestibility of food legumes. *Food Chemistry*, 91: 327–331
- Rodriguez-Amaya, DB, Esquivel, P, and Meléndez-Martínez, AJ. (2023). Comprehensive update on carotenoid colorants from plants and microalgae: challenges and advances from research laboratories to industry. *Foods*. 2023; 12(22):4080.
- Savell, JW, Mueller, SL, and Baird, BE. (2005). The chilling of carcasses. *Meat Science*. 70(3):449-59.
- Scholey, DV, Morgan, NK, Riemensperger, A, Hardy, R, and Burton, EJ. (2018).

- Effect of supplementation of phytase to diets low in inorganic phosphorus on growth performance and mineralization of broilers. *Poultry Science*, 97 (7): 2435-2440.
- Semwogerere, F., Katiyatiya, C.L.F., Chikwanha, O.C., Marufu, M.C., and Mapiye, C. (2020). Bioavailability and bioefficacy of hemp by-products in ruminant meat production and preservation: A Review. *Frontiers in Veterinary Science*, 25(7):572906.
- Sharma, S., Singh, A., Sharma U., Kumar, R., and Yadav, N. (2018). Effect of thermal processing on anti nutritional factors and in vitro bioavailability of minerals in desi and kabuli cultivars of chick pea grown in North India. *Legume Research*, 41(2): 267-274
- Singh, D., Raghuvanshi, R.S., Dutta, A., and Kumar, A. (2022). Nutritional qualities of hemp seed (*Cannabis Sativa* L.): an underutilized source of protein and fat, *The Pharma Innovation Journal*, 11(10): 518-521.
- Skrivan, M., Englmaierová, M. , Taubner, T., and Skrivanová, E .(2020). Effects of dietary hemp seed and flaxseed on growth performance, meat fatty acid compositions, liver tocopherol concentration and bone strength of cockerels Animals, 10, 458.
- Stark, A.H., Crawford, M.A., and Reifen, R. (2008). Update on alpha-linolenic acid. *Nutrition Review*, 66, 326–332.
- Steel, R.G.D., and Torrie, J.H. (1980). Principles and procedures of statistics. A biometrical approach, 2nd Edition, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Sun, R., Chen, W., Cao, X., Guo, J., and Wang, J. (2020). Protective effect of curcumin on acrylamide-induced hepatic and renal impairment in rats: Involvement of CYP2E1. *Natural Product Communications*, 15:1–9.
- Šťastník, O., Jůzl, M., Karásek, F., Fernandová, D., Mrkvicová, E., Pavlata, L., Nedomová, S., Vyhnánek, T., Trojan, V., and Doležal P. (2019). The effect of hempseed expellers on selected quality indicators of broiler chicken's meat. *Acta Veterinaria Brno*, 88:121–128.
- Tang, J., Wichers, H.J., and Hettinga, K.A. (2022). Heat-induced unfolding facilitates plant protein digestibility during in vitro static infant digestion. *Food Chemistry*. 2022 May 1;375:131878.
- Tartila, S.S.Q., Mujtahidah, T., Azril, M., Pramudita, A.A., Septiani, L., Satria, B.P., Cristanto, I.A., Oktavian, M.A.S., Risqulloh, S.J., and Astuti, S.D. (2024).

- Optimizing winged-bean meal through oven and autoclave heating as viable alternative for plant-based aquafeed. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 21(2), 84-92.
- Torres, J., Rutherford, S.M., Muñoz, L.S., Peters, M., and Montoya, C. A. (2016). The impact of heating and soaking on the in vitro enzymatic hydrolysis of protein varies in different species of tropical legumes. *Food Chemistry*, 194: 377– 382
- Tufarelli, V., Losacco, C., Tedone, L., Passantino, L., Tarricone, S., Laudadio, V., and Colonna, M.A. (2023). Hemp seed (*Cannabis sativa* L.) cake as sustainable dietary additive in slow-growing broilers: effects on performance, meat quality, oxidative stability and gut health. *Veterinary Quarterly*, 43:1–12.
- Vadivel, V., and Biesalski, H.K. (2012). Effect of certain indigenous processing methods on the bioactive compounds of ten different wild type legume grains. *Journal of Food Science and Technology*, 49(6):673-84.
- Visković, J., Zheljazkov, V.D., Sikora, V., Noller, J., Latković, D., Ocamb, C.M., and Koren, A. (2023). Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.) agronomy and utilization: a review. *Agronomy*, 13(3):931.
- Vorland, C.J., Stremke, E.R., Moorthi, R.N., and Hill, G.K.M. (2017). Effects of excessive dietary phosphorus intake on bone health. *Current Osteoporosis Reports*.15(5):473-482.
- Wang, M., and Jin, S. (2023). Utilization of phytic acid as a selective depressant for quartz activated by zinc ions in smithsonite flotation. *Molecules*, 28(14): 5361.
- Wang, X, Du B., Nian, F., Ru, Y., Sun L., Qin, S., Qin, S., and Tang, D. (2023). Effects of Processing Methods and conditioning temperatures on the cassava starch digestibility and growth performance of broilers. *Animals*, 13: 1373.
- Wang, Q., and Xiong, Y.L. (2019). Processing, nutrition, and functionality of hempseed protein: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(4):936-952
- Warnasih, S., and Hasanah, U. (2018). Phytochemical characterization and tannin stability test from Kluwek (*Pangium edule* Reinw). *Journal of science innovare*, 1(2): 44-49.
- Xing, M., Gao, M., Li, J., Han P., Mei, L., and Zhao. (2022). Characteristics of peripheral blood Gamma-glutamyl transferase in different liver diseases. *Medicine*, 101(1):e28443.
- Zafari, N., and Nazari, Z.U.A..(2022). Calcium and phosphorus supplementation ameliorate growth performance and bone quality of broilers chicken in grower

stage. *International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology*. 9(3):ISSN: 2349-8889

Zanu, H.K., Kheravii, S.K., Morgan, N.K., Bedford, M.R, and Swick, R.A. (2021) Over-processed meat and bone meal and phytase effects on broilers challenged with subclinical necrotic enteritis: Part 3. Bone mineralization and litter quality. *Animal Nutrition*, 7:142–51.

Zhang, L., Yang, L., Luo, Y., Dong L., and Chen, F. (2023). Acrylamide-induced hepatotoxicity through oxidative stress: mechanisms and interventions. *Antioxidant and Redox Signaling*, 38:1122–1137.



EKLER

Ek-1: Etik Kurul Kararı



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu

Sayı : E-68489742-604.02.03-374453
Konu : Hadyek izni hk

PROF.DR.ERGİN ÖZTÜRK
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ

Sahipli Çiftlik Hayvanları üzerinde Araştırma amaçlı çalışma yapmak üzere başvuran Prof. Dr. Ergin ÖZTÜRK'nin 2022/57 Kabul nolu **“Kenevir tohumu küspesine fitaz enzimi ilavesinin ve ısıtma işleminin etlik piliçlerin performans, et kalitesi, kemik mineral ve bağırsak sağlığı üzerine etkisi”** başlıklı projesi 22.12.2022 tarihli Kurul toplantısında OMU- HADYЕК'in yönergesi kapsamında değerlendirilmiş ve Hayvan Hakları ve Deney Etik İlkelerine Uygun bulunmuştur. Karar onayı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Mustafa AYYILDIZ
HADYЕК Başkanı

Ek: ETİK KURUL KARARI 2022-57 E. ÖZTÜRK

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : D02Z-Y856-03Y7 Belge Doğrulama Adresi : <https://ebyssorgu.omu.edu.tr/>

Adres: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Rektörlüğü

Telefon No : 0362 312 19 19

e-Posta : omu@omu.edu.tr

Fax No : 0362 457 60 91

İnternet Adresi : <http://www.omu.edu.tr/>

Bilgi İçin : Hayriye ÇELİK

Veri Giriş Personeli

Telefon No:2588



ÖZ GEÇMİŞ

Arif DARMAWAN, Lampung'daki Metro 1 Lisesi'nden mezun olduktan sonra 2008 yılında Endonezya'daki IPB Üniversitesi (Bogor Agricultural University), Zootekni Fakültesi, Beslenme ve Yem Teknolojisi Bölümü'nden mezun oldu. 2013 yılında IPB Üniversitesi, Zootekni Fakültesi, Beslenme ve Yem Bilimi Bölümü'nde Yüksek lisans programını tamamladı. Arif DARMAWAN, 2014 yılından IPB Üniversitesi Zootekni Fakültesi Beslenme ve Yem Teknolojisi Bölümü'nde öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.

ORCID ID: 0000-0001-5593-5469

Yayınlar:

1. **Arif Darmawan, Ergin Öztürk.** (2025). Effect of dietary heated hemp seed cake and phytase as soybean meal substitution on broiler chicken performance, carcass yield, visceral organ weight, intestinal health, and serum biochemical parameters. *Tropical Animal Health and Production* ,57:162
2. **Arif Darmawan, Ergin Öztürk.** (2025). Effects of feeding diets containing heated hemp seed cake and phytase enzyme on the bone mineral of broiler chickens. *BIO Web of Conferences* 171, 01002
3. **Arif Darmawan, Ergin Öztürk.** (2025). The effect of the heating process of hemp seed cake and phytase enzymes addition in broiler diet on meat quality. *Tashkent International Congress on Modern Sciences-IV*, April 2025, Uzbekistan
4. **Arif Darmawan, Ergin Öztürk.** (2025). The effect of the heating process of hemp seed cake and phytase enzymes addition in broiler diet on intestinal health. *Tashkent International Congress on Modern Sciences-IV*, April 2025, Uzbekistan
5. **Ergin Öztürk, Arif Darmawan, Şevket Özlü, Samet Hasan Abacı** (2024). Effects of dietary local hemp seed meal as soybean meal alternative on

- productive performance, egg quality and yolk fatty acid composition of laying hens. *Archives of Animal Nutrition* 78(2):1-14
6. **Darmawan A, Öztürk E, Güngör E, Özlü Ş, and Jayanegara A (2024)** Effects of essential oils on egg production and feed efficiency as influenced by laying hen breed: A meta-analysis, *Veterinary World*, 17(1): 197–20
 7. **Arif Darmawan, Minanur Rohman, Hidayatul Fitri, Anugrah Junaidi, Ridho Kurniawan Rusli, Ergin Ozturk. (2024)** A Meta-analysis of Optimum Level of Dietary Nanoselenium on Performances, Blood Constituents, Antioxidant Activity, Carcass, and Giblet Weight of Broiler Chickens. *Biological Trace Element Research*. 202 (3)1174–1186.
 8. **Arif Darmawan, Şevket Özlü, Ergin Ozturk. (2024)** Vitamins and Minerals in Poultry. Book Chapter. Editor; Ergin Öztürk. Publisher; İksad
 9. **Darmawan A, Jayanegara A, Ozturk E. (2023).** A Meta-analysis of Bentonite Efficacy on Performance, Carcass Yield, Giblet, and Blood Constituents of Broiler Fed Contaminated Aflatoxin. *Journal of Agricultural Sciences (Tarim Bilimleri Dergisi)*, 29(2):395-403
 10. **Arif Darmawan, Ergin Ozturk (2022).** The Impact of Bentonite Feed Additives on Laying Hens Performance and Egg Quality: A Meta Analysis. *Iranian Journal of Applied Science*, 12(4), 647-653
 11. **Arif Darmawan, Widya Hermanaa, Dwi Margi Suci, Rita Mutia, Sumiati, Anuraga Jayanegara, Ergin Ozturk. (2022).** Dietary Phytogetic Extracts Favorably Influence Productivity, Egg Quality, Blood Constituents, Antioxidant and Immunological Parameters of Laying Hens: A Meta-Analysis. *Animals* 12(17), 2278
 12. **Arif Darmawan, Ergin Ozturk. (2023).** The Potential of Hemp Seed Cake for the Broiler Chicken Diet. *Proceeding of 5 th Balkan Agricultural Congress, Turkiye*
 13. **Arif Darmawan, Ergin Ozturk (2023).** The Effect of the Heating Process of Hemp Seed Cake and Phytase Enzymes Addition in Broiler Diet on Carcass and Internal Organ Size. *Proceeding of 5 th Balkan Agricultural Congress, Turkiye*
 14. **Arif Darmawan, Ergin Ozturk. (2022).** Antimicrobial and Antioxidant Properties of Pomegranate (*Punica Granatum* L) Peel Bioactive Compounds

- (In-Vitro). Proceeding of International Agricultural, Biological & Life Science Conference. Trakya University , Edirne Turkey
15. **Arif Darmawan, Ergin Ozturk.** (2022). Antimicrobial And Antioxidant Properties of Chestnut (*Castanea Sativa*) Flower Extract and Its Potency As Poultry Feed Additives. Proceeding of International Agricultural, Biological & Life Science Conference. Trakya University , Edirne Turkey
 16. **Arif Darmawan, Ergin Ozturk.** (2022). Pomegranate (*Punica Granatum L*) Peel Bioactive Compounds As Natural Poultry Feed Additives. Proceeding of Balkan Agricultural Congress. Trakya University , Edirne Turkiye
 17. **Arif Darmawan, Ergin Ozturk.** (2022) Overcoming Heat Stress in Poultry Through A Nutrigenomic Approach. Proceeding of Balkan Agricultural Congress. Trakya University , Edirne, Turkiye
 18. **Arif Darmawan, Ergin Ozturk.** (2021) The Efficacy of Bentonite Feed Additives In Improving Laying Hens Performance and Egg Quality: A Review. Proceeding of Agribalkan 2021 (Balkan Agriculture Congress), Turkiye
 19. **Arif Darmawan, Şevket Özlü, Ergin Ozturk.** (2021) Current Possibilities of Macromineral Use in Laying Hen Diets: A Review. Proceeding of Agribalkan 2021 (Balkan Agriculture Congress), Turkiye