

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME ve BESLENME HASTALIKLARI
DOKTORA PROGRAMI
DR - 2022 - 0003

**FARKLI DÜZEYDE ARPA İÇEREN RASYONLARIN ETLİK
PİLİÇLERDE BÜYÜME PERFORMANSI, BAĞIRSAK
VİSKOZİTESİ, ALTLIK KALİTESİ VE AYAK TABANI
YANGISINA ETKİLERİ**

ARTUN REMAN TEMİZ
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. BEKİR HAKAN KÖKSAL

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından VTF- 19007 proje numarası ile desteklenmiş, Artun Reman Temiz, bu doktora tezini 100/2000 YÖK Doktora Bursiyeri olarak tamamlamıştır.

AYDIN - 2022

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimin her aşamasında desteklerini esirgemeyen başta danışmanım Sayın Prof. Dr. Bekir Hakan KÖKSAL olmak üzere, Prof. Dr. Ahmet Gökhan ÖNOL, Sayın Prof. Dr. Özcan CENGİZ, Doç. Dr. Bülent ÖZSOY, Dr. Öğr. Üyesi Ömer SEVİM, Dr. Öğr. Üyesi Onur TATLI, Dr. Öğr. Üyesi Eren KUTER'e ve eğitim sürecimde katkılarını esirgemeyen Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootečni Anabilim Dalı'nın öğretim üyelerine teşekkürü borç bilirim.

Tezimin deneme aşamasında yardımlarını gördüğüm Dr. Öğr. Üyesi Solmaz KARAARSLAN, Araş Gör. Dr. Mehmet KAYA, Zir. Müh. Ehsan Karimiyan KHAMSAH, Vet. Hek. Umair AHSAN, Vet. Hek. Özge Sayın ÖZDEMİR, Vet. Hek. Kübra Aybala AYDIN'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmakta olduğum Kartal Kimya A.Ş Yönetim Kurulu Başkanı Nermin KANAT ile Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı Pınar KANAT ve Kartal KANAT'a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Son olarak tez sürecimde anlayış, ilgi, sabır, sevgi ve yardımlarını hiçbir zaman eksik etmeyen babam Prof. Dr. Orhan REMAN, annem Yük. İnş Müh. Dilek REMAN ve eşim Yük. Mak. Müh. Tolga TEMİZ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Meslek ve aile büyüğüm, dedem Vet. Hek. Turan ARTUN'a manevi destekleri için şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
RESİMLER DİZİNİ.....	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
ÖZET.....	xi
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Piliç Eti Üretimi	5
2.2. Kanatlı Karma Yem Sektörü	7
2.3. Arpa Üretimi ve Kullanımı	12
2.4. Etlik Piliç Rasyonlarında Arpa Kullanımı	14
2.5. Yapışkan Dışkı Oluşumunun Altlık Kalitesi ve Ayak Tabanı Yangısı ile İlişkisi.....	19
2.6. Arpanın Bazı Göğüs Eti Kalite Özelliklerine Etkisi	20
2.7. Arpa Kullanılan Etlik Piliç Rasyonlarında Enzimin Etkisi.....	22
2.8. Etlik Piliç Rasyonlarında Arpa Kullanımının Maliyete Etkisi.....	24
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	26
3.1. Gereç	26
3.1.1 Hayvan	26
3.1.2. Yem	26
3.2. Yöntem	28
3.2.1. Deneme Deseni	28
3.2.2. Deneme Hayvanlarının Bakımı	28
3.2.3. Arpa ve Karma Yemlerin Ham Besin Madde Düzeyleri ile Arpanın Hektolitreye ve Bin Tane Ağırlığının Belirlenmesi.....	30
3.2.4. Canlı Ağırlık ve Canlı Ağırlık Artışının Belirlenmesi	30
3.2.5. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranının Belirlenmesi.....	30

3.2.6. Kesim İşlemi	31
3.2.7. Sıcak Karkas Randımanının Belirlenmesi.....	31
3.2.8. Göğüs Eti ile İlgili Bazı Parametrelerin İncelenmesi.....	32
3.2.8.1. pH.....	32
3.2.8.2. Renk	32
3.2.8.3. Su tutma kapasitesi.....	33
3.2.8.4. Pişirme kaybı.....	33
3.2.9. Kloaka Kirliliğinin İncelenmesi	34
3.2.10. İleal Viskozitenin İncelenmesi	34
3.2.11. Altlık Özelliklerinin İncelenmesi	35
3.2.12. Ayak Tabanı Yangısının İncelenmesi	35
3.2.13. İstatistiksel Analizler.....	36
4. BULGULAR	37
4.1. Yem Analizleri	37
4.1.1. Arpa.....	37
4.1.2. Karma Yemler	38
4.2. Büyüme Performansı.....	39
4.2.1. Canlı Ağırlık.....	39
4.2.2. Canlı Ağırlık Artışı.....	39
4.2.3. Yem Tüketimi	41
4.2.4. Yemden Yararlanma Oranı	41
4.3. Sıcak Karkas Randımanı	41
4.4. Göğüs Eti Kalite Özellikleri.....	43
4.4.1. pH.....	43
4.4.2. Renk	43
4.4.3. Su Tutma Kapasitesi.....	45
4.4.4. Pişirme Kaybı.....	46
4.5. Kloaka Kirliliği	47
4.6. İleal Viskozite Derecesi.....	47
4.7. Altlık Kalitesi Özellikleri	48
4.8. Ayak Tabanı Yangısı Görülme Oranı	49
5. TARTIŞMA	51
5.1. Büyüme Performansı.....	51
5.2. Sıcak Karkas Randımanı	55

5.3. Göğüs Eti Kalite Özellikleri.....	56
5.4. Kloaka Kirliliği	59
5.5. İleal Viskozite Özellikleri	60
5.6. Altlık Kalite Özellikleri.....	62
5.7. Ayak Tabanı Yangısı Görülme Oranı	64
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR.....	70
Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Kararı	90
BİLİMSEL ETİK BEYANI	91
ÖZ GEÇMİŞ	92



SİMGELER VE KISALTMALAR

β	: Beta
cP	: Sentipoz
CA	: Canlı ağırlık
CAA	: Canlı ağırlık artışı
FPD	: Ayak tabanı yangısı (Footpad Dermatitis)
g	: Gram
HK	: Ham kül
hl	: Hektolitre
HP	: Ham protein
HS	: Ham selüloz
HY	: Ham yağ
KM	: Kuru madde
IU	: İnternasyonal ünite
l	: Litre
kcal	: Kilokalori
kg	: Kilogram
ME	: Metabolize olabilir enerji
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
NOP	: Nişasta olmayan polisakkarit
ppm	: Milyonda bir
rpm	: Dakikadaki dönüş sayısı
SFK	: Soya fasulyesi küspesi
YT	: Yem tüketimi
YYO	: Yemden yararlanma oranı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Dünya’da yıllara göre toplam karma yem üretimi ve kanatlı karma yemi üretimi miktarları (bin ton) (KYSR, 2019)	8
Şekil 2. β -glukanın tipik yapısı	16



RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Denemenin ilk, 14. ve son gününe ait araştırma ünitesi görselleri	29
Resim 2. Cıvcıvde kloakal kirlilik	34
Resim 3. Ayak tabanı yangısı (FPD) skorlama	36



TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. 100 g yenilebilir tavuk eti ve kırmızı etin besin madde bileşimi karşılaştırması	1
Tablo 2. Dünya’da kişi başına kanatlı eti tüketimi (kg/yıl)	5
Tablo 3. Dünya tavuk eti verileri (bin ton)	6
Tablo 4. Ülkelere ve yıllara göre dünya tavuk eti üretim miktarları (bin ton).....	6
Tablo 5. Etlik piliç yetiştiriciliğinde maliyet hesabı	8
Tablo 6. Türkiye’de 2002-2020 yılları arası etlik piliç yemi ve toplam karma yem üretim miktarları (ton/yıl)	9
Tablo 7. Dünya mısır arzı ve kullanımı (milyon ton)	11
Tablo 8. 2014-2020 yılları arası tavuk eti, bazı yem hammaddeleri ve karma yem fiyatları (TL/kg)	12
Tablo 9. Dünyada toplam hububat, mısır ve arpa üretim miktarları (milyon ton).....	13
Tablo 10. Arpa ve diğer bazı tahıllardaki NOP düzeyleri (% , KM)	15
Tablo 11. Bazı yem hammaddelerinin yıllar içerisindeki fiyatlandırmaları (TL/ton)	24
Tablo 12. Araştırmada kullanılan rasyonlar	27
Tablo 13. Deneme deseni	28
Tablo 14. Rasyonlarda kullanılan arpanın ham besin madde düzeyleri ile hektolitre ve bin tane ağırlığı.....	38
Tablo 15. Denemede kullanılan yemlerin besin madde değerleri (%).....	38
Tablo 16. Araştırma gruplarının yetiştirme dönemlerine göre canlı ağırlık ortalamaları (g)	40
Tablo 17. Araştırma gruplarında yetiştirme dönemlerine göre canlı ağırlık artışı ortalamaları (g)	40
Tablo 18. Araştırma gruplarının yetiştirme dönemlerindeki yem tüketimi ortalamaları (g) ...	42
Tablo 19. Araştırma gruplarının yetiştirme dönemlerindeki ortalama yemden yararlanma oranları (kg yem tüketimi/kg canlı ağırlık artışı).....	42
Tablo 20. Araştırma gruplarının sıcak karkas randımanı değerleri (%)	43

Tablo 21. Araştırma gruplarının farklı bekletme sürelerine göre göğüs eti pH değerleri	44
Tablo 22. Farklı bekletme sürelerinde ölçülen göğüs eti parlaklık değeri (L*) ortalamaları	44
Tablo 23. Farklı bekletme sürelerinde ölçülen göğüs eti kırmızılık değeri (a*) ortalamaları	45
Tablo 24. Farklı bekletme sürelerinde ölçülen göğüs eti sarılık değeri (b*) ortalamaları	45
Tablo 25. Farklı bekletme sürelerinde ölçülen su tutma kapasitesi ortalamaları (%).....	46
Tablo 26. Farklı bekletme sürelerindeki göğüs eti pişirme kaybı ortalamaları (%)	46
Tablo 27. Denemenin 10. günde kloaka kirlilik ortalamaları	47
Tablo 28. Bağırsak (ileum) içeriği viskozite değerleri (cP).....	47
Tablo 29. Altlık nem ortalamaları (%).....	48
Tablo 30. Altlık pH değerleri [- log(H ⁺)].....	48
Tablo 31. Altlık sıcaklık ortalamaları (°C)	49
Tablo 32. Altlık NH ₃ miktarı (ppm).....	49
Tablo 33. Rasyonda farklı düzeylerde arpa kullanımının ayak tabanı yangısı oluşumuna etkisi	50
Tablo 34. Deneme rasyonlarının maliyet analizi ve ekonomik getirisi	68

ÖZET

FARKLI DÜZEYDE ARPA İÇEREN RASYONLARIN ETLİK PİLİÇLERDE BÜYÜME PERFORMANSI, BAĞIRSAK VİSKOZİTESİ, ALTLIK KALİTESİ VE AYAK TABANI YANGISINA ETKİLERİ

TEMİZ A.R. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Programı, Doktora Tezi, Aydın, 2021.

Amaç: Araştırma etlik piliç rasyonlarında %10, %20 ve %30 oranında arpa kullanılmasının büyüme performansı, bazı göğüs eti kalite parametreleri, bağırsak viskozitesi, altlık kalitesi ve ayak tabanı yangısına etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

Gereç ve Yöntem: Araştırma, Mart-Mayıs 2019 tarihleri arasında, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Kanatlı Araştırma Birimi'nde yürütüldü. Toplam 216 bir günlük yaştaki Ross 308 erkek etlik civciv, her bölmede 12 civciv içeren altı tekrar grubundan oluşan üç deneme grubuna rastgele dağıtılmıştır. Ross 308 Ticari Hibrit Besleme Kataloğunda belirtilen (Ross 308, 2019) 2,5-3,0 kg kesim ağırlığı hedeflenen etlik piliçler için farklı besleme dönemlerindeki (0-10. gün başlangıç, 10-24. gün büyütme, 24-42. gün bitirme) enerji ve besin madde gereksinimlerine uygun olarak mısır, arpa ve soya fasulyesi küspesi temelli rasyonlar hazırlanmıştır. Arpayı %10, %20 ve %30 oranlarında içeren üç farklı deneme rasyonuna ticari bir firmadan temin edilen enzim katkısı (Allzyme® SSF), önerilen düzeyde (300 g/ton) katılmıştır. Elde edilen veriler, One Way ANOVA, Kruskal-Wallis ve Ki-Kare testleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bulgular: Elde edilen performans değerleri tüm yetiştirme dönemi boyunca değerlendirildiğinde gruplar arası fark önemsiz bulunmuştur. Rasyonlarda farklı düzeylerde arpa kullanılması bazı et kalite parametrelerinde değişikliğe yol açmıştır. Göğüs eti 120. saat pH ölçümünde en yüksek pH değeri ($P<0,05$) rasyonda %30 arpa içeren grupta bulunmuştur. Göğüs etlerinde renk kalite değerlendirmesinde yalnızca sarılık değerlerinde istatistiksel farklılık belirlenmiştir. Rasyonda %30 arpa içeren grupların göğüs eti sarılık değeri %20 arpa içeren grupların ortalamasından daha düşük ($P<0,05$) tespit edilmiştir. Pişirme kaybının (120. saat) ise rasyonda %10 arpa içeren gruplarda en az ($P<0,05$) şekillendiği belirlenmiştir.

Rasyonda arpa oranı arttıkça ileal viskozite değerinin arttığı ($P<0,05$) sonucuna ulaşılmıştır. Yetiştirme döneminin 24. ve 42. günlerinde FPD görülme sıklığı rasyonda %10 ve %20 arpa içeren gruplar arasında fark göstermezken her iki dönemde de FPD, rasyonda %30 arpa içeren grupta en az ($P<0,05$) şekillenmiştir.

Sonuç: Arpanın ticari yetiştiricilikte daha uygun maliyetle rasyon hazırlanabilmesi için uygun bir hammadde olduğu, uygun oranda ve bileşimde enzim kullanımı ile birlikte arpadaki antinutrisyonel maddelerin performans parametrelerini olumsuz etkilemediği belirlenmiş, göğüs eti kalite özelliklerine olumsuz etkisinin olmadığı, altlık kalitesinin korunduğu ve FPD oluşma riskinin azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Altlık kalitesi, Arpa, Etlik pili, Et kalitesi, FPD, Performans.



ABSTRACT

EFFECTS OF FEEDING DIFFERENT LEVELS OF BARLEY RATION ON GROWTH PERFORMANCE, INTESTINAL VISCOSITY, LITTER QUALITY AND FOOD PAD DERTMATITIS IN BROILERS

TEMİZ A.R. Aydın Adnan Menderes University Institute of Health Sciences, Animal Nutrition and Nutritional Diseases Program PhD Thesis, Aydın, 2021.

Objective: The study was conducted to investigate the effects of using 10%, 20% and 30% barley in broiler rations on growth performance, some breast meat quality parameters, intestinal viscosity, litter quality and foot pad dermatitis.

Materials and Methods: The research was conducted at Poultry Research Unit of Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Veterinary Medicine, between March-May 2019. A total of 216 one-day-old Ross 308 broiler chicks were randomly assigned to three experimental groups consisting of six replicates containing 12 chicks in each pen. Corn, barley and soybean meal-based basal diets were formulated for targeted at 2,5-3 kg slaughter weight specified in the Ross 308 Commercial Hybrid Feeding Catalog (Ross 308, 2019) for periods of starter (0-10th day), grower (10-24th day), finisher (24-42th day). Enzyme additive (Allzyme® SSF) supplied from a commercial company was added to the trial rations at the recommended level (300 g/ton). Collected data were evaluated using one-way ANOVA, Kruskal-Wallis and Chi-Square tests.

Results: When the obtained performance values were evaluated during the whole experimental period, the difference between groups was found to be insignificant. The use of different levels of barley in the rations showed changes in some meat quality parameters, and the highest pH value in the 120th hour pH measurements was found in the group containing 30% barley ($P<0,05$). In the evaluation of color quality in breast meat, statistical difference was only found in yellowness values. The meat yellowness value was lower on diet containing 30% barley than the average of 20% barley diet ($P<0,05$). The cooking loss (120th hour) was determined the lowest in 10% barley group ($P<0,05$). It was concluded that the higher barley ratio is in the ration, the higher the ileal viscosity is ($P<0,05$). While the frequency of FPD on the 24th and

42nd days of the growing period did not differ between the rations include 10% and 20% barley, FPD was the lowest in 30% barley group in both periods ($P < 0,05$).

Conclusion: It has been concluded that barley is a suitable feed material to prepare a ration at a more affordable cost in commercial farming, with the use of enzymes in appropriate ratio and composition, antinutritional substances in barley do not adversely affect the performance parameters, it has no negative effect on breast meat quality characteristics, litter quality is preserved and the risk of FPD formation is reduced.

Keywords: Barley, Broiler, FPD, Litter quality, Meat quality, Performance.



1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artışı, insanların yeterli ve dengeli beslenmesini giderek zorlaştırmaktadır. Yeterli ve dengeli beslenme için gereksinim duyulan enerji, protein, vitamin ve mineral maddelerin karşılanmasında hayvansal ürünler ilk sırada gelmektedir (Tripathi ve diğerleri, 2019). Tüketicilerin beslenme konusunda bilinçlenmeye başlaması ve sağlıklı beslenmeye artan duyarlılıkları sonucu kırmızı ete kıyasla tavuk eti tüketimi giderek artmaktadır. Tavuk eti tat, görünüş, lezzet, koku gibi özellikleri ile kabul görmüş, sindiriminin kolay, üretiminin ekonomik ve işlenmesinin daha pratik olması yönleriyle kırmızı ete nazaran daha fazla tercih edilen bir hayvansal gıda kaynağıdır. Bu özelliklerinin yanında asıl tüketim sebebi ise besin değeri açısından diğer et gruplarına nazaran çok daha değerli olmasıdır (Uçar ve Türkoğlu, 2018). Tavuk eti, düşük oranda yağ içermesine bağlı olarak kırmızı ete göre enerjisi daha azdır. Yüksek biyolojik değeri olan iyi bir protein kaynağıdır. Ayrıca kırmızı ete kıyasla daha düşük seviyelerde Fe ve Zn içerse bile bu minerallerin biyoyararlılığı çok daha yüksektir. Tiamin, riboflavin, pridoksin, niasin ve D vitaminlerince zengin bir içeriğe sahiptir (Tablo 1). Bu anlamda, tavuk eti kırmızı ete göre daha sağlıklı olarak değerlendirilmektedir (Bordoni ve Danesi, 2017).

Tablo 1. 100 g yenilebilir tavuk eti ve kırmızı etin besin madde bileşimi karşılaştırması (Wood, 2017).

	Beyaz et (Derisiz tavuk göğsü)	Kırmızı et (Biftek)
Enerji (kcal)	10	129
Protein (g)	22,3	22,5
Yağ (g)	2,1	4,3
Kolesterol (mg)	64	58

Tablo 1. 100 g yenilebilir tavuk eti ve kırmızı etin besin madde bileşimi karşılaştırması (Wood, 2017) (devam).

	Beyaz et (Derisiz tavuk göğsü)	Kırmızı et (Biftek)
Mineraller		
Ca (mg)	6	5
Mg (mg)	26	22
Na (mg)	77	63
P (mg)	160	200
Fe (mg)	0,7	2,7
Zn (mg)	1,2	4,1
Cu (mg)	0,03	0,03
K (mg)	380	350
Se (µg)	13	7
Vitaminler		
Vitamin A (µg)	11	3
Vitamin D (µg)	0,10	0,50
Vitamin E (mg)	0,10	0,13
Vitamin B ₁ (mg)	0,1	0,1
Vitamin B ₂ (mg)	0,15	0,21
Niasin (mg)	7,8	5,0
Vitamin B ₅ (mg)	1,16	0,75
Vitamin B ₆ (mg)	0,38	0,53
Biotin (µg)	2,0	1,0
Folik asit (µg)	19	19
Vitamin B ₁₂ (µg)	0,40	2,0

Tavuk eti tüketimine bağılı olarak tavuk eti üretimi de son 50 yılda 5 kat artmıştır (TAGEM, 2018). Etlik piliç yetiştiriciliğı, üretim süresinin kısa olması, birim alanda fazla sayıda hayvan yetiştirilebilmesi, yemden yararlanımın yüksek oluşu ve üretimde modern üretim teknikleri uygulandığı için daha az iş gücü gerektirmesi ile hayvancılık sektöründe en hızlı büyüyen sektör haline gelmiştir. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) verilerine göre dünya tavuk eti üretimi 2019 yılında bir önceki yıla göre %2,6 oranında artarak 118 milyon tona ulaşmıştır. Yıllık kanatlı eti üretim artış hızı %6,86 olarak belirlenen Türkiye’de ise 2019 yılında döviz kuru dalgalanmaları ve yüksek yem fiyatlarına bağılı olarak düşüş (%0,8) gerçekleşmiş tavuk eti üretimi 1.954.530 ton olmuştur (TEPGE, 2021a).

İşletme içindeki toplam giderlerin %70’ini yem giderleri oluşturmaktadır. Ülkemizde diğere hayvancılık sektörlerinde olduğu gibi kanatlı sektörünün de temel sorunu yem hammaddesi açığıdır. Toplam kanatlı yemleri içerisinde piliç eti sektörünün payı ise %80’dir. Her yıl artan üretim kapasitesi, yem ihtiyacını da arttırmaktadır (TAGEM, 2018). Dolayısıyla etlik piliç yetiştiriciliğinin geliştirilmesi ve beyaz et tüketiminin artırılması amacıyla doğru besleme stratejisinin üretilmesi ile üretim maliyetlerinin düşürülmesi ciddi önem taşımaktadır (Jacob ve Pescatore, 2012).

Bilindiğı üzere tipik bir etlik piliç karma yeminin büyük bir kısmını mısır (%60) ve soya fasulyesi küspesi (%30) oluşturmaktadır (Vohra ve diğere, 1991). Dünya’da, 2018/2019 itibariyle üretilen mısırın (1.123.368 bin ton) %63’ünün yem sektöründe kullanıldığı bildirilmiştir. Türkiye’de ise üretim (2018/2019) 5,7 milyon ton olmuştur. Aynı yıla ilişkin mısır ithalatı 3,7 milyon ton olarak belirlenmiştir. Ancak rasyonlarda kullanılacak mısır miktarını belirleyen temel etmen ürünün fiyatıdır. Mısır üretiminde istenen hedeflere ulaşamaması ve başka hammaddelerin üretimine yön verilmesi mısır ekim alanlarını daraltmakta elde edilen ürün miktarını düşürmektedir (TEPGE, 2021b). Toprak Mahsülleri Ofisi (TMO) 2018/2019 verilerine göre toplam mısır kullanım miktarı 7,9 milyon ton olarak belirlenmiştir. Bu dönem içerisinde yem üretimi amacıyla kullanılan mısır miktarı 6,5 milyon ton olmuştur ve 2019/2020’de benzer seviyelerde kalacağı ön görülmüştür. Kanatlı rasyonlarında en büyük payı alan mısırın, son 5 yılda yıllık iki katı aşan oranda fiyat artışı olmuştur (TEPGE, 2021b).

Yem sektöründe ekonomik gelişimi en iyi yansıtan olay üretimde kullanılan girdilerin ve elde edilen ürünün fiyatlarında meydana gelen değişimdir. Fiyat dalgalanmalarının olduğu durumlarda ithal ürün temin etmek yerine etlik piliç rasyonlarında mısıra alternatif olarak diğere buğdaygil taneleri de kullanılabilir (Hetland ve diğere, 2002; Mert 2007). Dünya’da

ekimi yapılan tahıl ürünleri arasında dördüncü sırada, Türkiye’de ekim ve üretim yönünden ise buğdaydan sonra ikinci sırada yer alan, serin iklim tahıllarından arpa bunlardan birini oluşturmaktadır (Jacob ve Pescatore, 2012; Taşçı ve Bayramoğlu, 2017). Türkiye’de yetiştirilen arpanın %90’ı hayvan yemi, az bir kısmı malt ve ekmek yapımında kullanılmaktadır (ETB, 2015). Dünya’da arpa üretimi 2018/19 yılında 139,4 milyon ton olurken aynı yıl Türkiye’de üretim 7 milyon ton olmuştur ve bunun 6 milyon tonu hayvan yemi üretiminde kullanılmıştır (TEPGE, 2021c). Hayvancılığın büyümesi ile 2019 yılı arpa üretiminin bir önceki yıla göre %8,6 artarak 7,6 milyon ton olduğu belirlenmiştir. Türkiye’de arpa üretimi ile ihtiyacın %94’ünü karşılanabilmektedir. Mısır ile kıyaslandığında arpa fiyatlarının çok daha uygun olması daha düşük maliyetli rasyonların hazırlanmasını mümkün kılmaktadır. Ancak arpanın, kanatlı rasyonlarında kullanım düzeyini etkileyen kalite ve maliyeti dışında bir takım olumlu-olumsuz etmenler vardır. Arpanın besin madde içeriği dikkate alındığında, mısıra göre daha düşük enerjili (2650 kcal/kg ME) olmasına karşın protein miktarı (%11-12) ve kalitesi (lizin, triptofan, metiyonin ve sistin amino asit düzeyleri) daha yüksektir (Tuncer, 2016). Ne var ki arpanın endospermde %70-75 oranlarında bulunan β -glukan, arabinoksilan, selüloz, lignin gibi nişasta olmayan polisakkaritler (NOP), kanatlı sindirim sisteminde uygun enzim olmadığından sindirilemez, bu nedenle büyüme ve yemden yararlanma üzerine olumsuz etkiler gösterirler (Yaprak ve Kırkpınar, 2003). Suda çözünebilen NOP, antibesinsel etki göstererek bağırsak viskozitesini artırır, besin maddelerinin değerlendirilebilirliğini olumsuz etkiler. İstenen kesim ağırlığına ulaşamamasının dışında, oluşan yapışkan ve sulu dışkı altlık kalitesini kötüleştirir. Bu altlıkla uzun süreli temas sonucunda ayaklarda taban yangısı (FPD), yatmaya bağlı göğüs yangıları şekillenebilmektedir (Cengiz ve diğerleri, 2012). Bu olumsuzluğu önlemek amacıyla ticari yetiştiricilikte rasyonlarda çeşitli enzim katkıları kullanılmaktadır (Yaprak ve Kırkpınar, 2003; Jacob ve Pescatore, 2012).

Bu bağlamda konuyla ilgili güncel bilimsel araştırmalar sadece mısıra ne oranda arpa ikame edilebileceği değil aynı zamanda söz konusu kullanımın performans, ürün kalitesi ve rasyon maliyetine etkilerini araştırma yönüyle de devam etmektedir.

Bu çalışmada, etlik piliç rasyonlarına farklı oranlarda arpa katılmasının performans parametreleri, bazı göğüs eti kalite özellikleri, kloaka kirliliği, ileal viskozite derecesi, altlık kalite özellikleri ve ayak tabanı yangısı (FPD) görülme sıklığına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Piliç Eti Üretimi

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün açıklamalarına göre, 2050 yılı dünya nüfusunun 9,7 milyarı bulacağı tahmin edilmektedir. Yayımlanan 'Dünya Hayvancılık 2011' raporunda öngörülen tarihe kadar et tüketiminin %73 artacağı belirtilmiştir (FAO, 2011). Sağlıklı beslenme konusunda bilincin artmasıyla et tüketimindeki eğilim kanatlı eti yönünde olmaya başlamıştır (Mottet ve Tiempo, 2017). Bu bağlamda dünyada 2018 yılı kişi başı kanatlı eti tüketim ortalaması 14,2 kg olarak belirtilmiştir. Kanatlı eti tüketimi en fazla İsrail'de (64,87 kg) olurken Türkiye'de yıllık kanatlı eti tüketim miktarı 19,27 kg hesaplanmıştır (OECD, 2018) (Tablo 2). Her yıl tavuk eti tüketim miktarları artıyor olsa da 2020 yılında COVID-19 salgınının başlaması, uygulanan kısıtlamalar ve yemek servisi hizmetlerinin azalması nedeni ile kişi başı tavuk eti tüketimi etkilemiş ve 19,9kg olduğu tespit edilmiştir (TEPGE, 2021).

Gıda ve sağlık sektörü ile yakın ilişki içerisinde olan kanatlı sektörü modern üretim tekniklerinin geliştirilmesi ve yapılan ıslah çalışmaları ile istikrarlı büyüme sağlamaktadır (Narrod ve diğerleri, 2007). Günümüzde, Dünya kanatlı eti üretim değeri gayri safi milli hasıla tarımsal üretim değerinin %6-7'sini oluşturmaktadır. Bu kanatlı eti üretim payı içerisinde %89'luk değeri tavuk eti oluşturmaktadır (TAGEM, 2018).

Tablo 2. Dünya'da kişi başına kanatlı eti tüketimi (kg/yıl) (OECD, 2018).

	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
İsrail	59,00	63,74	63,59	64,94	68,10	65,78	64,87	65,11
ABD	43,10	47,27	5,59	47,92	48,55	49,00	49,68	50,07
Suudi Arabistan	34,50	35,90	39,70	42,90	41,05	34,60	32,20	32,40
Brezilya	25,99	24,33	38,80	40,67	40,03	40,62	39,81	40,26
Türkiye	9,27	12,14	16,26	18,21	17,73	19,43	19,27	19,35
Rusya	8,76	16,46	21,68	29,00	29,51	31,22	31,42	31,67
Dünya	9,71	10,87	12,78	13,85	14,01	14,10	14,17	14,30

Son 20 yıldır dünyada kanatlı eti üretimi ve tüketiminde sürekli bir artış görülmektedir. 2005-2016 verilerine göre dünya tavuk eti üretimi %52 artış ile 107 milyon tona ulaşmıştır (Tablo 3). Bu miktar 2018 yılında 335 milyon ton olarak belirtilmiş ve bu miktarın %36,3'ünü (121,6 milyon tonu) tavuk eti oluşturmuştur. Dünya tavuk eti üretiminde Amerika (%17), ihracatında ise Brezilya'nın (%32) önde giden ülkeler (Tablo 4) olduğu bilinmektedir (TEPGE, 2021d).

Tablo 3. Dünya tavuk eti verileri (bin ton) (FAO, 2019).

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Değişim*
Üretim	97.600	100.670	103.801	107.143	119.943	121.646	128.360	5,23
Tüketim	96.164	99.938	103.149	106.390	119.087	120.830	127.634	5,33
İthalat	11.305	12.385	12.084	12.339	12.316	12.481	13.009	4,05
İhracat	12.741	13.117	12.736	13.092	13.115	13.279	13.752	3,43

* Değişim, 2018-2019 verileri arasındaki yüzdesel artışı etmektedir.

Tablo 4. Ülkelere ve yıllara göre Dünya tavuk eti üretim miktarları (bin ton) (TEPGE, 2021d).

	ABD	Brezilya	Çin	Rusya	Türkiye	Diğer	Dünya
2000	14.072	5.981	8.364	755	643	28.859	58.675
2005	16.275	7.866	9.367	1.346	937	34.817	70.608
2010	16.971	10.693	11.592	2.563	1.444	43.943	87.206
2011	17.111	11.422	11.962	2.895	1.613	45.872	90.876
2012	17.035	11.535	12.623	3.299	1.724	47.867	94.083
2013	17.397	11.964	12.785	4.457	1.758	50.239	97.600
2014	17.729	12.504	12.257	3.770	1.895	52.515	100.670
2015	18.403	13.149	12.075	4.088	1.909	54.177	103.801
2016	18.708	13.894	12.721	4.141	1.884	55.793	107.143

Türkiye'de 2005-2017 verileri incelendiğinde kesilen tavuk sayısı ve tavuk eti üretiminde %128 oranında artış sağlanmıştır. Kesilen tavuk adedi 2017 yılında 1,2 milyondur. Aynı yıl üretilen tavuk eti miktarı 2,1 milyon ton olmuştur (TAGEM, 2018). Covid-19 pandemisi kanatlı endüstrisini olumsuz etkilediği için 2020 yılı verilerine göre üretim bir önceki yıla göre %0,8 düşmüş yaklaşık 2 milyon ton olarak belirlenmiştir. İhracat sıralamasında hızla yükselen

Türkiye 2018 yılında 453 bin ton ile 8. sırada yer almıştır. Kanatlı sektöründe ihracatçı konumunda olan Türkiye'nin 2019 yılında yapmış olduğu 457 bin tonluk kanatlı eti ihracatının %96,2'sini tavuk eti oluşturmuştur. Türkiye'nin tavuk eti ihracat miktarı 2018 yılında tarihinin en yüksek seviyesine ulaşırken, 2019 yılında düşüşe geçtiği görülmektedir. Tavuk eti ihracat miktarı 2019 yılında bir önceki yıla göre %3,0 oranında azalarak 440 bin ton olarak gerçekleşmiştir (TEPGE, 2021a).

Türkiye'de 2016 yılı itibariyle faaliyet gösteren 10.017 adet kanatlı işletmesinden 7.834'ü etlik piliç işletmesidir ve 2018 yıl sonu verilerine göre etlik piliç sayısı 229 milyon 507 bin olarak belirlenmiştir. Ülkemizde kanatlı hayvan yetiştiriciliği en çok Marmara Bölgesi'nin doğu (%34) ve batısında (%15) yapılmaktadır. Piliç üretiminde ikinci sırada ise %27' lik pay ile Ege Bölgesi yer almaktadır. Bunun dışında, Türkiye'de etlik piliç yetiştiriciliğinin yarısından fazlası Manisa (%14), Balıkesir (%12), Sakarya (%12), Bolu (%11) ve Mersin (%8) şehirlerinde yapılmaktadır (TAGEM, 2018).

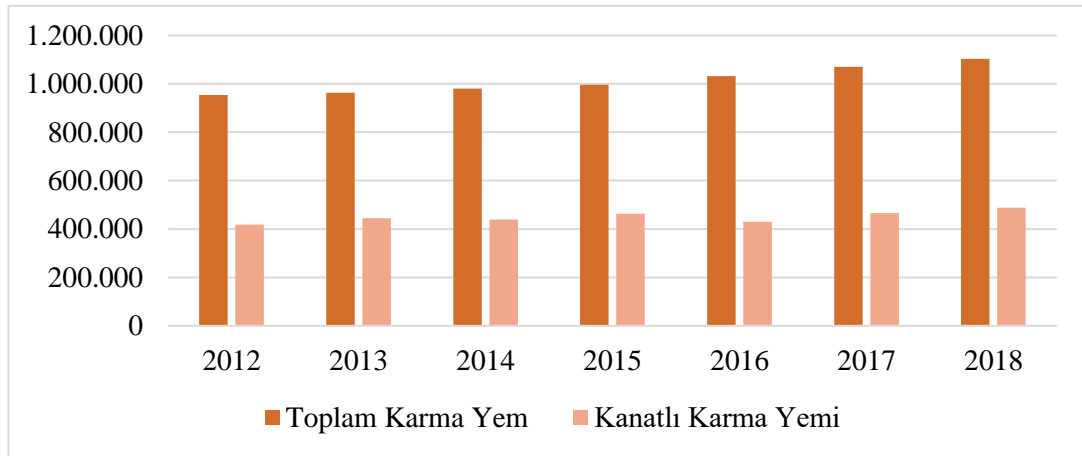
2.2. Kanatlı Karma Yem Sektörü

Hayvancılık sektöründe üretim maliyetinin en büyük kısmını (%65-70) yem giderleri oluşturmaktadır (Tablo 5). Dolayısıyla sürdürülebilir hayvancılık için uygun fiyatlı yem üretilmesi büyük önem taşımaktadır. Karma yem sanayi bitkisel üretim ve hayvansal üretim arasında köprü görevi gören ve ülke ekonomisine büyük katkı sağlayan önemli bir sektördür. Karma yem sanayisi; tahıllar, yağlı tohumlar, değirmencilik, nişasta ve şeker endüstrisi yan ürünleri ile yağlı tohum küspelerinin işlenerek kullanıldığı, bu ham maddelerin uygun premiks (vitamin, mineral) karışımları ile hayvan türüne, yetiştirme dönemlerine en uygun formda hazırlandığı, bilgisayar destekli otomasyon sistemlerinin kullanıldığı, uygun maliyette hizmet sunmayı amaçlayan bir sektördür (KYSR, 2019).

Tablo 5. Etlik piliç yetiştiriciliğinde maliyet hesabı (TAGEM, 2018).

Maliyet Öğeleri	%
Yem	68
Civciv	14
Enerji	4,8
İş gücü, bakım, onarım, yıpranma payı	4,5
Sağlık ve dezenfeksiyon	2,7
Genel idari giderler	3,5
Yakalama, yükleme ve altlık	2,5
Toplam	100

Dünya karma yem üretimi 1975 yılında 300 milyon ton seviyelerinde iken 2018 yılı itibariyle 1.103 milyon tona ulaşmıştır (Şekil 1). Dünya karma yem üretiminin %42'sini kanatlı karma yemleri, bu oranın %28'lik kısmını ise etlik piliç karma yemleri oluşturmaktadır. Çin başta olmak üzere Amerika, Brezilya, Hindistan, Rusya, Meksika ve Tayland 2018 yılı dünya etlik piliç karma yem üretiminin %60'ını sağlayan ülkelerdir (KYSR, 2019)



Şekil 1. Dünyada yıllara göre toplam karma yem üretimi ve kanatlı karma yemi üretimi miktarları (bin ton) (KYSR, 2019).

Türkiye'de karma yem üretimi son 10 yılda %135 artarak 26 milyon tonu geçmiştir. Türkiye karma yem üretiminde dünyada yedinci, Avrupa Birliği ülkeleri arasında ise ilk sırada yer almaktadır. Etlik piliç karma yemi üretiminde ise bu süre zarfında %30 büyüme

gerçekleşmiş ve 2020 yılı verilerine göre 5,4 milyon tona ulaşmıştır (Tablo 6). Türkiye’de kanatlı karma yemi çoğunlukla Ege ve Marmara Bölgeleri’nde üretilmektedir. Etlik piliç yemi üretiminde ise Marmara ve Karadeniz Bölgeleri öndedir (KYSR, 2019; GKGM, 2021).

Kârlı hayvan yetiştiriciliğinin temel ilkesi, yeterli ve dengeli besleme yapılarak elde edilen hayvansal ürünlerde kalite ve verimliliği en ekonomik biçimde sağlayabilmektir (Vural ve Fidan, 2007). Sektörde gelişimi yavaşlatan, üretimde sürdürülebilirliği ve kârlılığı etkileyen en önemli etmen yem hammadde fiyatlarıdır (TAGEM, 2018). Son 10 yılda mısır ve arpanın da içinde yer aldığı hububat fiyatları %105, soya fasulyesi küspesi ve tam yağlı soya fiyatları ise %202 artmıştır (KYSR, 2019). Bilindiği üzere, kanatlı karma yemlerinde temel hammaddeleri mısır ve soya fasulyesi küspesi oluşturmaktadır. Türkiye’de mısırın %8’i, soyanın da %93’ü ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Türkiye’de hammaddelerin yüksek maliyetle üretilmesi, hammadde kaynaklarında dışa bağımlı olunması karma yem fiyatlarını arttırmaktadır (Keskin ve Demirbaş, 2012). Kanatlı karma yemlerinde ithal hammadde oranı %75’lere ulaşmıştır (KYSR, 2019). Etlik piliç yemi fiyatı 2005 yılında ton başına ortalama 489 TL iken 2,83 kat artarak 2017 yılında ortalama 1.384 TL’ye yükselmiştir (TAGEM, 2018).

Tablo 6. Türkiye’de 2002-2020 yılları arası etlik piliç yemi ve toplam karma yem üretim miktarları (ton/yıl) (GKGM, 2021).

	Etlik piliç yemi	Toplam karma yem üretimi	(%)*
2002	790.814	5.615.153	14
2003	888.066	5.686.478	16
2004	1.082.036	6.905.570	16
2005	1.076.135	6.834.273	16
2006	914.985	7.467.081	12
2007	1.071.894	9.152.432	12
2008	2.886.173	9.563.301	30
2009	2.923.299	9.419.196	31
2010	3.453.846	11.167.530	31
2011	4.141.768	13.162.340	31
2012	4.224.111	14.488.539	29
2013	4.083.687	15.961.867	26

*Etlik piliç yemi üretiminin toplam karma yem üretimi içindeki yüzdesel değerini ifade eder.

Tablo 6. Türkiye’de 2002-2020 yılları arası etlik piliç yemi ve toplam karma yem üretim miktarları (ton/yıl) (GKGM, 2021) (devam).

	Etlik piliç yemi	Toplam karma yem üretimi	(%)*
2014	3.979.945	18.003.616	22
2015	4.779.916	20.104.983	24
2016	4.566.273	20.401.852	22
2017	4.753.989	22.418.333	21
2018	5.306.118	24.144.489	22
2019	5.363.210	24.939.117	22
2020	5.397.526	26.272.266	21

*Etlik piliç yemi üretiminin toplam karma yem üretimi içindeki yüzdesel değerini ifade eder.

Ülkemizde üretilen karma yemin neredeyse tamamı (%98,4) iç pazarda tüketilmektedir. Ancak 2012 yılı itibariyle üretilen hammadde fiyatlarının dünya yem hammadde fiyatlarına yaklaşması ile 2009 yılına kıyasla ihracat seviyesi 2018 yılında %440 artmıştır (KYSR, 2019).

Dünyada 2016/2017 pazarlama yılı verilerine göre mısır üretimi 1,1 milyar ton ile rekor seviyeye ulaşmıştır. Ancak 2017/2018 döneminde ekim alanlarının daralması ile mısır üretimi bir önceki yıla göre 46 milyon ton azalmıştır (TEPGE, 2018). Üretilen mısırın yarısından fazlası yem sektöründe kullanılmaktadır (Tablo 7). Mısır üretiminde ve ihracatında ilk sırada olan ülke Amerika (385 milyon ton üretim; 58,3 milyon ton ihracat)’dır. Çin üretimde ikinci sırada yer alırken ihracatta oldukça düşük seviyelerde yer almaktadır (TEPGE, 2018). Türkiye 2016/2017 pazarlama yılında 6,4 milyon ton olarak belirlenen mısır üretimi, 2018’de 5,7 milyon tona gerilese de 2019 yılında 6 milyon tona yükselmiştir. 2020 yılı verilerine göre %8 artış ile 6,5 milyon ton ile rekor seviyeye ulaşılmıştır (ÜMMB, 2020). Türkiye’de mısır üretimi en fazla Konya, Adana ve Mardin’de yapılmaktadır. Manisa, İzmir ve Aydın, son yıllarda mısır üretiminin arttığı şehirlerdir. Buna rağmen, 2020 yılı ve sonrasında mısır stoklarının yeterli olmayacağı ve mısırdaki dışa bağımlı bir ülke haline gelineceği de Ziraat Mühendisleri Odası’nca belirtilmiştir. Bu anlamda, 2018/2019 piyasa döneminde ülke içi yeterlilik oranı %70,3’te kalan mısır yerine, yem sanayinin en önemli girdisini oluşturan ve aynı dönemde yeterlilik oranı %94,7 olan arpanın ön plana çıkacağı öngörülmektedir. Ülkemizde yıldan yıla değişiklik gösteren ithal mısır miktarı ise, 2018/2019’da 2,9 milyon ton olarak belirtilmiştir (TEPGE, 2021b; 2021c).

Tablo 7. Dünya mısır arzı ve kullanımı (milyon ton) (TEPGE, 2020a, 2020b).

	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021*
Ekim alanı (milyon ha)	191,5	192,1	193,3	197,0
Verim (ton/ha)	5,6	5,9	5,8	5,8
Arz				
Üretim	1.078,6	1.123,4	1.116,2	1.144,6
İthalat	151,0	164,4	165,8	178,2
Toplam	1.581,7	1.628,5	1.601,8	1.626,2
Kullanım				
Ülke içi kullanım	1.092,3	1.127,0	1.127,5	1.150,0
Yem	672,9	703,4	713,6	725,7
Gıda, tohum, endüstriyel	419,4	423,6	413,8	424,3
İhracat	148,6	181,7	171,0	184,8
Toplam	1.581,7	1.628,5	1.601,8	1.626,2
Yem olarak kullanım oranı (%)	61,6	62,4	63,3	63,1

*2020/2021 öngörü değerlendirmesidir.

Son 10 yıllık indeksler incelendiğinde mısırdaki fiyat dalgalanmalarının düşük seviyelerde gerçekleştiği görülmektedir. Ancak Türkiye’de 2019 yılı mısır fiyatı bir önceki yıla göre %21 artarak 1.150 TL/ton olmuştur. 2020 yılında ise bu oran ikiye katlanmış %42 fiyat artışı ile mısır fiyatları 1,637TL/tona ulaşmıştır (TEGPE, 2020a, 2020b). Türkiye’de 2008’den bu yana mısır fiyatlarının dünya fiyatlarına göre %40’ların üzerinde seyrettiği belirtilmiştir (KYSR, 2019). Güncel yem hammadde fiyatları (2021) incelendiğinde, Ağustos ayından Aralık ayının ortalarına kadar, fiyatlarda döviz kurlarının değişkenlik göstermesi sebebi ile mısır ton fiyatları 2.407 TL’den 4.150 - 4.200 TL’ye, arpa 2.417 TL’den 4.200-4.400 TL’ye, SFK 4.546 TL’den 6.812 – 7. 415 TL’ye artış göstermiş, yemlik bitkisel yağın litre fiyatı ise 9.826 TL’den 18.500- 19.562 TL’ye çıkmıştır.

Hayvancılığın sürdürülebilir olması, verim ve karlılığın sağlanabilmesi için uygulanan politikaların geliştirilmesi, tarım ve hayvancılıkta ıslah çalışmalarının devam etmesi ve üretimde en fazla payı alan yem girdisi üzerinde çalışmaların yapılması gerekmektedir (Tablo 8) (Vural ve Fidan, 2007). Etlik piliç yemlerinde yüksek oranlarda kullanılan mısırdan; yetiştirme döneminde su ihtiyacının fazla olması, ekim bölgelerine ve toprağın yapısına göre veriminin değişken olması, sıcak iklim tahılları içinde yer alması dolayısıyla iklimsel değişikliklere uyum

sağlayamaması gibi olumsuz yanları bulunmaktadır. Ayrıca tane mısır, depolama koşulları elverişli olmadığında küflenme riski en fazla olan hammaddeler arasında yer almaktadır. Bu gibi nedenler serin iklim bitkisi olan arpanın etlik piliç karma yemlerinde kısmen de olsa alternatif hammadde olarak kullanımını yaygınlaştırmaktadır (Babaoğlu, 2005).

Tablo 8. 2014-2020 yılları arası tavuk eti, bazı yem hammaddeleri ve karma yem fiyatları (TL/kg) (TAGEM, 2018; TEPGE, 2021a, 2021b, 2021c, 2021e).

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Tavuk eti	5,31	5,09	5,37	6,04	6,27	7,88	8,30	18,50
Etlik piliç yemi	1,26	1,21	1,19	1,38	1,79	2,08	2,72	4,8
Soya fasulyesi küspesi	1,4	1,23	1,19	1,72	1,72	2,14	2,55	6,8
Mısır	0,65	0,7	0,7	0,8	0,95	1,17	1,45	4,2
Arpa	0,67	0,75	0,73	0,82	0,87	1,07	1,27	4,4

2.3. Arpa Üretimi ve Kullanımı

Yem ve malt sanayinin en önemli hammadde kaynağı olan arpa ekiliş alanı ve ticaret verileri açısından en önde gelen hububatlardan birisidir. Dünya arpa üretimi 2018/2019 verilerine göre 139.424 (bin ton) olarak belirlenmiştir (TEPGE, 2021c). Dünya arpa üretiminde ilk sıralarda ABD (%40), Rusya (%12), Kanada ve Avusturya (%6) yer almaktadır. Türkiye’de arpa üretimi, mısır, buğday ve pirinçten sonra üretimde dördüncü sırada yer almaktadır (TEPGE, 2016). Türkiye, dünyada en fazla arpa ekim alanına sahip ülkeler arasında dördüncü, arpa üretiminde beşinci ve arpa tüketiminde de üçüncü sırada yer almaktadır (TEPGE, 2021c). Türkiye, 2018/19 sezonu arpa tüketimi 7 milyon tona ulaşmış bunun 6 milyon tonu yemlik olarak kullanılmıştır. Ülkemizde tarım yapılabilen 5,4 milyon hektar alanın %71’ine hububat ekilmektedir. Hububat ekim alanı içinde %24 pay ile arpa, buğdaydan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Son iki sezona ait küresel arpa üretimi verilerindeki azalmanın sebebi ortalama veriminin yaz aylarındaki kuraklık nedeniyle düşmesidir (HSR, 2018).

Dünyada %44 oranında yem hammaddesi olarak kullanılan hububatın %6-7’sini arpa oluşturmaktadır. Üretilen arpanın %69’unu yem amaçlı, %21’i sanayi amaçlı az bir kısmı da

gıda alanında kullanılmaktadır (KYSR, 2019). Dünyada toplam hububat, mısır ve arpa üretim miktarları Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9. Dünyada toplam hububat, mısır ve arpa üretim miktarları* (milyon ton) (HSR, 2019).

	Toplam	Mısır	Arpa
2010/11	1.774	849	124
2011/12	1.879	907	134
2012/13	1.829	901	131
2013/14	2.043	1.032	145
2014/15	2.092	1.061	144
2015/16	2.058	1.023	150
2016/17	2.187	1.132	148
2017/18	2.142	1.090	145
2018/19	2.139	1.129	139
2019/20	2.176	1.119	156

*Uluslararası Tahıl Konseyi’nin (IGC) verileridir.

Ülkemizde arpa üretimi ve birim alandan elde edilen tane verimi dünya ortalamasından daha düşüktür. Bunun temel nedeni, arpa tarımının büyük çoğunluğunun (%70) sık sık kuraklık riskinin yaşandığı aşırı soğuk ve kar örtüsüz kış şartlarının (-20°C) yaşandığı İç, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yapılmasıdır (UHK, 2020).

Arpa, serin iklim tahılları içinde yer alan, tek yıllık bir bitkidir. Yemlik arpa olarak protein değeri yüksek ve kavuzca fakir olan varyetesi tercih edilirken protein oranı daha düşük olan beyaz arpa ise malt yapımında kullanılmaktadır (TEPGE, 2016). İklim koşullarının olumsuz olduğu zamanlarda yem sanayide kullanılacak ürün kalitesindeki arpa yeteri kadar üretildiği için 2018 arpa dış alımının çoğunluğunu maltlık arpa oluşturmaktadır (ETB, 2015). Arpa çoğunlukla ruminantların beslenmesinde kullanılıyor olsa da yemlik enzimler sayesinde kanatlı rasyonlarında kullanımını artmaktadır (Tuncer, 2016). Arpa, yumurtacı ve damızlık yetiştiriciliğinde rasyonlarda %10 seviyelerinde rahatlıkla kullanılabilirken etlik piliç rasyonlarında kullanım miktarları oldukça değişkendir (Farran ve diğerleri, 2010).

2.4. Etlik Piliç Rasyonlarında Arpa Kullanımı

Yem sanayinin temel hammaddelerinden biri olan arpa (*Hordeum vulgare* L.) özellikle ruminant ve domuz beslenmesinde kullanılmaktadır. Ancak, arpanın kanatlı rasyonlarında kullanımı başta Avrupa ülkeleri olmak üzere giderek artmaktadır (Bergh ve diğerleri, 1999). Mısıra göre daha kısa zamanda yetişmesi, zor iklim şartlarına dayanıklı olması ve bazı dönemlerde piyasa fiyatına göre daha ekonomik olması kanatlı rasyonlarında kullanımını cazip kılmaktadır (Boyles ve diğerleri, 1992; Jeroch ve Danicke, 1995).

İyi bir yemlik arpanın düz kılçıklı, sindirilebilirliğinin (%75) ve besinsel değerinin yüksek olması istenmektedir. Fiziksel analiz değerlerine göre uzunluğu yaklaşık 8-12 mm, genişliği 3-4 mm ve kalınlığı 2-3 mm olup bin tane ağırlığı 35-50 g ve hektolitre ağırlığı 60-70 kg değerleri arasındadır. Elek üstü (2,5 mm + 2,8 mm) değerinin %85 üstünde olması istenir. Kavuz oranı düşük (%10'dan az) ve içindeki yabancı madde oranı %1'den az olmalıdır (Dust ve diğerleri, 2004). Arpa 2750 kcal/kg metabolik enerji düzeyine sahiptir ve kuru maddede mısır ve buğdaydan daha düşük oranda (%55-63) nişasta içermektedir (Nahas ve Lefrançois, 2001). Arpada nişastasının sindirilebilirliği %27'lindedir. Bu düzey işlenmiş arpalarda %50'lere çıkmaktadır (Dust ve diğerleri, 2004). Yemlik arpanın protein miktar (%12-13) ve kalitesinin (lizinin, triptofan, metiyonin ve sistin) yüksek olması istenir (Yalçın ve diğerleri, 2006). Mısır ve buğdaya göre bu yönüyle üstündür. Ancak arpadaki protein oranı arttıkça lizinin ve diğer esansiyel aminoasitlerin oranında azalma olur, protein kalitesi düşer. (Jeroch ve Danicke, 1995). Ham selüloz miktarı %4-6, ADF %5-7 ve NDF %18-24 arasındadır. Kavuzsuz varyeteleri %50 daha az lif, %1-2 daha fazla protein içerebilmektedir (Feedipedia, 2019). Arpa antioksidan etkili tokotrienol ve tokoferollerin bütün izomerlerini (α , β , γ ve δ) içermektedir. Ayrıca, B vitaminleri özellikle tiamin, pridoksin, riboflavin ve pantotenik asit kaynağıdır (Altan ve diğerleri, 2006).

Arpa içerdiği besin maddeleri ile değerli bir yem hammaddesi olsa da birçok antinutrisyonel madde içermektedir. β -glukanlar, pentozanlar, tanenler ve fitik asit arpadaki başlıca besin niteliğinde olmayan maddelerdir (Jeroch ve Danicke, 1995).

Etlik piliç rasyonlarında rasyon enerjisinin %60-85'lik bölümü buğdaygil tane yemleri ile sağlanabilmektedir (Boyles ve diğerleri, 1992). Buğdaygil tanelerindeki enerji kaynağı besin maddesi karbonhidratlardır. Karbonhidratlar basit şekerler, depo polisakkaritleri ve hücre duvarı polisakkaritleri olmak üzere üç gruba ayrılırlar (Kırkpınar ve Açıkgöz, 2003).

Niata α (1-4) ve α (1-6) glikozidik bağa sahip, amiloz ve amilopektinden oluşan tükürük ve ince bağırsakta pankreatik enzimler sayesinde parçalanabilen bir polisakkarittir (Montagne ve diğerleri, 2003). Arpanın içerdiği nişastanın yaklaşık %27'sini amiloz ve %73'ünü amilopektin oluşturmaktadır. Amilopektin kanatlı sindirim sisteminde daha kolay sindirilmektedir. Yapışkan özellikte arpa diye tabir edilen arpanın enerji içeriği ve amilopektin oranı (nişastanın %90-98'i) daha yüksektir (Tuncer, 2016; Jacob ve Pescatore, 2012).

Arpanın kanatlı rasyonlarında kullanımını kısıtlayan en önemli neden içerdiği hücre duvarı polisakkaritleri, diğer adıyla nişasta olmayan polisakkaritler (NOP)'dir (Hygheabert ve De Grote, 1995). Bunlar selüloz, hemiselüloz, pektin, ksilanlar, pentozanlar (arabinoksilan), β -glukanlar gibi kompleks yapılı polisakkaritlerdir (Montagne ve diğerleri, 2003). Arpa ve diğer bazı tahıllardaki NOP düzeyleri Tablo 10'da belirtilmiştir (Choct, 1997).

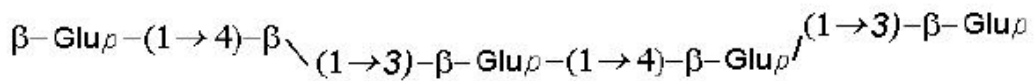
Tablo 10. Arpa ve diğer bazı tahıllardaki NOP düzeyleri (% , KM).

Tahıl eidi	NOP eidi	Arabinoksilan	β -glukan	Selüloz	Diğer*	Toplam
Arpa	özünebilir	0,8	3,6		0,1	4,5
	özünmez	7,1	0,7	3,9	0,5	12,2
	Toplam	7,9	4,3	3,9	0,6	16,7
Mısır	özünebilir	0,1			0	0,1
	özünmez	5,1		2,1	0,8	8,0
	Toplam	5,2		2,1	0,8	8,1
Buğday	özünebilir	1,8	0,4		0,2	2,4
	özünmez	6,3	0,4	2	0,3	9,0
	Toplam	8,1	0,8	2	0,5	11,4
avdar	özünebilir	3,4	0,9		0,3	4,6
	özünmez	5,5	1,1	1,5	0,5	8,6
	Toplam	8,9	2	1,5	0,8	13,2
Tritikale	özünebilir	1,3	0,2		0,2	1,7
	özünmez	9,5	1,5	2,5	1,1	14,6
	Toplam	10,8	1,7	2,5	1,3	16,3
Sorgum	özünebilir	0,1	0,1		0	0,2
	özünmez	2,0	0,1	2,2	0,3	4,6
	Toplam	2,1	0,2	2,2	0,3	4,8

*Mannan, galaktan ve üronik asit toplam miktarını temsil eder.

NOP'ların oluşturabileceği olumsuzluklar, polisakkaritlerin, fiziksel ve kimyasal özelliklerine, karma yemdeki miktarına ve hayvanın fizyolojik durumuna göre değişmektedir (Kırkpınar ve Açıkgöz 2003; Smits ve Annison, 1996). Çünkü, kanatlı sindirim sisteminde

NOP'ları parçalayabilecek enzim bulunmamaktadır (Hesselman ve Aman, 1986). NOP'lar çözünebilir ve çözünemeyen olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Choct ve Annison, 1992). Kanatlılar için hem suda çözünebilir hem de çözünmeyen NOP'lar ayrı bir öneme sahiptir (Yaşar ve diğerleri, 2016). Suda çözünmeyen NOP'lar endojen enzimlere karşı fiziksel engel oluştururken aynı zamanda yemlerin sindirim kanalından geçiş süresini kısaltarak besin maddelerinden yararlanımı azaltmaktadır. Bu durum anaerobik mikroorganizmaların bağırsağın üst bölümlerinde çoğalmasına zemin hazırlamaktadır. Suda çözünebilir NOP'lar ise su tutma kapasiteleri yüksek ve yapışkan özelliktedir. NOP'ların kimyasal yapısında çok sayıda düzensiz dallanma olması, su moleküllerinin bu kimyasal yapı içinde daha kolay nüfuz etmelerini sağlayarak çözünebilirliklerini arttırmaktadır (Yalçın ve diğerleri, 2006). Bu anlamda sindirim kanalında arabinoksilanlar orta derecede çözünebilirken, β -glukanların çözünebilirliği daha düşüktür (Graham ve Petterson, 1992). Çünkü, arpada endosperm hücre duvarında bulunan NOP bileşenleri β - (1-3) (1-4) kompleks bağlarıyla bağlı, doğrusal zincirli glikoz ünitelerinden (Şekil 2) oluşur (Smits ve Annison, 1996). Arpadaki β -glukan, %70 β - (1-4) ve %30 β - (1-3)'dan oluşur (Choct, 1997). Arpada toplam NOP bileşenlerinin çoğunluğunu oluşturan (20-100 g/kg, %75) β -glukanlar, sindirim kanalında istenmeyen bir seri olumsuzlukların şekillenmesine yol açmaktadır (Iji, 1999). Ancak her β -glukan aynı değildir. Arpadaki β -glukanlar antinutrisyonel faktör olarak değerlendirilirken mayadan elde edilen β -glukanların civcivlerin bağışıklık sistemini geliştirdiği bilinmektedir. Bu farklılığın sebebi ise kimyasal yapılarındaki dallanma farklılıklarındandır (Jacob ve Pescatore, 2012; Cox ve diğerleri, 2010).



Şekil 2. β -glukanın tipik yapısı.

Arpadaki β -glukan seviyeleri genetiğine, iklimsel koşullarına, hasat zamanına (erken dönemde daha fazla β -glukan) ve depolama koşullarına (endojen enzimler sayesinde zamanla azalır) bağlı olarak değişebilmektedir (Aastrup 1979; Chesson, 2001). Arpa tohumu, yaklaşık %7,74 kabuk, %0,41 perikarp, %1,29 germ, %7,19 aleurone ve %83,43 endosperm içermektedir (Jacob ve Pescatore, 2012). Arpada β -glukanlar endosperm hücre duvarının %70'ini oluşturur. Dolayısıyla hücre duvarı miktarındaki değişiklik arpadaki β -glukan miktarını etkiler. Arpanın bir kilosunda 50 g β - (1-3, 1-4) glukan bulunduğu ve bunun içerisinde suda

çözünebilir glukan miktarının yaklaşık 10 g/kg olduğu bildirilmiştir (Wettstein ve diğerleri, 2003). Aman ve Graham (1987), inceledikleri arpa örneklerinde ortalama %4,5 (%3,0-6,9) β -glukan içerdiğini tespit etmiştir. Bununla birlikte, Izydorczyk ve Dextor (2008) ise arpadaki β -glukan miktarını en düşük %2,5 ve en yüksek %11,3 olarak bildirmiştir. Ayrıca sıcak, kuru havalarda ve azotlu gübrede yetişen arpadaki β -glukan seviyeleri daha yüksek bulunmuştur (Hesselman ve Aman, 1986).

Arabinoksilanlar, arabinoz ve ksiloz moleküllerinden oluşan bir pentozandır. Arpa endosperm hücre duvarında %20 seviyelerinde pentozan bulunur (Classen ve diğerleri, 1988). Bu oran çavdardakinden az ama yulaf, sorgum ve pirinç gibi buğdaygil tanelerinden daha fazladır (Izydorczyk ve Dexter, 2008). Arabinoksilan çoğu tahıl tanesinin ana bileşeni olsa da tahıllardaki arabinoz ve ksiloz oranları değişkenlik göstermektedir. Suda çözünmeyen arabinoksilan düzeyi daha fazla olan tahıllarda arabinoz/ksiloz (A/K) oranı daha yüksek tespit edilmiştir. Bu oran tahıl tanesinin çeşidine ve işleme miktarına bağlı olarak da değişebilir. Örnek vermek gerekirse, bu oran mısırdaki 0.74 iken arpada 0.48 bulunabilir. Ancak, arpada çözünebilir arabinoksilan düzeyi, buğday ve mısırdaki bulunan düzeyden daha az olduğu için bu anlamda daha az risklidir (Knudsen, 2014).

Suda çözünmeyen NOP miktarı yüksek olduğunda, yemlerin sindirim kanalından geçiş süresi kısalmaktadır. Bağırsak içeriğinin hızlı hareket etmesi ile besin maddelerinin emilimi için yeterli zaman sağlanamaz. Bu durum anaerobik mikroorganizmaların bağırsağın üst bölümlerine yerleşerek çoğalmalarına zemin hazırlamaktadır (Choct, 2002). Suda çözünebilir NOP'lar ise yemin sindirim kanalından geçiş hızını farklı şekilde etkilemektedir. Bu bileşikler, su tutma kapasiteleri yüksek ve yapışkan özellikte bileşiklerdir (Iji, 1999). Bağırsak içeriği viskozitesini artırarak bağırsak kanalında yemin ilerlemesi yavaşlatır (Apajalahti, 1999; Yaprak ve Kırkpınar, 2003). Bağırsak viskozitesinin artışı ile bağırsaklarda oksijen seviyesi azalır. Bu aşamada ortamda hızla artan bazı anaerobik organizmalar toksin üretebilir ya da safra tuzlarının yapısını bozarak yağlardan yararlanmayı engelleyebilir (Choct, 1997). Mikrobiyal dengenin bozulması, sindirim enzimlerinden faydalanılamaması, besin maddelerinin sindirimini azaltır ve yemden yararlanma, canlı ağırlık gibi diğer performans değerlerini de olumsuz etkiler (Bedford ve Classen, 1992). Ayrıca sindirilemeyen besin maddeleri nedeniyle fazla miktarda nişasta, protein ve yağ içeren bağırsak içeriği, patojen mikroorganizmalar için besi yeri oluşturur. Kısacası suda çözünebilir NOP'lar mikrobiyal aktivitenin artmasına ve mikrofloradaki kompozisyonun değişmesine sebep olurlar (Apajalahti, 1999; Langhout, 1999).

NOP'ların varlığı ile bağırsak morfolojisinde de değişimler şekillenebilmektedir. Suda çözünebilen NOP'ların mikrobiyal fermantasyonu sonucu oluşan kısa zincirli yağ asitlerinin bağırsak mukoza hücrelerini sayıca ve hacimce arttırdığı bilinmektedir (Yamauchi ve diğerleri, 1996). Ancak fazla miktarda NOP, bağırsakların sindirim kapasitesini temsil eden villus uzunluğu / kript derinliği oranını düşürebilmektedir (Langhout, 1999; Montagne ve diğerleri, 2003).

Arpa tanesindeki bir diğer antinutrisyonel madde tanenlerdir. Arpa varyetesine ve yetiştirilme koşullarına bağlı olarak tanen miktarı değişkenlik gösterse de ortalama %0.55-1.25 oranında, kuru maddede 5 g/kg'dan daha az bulunmaktadır. Tanenlerin protein gibi besin maddelerinin sindirilebilirliğini düşürdüğü bilinmektedir. Ancak arpadaki tanen miktarı düşünüldüğünde bu olumsuz etki göz ardı edilebilecek seviyelerdedir (Jacob ve Pescatore, 2012).

Buğdaygil tanelerinde fosfor (P) fitat formunda bağlıdır. Arpadaki P miktarı mısırdakinden daha fazla olsa da P yararlanımı düşüktür (Bartnick ve Szafranska, 1987; Leytem ve diğerleri, 2008a; 2008b). Arpada fitik asit miktarı %0.55-1.38 arasında değişmektedir. Bu seviye, buğday ve yulaftan daha az ancak çavdardan daha yüksektir (Salarmoini ve diğerleri, 2008). Kanatlılar bağlı fosforu parçalayarak serbest bırakacak fitaz enzimini üretemezler (Jacob ve Pescatore, 2012). Fosfor biyoyararlanımını arttırmak amacıyla düşük fitatlı arpa varyeteleri üretilmiştir. Normal arpada %28'lerde olan P yararlanımı bu sayede %48'lere çıkarılabilmektedir (Li ve diğerleri, 2001a; 2001b). Rasyondaki ek P ihtiyacını azaltmak aynı zamanda dışkıdaki P seviyesini düşürmek, çevre kirliliğini önlemek anlamına gelmektedir (Salarmoini ve diğerleri, 2008). Ayrıca fitat fosforunun azalması çinko yararlanımını da attırmaktadır. Rasyonda fosfor yararlanılabilirliğini arttırmak amacıyla kullanılan en yaygın yöntem ise rasyonlarda fitaz enziminin kullanılmasıdır (Deniz, 2014).

Bu gibi olumsuzlukları önlemek amacıyla besleme uzmanları henüz sindirim sistemi mikroflorası gelişmemiş civciv rasyonlarında (başlangıç rasyonu) arpanın kullanılmasının büyümeyi olumsuz etkilediğini bildirmekte (Jeroch ve Danicke, 1995), sonraki dönem rasyonlarında ise arpa kullanımının %20-30 oranında sınırlı kalması gerektiğini savunmaktadır (Jacob ve Pescatore, 2012). Ancak ticari enzim ve enzim karışımlarının kanatlı rasyonlarında kullanımı bu kısıtlamaları azaltmaktadır (Esteve Garcia ve diğerleri, 1997; Ouhida ve diğerleri, 2000; Zakaria ve diğerleri, 2010).

2.5. Yapışkan Dışkı Oluşumunun Altlık Kalitesi ve Ayak Tabanı Yangısı ile İlişkisi

Altlık kalitesi seçilen altlık materyali, kullanım zamanı (mevsim), kalınlığı, hayvanların yerleşim sıklığı, enfeksiyona bağlı hastalıklar, yemleme ve sulama sistemleri, havalandırma sistemi gibi çeşitli etmenlere bağlıdır (Butcher ve Miles, 2018; Francesch ve Brufau, 2004; Dunlop ve diğerleri, 2016). Ayrıca dışkı kalitesini ve kuru madde miktarını etkileyen her türlü sebep altlık kalitesini etkilemektedir (Francesch ve Brufau, 2004). Etlik piliçlerde dışkı kompozisyonu yem tüketimi, yemlerin sindirilebilirliği, hayvanların yaşı ve cinsiyeti gibi faktörlere göre değişiklik gösterse de ortalama %20-30 kuru madde içeren %54'ü idrar ve %46'sı dışkıdan oluşan atık ürünün, %5,85 N içerdiği tespit edilmiştir (van der Hoeven-Hangoor, 2014).

Rasyonda kullanılan buğdaygil tanelerinin viskozite değeri, içerdiği NOP türü ve moleküler ağırlığı, tanenin partikül büyüklüğü, sindirim kanalında kalış süresi, yemdeki ham yağ ve ham protein değerleri, mineral miktarları, anyon-kasyon dengesi, antinutrisyonel maddeler; su tüketim miktarı ve dışkı kompozisyonunu etkilemektedir (Weurding ve diğerleri, 2001; Collett, 2012). Yapışkan dışkı oluşumuna sebep olan ve bağırsak içeriği viskozitesi ile dışkı nem miktarını arttıran en önemli etmen yemlerde bulunan özellikle suda çözünebilir NOP'lardır (Swiatkiewicz ve diğerleri, 2017). Su tutma kapasitelerinin yüksek olması dolayısıyla hayvanların daha çok su tüketmesine neden olur (Morgan ve diğerleri, 2021). NOP'lar aynı zamanda safra asitleri ve sindirim enzimlerinin, yağları parçalamasına engel olup fazla safra asitlerinin ve sindirilmemiş yağların da dışkı ile atılmasına neden olurlar (Choct, 1997). Bu gibi sebeplerle dışkı kalitesinin bozulması ile altlık nem oranının %25'in üzerine çıkması, altlığın çamurlaşması ve yer yer kekleşmesine ıslak altlık denilmektedir (Fairchild ve Czarick, 2011).

Islak altıkta mikroorganizma popülasyonu artmakta ve dışkıdaki ürik asidin parçalanmasına bağlı olarak da zehirli gazlar kümese yayılmaktadır. Kötü kümes şartları ile beraber bağırsaklık sisteminin zayıflamasıyla ıslak altlık sendromu denilen durum şekillenmektedir (Hermans ve diğerleri, 2006). Ayrıca, bağırsak içeriğinde yüksek oranda NOP bulunması *Clostridium perfringens* gibi fırsatçı patojenlerin çoğalmasına da öncülük eder. Dolayısıyla sekonder hastalıkların görülme oranı artar (Annett ve diğerleri, 2002). Dışkı kıvamının kötüleşmesi altlığın idaresini de güçleştirir. Altlık kalitesinin kötüleşmesi ayak tabanı yangıları ve göğüs eti yanıklarının oluşmasına yol açabilmektedir. İstenmeyen dışkı

kıvamı kümesin ve kümesteki ekipmanların hijyenini de olumsuz etkilemekte, ayrıca kümesteki stres seviyesini de arttırmaktadır (Jacob ve Pescatore, 2012; Shirzadi ve diğerleri, 2009)

Altlıkta nem miktarının artması ile amonyak seviyesinin kabul edilebilir 25 ppm seviyesinden kümeste hissedilmeye başladığı 100 ppm seviyelerine çıktığı durumlarda canlı ağırlık artışını ve yemden yararlanma oranını kötüleştiren, keratakonjuktivit, hava kesesi yangısı, solunum yolu problemleri ile asites, ayak tabanlarında kısa zamanda ülserleşmelere dönüşen kontakt dermatitler (FPD), diz yanıkları, göğüste kabarcık oluşması, enfeksiyonlara (New Castle, *E.coli*, Koksidiyozis vb.) yatkınlık gibi olumsuzlukların şekillendiği saptanmıştır (Atasoy, 2000; Şekeroğlu ve diğerleri 2013; Sözcü ve Koyuncu, 2015). Erken dönemde yaşanan bu sıkıntılar yürüme problemleri, büyüme hızının yavaşlaması, bakteri sayısına bağlı olarak et hijyeninin olumsuz etkilenmesi gibi sonuçlar doğurabilmektedir (Meluzzi ve diğerleri, 2008).

Bu gibi sebeplerle bazı araştırmacılar yetiştiriciliğin ilk dönemlerinde rasyonlarda arpa kullanılmasını önermezken bazı araştırmacılar da ilk 3 haftada rasyonlarda enzim katkıları kullanılarak arpa oranının %20'lere kadar kullanılabileceğini belirtmektedir. Bazı araştırmacılar, rasyonda %20 ve üzeri arpa kullanıldığında sindirim sisteminde viskozitenin artışına bağlı olarak performans parametrelerinde ve altlık idaresinde olumsuz sonuçlar elde etse de yetiştirme döneminin 3-6. haftalarında enzim kullanıldığında arpa kullanım oranının %40'lara kadar çıkabileceğini, daha ileriki dönemlerde kanatlı rasyonlarında %50-60 oranlarında kullanılabildiğini belirtmişlerdir (Jeroch ve Danicke, 1995; Leeson ve diğerleri, 2000; Farran ve diğerleri, 2010).

2.6. Arpanın Bazı Göğüs Eti Kalite Özelliklerine Etkisi

Et kalitesinde kastedilen kalite kriterleri, duyuşal kalite, besin değeri, hijyen, raf ömrü, işlenebilirlik şeklindedir. Bu özellikler yedirilen yem ve uygulanan besleme metotlarından etkilenmektedir (Qiao ve diğerleri, 2002). Duyusal (renk, çiğnenebilirlik, yumuşaklık, sululuk) ve fiziksel (randıman, su tutma kapasitesi, pişirme kaybı) kalite özellikleri, büyüme oranı ve vücut bileşimine bağlı olarak değişebilmektedir (Duclos ve diğerleri, 2007; Kuter, 2019).

Tüketici öncelikle alacağı ürünün görünüşüne dikkat etmektedir. Dolayısıyla et rengi en önemli kriterdir. Piliç eti, piliç yetiştirme süresinin kısa olması ve içerdiği hem pigmenti miktarının düşük olması sebebiyle açık renklidir (Mir ve diğerleri, 2017). Ayrıca et rengi,

genetik faktörler, beslenme, yetiştirme koşulları (sıcaklık, havalandırma), kesim tekniği, soğutma ve depolama işlemlerinden etkilenmektedir (Qiao ve diğerleri, 2002). Etlik piliç rasyonlarında kullanılan, yonca kuru otu, mısır gluteni, yulaf, mısır ve buğdayın deri rengini etkilediği bilinmektedir (Fletcher, 1989). Bunların aksine arpa, daha açık renk deri ve et rengine neden olmaktadır. Janocha ve diğerlerinin (2020) araştırmasında, rasyonda %30 oranında kavuzlu ve kavuzsuz arpa içeren rasyonu tüketen grupların et parlaklık değerlerinin arpa kullanılmayan rasyonu tüketen gruptan daha yüksek ($P \leq 0,05$) olduğu tespit edilmiştir.

Tavuk ve hindilerde bulunan göğüs kasları tamamen Tip-2B liflerden oluşmaktadır. Bu lifler glikolitik olduğundan enerji üretimi glikoliz yoluyla anaerobik olarak gerçekleşir. Göğüs kası içerisinde fazla miktarda glikojen deposu yer almaktadır. Laktik asit oluşumu ile pH'da hızlı bir düşme ve/veya ölüm sonrası düşük başlangıç pH değeri eğilimi bulunmaktadır (Barbut ve diğerleri, 2008; Serdaroğlu ve Öztürk, 2011). Değişen pH ile etteki enzim aktiviteleri, etin su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, raf ömrü gibi faktörler de etkilenir (Allen ve diğerleri, 1997; 1998; Qiao ve diğerleri, 2002). Koyu renkli etlerde yüksek pH değeri elde edilirken açık renkli etlerde düşük pH değerleri elde edilmektedir (Boulianne ve King, 1995; 1998). Koyu renkli etlerde ölçülen yüksek pH değeri, bakteriyel kontaminasyon riskini attırmaktadır. Bu durum, etin raf ömrünün de azalmasına sebep olmaktadır. Son pH değerinin düşük olması ise etin işlenebilirliğini düşürmektedir (Qiao ve diğerleri, 2002).

Tavuk etinin kesim sonrası 15. dakikada pH'sı 6,2-6,5 arasındadır. Bu değerlerin altına düşmesi ile glikoliz sonucu açığa çıkan ısı, protein denatürasyonunu başlatır. Temel kas proteinleri olan miyosinler etteki suyun %80'inin tutulmasını sağlar (Offer ve Cousins, 1992). Miyosinlerin denatürasyonu sonucu, boyları kısalır ve hücre içi suyun dışarı çıkmasına sebep olur. Sonuç olarak etin protein bağlama ve su tutma kapasitesi düşer (Schilling ve diğerleri, 2005).

Düşük enerjili yemle beslenen hayvanlarda protein oranı da dengeli olmazsa büyüme yavaşlar. Kas miktarı ve kaslardaki enerji düzeyi azalır ve et kalitesi olumsuz etkilenir. Dolayısıyla, selüloz oranı yüksek, protein oranı düşük ve β -glukan gibi antinutrisyonel maddelerce zengin arpa, kanatlı rasyonlarında kullanılırken rasyonlara enzim katkısının yapılmasının ya da arpanın fermentasyon gibi işlemlerden geçirilerek kullanılması tavsiye edilmektedir (Kim ve Kang, 2016). Rasyonda kullanılan arpanın varyetesi, rasyonda var olan diğer hammaddeler ve düzeyleri ile hayvanların kesim yaşı gibi çok çeşitli sebeplerle et miktar ve kalitesi etkilenmektedir. Janocha ve diğerleri (2020), mısır, buğday ve soya fasulyesi küspesi temelli kontrol grubunu, mısır yerine rasyonda kavuzlu arpa ile kavuzsuz arpa kullanılarak

hazırlanan deneme gruplarını karşılaştırmış ve et kalitesi üzerine etkisini incelemiştir. Kontrol grubu ile kıyaslandığında, deneme rasyonlarında %30 düzeyinde kavuzlu arpa kullanılan gruplarda göğüs eti ağırlığı değiştirmezken, kavuzsuz arpa (%30) içeren gruplarda göğüs eti ağırlığı daha düşük ($P \leq 0,01$) tespit edilmiştir. Arpa içeren gruplarda et rengi değerleri birbiri ile benzer bulunurken kontrol grubu ile kıyaslandığında parlaklık değerinin rasyonda arpa içeren gruplarda (L^*) daha yüksek ($P \leq 0,05$) belirlenmiştir. Kesimden 15 dakika sonra yapılan et pH değeri ölçümlerinde ise arpalı grupların kontrol grubuna göre etlerin daha asidik pH'ya sahip olduğu ($P \leq 0,05$) tespit edilmiştir. Arpaya sarı, mor ve siyah rengini veren antosiyanin pigmentinin et kalitesine etkisinin incelendiği bir çalışmada, et pH ve renk (L^* , a^* , b^*) değerleri benzer bulunmuştur. Ancak, yüksek oranda antosiyanin içeren arpa (%5) ile beslenen etlik piliçlerde etlerin pişirme kaybı normal düzeyde antosiyanin içeren arpa (%5) ile beslenenlere göre daha düşük ($P < 0,05$) tespit edilmiştir. Her iki arpa varyetesinin rasyonlarda kullanım oranının %5'ten %10'a çıkması, pişirme kaybı düzeyini etkilememiştir (Park ve diğerleri, 2012).

2.7. Arpa Kullanılan Etlik Piliç Rasyonlarında Enzimin Etkisi

Arpanın besinsel değerini arttırmak amacıyla suda bekletme, yüksek nemde depolama, çimlendirme, fermantasyon, ısıtma, peletleme, kil katkıları ve gama ışını uygulama gibi farklı yöntemler geliştirilmiştir. Ancak, günümüzde sadece besinsel değeri arttırmak için değil aynı zamanda yemden yararlanmayı iyileştirmek, bağırsak viskozitesini düzenlemek, çevresel kirliliği önlemek ve daha düşük maliyetli yem üretmek amacıyla arpanın fazla miktarda kullanıldığı kanatlı rasyonlarına enzim ilaveleri yapılmaktadır (Jeroch ve Danicke, 1995; Chesson, 2001; Chot, 2006). Ticari birçok enzim gen kodlaması yöntemiyle, bitkiler ve mikroorganizmalardan (*Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus oryzae*) elde edilmektedir (Alagawany ve diğerleri, 2018). Enzimler sayesinde büyük moleküllu NOP'lar daha küçük moleküllere parçalanır, böylelikle bağırsak içeriği kıvamının yoğunlaşması yani viskozite artışı önlenerek bağırsaklardan besin maddelerinin emilimi kolaylaşmış olur (Choct, 1997).

Arpa temelli kanatlı rasyonlarında enzim kullanımına yönelik çalışmalar uzun yıllardır sürmektedir (Hastlings, 1946; Fry ve diğerleri, 1957; Jensen ve diğerleri, 1957). Enzimler, yem hammaddeleri üzerine kimyasal analiz yöntemlerinin geliştirilmesi ve enzim biyoteknolojisi

üzerine yapılan kayda değer çalışmalar ile kanatlı sektöründe önemli bir konu haline gelmiştir (Jeroch ve Danicke, 1995). Yemlerde enzim kullanımının kârlılığını değerlendirmek üzere geliştirilen yazılım ile hammaddeye en uygun enzim bulunabilmekte ve fiyat karşılaştırmaları yapılabilmektedir (Zhang ve diğerleri, 2001).

Kanatlı rasyonlarda enzimlerin, özellikle yetiştirme döneminin ilk birkaç haftasında bağırsakların henüz morfolojik, biyokimyasal ve moleküler gelişiminin tamamlanmadığı dönemde kullanılması verim parametrelerini olumlu etkilemiştir (Hesselman ve diğerleri 1981; Graham ve Petterson, 1992; Jeroch ve Danicke, 1995). Çıkım sonrası ilk 21 gün rasyonlara enzim ilavelerinin besin maddelerinden yararlanımı arttırdığı bilinmektedir (Rotter ve diğerleri, 1989; Nahas ve Lefrançois, 2001).

Hücre duvarı unsuru β -glukan ve pentozanlar hücre içi protein ve nişasta hidrolizine engel olarak sindirim enzimleri ile besin maddelerinin birleşmesini geciktirmektedir (White ve diğerleri, 1981; Hesselman ve Aman, 1986). Dolayısıyla, arpalı rasyonlarda özellikle β -glukanaz içeren enzim karışımlarının, besin maddelerinin emilimi artırarak performansı olumlu etkilediği ve dışkı kıvamını iyileştirdiği belirlenmiştir (Classen, 1996; Campbell ve Bedford, 1992). Ankras ve diğerleri (1999) çalışmalarında arpa temelli rasyonlarda enzim varlığının çeşitli performans parametrelerine etkisini araştırmışlardır. Etlik piliç rasyonlarında, yüksek oranda kavuzsuz arpa içeren rasyonlara enzim kullanıldığında canlı ağırlık artışı (CA), yem tüketimi (YT), yemden yararlanma oranı (YYO) gibi performans parametrelerinin iyileştiğini, nişasta sindirilebilirliğinin arttığını ve bağırsak viskozitesinin azaldığını tespit etmişlerdir.

Bilindiği üzere, rasyonlarda kullanılan enzim etkinliği yetiştirme dönemine göre farklılık gösterebilmektedir. Enzim etkinliği ayrıca, rasyondaki β -glukan gibi diğer NOP miktarlarını da etkileyen genetik iyileştirme çalışmaları, bitki hasat zamanı, hasat sonrası depolama koşullarından etkilenmektedir (Farran ve diğerleri, 2010). Yemin formu ve kullanılan diğer yem katkılarının varlığı/miktarları da enzim etkinliğini değiştirebilmektedir (Jeroch ve Danicke 1995).

2.8. Etlik Piliç Rasyonlarında Arpa Kullanımının Maliyete Etkisi

Kanatlı sektörünün ticari yönden önem kazanması ile artan rekabet koşulları, yem maliyetlerinin giderek artması, elde edilen ürünlerin miktar ve kalitesinin artırılması amacıyla kullanılan yem katkı maddelerinin yem maliyetlerine etkisi, yemlerin hazırlanmasında kullanılan hammadde tercihlerinin ve rasyon formülasyonlarının geliştirilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Karma yem sanayisinde artan hammadde ihtiyacı, yerli hammadde teminindeki sıkıntılar sebebi ile karşılanamadığında, hammadde fiyatlarının artmasına sebep olmaktadır. Mısır ve arpa fiyatları, bazı dönemler haricinde yurtdışı piyasa fiyatlarının üzerinde seyretmektedir. Yerli arpa fiyatları, iklim koşullarına bağlı olarak dönemsel artış ya da azalış gösterebilmektedir (Tablo11) (KYSR, 2019).

Tablo 11. Bazı yem hammaddelerinin yıllar içerisindeki fiyatlandırmaları (TL/ton) (KYSR, 2020).

Yem hammaddesi	2010	2015	2018	2019	2020	2021
Mısır	450	705	820	1.160	1.270	4.000
Arpa	370	750	850	1.150	1.380	4.200
Yemlik buğday	450	820	890	1.230	1.540	4.400
SFK	794	1.186	1.662	2.444	2.503	6.600

*Fiyatlara nakliye ve KDV dahil değildir.

Kanatlı yetiştiriciliğinde, besin maddelerinin sindirilebilirliğinin artırılması, rasyondaki antinutrisyonel maddelerin olumsuz etkilerinin önlenmesi amacıyla ekzojen enzimler sıklıkla kullanılmaktadır. Arpa gibi NOP içeriği yüksek hammaddeler rasyonda kullanılacağı zaman, karma yemlerde ksilanaz, β -glukanaz ve selüloz gibi enzimler ya da enzim karışımları kullanılmaktadır (He ve diğerleri, 2003). Enzim katkıları, rasyona belli oranda maliyet getirmektedir. Ancak besin maddelerinden yararlanmayı artırarak pahalı yem hammadde kaynaklarının rasyonda daha düşük oranlarda kullanımını sağlayıp toplam yem maliyetlerini düşürmektedir (Yaprak ve Kırkpınar, 2003). Kardeş (1996), arpa, buğday ve arpa+buğday ağırlıklı olarak hazırlanan rasyonlara enzim katkısı yapılmasının performans parametrelerini iyileştirdiği ve bu tahılların rasyonlarda mısır yerine kullanılma olanağı sağlayabileceği kanısına varmıştır.

Bu bölümde yer alan kaynakça aktarımlarında da yer aldığı üzere arpa, etlik piliç rasyonlarında sıklıkla kullanılan enerji kaynağı tahıllardan biri değildir. İçerdiği antinutrisyonel maddeler nedeni ile etlik piliç rasyonlarında kullanım düzeyleri oldukça sınırlıdır. Ancak Türkiye'deki üretim miktarı ve rasyon maliyetleri göz önünde bulundurulduğunda arpa, dönemsel olarak etlik piliç rasyonlarında mısırın yanında kullanılacak uygun tahıllardan biridir. Ticari yetiştiricilikte hemen hemen her rasyonda kullanılan enzim katkıları, arpanın bileşimindeki antinutrisyonel maddelerin olumsuz etkilerini bertaraf ederek olası performans kayıplarının önlenmesine yardımcı olur. Bu noktadan hareketle, güncel çalışmada, enzim katkısı yapılan rasyonlarda mısır yanında artan oranlarda arpa kullanımının etlik piliçlerin büyüme performansı, bağırsak viskozitesi, altlık kalitesi, ayak tabanı yangısına etkilerinin incelenmesinin yanısıra bazı göğüs eti kalite özelliklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Gereç

Araştırmada kullanılan hayvan ve yem gereçleri ile ilgili bilgilere aşağıda yer verilmiştir.

3.1.1. Hayvan

Araştırmada hayvan materyali olarak özel bir tavukçuluk işletmesinden (Ege-Tav A.Ş., Alsancak, İzmir) temin edilen bir günlük yaşta 216 adet Ross 308 ticari hibrit erkek etlik civciv kullanıldı.

3.1.2. Yem

Araştırmada kullanılan rasyonları hazırlamak amacıyla Aydın ilindeki bir karma yem üreticisinden (Yöre Yem ve Besin Maddeleri San. ve Tic. A.Ş.) gerekli yem hammaddeleri temin edildi. Ross 308 Ticari Hibrit Besleme Katoloğu'nda (Ross 308, 2014) belirtilen 2,5-3,0 kg kesim ağırlığı hedeflenen hayvanlar için farklı besleme dönemlerinde (0-10. gün başlangıç, 11-24. gün büyütme, 25-42. gün bitirme) enerji ve besin madde gereksinimlerine uygun olarak mısır, arpa ve soya fasulyesi küspesi temelli rasyonlar hazırlandı (Tablo 12).

Çalışmada, deneme rasyonlarına ticari bir firmadan (Alltech) temin edilen enzim katkısı Allzyme® SSF, önerilen düzeyde (300g/ton) katıldı. *Aspergillus niger* mantarından faydalanılarak üretilen multienzim içerisinde; fitaz, amilaz, proteaz, pektinaz, selüloz, beta-glukanaz ve ksilanaz bulunmaktadır.

Tablo 12. Araştırmada kullanılan rasyonlar*.

Yem Hammaddesi (%)	Deneme Grupları								
	A			B			C		
	Başlangıç	Büyütme	Bitirme	Başlangıç	Büyütme	Bitirme	Başlangıç	Büyütme	Bitirme
Mısır	44,28	47,18	51,29	34,01	37,01	41,23	24,00	26,90	31,17
Arpa	10,00	10,00	10,00	20,00	20,00	20,00	30,00	30,00	30,00
Soya Fasülyesi Küşpesi	38,60	35,26	30,40	37,80	34,40	29,50	36,90	33,43	28,60
Bitkisel yağ	3,10	4,00	5,00	4,20	5,00	6,00	5,10	6,10	7,00
Kireç taşı	1,28	1,20	1,10	1,28	1,20	1,10	1,28	1,20	1,09
Dikalsiyum fosfat	1,90	1,62	1,50	1,85	1,63	1,45	1,85	1,61	1,42
DL-metiyonin	0,21	0,17	0,16	0,21	0,19	0,17	0,22	0,19	0,17
L-lizin	0,18	0,12	0,10	0,20	0,12	0,10	0,20	0,12	0,10
Tuz	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Vitamin-mineral karması*	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Hesaplama ile bulunan değerler									
ME (kcal/kg)	3004	3099	3206	3008	3096	3205	3000	3101	3205
HP (%)	23	21,50	19,50	23	21,50	19,50	23,04	21,50	19,50
Ca (%)	0,96	0,87	0,79	0,96	0,87	0,79	0,96	0,87	0,78
yP (%)	0,48	0,43	0,40	0,48	0,43	0,39	0,48	0,43	0,39
Metiyonin	0,56	0,51	0,47	0,56	0,52	0,48	0,56	0,52	0,47
Lizin	1,43	1,29	1,15	0,14	1,29	1,15	1,44	1,29	1,15

*Vitamin-mineral karmasının içeriği: Retinol 9000000 IU/kg, Kolekalsiferol 4000000 IU/kg, α Tokoferol 50000 mg/kg, Menadion 2000 mg/kg, Tiamin 2000 mg/kg, Riboflavin klorid 5000 mg/kg, Niyasinamid 40000 mg/kg, Pantotenik asit 16000 mg/kg, Piridoksin 2000 mg/kg, Siyanokobalamin 10 mg/kg, Folik asit 1500 mg/kg, D-biyotin 100 mg/kg, Kolin klorid 25000mg/kg, Mangan 120000 mg/kg, Demir 40000 mg/kg, Çinko 100000 mg/kg, Bakır 16000 mg/kg, İyot 1250 mg/kg, Kobalt 200 mg/kg, Selenyum 300 mg/kg, Etoksiquin 125000 mg/kg, Kalsiyum karbonat %21.

*Rasyonlara (300 mg/kg) enzim (AllzymeSSF- fitaz, amilaz, proteaz, pektinaz, selüloz, beta-glukanaz ve ksilanaz) katkısı yapılmıştır.

3.2. Yöntem

Bu bölümde deneme deseni, deneme hayvanlarının bakımı ve denemede incelenen parametrelere ilişkin verilerin elde edilmesinde kullanılan yöntemler hakkında bilgi verilmiştir.

3.2.1. Deneme Deseni

Rasyonlarda farklı oranlarda (%10, 20 ve 30) arpa kullanılarak üç deneme grubu oluşturuldu (Tablo 13). Bu deneme grupları, 6 tekrar grubu içermekte olup her bir alt grupta 12 adet hayvan bulunduruldu. Deneme, toplam 216 adet hayvan ile yürütüldü.

Tablo 13. Deneme deseni.

Deneme grupları	Deneme yemlerindeki arpa oranı (%)	Tekrar grubu
A	10	6
B	20	6
C	30	6

3.2.2. Deneme Hayvanlarının Bakımı

Araştırmada Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Kanatlı Araştırma Birimi'nde yürütüldü. Hayvanlar araştırma boyunca 150x110 cm (1,65 m²) boyutlarında ve altlık malzemesi olarak odun talaşı (8-10 cm yüksekliğinde / her bölmeye 8 kg) kullanılan yer bölmelerinde barındırıldı.

Her bölmede birer adet olacak şekilde araştırmanın ilk 10 günü plastik civciv yemlikleri, 11-42. günler arasında askılı plastik piliç yemlikleri ve 3'er adet damlalığı olan sulama sistemi kullanıldı. Yem ve su *ad libitum* verildi. Yemlik ve sulukların yükseklikleri

hayvanların büyümelerine paralel olarak belli dönemlerde ayarlandı. Yemlik ve sulukların bölme içindeki yerleri deneme boyunca sabit tutuldu.

Ortam sıcaklıklarının ayarlanmasında termostatlı elektrikli ısıtıcılardan yararlanıldı. İlk hafta civciv seviyesindeki sıcaklığın $33\pm 2^{\circ}\text{C}$ olmasına dikkat edildi ve ortam sıcaklığı haftalık olarak ortalama 2°C azaltılarak 6. haftada $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ seviyesine düşürüldü. Aydınlatma gündüz gün ışığından gece ise floresan ampullerden faydalanılarak kümes aydınlatıldı.



Resim 1. Denemenin ilk, 14. ve son gününe ait araştırma ünitesi görselleri

Araştırma süresince bölmeler günde en az iki defa kontrol edildi. Kontroller sırasında bölme içindeki yemlik ve sulukların durumu incelendi, kümes içi ortalama sıcaklık ve nem düzeyleri kaydedildi. Ölen hayvanların grupları, ağırlıkları, ölüm günleri ve saatleri not edildi ve ilgili performans parametrelerine ilişkin hesaplamalarda dikkate alındı.

3.2.3. Arpa ve Karma Yemlerin Ham Besin Madde Düzeyleri ile Arpanın Hektolitreye ve Bin Tane Ağırlığının Belirlenmesi

Deneme rasyonlarında kullanılan arpa ve deneme yemlerinin kimyasal analizi, Weende Analiz Sistemi ve A.O.A.C (2000)'de bildirilen yöntemlere göre yapıldı. Bu sisteme göre arpanın ve yemlerin, kuru madde, ham protein, ham yağ, ham selüloz ve ham kül düzeyleri belirlendi. Metabolize olabilir enerji düzeyi Alderman (1985) metoduna göre hesaplanarak bulunmuştur.

Bin tane ağırlığı, arpa tanelerinden 4 tekrarlamalı, 100'er adet tohum sayılarak, hassas terazide tartıldıktan sonra ortalamaları alınıp 10 ile çarpılarak gram olarak hesaplandı. Hektolitreye ağırlığı, 1 litrelik hacimdeki tohum ağırlığının tartılıp 100 ile çarpılması ile belirlendi (Özkaya ve Kahveci, 1990).

3.2.4. Canlı Ağırlık ve Canlı Ağırlık Artışının Belirlenmesi

Civcivlerin canlı ağırlıkları denemenin 1, 10, 24 ve 42. günlerde bireysel olarak tartılarak belirlendi. Deneme başlangıcı ve 10. günde yapılan tartımlar 0,1 grama hassas terazi (XP-3000 RS 232, Denver Instrument Co. Ltd., Colorado, USA), diğer günlerde yapılan tartımlar ise 1 grama hassas terazi (UWE HGM-20K; Universal Weight Enterprise Co. Ltd., Taipei, Taiwan) ile gerçekleştirildi. Dönem başı ve sonu canlı ağırlık değerleri arasındaki farklılıktan her bir alt gruba ait dönemsel canlı ağırlık artış değerleri hesaplandı.

3.2.5. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranının Belirlenmesi

Araştırmanın 10, 24 ve 42. günlerinde yemliklerde kalan yem miktarları dönem içerisinde tekrar gruplarına verilen toplam yem miktarından çıkartılarak her tekrar grubunun dönem içinde tükettiği yem miktarı hesaplandı. Bu miktar o tekrar grubundaki hayvan sayısına bölünerek tekrar gruplarında hayvan başına düşen ortalama yem tüketimi belirlendi.

Hayvanların çalışma başlangıcından itibaren tartımlar arasında tükettikleri ortalama yem miktarı ve ortalama canlı ağırlık artışı değerleri birbirine oranlanarak yemden yararlanma oranları aşağıdaki eşitlikte ifade edildiği gibi hesaplandı.

$$\text{Yemden yararlanma oranı} = \frac{\text{İki tartım arası yem tüketimi (g)}}{\text{İki tartım arası canlı ağırlık artışı (g)}}$$

3.2.6. Kesim İşlemi

Araştırmanın 42. günü tüm hayvanlar bireysel olarak tartıldıktan sonra her tekrar grubundan 5 adet olmak üzere her grup için 30 hayvan (toplamda 90 hayvan) rastgele seçilerek numaralandırıldı ve kesime sevk edildi.

Kesim işlemi; hayvanların başlarının kesilmesi, kan akıtılması ve başın ayrılması ile su sıcaklığı $53\pm 2^{\circ}\text{C}$ olan haşlama kazanında 90 saniye bekletilmesi, tüylerin makine ile yolunması, ayak ve kanat uçlarının ayrılmasını takiben iç organlarının çıkartılması şeklinde tamamlandı.

3.2.7. Sıcak Karkas Randımanının Belirlenmesi

Karkas kesim işleminden hemen sonra tartılarak sıcak karkas ağırlığı belirlendi. Sıcak karkas ağırlığının kesim ağırlığına bölünmesi ile sıcak karkas randımanı hesaplandı.

$$\text{Sıcak karkas randımanı \%} = \frac{\text{Sıcak karkas ağırlığı (g)}}{\text{Kesim ağırlığı (g)}} \times 100$$

3.2.8. Göğüs Eti ile İlgili Bazı Parametrelerin İncelenmesi

Araştırmada gruplar arasında göğüs eti kalitesinin irdelenmesi için sırayla pH, renk, su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, soluk-yumuşak-sulu / koyu-sert-kuru et değerlendirme parametreleri incelendi.

3.2.8.1. pH

Göğüs eti pH değeri kesim sonrası 15. dakika, 24, 72 ve 120. saat olmak üzere dört kez ölçüldü. Kesim sonrası ölçümler için örnekler +4°C'deki soğutucuda (450 NF; Indesit Company S.p.A., Pero, Italy) bekletildi. Ölçümlerde pH 4 ve pH 7 stok çözeltilerinde kalibre edilmiş el tipi pH metre (Testo 205; Testo Inc., Lenzkirch, Germany) kullanıldı. Ölçüler göğüs eti üzerindeki üç farklı bölgeden, yaklaşık 2-2,5 cm derinlikten yapıldı. Bu üç farklı değerlerin ortalaması, ilgili göğüs etinin ortalama pH değeri olarak belirlendi.

3.2.8.2. Renk

Et rengi ölçümü için L*, a*, b* koordinat sistemine göre ölçüm yapan kromametre (Minolta CR400; Konica Minolta Sensing inc., Osaka, Japan) kullanıldı. Yapılan ölçümlerle üç temel renk parametresinin rakamsal olarak belirlendiği bu yöntemle L* renk açıklığını (L*=0 siyah, L*= 100 beyaz), a* kırmızı (a*= +60 kırmızı, a*=-60 yeşil), b* sarı (b*= +60 sarı, b*= -60 mavi) renk indekslerini ifade etmektedir.

Et rengi, kesim sonrası 15. dakikada, 24, 72 ve 120. saatlerde olmak üzere dört kez ölçüldü. Sıcak karkastan ayrılan göğüs etinde 15. dakika ölçümü yapıldıktan sonra, diğer ölçümleri için örnekler, +4°C'deki soğutucuda bekletildi. Göğüs etlerinin üç farklı bölgesinden alınan renk değerlerinin ortalamaları hesaplanarak ilgili örnek için L*, a*, b* değerleri olarak belirlendi.

3.2.8.3. Su Tutma Kapasitesi

Kesim günü (42. gün) alınan göğüs eti örnekleri kesim sonrası 24, 72 ve 120. saatte yapılan su tutma kapasitesi analizi için +4°C'deki soğutucuda bekletildi. Analiz için Hamm (1960) tarafından bildirilen basınç metodu kullanıldı.

Analizde kullanılacak 100 cm² (10x10 cm) alana sahip iki adet kaba filtre kağıdı tartılıp ilk ağırlıkları kaydedildikten sonra göğüs etlerinden yaklaşık 5 gram örnek 5 parça halinde tartılarak filtre kağıtları arasına yerleştirildi. Bu örnekler daha sonra 15x15 cm (225 cm²) boyutlarındaki iki adet cam plaka arasına yerleştirildi. Üzerlerine 2250 gram ağırlık koyularak 10 g/cm² basınç oluşturuldu. Örnekler 5 dakika boyunca basınç altında bekletildi ve ağırlıklar kaldırılarak filtre kağıtları arasındaki et örnekleri toplandı. Filtre kağıtlarının son ağırlıkları tartılarak kayıt edildi. Tartım işlemlerinde 0,0001 grama hassas terazi (TP-214; Denver Instrument Co., Ltd., Colorado, USA) kullanıldı. Su tutma kapasitesi aşağıdaki gibi hesaplandı.

$$\text{Su tutma kapasitesi \%} = \frac{\text{Pişirme kağıdının son ağırlığı (g)} - \text{İlk ağırlığı (g)}}{\text{Göğüs eti örneğinin ağırlığı (g)}} \times 100$$

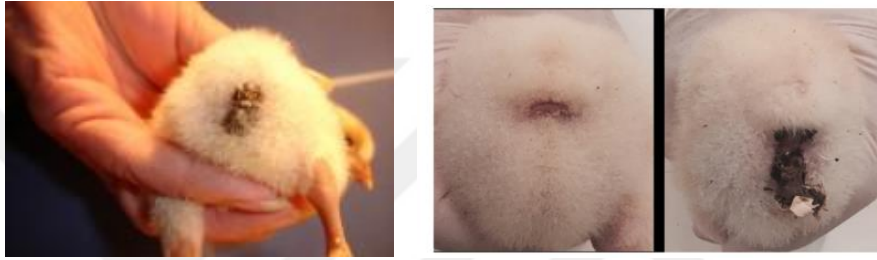
3.2.8.4. Pişirme Kaybı

Pişirme kaybı kesim sonrası 24, 72 ve 120. saatlerde Honikel (1998) tarafından belirtilen yöntemle göre yapıldı. Kesim gününde alınan göğüs eti örnekleri +4°C'deki soğutucuda bekletildi. Her göğüs etinden 20-25 gramlık örnekler alınarak tek tek naylon poşet içerisine koyuldu. Poşetlerin ağzı su girişini engelleyecek şekilde bağlandı. Örnekler 75 °C'lik su banyosunda (NB 20; Nüve Sanayi Malzemeleri İmalat ve Ticaret A.Ş., Ankara, Türkiye) 45 dakika bekletildi. Pişirme sonrası etler buzdolabına konacak sıcaklığa gelene kadar oda sıcaklığında bekletildi ve sonra +4°C'de buzdolabına kaldırıldı. Soğuyan et örnekleri kağıt havlu ile kurutularak tartıldı. Pişirme kaybı, aşağıdaki hesaba göre hesaplandı.

$$\text{Pişirme kaybı \%} = \frac{\text{Pişirme öncesi ağırlık (g)} - \text{Pişirme sonrası ağırlık (g)}}{\text{Pişirme öncesi ağırlık (g)}} \times 100$$

3.2.9. Kloaka Kirliliğinin İncelenmesi

Araştırmanın 10. gününde hayvanların kloakalarının kirliliği (yapışkan dışkı skora) Al Bustany (1996) kullandığı yöntem ile var/yok şeklinde değerlendirilerek yapıldı ve % ile değerlendirildi.



Resim 2. Cıvcivde kloakal kirlilik

3.2.10. İleal Viskozitenin İncelenmesi

İleal viskozitenin incelenmesi amacıyla 42. günde Meckel divertikülü kriter alınarak alt bağırsak bölümü ileumdan örnekler alındı. Yaklaşık 1,5 g alınan bağırsak içeriği 12700 devirde 5 dakika santrifüj edildi. Analiz yapılana kadar alınan süpernatantlar +4°C’de muhafaza edildi. Ölçüm dijital viskometre Brookfield DVE (Model Cone and Plate LVDV-E, Brookfield Engineering Laboratories Inc., Middleboro, MA.) ile Bedford ve Classen (1993)’nın belirttiği şekilde (30 rpm ve 39°C) yapıldı ve censi-poise (cP) cinsinden okundu. Cihazda okunan değer ‘viskozite katsayısı arttıkça viskozite azalır, akışkanlık artar’ prensibine dayanarak viskozite katsayısı ile ters orantılı yorumlandı.

3.2.11. Altlık Özelliklerinin İncelenmesi

Altlık kalitesi özelliklerinin (pH, nem ve sıcaklık) değerlendirilebilmesi için 24. ve 42. günde, suluğun önü, yemliğin yanı ve duvar kenarı olmak üzere 3 farklı yerden, 100 gr altlık numunesi toplandı. Örnekler analiz edilene kadar +4°C’de muhafaza edildi. Altlık pH değeri taşınabilir ve su geçirmez, pH metre (Model: HI 9124, Hanna Instruments Inc., Woonsocket, RI, US.) ile ölçümlendi. Her bölmeden alınan 300-350 g altlık örnekleri poşetlere kondu ve nem analizi için +4°C’de muhafaza edildi. Her bir poşetteki örnekler 3 ayrı behere tartılarak bölündü ve kurutma dolabında 65°C’de 3 gün (ağırlık değeri sabit kalana kadar) kurutuldu. Kurutma sonrası altlık nemi aşağıda belirtildiği gibi hesaplandı:

$$\text{Altlık nemi, \%} = \frac{\text{İlk ağırlık (g)} - \text{Son ağırlık (g)}}{\text{İlk ağırlık (g)}} \times 100$$

Altlık sıcaklığı dijital termometre (TFA Dostmann GmbH & Co. KG, Wertheim, Germany) ile ölçüldü. NH₃ volatilizasyonu 42. günde altlık yüzeyinden NH₃ gaz dedektörü (Dräger X-AM 5000, Drägerwerk AG and Co. KGaA, Lubeck, Germany) ile ölçümlendi.

3.2.12. Ayak Tabanı Yangısının İncelenmesi

Denemenin 24. günü ve kesim günü (42. gün) ayak tabanı yangısı (FPD) oranı ve şiddetinin değerlendirilmesi yapıldı. Bilgili ve diğerleri’nin (2006) lezyon bulunmayan (0), 7,5 mm’den daha küçük lezyon bulunan (1) ve 7,5 mm’den daha büyük lezyon bulunan (2) şeklinde gözle değerlendirmesi yapılan FPD değerlendirme yöntemi kullanıldı.



(A) Lezyon yok 0

(B) Orta şiddetli lezyon 1

(C) Yaygın lezyon 2

Resim 3. Ayak tabanı yangısı (FPD) skora

3.2.13. İstatistiksel Analizler

Araştırmada elde edilen büyüme performansı (canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı), sıcak karkas randımanı, göğüs eti özellikleri (pH, renk, su tutma kapasitesi, pişirme kaybı), altlık kalite değerlendirmesine ilişkin veriler (pH, nem, sıcaklık ve NH₃ volatilizasyonu) one way ANOVA testi ile, FPD görülme sıklığı Kruskal-Wallis Testi kullanılarak, kloaka kirliliği ise Ki-Kare testi ile değerlendirildi ve SPSS 22.0 (Inc., Chicago, II, USA) paket programı ile istatistik analizler yapıldı (Özdamar 2004).

4. BULGULAR

Bu bölümde, çalışmada kullanılan arpanın (kuru madde, ham protein, ham yağ, ham selüloz, ham kül, hektolitre ağırlığı ve bin tane ağırlığı) ve karma yemlerin analiz sonuçları ile çalışma sonunda elde edilen performans (canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı), sıcak karkas randımanı, göğüs eti kalite özellikleri (su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, pH, renk), kloaka kirliliği, ileal viskozite derecesi, altlık kalite özellikleri (nem, pH, sıcaklık, amonyak miktarı) ve ayak tabanı yangısı görülme oranlarına ilişkin bulgular yukarıda belirtilen sıra ile sunulmuştur.

4.1. Yem Analizleri

Denemede kullanılan arpa ile rasyonların besin madde analizleri (kuru madde, ham protein, ham yağ, ham selüloz, ham kül) ile arpada hektolitre ve bin tane ağırlığı ölçümleri yapılmıştır.

4.1.1. Arpa

Araştırmada kullanılan arpaya ait besin madde analizleri ile hektolitre ve bin tane ağırlık değerleri Tablo 14'te verilmiştir. Yemlik arpanın fiziksel değerlendirmesinde kriter olarak ele alınan hektolitre ve bin tane ağırlıkları sırasıyla 67,32 kg/hl ve 51,02 g olarak ölçümlenmiştir.

Tablo 14. Rasyonlarda kullanılan arpanın ham besin madde düzeyleri ile hektolitre ve bin tane ağırlığı.

Kuru madde (%)	88,61
Ham protein (%)	9,80
Ham yağ (%)	1,69
Ham selüloz (%)	4,93
Ham kül (%)	2,40
ME (kcal/kg)	2.801
Hektolitre ağırlığı (kg/hl)	67,32
Bin tane ağırlığı (g)	51,02

4.1.2. Karma Yemler

Denemede kullanılan karma yemlere ait besin madde değerleri Tablo 15’de belirtilmiştir.

Tablo 15. Denemede kullanılan karma yemlerin besin madde değerleri (%).

		KM	HP	HY	HS	HK
A (%10 arpa)	Başlangıç	89,3	22,7	5,1	3,6	6,6
	Büyütme	89,0	21,8	5,7	4,0	6,2
	Bitirme	89,2	19,4	8,3	4,1	5,1
B (%20 arpa)	Başlangıç	89,4	23,6	5,7	4,6	7,1
	Büyütme	89,3	20,9	8,2	4,8	6,2
	Bitirme	89,3	19,3	9,7	4,5	5,8
C (%30 arpa)	Başlangıç	89,4	23,3	6,3	4,7	6,8
	Büyütme	89,7	20,7	8,8	4,7	6,4
	Bitirme	89,4	19,1	9,9	4,2	5,8

4.2. Büyüme Performansı

Araştırmada etlik piliçlere ait büyüme performans (canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı) değerleri, çalışmanın 1., 10., 24. ve 42. günlerinde gerçekleştirilen tartımlar ile belirlenmiştir.

4.2.1. Canlı Ağırlık

Etlik piliç rasyonlarında farklı oranlarda arpa (%10, %20, %30) kullanılmasının canlı ağırlık ortalamaları üzerine ilişkin bulgular Tablo 16’te gösterilmiştir. Buna göre araştırmada farklı oranlarda arpa içeren rasyonlarla beslenen hayvanların ortalama canlı ağırlık düzeyleri 1, 10 ve 42. günlerde gruplar arasında farklılık göstermemiştir. Ancak 24. günde yapılan tartımlarda %20 arpa içeren (B grubu) rasyonu tüketen hayvanların canlı ağırlık değerleri ortalaması, C grubundan (%30 arpa içeren) daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. Ne var ki çalışmanın 24. gününde %10 arpa içeren rasyonu tüketen hayvanlar ile diğer deneme grupları arasında ortalama değerler açısından herhangi bir farklılık gözlenmemiştir.

4.2.2. Canlı Ağırlık Artışı

Araştırmada etlik piliçlerin canlı ağırlık artış değerleri Tablo 17’de verilmiştir.

Rasyonda çeşitli oranlarda arpa kullanımının yetiştirme döneminin 11-24. günleri (büyütme dönemi) dışında hayvanların canlı ağırlık artışına etkisi önemsiz bulunmuştur. Büyütme döneminde, B grubunun canlı ağırlık artışı, C grubundan önemli düzeyde yüksek ($P<0,05$) olmuştur.

Tablo 16: Araştırma gruplarının yetiştirme dönemlerine göre canlı ağırlık ortalamaları (g).

Gruplar	Günler							
	1. gün		10. gün		24. gün		42. gün	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	6	46,93±0,06	6	268,67±6,41	6	1272,17±17,05 ^{ab}	6	3076,33±39,00
B (%20 arpa)	6	46,93±0,06	6	272,00±5,79	6	1297,50±14,32 ^a	6	3041,33±31,64
C (%30 arpa)	6	47,00±0,06	6	264,83±4,08	6	1228,00±20,39 ^b	6	3022,33±55,49
P		0,672		0,663		0,039*		0,676

*a,b: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir (P<0,05).

Tablo 17. Araştırma gruplarında yetiştirme dönemlerine göre canlı ağırlık artışı ortalamaları (g).

Gruplar	Günler							
	1-10. gün		11-24. gün		24-42. gün		1-42. gün	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	6	221,83±6,51	6	1003,30±15,0 ^{ab}	6	1804,33±30,27	6	3029,33±39,00
B (%20 arpa)	6	225,33±5,70	6	1025,50±8,71 ^a	6	1743,83±32,71	6	2994,33±31,55
C (%30 arpa)	6	218,00±4,09	6	963,17±19,30 ^b	6	1794,50±40,45	6	2975,33±55,40
P		0,652		0,031*		0,438		0,675

*a,b: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir (P<0,05).

4.2.3. Yem Tüketimi

Deneme gruplarının yetiştirme dönemlerine göre yem tüketimi ortalamaları Tablo 18’de gösterilmiştir. Araştırma boyunca en az yem tüketimi C grubunda olsa da bu fark yalnızca 11-24. günler arasındaki ortalamalarda önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Aynı dönemde diğer gruplar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

4.2.4. Yemden Yararlanma Oranı

Çalışmada kullanılan etlik piliçlerin yetiştirme dönemlerine göre yemden yararlanma oranları Tablo 19’de verilmiştir.

Veriler incelendiğinde, bitirme dönemi (24-42. günler) dışında, gruplar arası fark bulunmamıştır. Bitirme döneminde C grubundaki hayvanların YYO değerleri, B grubuna göre daha iyi ($P<0,05$) belirlenirken yine bu grupların A grubu ile YYO’ları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

4.3. Sıcak Karkas Randımanı

Çalışmanın sonunda (42. günde) kesime sevk edilen hayvanlara ait sıcak karkas randımanı değerleri (Tablo 20) tüm deneme gruplarında benzer bulunmuştur.

Tablo 18: Araştırma gruplarının yetiştirme dönemlerindeki yem tüketimi ortalamaları (g).

Gruplar	Günler							
	1-10. gün		11-24. gün		24-42. gün		1-42. gün	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	6	300,00±16,96	6	1373,67±13,75 ^a	6	3176,00±43,12	6	4849,50±65,39
B (%20 arpa)	6	298,83±10,30	6	1378,17±5,91 ^a	6	3153,50±38,34	6	4830,50±33,98
C (%30 arpa)	6	288,17±17,98	6	1303,83±20,64 ^b	6	3105,50±63,73	6	4697,33±71,18
P		0,839		0,004*		0,601		0,175

*^{a,b}: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir (P<0,05).

Tablo 19: Araştırma gruplarının yetiştirme dönemlerindeki ortalama yemden yararlanma oranları (kg yem tüketimi / kg canlı ağırlık artışı).

Gruplar	Günler							
	1-10. gün		11-24. gün		24-42. gün		1-42. gün	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	6	1,35±0,07	6	1,37±0,01	6	1,76±0,02 ^{ab}	6	1,60±0,01
B (%20 arpa)	6	1,33±0,05	6	1,35±0,01	6	1,81±0,02 ^a	6	1,61±0,01
C (%30 arpa)	6	1,32±0,08	6	1,35±0,01	6	1,73±0,01 ^b	6	1,58±0,01
P		0,940		0,407		0,024*		0,082

*^{a,b}: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir (P<0,05).

Tablo 20. Araştırma gruplarının sıcak karkas randımanı değerleri (%).

Gruplar	Sıcak karkas randımanı	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	30	71,99±0,19
B (%20 arpa)	30	71,91±0,23
C (%30 arpa)	30	71,83±0,37
P		0,613

4.4. Göğüs Eti Kalite Özellikleri

Bu bölümde örnek alınan göğüs etlerinde pH, renk, su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, soluk- yumuşak- sulu/ koyu- sert- kuru et analizlerinin değerlendirilmesi yer almaktadır.

4.4.1. pH

Kesimden sonra belirli aralıklarla ölçülen göğüs eti pH değerlerine ilişkin veriler Tablo 21’de verilmiştir.

Kesimden 5 gün sonra yapılan ölçümde A ve B gruplarına ait göğüs eti örneklerindeki pH değerleri arasında fark önemsiz bulunurken, C grubuna ait pH değerlerinin A ve B gruplarına göre daha yüksek ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir.

4.4.2. Renk

Kesim sonrası (15. dakika, 24, 72 ve 120. saat) ölçülen parlaklık (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerleri sırası ile Tablo 22, Tablo 23 ve Tablo 24’te verilmiştir.

Rasyonlarda farklı oranlarda arpa kullanılmasının bekletme sürelerine göre göğüs eti parlaklık ve kırmızılık değerleri üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı, ancak sarılık değerlerini etkilediği belirlenmiştir. Veriler incelendiğinde 24., 72. ve 120. saat ölçümlerinde

sarılık değerleri ortalamaları arası farklar önemli bulunmuştur. Kesimden 24. saat sonra yapılan ölçümlerde, A grubunda göğüs eti sarılık değeri diğer deneme grupları ile benzer bulunmuş olsa da C grubuna ait etlerde sarılık değeri B grubundan daha düşük ($P<0,05$) tespit edilmiştir. Diğer belirtilen ölçüm saatlerinde (72. ve 120. saat) ise C grubunda ait göğüs eti örneklerindeki sarılık değerleri, diğer deneme gruplarına göre önemli oranda düşük ($P<0,01$, $P<0,05$) bulunmuştur.

Tablo 21. Araştırma gruplarının farklı bekletme sürelerine göre göğüs eti pH değerleri.

Gruplar	Zaman							
	15. dakika		24. saat		72. saat		120. saat	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	30	6,72±0,04	30	5,78±0,02	30	5,79±0,02	30	5,79±0,02 ^b
B (%20 arpa)	30	6,53±0,09	30	5,79±0,02	30	5,79±0,02	30	5,80±0,02 ^b
C (%30 arpa)	30	6,61±0,03	30	5,79±0,02	30	5,79±0,02	30	5,86±0,02 ^a
P		0,123		0,930		0,997		0,029*

*a,b: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir ($P<0,05$).

Tablo 22. Farklı bekletme sürelerinde ölçülen göğüs eti parlaklık değeri (L^*) ortalamaları.

Gruplar	Zaman							
	15. dakika		24. saat		72. saat		120. saat	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	30	52,12±0,36	30	56,25±0,5	30	57,89±0,45	30	56,34±1,81
B (%20 arpa)	30	52,60±0,63	30	56,87±0,53	30	57,71±0,50	30	57,63±0,47
C (%30 arpa)	30	52,41±0,56	30	56,47±0,58	30	56,89±0,43	30	57,07±0,53
P		0,813		0,712		0,268		0,716

Tablo 23. Farklı bekletme sürelerinde ölçülen göğüs eti kırmızılık değeri (a*) ortalamaları.

Gruplar	Zaman							
	15. dakika		24. saat		72. saat		120. saat	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	30	2,59±0,16	30	3,35±0,21	30	3,15±0,21	30	2,68±0,16
B (%20 arpa)	30	3,86±0,95	30	3,24±0,23	30	3,13±0,23	30	2,47±0,17
C (%30 arpa)	30	3,30±0,26	30	3,60±0,28	30	3,26±0,23	30	3,08±0,22
P		0,301		0,555		0,905		0,073

Tablo 24. Farklı bekletme sürelerinde ölçülen göğüs eti sarılık değeri (b*) ortalamaları.

Gruplar	Zaman							
	15. dakika		24. saat		72. saat		120. saat	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	30	4,12±0,32	30	5,36±0,31 ^{ab}	30	5,93±0,37 ^a	30	5,57±0,32 ^a
B (%20 arpa)	30	4,66±0,25	30	5,77±0,30 ^a	30	5,65±0,29 ^a	30	5,05±0,36 ^a
C (%30 arpa)	30	4,20±0,27	30	4,60±0,34 ^b	30	4,49±0,29 ^b	30	4,33±0,32 ^b
P		0,339		0,034*		0,005*		0,035*

*a,b.: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir (P<0,05).

4.4.3. Su Tutma Kapasitesi

Etlik piliç rasyonlarında farklı oranlarda arpa kullanılmasının göğüs eti su tutma kapasitesi üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Bekletme sürelerine göre ölçülen su tutma kapasitesi ortalamaları Tablo 25’te verilmiştir.

Tablo 25. Farklı bekleme sürelerinde ölçülen su tutma kapasitesi ortalamaları (%).

Gruplar	Zaman					
	24. saat		72. saat		120. saat	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	30	91,18±0,18	30	90,08±0,45	30	89,14±0,43
B (%20 arpa)	30	91,34±0,43	30	89,08±0,35	30	88,61±0,26
C (%30 arpa)	30	90,73±0,42	30	89,17±0,40	30	88,49±0,42
P		0,474		0,161		0,434

4.4.4. Pişirme Kaybı

Araştırma grupları arasında 24 ve 72. saat ölçümlerinde göğüs etlerinin pişirme kaybı değerleri arasında fark bulunmazken 120. saat ölçümlerinde A grubunda, diğer gruplara göre daha düşük ($P<0,05$) değer tespit edilmiştir. Ancak aynı bekleme döneminde B ve C grupları arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur.

Tablo 26. Farklı bekleme sürelerindeki göğüs eti pişirme kaybı ortalamaları (%).

Gruplar	Zaman					
	24. saat		72. saat		120. saat	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	30	28,62±0,60	30	31,13±0,50	30	30,79±0,44 ^b
B (%20 arpa)	30	31,75±2,18	30	31,02±0,48	30	32,49±0,44 ^a
C (%30 arpa)	30	30,69±0,49	30	32,16±0,50	30	32,98±0,47 ^a
P		0,246		0,204		0,002*

*a,b: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir ($*P<0,05$).

4.5. Kloaka Kirliliği

Rasyonlarda farklı düzeylerde arpa kullanılmasının yetiştirme döneminin 10. gününde yapılan kloaka kirlilik skorlaması üzerine etkisinin olmadığı, gruplar arası farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir. Ancak %30 arpa içeren rasyonu tüketen civcivlerde kloaka kirliliği yüzdesel olarak daha fazla görülmüştür. En az kirliliğin ise rasyonda %10 arpa kullanılan gruplarda olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Tablo 27. Denemenin 10. günde kloaka kirlilik ortalamaları.

	Gruplar							x ²	P	
	n	A (%10 arpa)	n	B (%20 arpa)	n	C (%30 arpa)	n			Toplam
Var	16	%29,10	17	%30,90	22	%40,00	55	%100		
Yok	56	%34,80	55	%34,20	50	%31,10	161	%100	1,512	0,469
Total	72	%33,30	72	%33,30	72	%33,30	216	%100		

4.6. İleal Viskozite Derecesi

Kesim günü ileumdan alınan örneklerin viskozite değerleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 28. Bağırsak (ileum) içeriği viskozite değerleri (cP).

Gruplar	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	20	2,63±0,20 ^a
B (%20 arpa)	20	1,49±0,83 ^b
C (%30 arpa)	20	1,63±0,10 ^b
P		0,000***

*a,b: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir (P<0,001).

İlgili tablo incelendiğinde A grubuna ait hayvanlardan alınan ileal viskozite değerlerinin B ve C gruplarındaki değerlerden daha yüksek olduğu (P<0,001) belirlenmiştir. B ve C grupları

arasında, rasyondaki %10 arpa farkının viskoziteye etkisi önemsiz bulunmuştur. Sonuç olarak, rasyonda arpa %20 ve %30 seviyelerinde kullanıldığında ileal viskozitenin arttığı tespit edilmiştir.

4.7. Altlık Kalite Özellikleri

Rasyonda farklı oranlarda arpa kullanılmasının altlık nem, pH ve sıcaklık değeri ortalamaları ile altlıktaki amonyak miktarı üzerine etkisi görülmemiştir. İlgili veriler aşağıdaki tablolarda (Tablo 29, Tablo 30, Tablo 31 ve Tablo 32) özetlenmiştir.

Tablo 29. Altlık nem ortalamaları (%).

Gruplar	24. gün		42. gün	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	6	42,30±3,30	6	33,70±1,73
B (%20 arpa)	6	40,41±1,23	6	36,57±4,43
C (%30 arpa)	6	36,38±1,71	6	32,95±1,09
P		0,201		0,261

Tablo 30. Altlık pH değerleri [- log(H⁺)].

Gruplar	24. gün		42. gün	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	6	8,21±0,09	6	8,41±0,10
B (%20 arpa)	6	8,23±0,04	6	8,50±0,05
C (%30 arpa)	6	8,16±0,10	6	8,39±0,03
P		0,804		0,529

Tablo 31. Altlık sıcaklık ortalamaları (°C).

Gruplar	24. gün		42. gün	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	6	25,60±0,35	6	27,16±0,30
B (%20 arpa)	6	26,11±0,19	6	26,84±0,22
C (%30 arpa)	6	26,37±0,35	6	26,99±0,23
P		0,232		0,689

Tablo 32. Altlık NH₃ miktarı (ppm).

Gruplar	42. gün	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	6	23,23±1,00
B (%20 arpa)	6	20,07±1,75
C (%30 arpa)	6	21,30±0,76
P		0,225

4.8. Ayak Tabanı Yangısı Görülme Oranı

Etlik piliç rasyonlarında %10, %20 ve %30 oranlarında arpa kullanılmasının ayak tabanı yangısı oluşumuna (FPD) etkisi Tablo 33'te gösterilmiştir.

A ve B gruplarında 24. günde Skor 1 görülme oranı %35,2 ve %28,2 iken bu oran C grubunda daha düşük (%5,6) bulunmuştur. Kesim günü yapılan değerlendirmede Skor 2 ile değerlendirilen hayvan sayısı en çok B gruplarında olsa da skor ortalaması incelendiğinde A gruplarında skor ortalamasının diğer grupların üstünde olduğu görülmektedir. Sonuç olarak yetiştirme döneminin 24 ve 42. günlerinde FPD görülme sıklığı A ve B grupları arasında fark göstermezken, her iki dönemde de FPD en az C grubunda (%30 arpa içeren) şekillenmiştir.

Tablo 33. Rasyonda farklı düzeylerde arpa kullanımının ayak tabanı yangısı oluşumuna etkisi (%).

Gruplar	Hayvan sayısı				24. gün	Hayvan sayısı				42. gün
	n	Skor 0	Skor 1	Skor 2	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	Skor 0	Skor 1	Skor 2	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
A (%10 arpa)	71	%65	%35	%0	0,35±0,06 ^a	71	%44	%52	%4	0,61±0,07 ^a
B (%20 arpa)	71	%72	%28	%0	0,28±0,05 ^a	70	%54	%39	%7	0,53±0,07 ^a
C (%30 arpa)	71	%94	%6	0%	0,06±0,03 ^b	70	%78	%16	%6	0,27±0,07 ^b
P					0,000***					0,000***

*^{a,b}: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir (*P<0,05).

5. TARTIŞMA

5.1. Büyüme Performansı

Arpa, mısır ve buğday ile karşılaştırıldığında, daha düşük enerjili ve β -glukan içeriği daha yüksek olması dolayısıyla etlik piliçlerde en iyi performansın sağlanması noktasında doğru bir hammadde tercihi olarak görülmektedir (Baik, 2014). Her arpa varyetesinde farklı oranlarda kavuz ve NOP bulunur. Kavuzsuz arpa varyetelerinde β -glukan seviyesi %4-7 iken kavuzlu arpalarda bu oran %0.3-4.5 düzeyindedir (Classen, 1996; Sharifi ve diğerleri, 2012). NOP seviyesine bağlı olarak bağırsak içeriği viskozite artışı ile bağırsak yüzeyinden emilen besin madde miktarı azalır. Ayrıca, bağırsak viskozitesi ile yağ ve protein gibi temel besin maddelerinin sindirimi arasında negatif korelasyon olduğu bilinmektedir. Viskozite artışı nedeniyle sindirim enzimleri ile substratları arasında bariyer oluşur, misel oluşumu önlenir ve safra asitleri bağlanır ve sonuç olarak yağların emilimi engellenir. Besin madde emiliminin azalması ile büyüme ve gelişim de azalır (Wang ve diğerleri, 1992). Ancak arpa, dönemsel olarak değişkenlik gösteren hammadde fiyatları düşünüldüğünde rasyon maliyetini düşüren ve kanatlı rasyonlarında da sıklıkla kullanılan bir hammadDEDİR. Bahsi geçen olumsuz etkiler, rasyonlara yapılan uygun enzim katkıları ile önlenmektedir (Moftakharzadeh ve diğerleri, 2018). Rasyonlarda artan oranlarda arpa kullanımının büyüme performansına etkisi aşağıda yorumlanmaya çalışılmıştır.

Güncel çalışmada, 24. güne ait canlı ağırlık verilerine (Tablo 16) göre, rasyonda %20 arpa içeren grubun canlı ağırlık ortalaması %30 arpa içeren rasyonla beslenen gruba göre yaklaşık %5,4 daha yüksek ($P<0,05$) tespit edilmiştir. Tartımların yapıldığı 10. ve 42. günde ise gruplar arası CA ortalamaları arasında fark görülmemiştir. Sharifi ve diğerleri (2012), 49 günlük yetiştirme dönemi boyunca en düşük CA değerini rasyonda %30 arpa içeren gruplarda tespit ederken %10 ve %20 düzeylerinde arpa içeren gruplarda CA değeri benzer bulunmuştur. Rasyonlarda kullanılan enzimin CA üzerine etkili olmadığı belirtilmiştir. Çalışma bulgularına benzer şekilde, Farran ve diğerleri (2010) yaptıkları bir çalışmada, yetiştirme dönemi boyunca rasyonlarda %15 ve %45 arpa ile %0,1 β -glukanaz + ksilanaz enzimi kullanılan gruplar arası CA değerlerinde anlamlı bir fark bulmamıştır. Ancak araştırmacılar, yaptıkları çalışmanın ikinci denemesinde rasyonlarında %25 arpa ve enzim içeren grupların CA değerlerinin diğer

gruplara kıyasla önemli derece daha yüksek ($P<0,05$) olduğunu gözlemlemişlerdir. Arpa temelli rasyonlarda enzim kullanıldığında CA değerlerinin iyileştiği bilinmektedir (Fernandes ve diğerleri, 2016). Nahas ve Lefrançois'in (2001) çalışmasında da arpa kullanılan rasyonlara enzim katkısı yapıldığında daha yüksek CA değerlerinin elde edilebileceği görülmüştür.

Brake (1997), enzim kullanmadan hazırladığı deneme rasyonlarında, dört farklı arpa varyetesinin ve kullanım oranının (%0, %10, %20 ve %30) performans üzerine etkisini incelemiş ve varyete farkı olmaksızın rasyonda bulunan arpa düzeyi %30 olduğunda CA'nın olumsuz etkilenmediğini tespit etmiştir. Moharrery (2006) rasyonda %35 arpa kullanılmasıyla oluşabilecek performans kayıplarının ise enzim katkısı ile bertaraf edilebileceği sonucuna ulaşmıştır. Yu ve diğerleri (1998) rasyonda arpa oranı arttıkça (%0, %12,5, %25, %50, %100) CA değerlerinin düştüğünü ancak CA değerlerinin enzim kullanımı ile korunabildiğini tespit etmiştir. Hatta uygun miktarda enzim katkısı yapıldığında tüm yetiştirme dönemi boyunca arpa temelli rasyon tüketen etlik piliçlerin, mısır temelli rasyon tüketen piliçlere göre daha yüksek CA'ya ulaştığına ilişkin sonuçlar da mevcuttur (Cardoso ve diğerleri, 2014). Ancak yine de çalışma verilerine göre β -glukanaz katkısı ile performans üzerine olumsuz etkilerin bertaraf edilebileceği belirtilmiştir. Güncel çalışmada final CA değerlerinin tüm deneme gruplarında benzer bulunması, rasyona katılan fitaz, β -glukanaz, amilaz, proteaz, pektinaz, selüloz ve ksilanaz enzimleri içeren multi-enzim sayesinde, NOP'ların parçalanarak olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması ve böylelikle sindirim kanalından besin madde emiliminin iyileştirilmiş olması ile açıklanabilmektedir. Rasyona katılan enzimlerin etkinliği rasyondaki NOP miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Dolayısıyla rasyonda besin maddesi niteliğinde olmayan maddeler ve miktarı doğru belirlenip olası sorunlara yönelik en uygun enzim veya multi-enzimlerin kullanılması amaçlanmalıdır.

Çalışmanın CAA değerleri (Tablo 17) incelendiğinde 11-24. günlere ilişkin verilerde rasyonda arpa oranı %20'nin üzerine çıktığında CAA değerinin diğer gruplardan rakamsal olarak daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Rasyonda arpa oranı %30 olan grup %20 arpa içeren gruptan daha düşük CAA sağlamıştır. Ancak bu değer rasyonda en az arpa içeren grup ile istatistiksel açıdan benzer bulunmuştur. Bir sonraki yetiştirme dönemi ve denemenin tamamına ilişkin veriler düşünüldüğünde 11-24. günlere ilişkin CAA değerlerinin farklılıklar henüz sindirim sisteminin gelişmekte olmasıyla açıklanabilmektedir. Genel anlamda bilinen literatür bilgisine göre arpalı rasyonlarda enzim kullanılması ile CAA değerlerini iyileştirilebilmektedir (Kiarie ve diğerleri, 2013). Cengiz ve diğerleri (2012), %25 arpa içeren etlik piliç rasyonlarına %0,1 enzim katkısı yapıldığında başlangıç ve büyütme döneminde

CAA değeri benzer bulunsa da tüm yetiştirme dönemi verileri incelendiğinde CAA'nın iyileştiğini ($P<0,05$) tespit etmiştir. Nahas ve Lefrançois (2001) yaptıkları çalışmada en yüksek CAA ortalamalarına sahip grubun en fazla oranda arpa (+ enzim) içeren deneme grubunda olduğunu ($P<0,05$) tespit etmiştir. Benzer şekilde, Svihus ve diğerleri (1997), arpa temelli rasyonlara enzim katkısı uygulandığında CAA değerlerinin iyileştiğini belirtmiştir. Buna rağmen bazı çalışmalarda arpa temelli rasyonlarda enzim kullanılsa bile CAA değerlerinin değişmediği de olmuştur (Vranjes ve Wenk 1995; Yu ve diğerleri, 1998). Farran ve diğerleri (2010), farklı oranlarda arpa içeren rasyonları (%15, %20, %25, %30 ve %35) tüketen gruplarda %0,1 enzim katkısı yapılırsa bile CAA değerlerini etkilemediğini belirtmişlerdir. Çalışmanın geneli irdelendiğinde gruplar arasındaki CAA değerlerinde farklılıklar önemlilik göstermese de rakamsal anlamda bulgular değerlidir. Şöyle ki, çalışma sonu itibarıyla rasyonda %10 arpa içeren grupta CAA değerleri %30 içeren gruba nazaran ortalama 54 g daha fazla gerçekleşmiştir. Söz konusu değerler sayıları yüzbinler ile ifade edilen kümesler açısından esasen önemlidir. Mevcut çalışmanın istatistiksel irdelemesinde anlamlılık göstermeme nedeni çalışmaya alınan kısıtlı hayvan ve örnekleme yapılan tekrar grubu sayılarından, neticede ortaya çıkan yüksek standart hata ortalamalarından kaynaklanmış olabilir.

Arpa içerdiği antinutrisyonel maddeler yüzünden pasajlanma süresinin uzamasına ve yem tüketiminin de düşmesine sebep olmaktadır (Jacob ve Pescatore, 2014). Dolayısıyla yem tüketimi ile yemin sindirim kanalından geçiş süresi arasında ters orantı bulunmaktadır. Farran ve diğerleri (2010), arpanın, rasyonda %20 kullanım oranını aşması halinde YT'nin olumsuz etkilendiğini belirtmiştir. Dahloun ve diğerleri (2017) ise enzim kullanılmayan rasyonlarda arpa oranı %50 olduğunda YT değerlerinin kontrol grubu (mısır temelli) ile benzer olduğunu, olumsuz etkinin bu oranın üzerinde arpa kullanımından sonra görüldüğünü bildirmiştir. Güncel çalışmaya ait YT miktarlarına ilişkin veriler de bunu destekler nitelikte olup istatistiksel farklılık yetiştirme döneminin yalnızca 11-24. günlerine ait verilerde tespit edilmiştir (Tablo 18). Bu dönemde en düşük yem tüketimi, arpa oranı en fazla (%30) olan rasyonu tüketen grupta ($P<0,05$) tespit edilmiştir.

Vranjes ve Wenk (1995), güncel çalışma sonuçlarına benzer şekilde, arpa içeren ve enzim katkısı yapılan grupların da olduğu çalışmasında etlik civcivlerin sadece büyüme dönemi (7-21. gün) YT değerlerinin etkilendiğini, enzim katkısının yapıldığı gruplarda YT'nin kontrol grubundan daha yüksek ($P<0,05$) olduğunu tespit etmiştir. Tüm yetiştirme dönemine ait YT verilerine göre ise gruplar benzerlik göstermiştir. Başka bir çalışmada (Yu

ve diğeri, 1998), artan oranlarda arpa içeren her rasyona 0.5 g/kg β-glukanaz katılarak oluşturulan deneme grupları arasında YT değerlerinde farkın önemsiz olduğu bu sebeple, ekonomik rasyonun hazırlanması amaçlandığında uygun enzim katkıları kullanılarak rasyonlarda arpa oranının güvenle %25'lere kadar artırılabilceğini belirtilmiştir. Hatta uygun enzim tercih edildiğinde etlik piliç rasyonlarında arpa %20, %25 ve %35 oranlarında kullanıldığında bile YT'ne ilişkin değerlerin arpasız rasyonları tüketen gruplara göre daha yüksek elde edildiği çalışmalar da (Nahas ve Lefrançois 2001; Cengiz ve diğeri 2012; Dastar ve diğeri, 2014) vardır.

Buğdaygil tane yemlerinden yalnızca arpanın kullanılarak hazırlandığı rasyonlara uygun oranda enzim katıldığında, YT miktarının mısır temelli rasyonu tüketen gruplardan daha yüksek olduğu sonuçlarına da ulaşılmıştır (Cardosso ve diğeri, 2014). Güncel çalışmanın YT verilerine göre sindirim sisteminin henüz daha gelişmekte olduğu dönemde (11-24.gün), rasyonlarda kullanılan enzim katkısının rasyon bileşimindeki toplam antinutrisyonel madde miktarının yem tüketimine olumsuz etkilerini rasyondaki arpa oranı en fazla %20 olduğunda önleyebildiği şeklinde açıklanabilmektedir. İlerleyen dönemde YT ortalamaların benzerlik göstermesi de bu yorumu desteklemektedir.

YT ortalamaları bitirme döneminde (24-42. gün) benzer bulunmuş olsa da bu döneme ilişkin YYO'ları incelendiğinde, rasyonda %30 arpa içeren grupların %20 arpa içeren gruplara göre YYO'nun daha düşük ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 18). Tüm çalışma boyunca (1-42.gün) değerlendirilen performans parametrelerinin gruplar arası benzer bulunması da bu yorumu desteklemektedir. Mısır temelli rasyonları tüketen gruplarla kıyaslandığında arpalı rasyonları tüketen etlik piliçlerin rasyonlarında enzim katkısı olsun olmasın YYO'na ilişkin verilerin benzer bulunduğu çalışmalar (Yu ve diğeri, 1998; Dahloum ve diğeri, 2017) mevcuttur. Benzer şekilde Cengiz ve diğeri (2017)'nin çalışmasında rasyonlarda %30 düzeylerinde arpa kullanıldığında YYO etkilenmemiştir. Nahas ve Lefrançois (2001), büyütme döneminde %10 arpa kullanılmasının YYO'nı etkilemediği, ancak bu oran %15 olduğunda rasyonda arpa olmayan gruplara göre YYO'nun olumsuz etkilendiğini belirlemiştir. Ancak büyütme (%10, %15) ve bitirme (%20) dönemlerinde enzim katkısı ile beraber arpa kullanıldığında YYO'nun etkilenmediği tespit edilmiştir. Rasyonlarda enzim katkısının performans değerlerini iyileştirdiği sonucuna varılan bir başka çalışmada (Moharrery, 2006), rasyonda yüksek oranda (%35) arpa kullanılmasının mısırlı gruplara göre YYO olumsuz etkilediği ancak arpa içeren rasyonlara enzim katkısı (0.5g/kg) yapıldığında YYO'nun iyileştiği sonucuna ulaşılmıştır. Cardosso ve diğeri (2014), arpa temelli rasyonlarda enzim

kullanımının etkisini incelediği çalışmasında, rasyonlarda enzim varlığında başlangıç döneminde (7-14. gün) YYO'nun iyileştiğini belirtmiştir.

Deneme rasyonlarına yapılan enzim katkısının henüz sindirim sisteminin gelişmediği dönemde yemden yararlanmayı desteklemiştir. Ayrıca, yaşla birlikte sindirim sisteminin gelişimini tamamlaması ile performans kayıplarının önüne geçilmiştir.

Sonuç olarak yapılan bazı çalışmalar, rasyonlarda enzim katkısı olmaksızın yüksek oranda arpa kullanıldığında yüksek performans değerleri elde edilebilmiştir. Bunun aksine enzim kullanılsa bile istenilen performans değerine erişilemediği de olmuştur. Etlik piliç rasyonlarında arpa, önerilen kullanım oranlarında (%10) bile kullanılsa farklı yetiştirme döneminde elde edilen CA, YT ve YYO değerlerinin kullanılan arpanın cinsine göre değişkenlik gösterebileceği sonucuna varılmıştır (Park ve diğerleri, 2012). Araştırmalarda elde edilen performans verilerindeki farklılıklar, hayvan ırkı, cinsiyet, rasyon bileşimi, kümes koşulları, yemlik ve sulukların yerleşimi gibi hayvana ve çevreye bağlı birçok sebepten kaynaklanabilmektedir. Bağırsak viskozitesini olumsuz etkilediği için sektörde riskli hammadde olarak değerlendirilen arpanın etlik piliç rasyonlarında kullanımı ve miktarı, yetiştirme süresi, dönemi, yetiştirme şekli ile enzim katkısı yapılıp yapılmaması ve rasyon maliyetine bağlı olarak da değişebilmektedir.

5.2. Sıcak Karkas Randımanı

Rasyonlara dışarıdan katılan enzimler bağırsak viskozitesinin düzenlenmesine yardımcı olarak besin maddelerinin emilimini ve yararlanılabilirliğini artırır. Böylelikle daha yüksek karkas randımanı elde edilebilmesini teşvik eder (Shirzadi ve diğerleri, 2010; Moftakharzadeh ve diğerleri, 2018). Janocha ve diğerleri (2020), %30 arpa kullanarak oluşturduğu deneme grubuna enzim katkısı yapıldığında karkas randımanının arttırdığını belirtmiştir. Yapılan enzim katkısı sayesinde rasyonlarında kavuzlu arpa içeren grupların kontrol ve kavuzsuz arpa içeren gruplara göre karkas randımanının daha yüksek ($P<0,05$) olduğunu tespit etmiştir. Ne var ki, Cengiz ve diğerleri (2012) rasyona yapılan enzim katkısının arpalı rasyonlarda (%30) karkas randımanına etkisinin olmadığını belirtmiştir. Benzer şekilde Dastar ve diğerleri (2014), yaptığı çalışmada enzim katkısı yapılan arpa temelli rasyonları tüketen etlik piliçlerde karkas randıman değerlerinin değişmediğini tespit etmiştir. Nahas ve Lefrançois (2001), büyütme ve bitirme dönemlerinde enzim içeren rasyonlarında %10 ve %20 arpa kullanımının

karkas ağırlığına ve randımanına etkisinin olmadığını ifade etmiştir. Moharrery (2006) de rasyonlarda arpanın %35 oranında kullanılmasının ya da enzim katkısı yapılmasının karkas randımanını değiştirmediğini, karkas randımanlarının mısır temelli rasyonları tüketen gruplarla benzer olduğunu tespit etmiştir. Karasek ve diğerleri (2015) de enzim katkısı yapılmadan %30 ve %60 düzeylerinde arpa ile hazırlanan rasyonu tüketen etlik piliçlerde karkas randımanlarını benzer tespit etmiştir. Güncel çalışma verileri incelendiğinde (Tablo 19), gruplar arası karkas randımanı değerlerinin benzer olduğu ve yukarıdaki literatür bildirişleri ile uyumlu olduğu görölmektedir.

5.3. Göğüs Eti Kalite Özellikleri

Ticari kanatlı yetiştiriciliğinde geçmişten günümüze yapılan genetik çalışmalar ve geliştirilen beslenme stratejilerinde temel amaç elde edilen ürünlerin miktar ve kalitesini artırmak olsa da iskelet anomalileri, karkas yağ oranının artması ve atipik etlerin (Pale, Soft, Exudative (PSE) / Soluk, Yumuşak, Eksudatif (SYE), Dark, Firm, Dry (DFD) / Koyu, Sert, Kuru (KSK)) görölme oranının artması gibi olumsuz sonuçlar da doğurabilmektedir (Soller ve Eitan, 1984; Chambers,1990, Barbut, 1997a,b, 1998; Harford ve diğerleri 2014). Bu durum marketlerde rafta bekleme ve depolarda saklama aşamasında etlerin fiziksel ve kimyasal değişim sürecini hızlandırarak renk, su tutma ve sıklık gibi özelliklerinin kaybolmasına sebep olabilmektedir (Dransfield ve Sosnicki, 1999).

Göğüs eti miktar ve kalitesinin arttırılmasında özellikle amino asitler, rasyon enerji ve protein düzeyleri ile yem katkı maddelerinin etkileri göz önünde bulundurulmalıdır. Büyüme ve gelişimin düzenlenmesi noktasında kanatlı rasyonlarında lizin, metiyonin ve treonin aminoasitleri sınırlayıcı aminoasitlerdir. Arpa her ne kadar proteini düşük (%9-12) buğdaygil tane yemlerinden biri olsa da lizin, triptofan, metiyonin ve sistin içeriği mısırdan daha yüksektir (Tuncer, 2016). Ayrıca arpanın arabinoksilan ve β -glukan gibi yüksek oranda NOP içermesi sebebiyle rasyonlarda yüksek oranda kullanılması dışkı kıvamını ve altlık kalitesini bozarak, altlıkla sürekli temas eden göğüs bölgesinde yanıklar ve su kabarcıkları oluşmasına sebep olabilmektedir. Bu sebeple rasyonlarda NOP içeriği yüksek arpa, buğday, tritikale ve çavdar gibi yemler kullanırken uygun enzim katkısının yapılmasına dikkat edilmelidir (Ravindran, 2014). Güncel denemede arpanın rasyonlarda artan oranlarda kullanımına bağlı olarak et kalitesine (pH, renk, su tutma kapasitesi ve pişirme kaybı) etkisi incelenmiştir.

Tavuk etlerinde kesimden 15 dakika sonra 6.2-6.5 olan et pH (pH_{15}) değeri süreç ilerledikçe (24 saat sonra) 5.8'de sabit kalmaktadır. Asit etler ($pH < 5.7$) kas yapısını değiştirerek etin işlenebilirliğini zorlaştırmakta, alkali etler ($pH > 6.2$) ise etin daha sıkı, koyu renkli ve kuru olmasına sebep olmaktadır (Duclos ve diğerleri, 2007). Bu anlamda et pH değeri, et kalitesinin belirlenmesinde önemli bir kriterdir. Güncel çalışma bulgularında da benzer şekilde pH_{15} değerleri %10, %20 ve %30 arpa içeren rasyonlar için sırasıyla 6.72, 6.53 ve 6.61 bulunmuş ve gruplar arası fark önemsiz tespit edilmiştir (Tablo 21). Güncel çalışmada rasyonlarda artan oranlarda arpa kullanılmasının göğüs eti pH değerlerini etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Park ve diğerleri (2012) rasyonlarda %5 ve %10 arpa kullanılmasının et pH değeri üzerine etkisinin olmadığını ifade etmiştir. Rasyonlara yapılan enzim katkılarının da her zaman et pH değerini etkilemediğini bildiren çalışmalar (Sun ve diğerleri, 2019; Hussein ve diğerleri, 2020) da mevcuttur. Janocha ve diğerleri (2020), rasyonunda %30 arpa içeren grupların göğüs eti pH_{15} değerinin kontrol grubundan daha düşük olduğunu (5.98; $P < 0,05$) tespit etmiş ve pH_{24} 'te ise bu değer 5.31'de sabit kaldığını, gruplar arası farkın ise önemsiz olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışmada pH_{120} ölçümlerinde, göğüs etlerinde en yüksek pH (5.86) değeri rasyonda %30 arpa içeren grupta tespit edilmiştir.

Etlerin hala ılık olduğu ilk 15 dakikaya ilişkin pH değerlerinin 6'dan düşük olması protein denaturasyonunun başladığının göstergesidir. Bu durum su tutma kapasitesinin düşmesine ve et renginin açılmasına sebep olmaktadır (Duclos ve diğerleri, 2007). Deri rengi, karotenoidlerce zengin mısır, mısır gluten unu gibi yemlerden etkilense de et rengi, hammaddelerden ziyade özellikle kesim öncesi ve kesim sırasındaki işlemlerden etkilenmektedir (Ravindran, 2014). Arpa bileşiminde yüksek oranda bulunan antosiyaninler arpa varyetelerine göre arpaya sarıdan mora hatta siyaha kadar değişik renkler kazandırabilmektedir (Bellido ve Beta, 2009). Ancak Park ve diğerleri (2012), bu pigmentlerin et rengini etkilemediği belirtmiştir. İki farklı arpa varyetesi, rasyonlarda %5 ve %10 oranında kullanıldığında gruplar arası L^* , a^* ve b^* değerleri benzer bulunmuştur. Bunun aksine, Janocha ve diğerleri (2020) rasyonda %30 arpa kullanıldığında L^* (parlaklık) değerinin arpa kullanılmayan gruplardan daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Kırmızı (a^*) ve sarı (b^*) değerlerine ilişkin gruplar arası fark önemsiz bulunmuştur. Cho ve diğerleri (2013) ise, β -glukanların ette kırmızılığını (a^*) arttırdığını ifade etmiştir. Güncel çalışma verilerine göre ise L^* ve a^* değerleri gruplar arasında benzer bulunup fark b^* değerinde tespit edilmiştir. Kesimden bir gün sonraki, 72 ve 120. saatteki ölçümlerde rasyonda %30 arpa içeren grupların b^* değerlerinin daha düşük ($P < 0,05$) olduğu belirlenmiştir. Et rengine ilişkin farklılıkların

denemelerde kullanılan etlik piliçlerin genetik özelliklerine, kesim yaşına, rasyon bileşimine ve kesim anındaki kan kaybına bağlı olarak değişebileceği bilinmelidir (Janocha ve diğerleri, 2020). Ancak güncel çalışma verilerinin daha doğru yorumlanabilmesi için arpanın et rengine etkisine ilişkin daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

β -glukanların et kalitesine etkisinin incelendiği bir çalışmada (Cho ve diğerleri 2013), β -glukan yönünden zenginleştirilmiş rasyonu tüketen etlik piliçlerin göğüs eti su tutma kapasitesi değerleri kontrol grubu ile benzer bulunmuş, β -glukanların göğüs eti su tutma kapasitesi üzerine etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, güncel çalışma sonuçlarında da rasyonlarda artan oranlarda arpa kullanılmasının göğüs eti su tutma kapasitesine herhangi bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Sun ve diğerleri (2019) enzim katkısının da yapıldığı deneme rasyonlarında arpa oranı %20'ye ulaşan gruplarda su tutma kapasitesinin kontrol grubu ile benzer olduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde, yapılan başka çalışmaların (Zakaria ve diğerleri, 2010; Habib ve diğerleri, 2016) sonuçları da göstermiştir ki NOP içeriği yüksek rasyonlarda yapılan enzim katkısının göğüs eti su tutma kapasitesi üzerine herhangi bir etkisi olmamıştır. Etteki su içeriği, daha çok etteki protein, yağ miktarı, sarkomerlerin uzunluğu ve protein yapısına bağlı olarak değişebilmektedir (Murphy ve Mark, 2000; Park ve diğerleri, 2012). Dolayısıyla rasyonda artan oranlarda arpa kullanılmasının su tutma kapasitesine etkisinin olmaması, arpanın etteki protein oranını ve miktarını değiştirebilecek, protein kaynağı hammadde olmaması ile açıklanabilir.

Yapılan bir çalışmaya göre, rasyona yapılan β -glukan katkısının göğüs eti pişirme kaybı değerini azaltabildiği sonucuna ulaşılmıştır (Cho ve diğerleri, 2013). Bunun aksine, Sun ve diğerleri (2019), %20 arpa içeren rasyonlara yapılan β -glukanaz katkısı ile pişirme kaybının değişmediğini belirtmiştir. Hatta rasyonlarda enzim kullanımı ile et kalitesi arasında herhangi bir ilişki kurulamayacağını ifade eden çalışmalar (Zakaria ve diğerleri, 2010; Habib ve diğerleri, 2016; Sun ve diğerleri, 2019) mevcuttur. Güncel çalışma verileri incelendiğinde 24 ve 72. saate ilişkin pişirme kaybı değerlerinin benzer olduğu, ancak 120. saatte rasyondaki arpa oranı %10'u aştığında pişirme kaybının arttığı ($P<0,05$) tespit edilmiştir. Park ve diğerleri (2012) çalışmasında rasyonlarda %5 ve %10 arpa kullanılmasının pişirme kaybına etkisinin olmadığını belirtmiştir. Ancak aynı çalışmada rasyonlarda arpanın farklı varyetelerinin kullanılması ile pişirme kaybına ilişkin değerlerin farklılık gösterebildiği de ifade edilmiştir. Rasyonlarda kullanılan arpanın ve miktarının göğüs eti pişirme kaybına etkisini açıklamak üzere henüz yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır (Cho ve diğerleri, 2013).

Sonuç olarak deneme rasyonlarında bulunan enzim katkısı sayesinde NOP'ların parçalanarak besin madde emiliminin arttığı, göğüs eti miktar ve kalitesine olumsuz etkilerinin önlenildiği söylenebilir. Genel olarak rasyonlarda arpa kullanılmasının et kalitesine etkisinin olmadığı söylemek mümkündür. Yine de rasyonlarda arpa kullanımı ile yem katkılarının (enzimlerin) kullanılarak rasyonlara yüksek oranlarda arpa katılmasının et kalitesine etkisinin incelendiği araştırmalar oldukça kısıtlıdır.

5.4. Kloaka Kirliliği

Civcivlerde çok çeşitli sebeplerle kloakal bölgede kirlilik görülebilir. Bu durumun temel sebebi hastalık ve stres olarak görülse de taşımacılık, hava değişimleri, bakım koşulları, rasyon bileşimi ve yemin sindirilebilirliği de önemli sebepler arasında yer almaktadır. Genelde yetiştiriciliğin ilk 10 gününde dışkı kıvamının değişmesi normal kabul edilir. Bu durum sindirim enzimlerinin henüz bu dönemde yeterli olmamasıyla ilişkilendirilmektedir. Rasyondaki toplam NOP miktarı ve niteliği ile ilişkili olarak bağırsak içeriği değişir, visköz, yapışkan ve yumuşak bir hal alır (Bedford, 2000). Güncel çalışmada rasyondaki NOP değerini arttıracak hammadde arpadır. Arpadaki β -glukanlar su çekme özelliğine sahiptir ve jel molekül yapılar bağırsak villusları ile etkileşerek sindirim enzimlerinin aktivitesini düşürür, besin maddelerinin emilimini azaltır ve içerik kıvamını bozar (Saki, 2005). Dışkılama sırasında kıvamı bozulan dışkı kloakal bölgeye ve tüylere yapışır. Bu yüzden besleme uzmanları, 3 haftalık yaştan önceki dönemde arpa gibi NOP içeriği yüksek yem hammaddelerinin rasyonda % 15-20'den fazla kullanılmamasını ya da β -glukan içeriği daha düşük varyetelerin tercih edilmesini önermektedir (Saki, 2005).

Güncel çalışmada, rasyonda artan arpa oranlarının yetiştirme dönemi başlarında kloaka kirliliğine etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Tablo 27). Dolayısıyla rasyonlarda kullanılan enzim katkısının dışkı kıvamını koruduğu ve kloakal kirliliği önlediği söylenebilir. Benzer şekilde, Moharrery (2006) yaptığı çalışmada, etlik piliç rasyonlarında %35 arpa kullanıldığında dışkı KM'sinin arpa kullanılmayan gruba göre daha az ($P<0,05$) olduğunu ve arpalı rasyonlara enzim katkısı yapıldığında dışkı KM değerinin değişmediği sonucuna varmıştır. Vranjes ve Wenk (1995)'in çalışmasında da benzer sonuçlar elde edilmiş olup arpa temelli rasyonları tüketen etlik piliçlerin rasyonlarına yapılan enzim katkısı ile yetiştirme döneminin ilk 3 haftasına ilişkin dışkı KM ortalamasının değişmediği tespit edilmiştir.

Wettstein ve diğerleri (2003) ile Rotter ve diğerleri (1989), arpa temelli rasyonları tüketen hayvanlarda kloakal bölgede dışkı ile bulaşıklık olduğunu belirtmiş ve enzim kullanılan gruplarda kirlilik oranının düştüğünü bildirmiştir. Arpa, buğday, çavdar gibi buğdaygiller karşılaştırıldığında 21. günde yapılan kloaka kirlilik kontrolünde yapışkan dışkı oluşumunun en fazla rasyonlarında %40 arpa bulunan gruplarda olduğu tespit edilmiştir (Yaşar ve diğerleri, 2016).

5.5. İleal Viskozite Özellikleri

Arpa, etlik piliç rasyonlarında diğer buğdaygil tanelerine göre daha az tercih edilmektedir (Jozefiak ve diğerleri, 2006). Arpanın bileşimindeki suda çözünebilir formda NOP'ların (β -glukan) varlığı ve bu polimerlerin kanatlı sindirim sisteminde hidrolize edilemeyişi, rasyon maliyetini arttıracak bazı katkı maddelerinin kullanılma ihtimalini artırması dolayısıyla arpanın rasyonlarda kullanımı sınırlandırılmaktadır. β -glukanlar ve pentozanlar, kanatlı sindirim sisteminde parçalanamadıkları gibi, bağırsak viskozitesini artırarak diğer besin maddelerin sindirimi için gereken enzim aktivitelerini de engeller (White, 1981; Smits ve Annison, 1996; Malathi ve Devegowda, 2001; Jozefiak ve diğerleri, 2006). Sindirilmemiş besin maddeleri hem patojenler için besin kaynağı oluşturur hem de dışkı kıvamının bozulmasına, viskozitenin artmasına yol açar (Jozefiak ve diğerleri, 2006). Viskozitenin değişmesinde temel etmen yalnızca NOP varlığı değildir. NOP'ların moleküler büyüklüğü, dallanmış ya da düz zincir yapısı ve bulunma düzeyleri viskoziteyi etkiler (Bedford, 2000). Rasyonlara yapılan enzim katkıları bu kompleks yapıların boyutunu küçültür ve böylelikle viskozite artışı önlenmiş olur (Perera ve diğerleri, 2020). Jozefiak ve diğerleri (2006), yaptıkları çalışmada arpanın ileal viskozite değerini, çavdar gibi NOP içeriği yüksek hammaddelerden daha fazla arttırdığını ve rasyonda enzim katkılarının kullanılmasını gerektirdiğini ifade etmiştir.

Arpa, buğday ve çavdarın ileal viskoziteye etkisi incelendiğinde 21. ve 42. günlerde alınan bağırsak içeriklerinde en yüksek viskozite değerleri rasyonda arpa içeren gruplarda tespit edilmiştir (Yaşar ve diğerleri, 2016). Bahsi geçen çalışmada rasyonlarda enzim kullanılmaması ve arpanın önerilen kullanım oranından daha fazla kullanılması (%40) yüksek viskozite değerinin elde edilmesini açıklamaktadır. Bağırsak viskozitesinin artmasına bağlı olarak 21. günde yapışkan dışkı oluşumu da tespit edilmiştir. Arpadaki NOP'ların suda

çözünebilir formda olması dışkıda jel kıvamının oluşmasına ve sindirim kanalının kaplanmasına sebep olmaktadır (Choct ve Annison, 1992; Ayres ve diğerleri, 2019). Bağırsak içeriğinin kıvamı çok çeşitli sebeplerle değişebilmekte ve bu nedenle asıl nedenin tespiti zaman alabilmektedir. Etlik piliç rasyon formulasyonlarında arpa, diğer buğdaygillerden daha fazla miktarda yer alsa bile su tüketimini ve dışkı KM'sini etkilenmediğine ilişkin veriler de bulunmaktadır (Vranjes ve Wenk, 1995). Arpanın içerdiği antinutrisyonel maddelere bağlı olarak bağırsak viskozitesindeki artışı bertaraf etmek amacıyla ya rasyonlarda kullanım oranının %10-15 ile sınırlı kalmasına dikkat edilmelidir ya da rasyonlara enzim katkıları yapılmalıdır (Almirall ve diğerleri, 1995; Mohammed, 1995). Bu düşüncüyü destekler nitelikteki çalışmalarda, NOP içeriği zengin ve %30 arpa içeren rasyonlara yapılan enzim katkısı ile etlik piliçlerde ileal viskozite değerinin düştüğü tespit ($P<0,05$) edilmiştir (Moftakharzadeh ve diğerleri, 2018; Shirzadi, 2010). Benzer şekilde Cardoso ve diğerleri (2014), arpa temelli rasyonlarda enzim kullanılmadığında 35. gün ileal viskozite değerini 10.8 cP ölçerken 0.05g/kg β -glukanaz kullanımı ile bu değer 4.82 cP'ye düştüğünü ($P<0,001$) tespit etmiştir. Yu ve diğerleri (1998), rasyondaki tahıl oranının %12,5, %25, %50 ve %100'ünde arpa bulunan rasyonlara yapılan 0.5 g/kg β -glukanaz katkısının duodenal viskoziteye etkisinin olmadığını, viskozite değerinin değişmesindeki temel sebebin arpa oranları ile ilişkili olduğunu ifade etmiştir. Arpalı gruplarda viskozite değerleri mısırlı gruptan daha yüksek bulunmuştur Güncel çalışmada rasyonda %20 ve %30 oranında arpa kullanılmasının bağırsak viskozitesinin arttırdığı ($P<0,001$) belirlenmiştir. İleal viskozite değeri rasyonda %10 arpa içeren grupta en düşük (2.63 cP) tespit edilirken diğer gruplar arası fark önemsiz bulunmuştur. Bu durum, rasyonlara yapılan enzim katkısının viskozite artışını önlediği şeklinde açıklanabilmektedir. Cengiz ve diğerleri (2017), enzim kullanmadan hazırlanan %30 arpa içeren rasyonu tüketen gruplarda 28 ve 42. gün ölçümlerinde bağırsak viskozitesinin arttığını ($P<0,05$) tespit etmiştir. Leeson ve diğerleri (2000) rasyonda %30'dan fazla arpa kullanıldığında rasyonda farklı enzim kombinasyonlarının kullanılması durumunda altlık kalitesinin iyileşebileceğini vurgulamıştır. Shakouri ve diğerleri (2009)'nin temeli arpaya dayanan (%60 düzeyinde) rasyonlarda dahi enzim kullanıldığında bağırsak viskozite değerlerinin iyileştiğini tespit etmiştir. Öyle ki bağırsak viskozite değerleri, mısır temelli rasyonu tüketen gruplar ile benzer bulunmuştur. Güncel çalışmayla benzer oranlarda arpa içeren deneme grupları oluşturan Saki ve diğerleri (2012) rasyonda arpa oranı arttıkça bağırsak viskozite değerinin arttığını ($P<0,05$) tespit etmiştir. Çalışmanın devamında ise rasyonlara yapılan enzim katkısının ileal viskozite değerini olumlu etkilediğini ($P<0,05$)

belirtmiştir. Diğer araştırma sonuçlarının aksine, yüksek oranda arpa içeren (%40) ya da arpa temelli rasyonu tüketen gruplarda yapılan enzim katkısının (1g/kg, β -glukanaz), 0-3 ve 4-6 haftalar arasında bağırsak viskozite değerlerini etkilemediği sonucuna varmıştır (Yu ve diğerleri, 2002). Benzer şekilde Shirzadi ve diğerleri (2009), her ticari enzimin veya enzim karışımlarının bağırsak viskozitesini olumlu yönde etkileyemeyeceği belirtmiştir.

Sonuç olarak, ileal viskozite değerleri hayvan ırkına, rasyondaki hammaddelerinin çeşitliliğine, rasyonda katkı maddelerinin varlığına ve etkinliğine, yem tüketimine, sindirim sistemindeki taze bağırsak içeriği miktarına bağlı olarak değişebilmektedir (Wang, 1992). Ancak bu çalışmada olumsuz değerlerin elde edilmemesinin asıl sebebi rasyonda enzim varlığı, enzim bileşimi ve enzim etkinliği şeklinde açıklanabilmektedir.

5.6. Altlık Kalite Özellikleri

Arpadaki β -glukanların hidrofilik özellikte olması, su tüketimini artırarak bağırsak viskozitesini değiştirmektedir. Ayrıca, su içerisinde çözünebilir NOP'ların varlığı ile yapışkan dışkı oluşumu hızlanarak altlık kalitesinin kötüleşmesine neden olmaktadır (Jacob and Pescatore, 2012). Selüloz, hemiselüloz, pektin, lignin ve diğer sindirilemeyen besin maddeleri de bağırsak içeriğini etkilemektedir (Moharrery, 2006). Mısır temelli rasyonlarla karşılaştırıldığında, arpalı rasyonlarda suda çözünen ve çözünemeyen β -glukanlar daha fazla olduğu için dışkı kalitesini kötüleştirdiği bilinmektedir (Bedford ve Classen, 1993). Özellikle etlik piliç yetiştiriciliğinde daha titizlikle yaklaşılacak altlık kalitesi yalnızca ayak sağlığı için değil karkas kalitesi için de önem taşımakta ve son ürün kalitesini etkilemektedir (Dunlop ve diğerleri, 2016). İyi kaliteli bir altlık kuru ve rahatlıkla ufalanabilir olmalıdır (Lister, 2009). Yetiştirme döneminin 3. haftasından itibaren hızlı büyüyen etlik piliçlerin zamanlarının çoğunu yatarak geçirdikleri düşünüldüğünde ayaklar, dirsekler ve göğüs, altlıkla sürekli temas halindedir (de Jong ve diğerleri, 2012). Altlığın kötüleşmesi, ayak tabanı yangıları (FPD) ve diz yanıklarının (Hock burn) oluşma riskini arttırmakla kalmaz; uzun vadede göğüs yanıkları gibi tüm karkas kalitesini etkileyen önemli bir sorun haline gelebilir (de Jong ve diğerleri, 2015). Çok çeşitli sebeplerle oluşabilen ıslak altlık sorunu ile besin maddeleri arasındaki etkileşim hala tam olarak açıklanamamış değildir. Dışkı ve suluklardan saçılma yolu ile altlığa karışan su altlık nem oranını artırır. Altlıktaki nem oranı arttıkça, altlıkta bulunan bakteri ve mantarların organik azotu amonyağa dönüştürme hızı ve miktarı da artar. Altlıktaki NH₃,

kümesin genelini etkileyen bir sorun haline geldiğinde hayvan refahını ve performans seviyesini düşürür (van der Hoeven Hangoor, 2014). Güncel çalışmada, rasyonda artan oranlarda arpa kullanımının altlık kalitesine etkisini belirlemek amacıyla altlıktaki nem, pH, sıcaklık ve NH₃ değerleri incelenmiş ve gruplar arası fark önemsiz bulunmuştur.

Brake ve diğerleri (1997), artan oranlarda arpa içeren rasyonlara enzim katkısı yapılmadığında altlık kalitesinin kötüleştiğini (P<0,05) ve topaklaşma görüldüğünü tespit etmiştir. Arpasız rasyonu tüketen gruplarda atlıkta topaklaşma oranı %60'larda iken rasyonda arpa oranı %10'dan %30'a çıktığında topaklaşma oranının %65'ten %85'e çıktığı tespit edilmiştir. Her ne kadar deneme sonunda rasyonda enzim kullanılan ve kullanılmayan gruplarda dışkı KM oranları benzer çıkmış olsa da enzim kullanılmayan gruplarda su tüketimi daha fazla olmasına bağlı olarak altlığın topaklaştığı belirtilmiştir. Su tüketiminin daha sık gerçekleşmesi nipellerden altlığa su saçılması ihtimalini de arttırmaktadır. Moharrery (2006), rasyonda %35 arpa içeren gruplarda dışkı nem oranının mısırlı gruplara göre daha yüksek (P<0,05) olduğu tespit etmiştir. Arpalı rasyonlara enzim katkısı yapılmasının dışkı nem oranını değiştirmedğini vurgulamıştır. Benzer şekilde Shirzadi ve diğerleri (2010), rasyona yapılan enzim katkısının yüksek miktarda NOP içeren rasyonla beslenen etlik piliçlerin altlık nem ortalamalarını etkilemediği sonucuna ulaşmıştır. Ancak Williams ve diğerleri (1997), çalışmasında arpa temelli rasyonlara yapılan enzim katkısı ile dışkı nem oranını %13,6'ya düşürdüğünü (P<0,05) tespit etmiştir. Shirzadi ve diğerleri (2009), yaptıkları başka bir çalışmada arpa temelli rasyonlarda farklı multienzimlerin altlık nem miktarına etkisini incelemiş ve rasyonlarda enzim varlığında altlık nem oranının daha düşük (P<0,05) olduğunu ifade etmiştir.

Konu ile ilgili olarak yapılan çalışma bulguları, optimal atlık kalitesi için altlık nem oranının %30'dan düşük olması gerektiğini göstermektedir (Martland, 1984; Mayne ve diğerleri, 2007; Collett, 2012). Yapılan çalışma sonucuna göre, rasyonlarda %10, %20 ve %30 arpa kullanılan etlik piliçlerin altlık nem ortalamalarının ideal değerden yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 29). Her ne kadar rasyonda artan oranlarda arpa kullanımı ile altlık nemi ortalamaları arasında istatistiksel ilişki görülme de ideal değere en yakın grup, rasyonda %30 arpa içeren C grubu olmuştur. Bu durum yem tüketiminin de rölatif olarak daha düşük olduğu C grubunda su tüketiminin de düşük olmasına bağlı olarak altlık nem ortalamasının ideal seviyelere yakın olması (%33) ile açıklanabilmektedir. Her ne kadar Cengiz ve diğerleri (2012) yaptıkları çalışmada arpalı rasyonlara enzim katkısı ile altlık nem ve pH'sının değişmediği sonucuna ulaşmış olsa da yapılan bu çalışmada deneme rasyonlarına yapılan

enzim katkısının arpadaki antinutrisyonel maddeleri bertaraf ederek dışkı ve altlık kalitesinin olumsuz etkilenmesinin önlenildiği sonucuna varılabilmektedir.

Bilindiği üzere kanatlılarda protein metabolizmasının son ürünü ürik asittir (Wright, 1995). Bu bileşik idrar nitrojeninin %60-82'sini oluşturmaktadır (Saki ve diğerleri, 2012). Altlıkta nem oranının yükselmesi, bakteriyel aktiviteyi de hızlandırmaktadır. Bu durum altlık pH ve NH₃ miktarını etkilemektedir. Yapılan çalışmada altlığa ilişkin pH ve NH₃ miktarlarının gruplar arasında değişkenlik göstermemesi (Tablo 30 ve 32), tüm gruplarda altlık nem ortalamalarının benzer bulunması ile açıklanabilmektedir. Normalde altlıkta sıcaklık değerlerinin artmasıyla bakteriyel çoğalma tetiklenir ve bu da NH₃ oluşumunu hızlandırır (Mayne, 2007). Güncel çalışma bulguları incelendiğinde, tüm gruplarda altlık sıcaklık değerleri (Tablo 31) benzer bulunmuştur. Bu durumun, denemenin optimum koşullar altında gerçekleştirilmesinden ve küme bir örnek sıcaklığın sağlanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Altlıkta NH₃ miktarının da tüm gruplarda benzer çıkması altlık sıcaklıklarının ve kalitesinin benzer bulunması ile açıklanabilmektedir. Ayrıca, altlık idaresinin iyileştirilmesi noktasında yüksek oranda NOP içeren rasyonlara yapılan uygun enzim katkısı ile dışkıyla amonyak atılımının %80 azaldığı bilinmektedir (Williams ve diğerleri, 1997). Dolayısıyla, tüm deneme gruplarının rasyonlarına yapılan enzim katkısının altlık kalitesini koruduğu ve idaresini kolaylaştırdığı sonucuna varılmıştır.

5.7. Ayak Tabanı Yangısı Görülme Oranı

FPD, seçilen altlık materyali ve kalitesi, yerleşim sıklığı, bakım (altlık kalitesi, havalandırma, yerleşim sıklığı vb.) ve besleme koşullarına (elektrolit dengesi, protein, NOP vb.) bağlı olarak şekillenebilen önemli bir sorundur. Ayak tabanının plantar yüzeyinde yangılar, nekrotik lezyonlar ve ülserler ile karakterizedir (Shepherd ve Fairchild, 2010). FPD oluşmaya başladığında hayvanlar kümes içinde gezinme, eşinme gibi hareketlerden sakınmaya başladığında yeme ve suya yönelme sıklığı da düşer. Dolayısıyla yetiştiricilikte hedeflenen performans değerlerine ulaşamaz. FPD, hayvan sağlığını ve refahını olumsuz etkilemesinin yanında ürünlerin miktar ve kalitesinin düşmesine bağlı olarak ciddi ekonomik kayıplara neden olur (Sevim ve diğerleri, 2021). Rasyon kompozisyonu FPD oluşumunu önemli düzeyde etkilemektedir. Özellikle rasyon elektrolit dengesi dışkı nem oranı üzerinde etkili olmaktadır. Rasyonda Na, K, Mg gibi minerallerin yüksek oranda bulunması su

tüketimini ve buna bağlı olarak da altlık nem oranını arttırmaktadır (van der Hoeven-Hangoor ve diğerleri 2014; Jankowski ve Zdunczyk, 2014). Benzer şekilde, rasyon protein oranının yüksek olması su tüketimini ve ürik asit atılımını arttırmaktadır (Bilgili ve diğerleri, 2006). Düşük enerjili yemlerin kullanımı FPD görülme sıklığını arttıran başka bir sebeptir. Yem tüketimine paralel olarak su ihtiyacının da artması altlıkta tutulan su miktarını etkileyecektir (de Jong ve diğerleri, 2015). Buğday, arpa, soya fasulyesi küspesi gibi hammaddelerde bulunan suda çözünebilen NOP'ların rasyonda yüksek oranda bulunması bağırsak içeriğini ve dışkı nem oranını etkileyen başka bir sebeptir ki, güncel çalışmanın amacını da yansıtmaktadır. Beslenmeye bağlı oluşan FPD sorunu için asıl önemli olan rasyonda kullanılan hammaddelerin çeşidi, kalitesi ve kullanım miktarının dışkı kıvamını ve onunla bağlantılı olarak altlık nem oranını etkilemesidir (Swiatkiewicz ve diğerleri, 2017). Islak altlık problemlerinin yaşandığı bir kümeste karşılaşılabilecek ilk sorunun FPD olacağı unutulmamalıdır (Dunlop ve diğerleri, 2016). FPD görülme riskini azaltmak için altlık nem oranının optimal seviyelerde (%30) kalmasına dikkat edilmelidir (Mayne ve diğerleri, 2007). Rasyonlara uygun enzim katkılarının yapılması ile yemden yararlanmanın iyileştirilmesi ve altlık idaresinin kolaylaştırılması mümkün olmaktadır (Leeson ve diğerleri, 2000; Leeson ve Summers, 2005).

Kanatlıların sindirim sisteminde yüksek moleküler ağırlıklı, hücre duvarı unsuru NOP'ları sindirebilecek enzimler bulunmadığı için bu bileşiklerin suda çözünür formları bağırsaklarda sulu fazın viskozitesini artırır (Choct ve Annison, 1992; Ward, 1996). Ayrıca su tüketimini teşvik ederek altlık kalitesinin bozulmasına ve FPD oluşumuna sebebiyet verirler (Huang ve diğerleri, 2020; van der Hoeven Hangoor, 2014).

Rasyonda kullanılan hammaddelerin miktar ve çeşidine bağlı olarak toplam antinutrisyonel maddelerin olumsuz etkilerinin enzim kullanımı ile her zaman engellenemediği bilinmektedir. Nagaraj ve diğerleri (2007), rasyonda kullandığı multienzim katkısının altlık nemi ve FPD görülme insidansı ile şiddetini azaltmada etkili olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Shirzadi ve diğerleri (2009), NOP oranı yüksek rasyonlara yapılan enzim katkısı ile altlık neminin ve FPD lezyonlarının oluşmasının kontrol altına alınabildiğini ifade etmiştir. NOP içeriği yüksek olan rasyonlarda enzim kullanılmadığında ise FPD görülme oranının arttığı belirlenmiştir (Kölln ve diğerleri, 2017). Cengiz ve diğerleri (2012), enzim kullanılan rasyonlarda arpanın %25 oranında kullanılması durumunda beklenenin aksine altlık kalitesinin kötüleşmediğini ve FPD oluşumuna etkisinin olmadığını belirtmiştir. Bunun aksine

başka bir çalışmada, Cengiz ve diğerleri (2017), arpa kullanım oranı %30'a çıktığında FPD görülme oranının ve şiddetinin arttığını bildirmiştir.

Güncel çalışmada FPD görülme oranının rasyondaki arpa oranı ile beraber artış göstermediği, hatta FPD görülme oranının, %30 arpa içeren rasyonu tüketen grupta en az ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 32). Bu sonuçlara göre, ilk önce rasyonda kullanılan enzim katkısı sayesinde rasyonlarda farklı oranlarda bulunan NOP'lar ile enzim-substrat ilişkisinin kurulabildiği, böylelikle bağırsak içerik kıvamının bozulmasının engellendiği ve bu sayede altlık kalitesinin kötüleşmesinin engellendiği söylenebilir. 24. gün FPD görülme sıklığının düşük olması aynı dönemde CA ortalamalarının da düşük olması ve altlıkla temas şiddetinin azalması ile açıklanabilir. Ayrıca, deneme gruplarındaki temel farklılığın rasyonlardaki NOP içeriği olduğu düşünüldüğünde, altlık kalitesine ilişkin NOP miktarı, çözünemeyen liflerin partikül büyüklüğü, fermente olamayan liflerin viskozitesi de göz önünde bulundurulmalıdır. Rasyonlarda kullanılan katkı maddelerinin çeşidi ve etkinliği ile rasyondaki diğer laksatif etkili maddelerin (Mg gibi) varlığı da altlık ya da dışkı nem miktarını etkileyebilir. Beklenenin aksine %30 arpa içeren gruplarda FPD görülme oranının daha az tespit edilmesi, yeterli örnek sayısının olmaması sebebiyle istatistiksel sonuçları etkilemiş olabilir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Etlik piliç yetiştiriciliğinde temel hedef en kısa sürede en az yem tüketimi ile hayvanların en yüksek canlı ağırlığa ulaşmasını sağlamaktır. Bu hedefe ulaşmada en maliyetli ve kritik nokta ise yem kalitesi ve maliyetidir. Son bir senedir hayatın her alanında dengelerin değişmesine sebep olan Covid 19 pandemisi yem sektörünü de ciddi şekilde etkilemiştir. Bu dönemde limanların kapanması hammadde ticaretini yavaşlatmış, yem fabrikalarının üretime ara vermesi ile yetiştiricilerin yem bulma endişesi artmıştır. Stoklardaki hammaddelere artan talep ile döviz kurlarının artışı, yem hammaddeleri ve karma yem fiyatlarını da arttırmış, yetiştiriciler rasyon maliyetlerini düşürmek amacıyla daha ekonomik yem hammaddeleri kullanmaya başlamışlardır. Kanatlı rasyonlarının büyük bir kısmını oluşturan hububatlar içinde buğday her zaman mısırdan daha maliyetli bir hammadde olmuştur. Bu sebeple rasyonlarda arpanın kullanılması maliyetleri azaltması noktasında tercih edilen bir hammaddedir. Arpa ile mısır fiyatları dönemsel olarak değişkenlik göstermektedir. Geçtiğimiz yılın Nisan ayından itibaren arpa fiyatları (1.340 TL/t) mısır fiyatlarının (1.380 TL/t) altına düşmüştür (KYSR, 2019). Mısır fiyatları son bir senede %43 artarken arpa fiyatında %24'lük bir artış olmuştur. Güncel çalışma verilerine göre etlik piliç rasyonlarında artan oranlarda arpa kullanımının performans değerlerini ve et kalitesini olumsuz etkilemediği, hedeflenen katalog değerlerine erişilebildiği görülmüştür.

Ocak 2021 hammadde fiyatlarına göre bir kıyaslama yapıldığında, %30 arpa içeren rasyonların %10 arpa içeren rasyonlara göre başlangıç, geliştirme ve bitirme rasyonlarında sırasıyla %4.03, %4.39 ve %4.47 daha karlı olduğu bulunmuştur. Ancak, Aralık 2021, yıl sonu hammadde fiyatlarına bakıldığında etlik piliç rasyonlarının daha ekonomik formüle edilebilmesi için kullanılacak hammaddelerin, dönemsel maliyetlerine dikkat edilmesi gerektiği göze çarpmaktadır. Rasyonlarda artan oranlarda arpa kullanıldığında, eksik kalan enerji düzeyinin bitkisel yağ ile tamamlanacağı, bunun da rasyon maliyetine etkisi de düşünülmelidir. Bu anlamda, Tablo 34'te 2021 Aralık ayı sonu hammadde fiyatlarına göre temel hammaddeler baz alınarak deneme rasyonlarının maliyetleri belirlenmiş, gruplar arasında başlangıç, büyütme ve bitirme rasyon maliyeti ortalamaları belirtilmiştir. Tavuk etinden elde edilen kazanç ile yem maliyetleri değerlendirildiğinde, en az rasyon maliyeti ile en yüksek canlı ağırlık elde edilen grubun, rasyonda %10 arpa içeren grupta olduğu görülmektedir.

Tablo 34. Deneme rasyonlarının maliyet analizi ve ekonomik getirisi

Ham madde	A (%10 arpa)	B (%20 arpa)	C (%30 arpa)
Mısır (4.400 TL/ton)	190	152	109
Arpa (4.200 TL/ton)	42	84	126
SFK (6.600 TL/ton)	229	224	218
Bitkisel yağ (18.700 TL/l)	75	95	113
Rasyon maliyeti (TL/kg) *	5,37	5,55	5,67
Toplam yem tüketimi (kg)	4,85	4,83	4,70
Tüketilen yem maliyeti (TL)	26,04	26,80	26,65
Toplam canlı ağırlık (kg)	3.076	3.041	3.022
Elde edilen tavuk eti (kg)	2,214	2,189	2,175
Tavuk etinden elde edilen ortalama kazanç (18 TL/kg)	39,852	39,402	39,150
Tavuk eti / Yem maliyeti	1,530	1,470	1,469

* Rasyon maliyetleri, hammaddelerin birim fiyatları göz önünde bulundurularak rasyonda kullanım düzeylerine göre hesaplanmıştır.

Rasyonlarda artan oranlarda arpa kullanımının performans (CA, CAA, YT, YYO), karkas randımanı, bazı göğüs eti kalite özellikleri (pH, renk, sututma kapasitesi, pişirme kaybı,) kloaka kirliliği, ileal viskozite derecesi, altlık kalite özellikleri (nem, pH, sıcaklık, azot) ve ayak tabanı yangısına etkilerinin incelenmesi amaçlanan çalışma sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

Araştırmada, etlik piliç rasyonlarında arpa oranı %30'lara ulaştığında dahi ROSS 308'de bildirilen performans değerlerine erişilebildiği tespit edilmiştir. Performans değerleri bazı yetiştirme dönemlerinde değişiklikler göstermiş olsa da deneme süresinin tamamı ele alındığında sonuçların gruplar arasında benzer olduğu görülmektedir.

Rasyondaki hammaddelerin göğüs eti kalite özelliklerine etki şekli tam olarak bilinmemektedir. Et kalitesine ilişkin incelenen parametrelerden yalnızca pH, renk ve pişirme kaybına ilişkin verilerde farklılıklar belirlenmiştir. Göğüs eti pH değerlendirmesine ilişkin 120. saat analizlerinde %30 arpa içeren grupların göğüs etlerinin diğer gruplara göre daha alkali olduğu tespit edilmiştir. Et rengine ilişkin 24. saat ve 120. saat ölçümlerinde rasyonda %30 arpa bulunan grupta, sarılık (b*) değeri daha düşük belirlenmiştir. Kesimden beş gün sonra yapılan analizlere göre göğüs eti pişirme kaybı en az, %10 arpa içeren grupta olmuştur.

Yetiştirme döneminin 10. gününde kloakal bölgedeki kirlilik düzeylerinin gruplar arasında benzer olduğu belirlenmiştir. Ancak rasyonlardaki arpa oranı arttıkça kloakal bölgede kirliliğin görülme sıklığı bu dönemde artmıştır. Kesim günü ileumdan alınan sindirim içeriklerindeki viskozite değerlerinin yine bu gruplarda daha yüksek belirlenmesi, arpa bileşiminde yüksek oranda NOP bulunmasına bağlı olarak rasyondaki toplam NOP miktarının artmasıyla açıklanabilmektedir. Ancak bağırsak içeriği kıvamındaki bu değişiklik altlık kalitesinde herhangi bir değişiklik oluşturmamıştır. Gruplar arası altlık nem, pH, sıcaklık ve NH₃ miktarı benzer bulunmuştur. FPD görülme sıklığının ise rasyonda %30 arpa bulunan gruplarda daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Ticari yetiştiricilikte etlik piliç rasyonlarında mısır ve buğday daha sıklıkla tercih edilen hammaddeler olsa da güncel çalışma verileri, arpa ile hedef büyüme ve gelişiminin sağlanabildiği, altlık kalitesinin ve kümes koşullarının korunabildiğini göstermektedir. Ayrıca, ticari yetiştiricilikte kullanılan rasyonlarla benzerlik göstermesi açısından güncel çalışma rasyonlarına yapılan enzim katkısının arpa bileşimindeki antinutrisyonel maddelerinin olumsuz etkilerini önlediği de söylenebilir. Ancak arpanın et kalitesine etkisinin açıklanabilmesi için başka çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır. Yine arpanın farklı yetiştirme dönemlerinde kullanımına dair güncel çalışmalara da gereksinim vardır.

KAYNAKLAR

- Aastrup, S. (1979). The effect of rain on β -glucan content in barley grains. *Carlsberg Research Communications*, 44(6), 381–393. doi: 10.1007/BF02906187.
- Al Bustany, Z. (1996). The effect of pelleting on enzyme supplemented barley based diet. *Animal Feed Science and Technology*, 58(3/4), 283-288.
- Alagawany, M., Elnesr, S.S., Farag, M.R. (2018). The role of exogenous enzymes in promoting growth and improving nutrient digestibility in poultry. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 19(3), 157-164. doi: 10.22099/IJVR.2018.4932
- Alderman, G. (1985). *In Recent Advances In Animal Nutrition*. London: Butterworth-Heinemann.
- Allen, C.D., Russell, S.M., Fletcher, D.L. (1997) The relationship of broiler breast meat color and pH to shelf-life and odor development. *Poultry Science*, 76(7), 1042-1046. doi: 10.1093/ps/76.7.1042
- Almirall, M., Francesch, M., Perez-Vendrell, A.M., Brufau, J., Esteve-Gracia, E. (1995). The differences in intestinal viscosity produced by barley and β -glucanase alter digesta enzyme activities and ileal nutrient digestibilities more in broiler chicks than in cocks. *The Journal of Nutrition*, 125(4), 947–955. doi: 10.1093/jn/125.4.947.
- Altan, A., Yağcı, S., Maskan, M., Göğüş, F. (2006, 24-26 Mayıs). *Arpanın ürün bazında değerlendirilmesi*, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.
- Åman, P. and Graham, H. (1987). Analysis of total and insoluble mixed-linked (1→3), (1→4)- β -d-glucans in barley and oats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 35(5), 704–709. doi: 10.1021/jf00077a016
- Ankrah, N.O., Campbell, G.L., Tyler, R.T., Rosnagel, B.G., Sokhansanje, S.R.T. (1999). Hydrothermal and β -glucanase effects on the nutritional and physical properties of starch in normal and waxy hull-less barley. *Animal Feed Science and Technology*, 81(3-4), 205-219. doi: 10.1016/S0377-8401(99)00084-X
- Annett, C. B., Viste, J.R., Chirino-Trego, M., Classen, H.L, Middleton, D.M., Simko, E. (2002). Necrotic enteritis: Effect of barley, wheat and corn diets on proliferation of *Clostridium perfringens* type A. *Avian Pathology*, 31(6), 598-601. doi: 10.1080/0307945021000024544.

- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, 17th edition, William Horwitz, Gaithersburg, Md.
- Apajalahti, J. (1999). Improve bird performance by feeding its microflora. *World Poultry*, 15(2), 20-22.
- Atasoy F. (2000). Tavuk yetiştiriciliğinde altlığın kullanılması ve önemi. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 40 (1), 90-97.
- Ayres, V.E., Broomhead, J.N., Li, X., Raab, R.M., Moritz, J.S. (2019). Viscosity and growth response of broilers fed high fiber diets supplemented with a corn-produced recombinant carbohydrase. *Journal of Applied Poultry Research*, 28(4), 826–836. doi: 10.3382/japr/pfz039
- Babaoğlu, M. (2005). *Mısır ve Tarımı. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*. <http://hayrabolutb.org.tr/media/ziraat/Misir-Tarimi-2.pdf> adresinden erişildi.
- Baik, B.K. (2014). Processing of barley grain for food and feed. P.P. Shewry and S.E. Ullrich (Eds.). *Barley: Chemistry and Technology 2nd edition* (pp. 233-261). American Association of Cereal Chemists International. Woodhead Publishing, AACCI International Press.
- Barbut, S. (1997a). Occurrence of pale soft exudative meat in mature turkey hens. *British Poultry Science*, 38 (1), 74–77. doi: 10.1080/00071669708417943
- Barbut, S. (1997b). Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. *British Poultry Science*, 38(4), 355–358. doi: 10.1080/00071669708418002
- Barbut, S. (1998). Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry. *Journal of Muscle Foods*, 9(1), 35–49. doi: 10.1111/j.1745-4573.1998.tb00642.x
- Barbut, S., Sosnicki, A.A., Lonergan, S.M., Knapp, T., Ciobanu, D.C., Gatcliffe, L.J., Huff-Lonergan, E., Wilson, E.W. (2008). Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Science*, 79(1), 46-63. doi: 10.1016/j.meatsci.2007.07.031
- Bartnick, M. and Szafrńska, I. (1987). Changes in phytate content and phytase activity during germination of some cereals. *Journal of Cereal Science*, 5(1), 23–28. doi: 10.1016/S0733-5210(87)80005-X
- Bedford M.R. and Classen, H.L. (1992). Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase concentration is effected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and food

- conversion efficiency of broiler chicks. *The Journal of Nutrition*, 122(3), 560–569. doi: 10.1093/jn/122.3.560
- Bedford, M.R. and Classen, H.L. (1993). An *in vitro* assay for prediction of broiler intestinal viscosity and growth when fed rye-based diets in the presence of exogenous enzymes. *Poultry Science*, 72(1), 137–143. doi: 10.3382/ps.0720137
- Bedford, M. (2000). Exogenous enzymes in monogastric nutrition — their current value and future benefits. *Animal Feed Science and Technology*, 86(1-2), 1-13. doi: 10.1016/S0377-8401(00)00155-3
- Bellido, G.G. and Beta, T. (2009). Anthocyanin composition and oxygen radical scavenging capacity (ORAC) of milled and pearled purple, black, and common barley. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(3), 1022–1028. doi: 10.1021/jf802846x
- Bergh, M. O., Razdan, A., Aman, P. (1999). Nutritional influence of broiler chicken diets based on covered normal, waxy and high amylose barleys with or without enzyme supplementation. *Animal Feed Science and Technology*, 78(3-4), 215-226. doi: 10.1016/S0377-8401(98)00281-8
- Bilgili, S.F., Alley, M.A., Hess, J.B., Nagaraj, M. (2006). Influence of age and sex on footpad quality and yield in broiler chickens reared on low and high density diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 15(3), 433-441. doi: 10.1093/japr/15.3.433
- Bordoni, A. and Danesi, F. (2017). Poultry Meat Nutritive Value and Human Health. Massimiliano Petracci and Cécile Berri (Ed.) *Poultry Quality Evaluation* içinde (ss. 279- 288). doi: 10.1016/B978-0-08-100763-1.00011-8
- Boulianne, M. and A.J. King. (1995). Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast. *Poultry Science*, 74(10),1693–1698. doi: 10.3382/ps.0741693
- Boulianne, M. and A.J. King. (1998). Meat color and biochemical characteristics of unacceptable dark-colored broiler chicken carcasses. *Journal of Food Science*, 63(5), 759–762. doi: 10.1111/j.1365-2621.1998.tb17894.x
- Boyles, S.L., Johnson, R.L., Koch, K.B. (1992). Feeding barley to poultry: A review. *The Professional Animal Scientist*, 8(2), 1-7. doi: 10.15232/S1080-7446(15)32115-X
- Butcher, G.D. and Miles, R.D. (2018). *Causes and prevention of wet litter in broiler houses*. University of Florida. edis.ifas.ufl.edu/vm020 adresinden erişildi.

- Brake, J.D, Brann, D.E., Griffey, C.A. (1997). Barley without enzyme supplementation in broiler grower and finisher diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 6(4), 422-431. doi: 10.1093/japr/6.4.422
- Campbell, G. L. and Bedford, M. R. (1992). Enzyme applications for monogastric feeds: A review. *Canadian Journal of Animal Science*, 72(3), 449-466. doi: 10.4141/cjas92-058
- Cardoso, V., Ferreira, A.P., Costa, M., Ponte, P.I.P., Falcão, L., Freire, J.P., Lordelo, M.M., Ferreira, L.M.A., Fontesa, C.M.G.A., Ribeiro, T. (2014). Temporal restriction of enzyme supplementation in barley-based diets has no effect in broiler performance. *Animal Feed Science and Technology*, 198(34), 186–195. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2014.09.007
- Cengiz, Ö., Köksal, B.H., Önel, A.G., Tatlı, O., Sevim, Ö., Avcı, H., Bilgili, S.F. (2012). Influence of dietary enzyme supplementation of barley-based diets on growth performance and footpad dermatitis in broiler chickens exposed to early high moisture litter. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(1), 117–125. doi: 10.3382/japr.2011-00447
- Campbell, G.L. and Bedford, M.R. (1992). Enzyme applications for monogastric feeds: A review. *Canadian Journal of Animal Science*, 72(3), 449-466. doi: 10.4141/cjas92-058
- Chambers, J. (1990). Genetics of growth and meat production in chickens. Crawford, R.D.(Ed). *Poultry Breeding and Genetics* içinde, (p. 599–643). Ottawa: Agriculture Canada Research Station.
- Chesson, A. (2001). Non-starch polysaccharide degrading enzymes in poultry diets: Influence of ingredients on the selection of activities. *World's Poultry Science Journal*, 57(3), 251–263. doi: 10.1079/WPS20010018
- Cho, J.H., Zhang, Z.F., Kim, I.H. Effects of single or combined dietary supplementation of β -glucan and kefir on growth performance, blood characteristics and meat quality in broilers. *British Poultry Science*, 54(2), 216-221. doi: 10.1080/00071668.2013.777691
- Choct, M. and G. Annison. (1992). Anti-nutritive effect of wheat pentosans in broiler chickens: Roles of viscosity and gut microflora. *British Poultry Science*, 33(4), 821–834. doi: 10.1080/00071669208417524
- Choct, M. (1997). Feed non-starch polysaccharides: chemical structures and nutritional significance. *Feed Milling International*, 191(6), 13-26.

- Choct, M. (2002). Non-starch polysaccharides: Effects on nutritive value. M. McNab and K.N. Boorman (Ed.), *Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value* içinde (pp. 221-235). Scotland, UK: CABI Publishing.
- Choct, M. (2006). Enzymes for the feed industry: Past, present and future. *World's Poultry Science Journal*, 62(1), 5-16. doi: 10.1079/WPS200480
- Classen, H.L. (1996). Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. *Animal Feed Science Technology*, 62(1), 21-27. doi: 10.1016/S0377-8401(96)01002-4
- Classen, H.L., Campbell, G.L., Grootwassink, J.W.D. (1988). Improved feeding value of Saskatchewan-grown barley for broiler chickens with dietary enzyme supplementation. *Canadian Journal of Animal Science*, 68(4), 1253–1259. doi: 10.4141/cjas88-140
- Collett, S.R. (2012). Nutrition and wet litter problems in poultry. *Animal Feed Science and Technology* 173(1-2), 65–75. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2011.12.013
- Cox, C.M., Stuard, L.H., Kim S., McElroy, A.P., Bedford, M.R., Dalloul, R.A. (2010). Performance and immune responses to dietary β -glucan in broiler chicks. *Poultry Science*, 89(9), 1924–1933. doi: 10.3382/ps.2010-00865
- Dahloum, L., Didid, M., Halbouche, M. (2017). Effects of feeding locally grown whole barley on broiler performance. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 7(12), 20-26.
- Dastar., B., Moghaddam, A.S., Shargh, M.S., Hassani, S. (2014). Effect of different levels of germinated barley on live performance and carcass traits in broiler chickens. *Poultry Science Journal*, 2(1), 61-69. doi: 10.22069/PSJ.2014.1653
- de Jong, I. C., Van Harn, J., Gunnink, H., Hindle, V. A., Lourens, A. (2012). Footpad dermatitis in Dutch broiler flocks: prevalence and factors of influence. *Poultry Science*, 91(7), 1569–1574. doi: 10.3382/ps.2012-02156.
- de Jong, I.C., Lourens, A., van Harn, J. (2015). Effect of hatch location and diet density on footpad dermatitis and growth performance in broiler chickens. *The Journal of Applied Poultry Research*, 24(2), 105–114. doi: doi.org/10.3382/japr/pfv014
- Deniz, G. (2014). Kanatlı hayvanların rasyonlarında fitaz enzimi kullanılmasının önemi. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 33(1-2), 27-31. doi: 10.30782/uluvfd.384762
- Duclos, M.J., Berri, C., Le Bihan-Duval, E. (2007). Muscle growth and meat quality. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(1), 107-112. doi: 10.1093/japr/16.1.107

- Dunlop, M.V., Moss, A.F., Groves, P.J., Wilkinson, S.J., Stuetz, R.M., Selle, P.H. (2016). The multidimensional causal factors of 'wet litter' in chickenmeat production. *Science of The Total Environment*, 562(15), 766-776. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.03.147
- Dust, J.M., Gajda, A.M., Flickinger, E.A., Burkhalter, T.M., Merchen, N.R., Fahey, G.C. (2004). Extrusion conditions affect chemical composition and *in vitro* digestion of select food ingredients. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(10), 2989-2996. doi:10.1021/jf049883u
- Dransfield, E. and Sosnicki, A.A. (1999). Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poultry Science*, 78(5), 743–746. doi: 10.1093/ps/78.5.743
- Konya-Ereğli Ticaret Borsası [ETB]. (2015). *Arpa Sektörü Raporu*. <https://ereglitb.org.tr/wp-content/uploads/2019/10/ARPA-SEKT%C3%96R%C3%9C-RAPOR-2015.pdf> adresinden erişildi.
- Esteve-Garcia, E., Brufau, J., Perez-Vendrell, A., Miquel, A., Duven, K. (1997). Bioefficacy of enzyme preparations containing beta-glucanase and xylanase activities in broiler diets based on barley or wheat, in combination with flavomycin. *Poultry Science*, 76(12), 1728- 1737. doi: 10.1093/ps/76.12.1728
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2019). <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/> adresinden erişildi.
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2011). *Major gains in efficiency of livestock systems needed*. <http://www.fao.org/news/story/en/item/116937/icode/#:~:text=Populations%20and%20income%20growth%20are,58%20percent%20over%20current%20levels> adresinden erişildi.
- Fairchild, B. and Czarick, M. (2011). *Poultry housing tips monitoring litter moisture*. *College Of Agricultural and Environmental Sciences, The University of Georgia*. <https://www.poultryventilation.com/system/tdf/vol23n3.pdf?file=1&type=node&id=4839&force=> adresinden erişildi.
- Farran, M.T., Barbour G.W., Usayran N.N., Darwish, A.H., Machlab, H.H., Hruby, M., Ashkarian, M. (2010). Performance and carcass quality of broiler chickens fed a corn-soybean meat diet containing graded barley levels without or with enzyme. *Japan Poultry Science Association*, 47(1), 34-40. doi: 10.2141/jpsa.009003

- Feedipedia. (2019). *Barley grain*. <https://www.feedipedia.org/node/227> adresinden erişildi.
- Fletcher, D.L. (1989). *Factors influencing pigmentation in poultry*. *Critical Reviews in Poultry Biology*, 2(2), 149-170.
- Fernandes, V.O., Costa, M., Ribeiro, T., Serrano, L. (2016). 1,3-1,4- β -Glucanases and not 1,4- β -glucanases improve the nutritive value of barley-based diets for broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 211 (10), 153–163. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2015.11.007
- Francesch, M. and Brufau, J. (2004). Nutritional factors affecting excreta/litter moisture and quality. *World's Poultry Science Journal*, 60(1), 64-75. doi: 10.1079/WPS20035
- Fry, R.E., Allred, J.B., Jensen, L.S., Mcginnis, J. (1957). Influence of cereal grain component of the diet on the response of chicks and poult to dietary enzymes supplements. *Poultry Science*, 36(5), 1120-1120.
- Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü [GKGM]. (2021). *Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Şubat 2021*. <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/GKGM.pdf> adresinden erişildi.
- Graham, H. and Pettersson, D. (1992) A note on the effect of a geta-glucanase and a multi-enzyme on production in broiler chicks fed a barley-based diet. *Swedish Journal of Agricultural Research*, 22(1), 39-42.
- Habib, A.B., Mohamed, A.A., Eltrifi, A.M., Shulukh, E.A., Abubaker, A.A. (2016). Effect of feed supplemented with xylam enzyme on performance, carcass characteristics and meat quality of broiler chicks. *Journal of Applied Veterinary Sciences*, 1(1), 15-20. doi: 10.21608/javs.2016.61822
- Hamm, R. (1960). Biochemistry of meat hydration. *Advances in Food Research*, 1960, 10(2), 355-463. doi: 10.1016/S0065-2628(08)60141-X
- Harford, L.D., Pavlidis, H.O., Anthony, N.B. (2014). Divergent selection for muscle color in broilers. *Poultry Science*, 93(5), 1059–1066. doi: 10.3382/ps.2013-03446
- Hastings, W.H. (1946). Enzyme supplements to poultry feeds. *Poultry Science*, 25(6), 548-586. doi: 10.3382/ps.0250584
- He, T., Thacker, P.A., McLeod, J.G., Campbell, G.L. (2003). Performance of broiler chicks fed normal and low viscosity rye or barley with or without enzyme supplementation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16(2), 234-238. doi: 10.5713/ajas.2003.234

- Hermans, P.G., Fradkin, D., Muchnik, I.B., Morgan, K.L. (2006). Prevalence of wet litter and the associated risk factors in broiler flocks in the United Kingdom. *Veterinary Record*, 158(18), 615–622. doi: 10.1136/vr.158.18.615
- Hesselman, K. and Aman P. (1986). The effect of β -glucanase on the utilization of starch and nitrogen by broiler chickens fed on barley of low- or high-viscosity. *Animal Feed Science and Technology*, 15(2), 83–93. doi: 10.1016/0377-8401(86)90015-5
- Hesselman, K., Elwinger, K., Nilson, M., Thomke, S. (1981). The effect of β -glucanase supplementation, stage ripeness and storage treatment of barley in diets fed for broiler chickens. *Poultry Science*, 60(12), 2664-2671. doi: 10.3382/ps.0602664
- Hetland, H., Svihus, B., Olaisen, V. 2002. Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestibility and duodenal particle size distribution in broiler chickens. *British Poultry Science*, 43(3), 1466–1799. doi: 10.1080/00071660120103693.
- Honikel, K.O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49(4), 447-457. doi: 10.1016/s0309-1740(98)00034-5
- Huang, K.H., Kemp, C., Fisher, C. (2020). *Effects of nutrition on water intake and litter moisture on broiler chickens*. <https://www.thepoultrysite.com/articles/effects-of-nutrition-on-water-intake-and-litter-moisture-on-broiler-chickens> adresinden erişildi.
- Hussein, E.O.S., Suliman, G.M., Alowaimer, A.N., Ahmed, S.H, El-Hack, M.E.A, Taha, A.E., Swelum, A.A. (2020). Growth, carcass characteristics, and meat quality of broilers fed a low energy diet supplemented with a multienzyme preparation. *Poultry Science*, 99 (4), 1988–1994. doi: 10.1016/j.psj.2019.09.007
- Hyghebert, G. and De Groote G. (1995, October 15-19). *The effect of specific enzymes on the ME value and nutrient utilization of target feedstuff in broiler and layer diets*. WPSA Proceedings, 10th European Symposium on Poultry Nutrition, Antalya Turkey.
- Iji, P.A. (1999). The impact of cereal non-starch polysaccharides on intestinal development and function in broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*, 55(4), 375–387. doi: 10.1079/WPS19990026
- Izydorczyk, M.S. ve Dexter, J.E. (2008). Barley β -glucans and arabinoxylans: Molecular structure, physicochemical properties, and uses in food products - A Review. *Food Research International*, 41(9), 850-868. doi: 10.1016/j.foodres.2008.04.001

- Jacob, J.P. and Pescatore, A.J. (2012). Using barley in poultry diets – A review. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(4), 915-940. doi: 10.3382/japr.2012-00557
- Jacob, J.P. and Pescatore, A.J. (2014). Barley β -glucan in poultry diets. *Annals of Translational Medicine*, 2(2), 20-27. doi: 10.3978/j.issn.2305-5839.2014.01.02.
- Jankowski, J. and Zdunczyk, Z. (2014). The effect of dietary sodium chloride concentrations on blood electrolyte concentrations, the incidence of foot pad dermatitis and bone mineralization in broiler chickens and turkeys. *Journal of Elementology* 19(1), 265–275. doi: 10.5601/jelem.2014.19.1.414
- Janocha, A., Milczarek, A., Pietrusiak, D., Łaski, K. (2020). The effect of rations containing hulled or hull-less barley on the slaughter parameters and the quality of broiler chicken meat. *Journal of Central European Agriculture*, 21(3), 508-516. doi: /10.5513/JCEA01/21.3.2699
- Jensen, L.S., Fry, R.E., Allred, J.B., McGinnis, J. (1957). Improvement in the nutritional value of barley for chicks by enzyme supplementation. *Poultry Science*, 36(4), 919-921. doi: 10.3382/ps.0360919
- Jeroch, H. and Danicke, S. (1995). Barley in poultry feeding: A Review. *World's Poultry Science Journal*, 51(3), 271-291. doi: 10.1079/WPS19950019
- Jozefiak, D., Rutkowski, A., Jensen, B.B., Engberg, R.M. (2006). The effect of beta-glucanase supplementation of barley- and oat-based diets on growth performance and fermentation in broiler chicken gastrointestinal tract. *British Poultry Science*, 47(1), 57–64. doi: 10.1080/00071660500475145
- Karasek, F., Stastnik, O., Stenclova, H., Mrkvicova, E., Pavlata, L., Vaculova, K., Dolezal, P., Zeman, L. (2015, 15 May). *The use of hull-less Barley in the diet of broiler chicken*. [Conference paper]. Nutrinet Conference, Czech Republic.
- Kardeş, S. (1996). *Arpa ve buğday ağırlıklı rasyonlara katılan (Beta) B-glukanaz ve arabinoksilanaz enzimlerinin etlik piliçlerin performansları ile bazı kan parametrelerine etkileri*. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa
- Karma Yem Sanayi Raporu [KYSR]. (2019). *Türkiye Yem Sanayicileri Birliği Karma Yem Sanayi Raporu*
<http://www.yem.org.tr/DosyaMerkezi/karma%20yem%20sanayii%20raporu%202019.pdf>
adresinden erişildi.

- Keskin, B. ve Demirbaş, N. (2012). Türkiye’de kanatlı eti sektöründe ortaya çıkan gelişmeler: sorunlar ve öneriler. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(1), 117-130.
- Kırkpınar, F. ve Açıkgöz, Z. (2003). Kanatlı hayvanlarda nişasta tabiyatında olmayan polisakkaritlerin sindirim sistemi mikroflorası üzerine etkileri. *Hayvansal Üretim*, 44(2), 20-28.
- Kiarie, E. Romero, L.F., Nyachoti, C.M. (2013). The role of added feed enzymes in promoting gut health in swine and poultry. *Nutrition Research Reviews*, 26(1), 71–88. doi:10.1017/S0954422413000048
- Kim, C.H and Kang, H.K. (2016). Effects of fermented barley or wheat as feed supplement on growth performance, gut health and meat quality of broilers. *European Poultry Science*, 80, 162. doi: 10.1399/eps.2016.162
- Knudsen, K. E. B. (2014). Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler diets. *Poultry Science*, 93(9), 2380-2393. doi: 10.3382/ps.2014-03902
- Kuter, E. (2018). *Etlık piliçlerde göğüs etinde beyaz çizgi oluşumunun önlenmesinde rasyonlara DL-metiyonin ve L-karnitin katkısının etkinliğinin incelenmesi*. Doktora Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Kölln, M, Weiß, H, Hankel, J., Kamphues, J. (2017). Effects of a carbohydrase complex added in different inclusion rates in feeds for broilers on growth performance, digesta viscosity and foot pad health. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 1, 105-109. doi: 10.1111/jpn.12701
- Langhout, D.J. (1999, August 15-19). *The role of the intestinal flora as affected by NSP in broiler*. Proceedings 12th European Symposium on Poultry Nutrition, Veldhoven, The Netherlands.
- Leeson, S., Caston, L., Kiaei, M.M., Jones, R. (2000). Commercial enzymes and their influence on broilers fed wheat or barley. *The Journal of Applied Poultry Research*, 9(2), 242-251. doi: 10.1093/japr/9.2.242.
- Leeson, S. and Summers, J.D. (2005). *Commercial Poultry Nutrition*. Third Edition, Nottingham University Press, Nottingham.
- Leytem, A.B., Widyarate, G.P., Thacker, P.A. (2008a). Phosphorus utilization and characterization of ileal digesta and excreta from broiler chickens fed diets varying in cereal grain, phosphorus level, and phytase addition. *Poultry Science*, 87(12), 2466–2476. doi: 10.3382/ps.2008-00043.

- Leytem, A.B., Willing, B.P., Thacker, P.A. (2008b). Phytate utilization and phosphorus excretion by broiler chickens fed diets containing cereal grains varying in phytate and phytase content. *Animal Feed Science and Technology*, 146(1-2), 160–168. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.11.006
- Li, Y.C., Ledoux, D. R., Veum, T. L., Raboy, V., Zyla, K., Wikiera, A. (2001a). Bioavailability of phosphorus in low phytic acid barley. *Journal of Applied Poultry Research*, 10(1), 86–91. doi: 10.1093/japr/10.1.86
- Li, Y.C., Veum, T.L., Raboy, V., Zyla, K. (2001b). Low phytic acid barley improves performance, bone mineralization, and phosphorus retention in turkey poult. *Journal of Applied Poultry Research*, 10(2), 178–185. doi: 10.1093/japr/10.2.178
- Lister, S.A. (2009, 23-27 August). *Effects of litter moisture on performance, health and welfare*. 17th European Symposium on Poultry Nutrition, World Poultry Science Association, Edinburgh, Scotland.
- Malathi, V. and Devegowda, G. (2001). *In vitro* evaluation of nonstarch polysaccharide digestibility of feed ingredients by enzymes. *Poultry Science*, 80(3), 302-5. doi: 10.1093/ps/80.3.302.
- Martland, M.F. (1984). Wet litter as a cause of plantar pododermatitis, leading to foot ulceration and lameness in fattening turkeys. *Avian Pathology*, 13(2), 241-252. doi: 10.1080/03079458408418528
- Mayne, R.K., Else, R.W., Hocking, P.M. (2007). High litter moisture alone is sufficient to cause footpad dermatitis in growing turkeys. *British Poultry Science*, 48(5), 538–545. doi: 10.1080/00071660701573045
- Meluzzi A., Fabbri C., Folegatti E., Sirri, F. (2008). Survey of chicken rearing conditions in Italy: effects of litter quality and stocking density on productivity, foot dermatitis, carcass injuries and meat quality. *British Poultry Science*, 49(3), 257–264. doi: 10.1080/00071660802094156
- Mert, S. (2007). *Tüm dane arpa içeren etliç piliç yemlerine enzim ilavesinin performans, besin maddelerinden yararlanma ve sindirim sistemi üzerine etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Mir, N.A., Rafiq, A., Kumar, F., Singh, V., Shukla, V. (2017). Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 54(10),1-13. doi: 10.1007/s13197-017-2789-z

- Moftakharzadeh, S.A., Moravej, H., Shivazad, M. (2018). Influence of nutrient matrix values application for exogenous enzymes and feeding wheat/barley on performance, gastrointestinal characteristics, viscosity of jejunal digesta, litter moisture and water consumption of broilers. *Livestock Research for Rural Development*, 30(2), 21-30. doi: 10.4025/actascianimsci.v39i1.33070
- Mohammed, A.H. (1995). Barley varieties, enzyme supplementation, and broiler performance. *Journal of Applied Poultry Research*, 4(3), 230-234. doi: 10.1093/japr/4.3.230
- Moharrery, A. (2006). Comparison of performance and digestibility characteristics of broilers fed diets containing treated hulled barley or hullless barley. *Czech Journal of Animal Science*, 51(3), 122–131. doi: 10.17221/3919-CJAS
- Montagne, L., Pluske, J.R., Hampson, D.J. (2003). A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*, 108(1-4), 95–117. doi: 10.1016/S0377-8401(03)00163-9
- Morgan, N., Bhuiyan, M. M., Nguyen, T. N. A., Middlebrook, T., Hopcroft, R. Dietary soluble non-starch polysaccharide level and composition influences grower and finisher phase performance, excreta moisture content and total tract nutrient digestibility in broilers. *British Poultry Science*, 62(5), 759-770. doi: 10.1080/00071668.2021.1919995
- Mottet, A. and Tempio, g. (2017). Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *World's Poultry Science Journal*, 73(2), 245-256. doi:10.1017/S0043933917000071
- Murphy, R. Y. and Marks, B. P. (2000). Effect of meat temperature on proteins, texture, and cook loss for ground chicken breast patties. *Poultry Science*, 79(1), 99-104. doi: 10.1093/ps/79.1.99
- Murphy, R. Y., Jhonson, E.R., Duncan, L.K., Clausen, E.C., Davis, M.D., March, J.A. (2001). Heat transfer properties, moisture loss, product yield and soluble proteins in chicken breast patties during air convection cooking. *Poultry Science*, 80(4), 508-514. doi: 10.1093/ps/80.4.508
- Nagaraj, M., Hess, J.B., Bilgili, S.F. (2007). Evaluation of a feed-grade enzyme in broiler diets to reduce pododermatitis. *The Journal of Applied Poultry Research*, 16(1), 52–61. doi: 10.1093/japr/16.1.52

- Nahas., J. and Lefrançois, M.R. (2001). Effects of feeding locally grown whole barley with or without enzyme addition and whole wheat on broiler performance and carcass traits. *Poultry Science*, 80(2), 195-202. doi: 10.1093/ps/80.2.195
- Narrood, C., Marites Tiongco, M., Costales, A. (2008, 5–7 November). *Global poultry sector trends and external drivers for structural change*. Proceedings of the International Conference Poultry in the Twentyfirst Century: Avian Influenza and Beyond, Held Bangkok, Thailand.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. [OECD]. (2018). *Meat Consumption*. <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm> adresinden erişildi.
- Ouhida, I., Perez, J.F., Gasa, J., Puchal, F. (2000). Enzymes (β -glucanase and arabinoxylanase) and/or sepiolite supplementation and the nutritive value of maize-barley-wheat based diets for broiler chickens. *British Poultry Science*, 41(5), 617–624. doi: 10.1080/0007166002000916 2
- Offer, G. and Cousins, T. (1992). The mechanism of drip production-formation of 2 compartments of extracellular-space in muscle postmortem. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 58(1), 107-116.
- Özdamar K. (2004). Paket Programlama ile İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Özkaya, H. ve Kahveci, B. (1990). Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 14, s. 1-152, Ankara.
- Park, S.B., Hassan M. R., Choe, H.S., Song, T.H, Park, T.I., Jenon, K., Ryu, S. (2012). Effect of two different types of barley on the performance, meat quality and blood properties of broiler chicken. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(23), 4417-4422. doi: 10.3923/javaa.2012.4417.4422
- Perera, W.N.U., Abdollahi, M.R., Zaefarian, F., Wester, T.J, Ravindran, V. (2020). The interactive influence of barley particle size and enzyme supplementation on growth performance, nutrient utilization, and intestinal morphometry of broiler starters. *Poultry Science*, 99(9), 4466-4478.
- Qiao, M., Fletcher, D.L., Northcutt, J.K., Smith, D.P. (2002) The relationship between raw broiler breast meat color and composition. *Poultry Science*, 81(3), 422- 427. doi: 10.1093/ps/81.3.422
- Ravindran, V. (2014). Nutrition of Meat Animals – Poultry. *Encyclopedia of Meat Sciences*, 2, 462-470. Massey University, New Zealand.

- Ross 308. (2014). "Nutritional Specifications" Aviagen.
<https://www.winmixsoft.com/files/info/Ross-308-Broiler-PO-2014-EN.pdf> adresinden erişildi.
- Rotter, B.A, Marquardt, R.R., Guenter, W., Biliaderis, C., Newman, G.W. (1989). *In vitro* viscosity measurements of barley extracts as predictors of growl response in chicks fed barley-based diets supplemented with a fungal enzyme preparation. *Canadian Journal of Animal Science*, 69, 431-439.
- Saki, A.A. (2005). Effect of wheat and barley viscosity on broiler performance in Hamadan Province. *International Journal of Poultry Science*, 4(1), 7-10. doi: 10.3923/ijps.2005.7.10
- Saki, A.A., Mirzayi, S., Ghazi, S., Moini, M.M., Harsini, R.N., Haghghat, M., Mahdavi, R. (2012). Effect of various level of treated barley on small intestinal content viscosity, litter moisture, uric acid and broiler chickens performance. *Journal of Agricultural Technology*, 8(3), 825-836. doi: 10.3923/javaa.2010.2627.2632.
- Salarmoini, M., Campbell, G.L., Rossnagel, B.G., Raboy, V. (2008). Nutrient retention and growth performance of chicks given low-phytate conventional or hull-less barleys. *British Poultry Science*, 49(3), 321–328. doi: 10.1080/00071660802136890
- Schilling, M.W., Daigle, S.P., Alvarado, C.Z., Marriott, N.G., Wang, H. (2005). Effects of collagen addition on the functionality of PSE-like and normal broiler breast meat in a chunked and formed deli roll. *Journal of Muscle Foods*, 16(1), 46-53. doi: 10.1111/j.1745-4573.2004.08104.x
- Serdaroğlu, M. ve Öztürk, B. (2011). Etlik piliç ve hindilerde solgun kanatlı eti sendromu. *Hayvansal Üretim*, 52(1), 59-66.
- Sevim, Ö., Tatlı, O., Kuter, E., Ahsan, U. Khamseh, E.K., Reman, A. Özdemir, Ö.S., Kaya, M. Şahiner, H.S., Köksal, B.H., Cengiz, Ö. (2021). Effect of humate supplementation to feed and/or litter on performance, intestinal viscosity, litter quality, and occurrence of footpad dermatitis in broilers fed barley-based diets. *Tropical Animal Health and Production*, 53(1), 1-8. doi: 10.1007/s11250-020-02530-0
- Shakouri, M.D, Iji, P., Mikkelsen, L.L, Cowieson, A. (2009). Intestinal function and gut microflora of broiler chickens as influenced by cereal grains and microbial enzyme supplementation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 93(5), 647-658. doi: 10.1111/j.1439-0396.2008.00852.x

- Sharifi, S.D., Shariatmadari, F., Yaghobfar, A. (2012). Effects of inclusion of hull-less barley and enzyme supplementation of broiler diets on growth performance, nutrient digestion and dietary metabolisable energy content. *Journal of Central European Agriculture*, 13(1), 193–207. doi: 10.5513/JCEA01/13.1.1035
- Shepherd, E.M., Fairchild, B.D. (2010). Footpad dermatitis in poultry. *Poultry Science*, 89(10), 2043–2051. doi: 10.3382/ps.2010-00770
- Shirzadi, H., Moravej, H., Shivazad, M. (2009). Comparison of the effects of different kinds of NSP enzymes on the performance water intake, litter moisture and jejunal digesta viscosity of broilers fed barley-based diet. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7 (3-4), 615-619. doi: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i1.33070>
- Shirzadi, H., Moravej, H., Shivazad, M. (2010). Influence of non starch polysaccharide-degrading enzymes on the meat yield and viscosity of jejunal digesta in broilers fed wheat/barley-based diet. *African Journal of Biotechnology*, 9(10), 1517-1522. doi: 10.5897/AJB09.1483
- Smits, C.H.M., Annison, G. (1996). Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition – towards a physiologically valid approach to their determination. *World Poultry Science*, 52(2), 203–221. doi: 10.1079/WPS19960016
- Soller, M., and Eitan, Y. (1984). Why does selection for live weight gain increase fat deposition? A model. *World's Poultry Science Journal*, 40(1), 5–10. doi: 1079/WPS19840001
- Sözcü, A. ve Koyuncu, M. (2015). Etlik piliç yetiştiriciliğinde çevresel koşulların ve beslemenin karkas kalitesi üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1), 115-122.
- Sun, H.Y., Ingale, S.L., Rathi, P., Kim, I.H. (2019). Influence of β -glucanase supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood parameters, and meat quality in broilers fed wheat–barley–soybean diet. *Canadian Journal of Animal Science*, 99(2), 384–391. doi: 10.1139/cjas-2018-0088
- Svihus, B., Herstad, O., Newman, C.W., Newman, R.K. (1997). Comparison of performance and intestinal characteristics of broiler chickens fed on diets containing whole, rolled or ground barley. *British Poultry Science*, 38(5), 524-529. doi: 10.1080/00071669708418032
- Swiatkiewicz, S., Arczewska-Wlosek A., Jozefiak D. (2017). The nutrition of poultry as a factor affecting litter quality and foot pad dermatitis – an updated review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101(5), 1-7. doi: 10.1111/jpn.12630

Şekeroğlu, A., Eleroğlu, H., Sarıca, M., Camcı, Ö. (2013). Yerde üretimde kullanılan altlık materyalleri ve altlık yönetimi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 10, 25-34.

Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü [TAGEM]. (2018). *Kanatlı Hayvancılık ve Sektör Politika Belgesi 2018-2022*.

<https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Kanatli%20Hayvancilik%20Sektör%20Politika%20Belgesi%202018-2022.pdf> adresinden erişildi.

Taşçı, R. ve Bayramoğlu, Z. (2017). Arpa çeşitlerinin üretim, pazarlama ve işleme açısından önemi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(8), 923-934. doi: 10.24925/turjaf.v5i8.923-934.1245

Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü [TEPGE]. (2016). *Ürün Raporu Arpa 2016/2017*.

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Raporlar%202017-2017%20Arpa%20Raporu%202017-289.pdf> adresinden erişildi.

Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü [TEPGE]. (2018). *Mısır Durum/Tahmin Raporu 2018/2019*.

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Durum-Tahmin%20Raporlar%202018-2018%20Mısır%20Durum-Tahmin%20Raporu%202018-308.pdf> adresinden erişildi.

Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü [TEPGE]. (2020a). *Mısır 2020*.

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Mısır%20Durum-Tahmin%20Raporu%202020-01.pdf> adresinden erişildi.

Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. [TEPGE]. (2020b). *Durum ve Tahmin Mısır 2020*.

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Durum-Tahmin%20Raporlar%202020-0327%20TEPGE.pdf> adresinden erişildi.

Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü [TEPGE]. (2021a). *Tarım Ürünleri Piyasaları Tavuk Eti*.

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Tavuk%20Eti,%20Ocak-2021,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1%20Raporlar%C4%B1%20-.pdf> adresinden erişildi.

Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü [TEPGE]. (2021b). *Tarım Ürünleri Piyasaları Mısır (Ocak 2021)*.

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/M%C4%B1s%C4%B1r,Ocak-2021,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu.pdf> adresinden erişildi.

Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü [TEPGE]. (2021c). *Tarım Ürünleri Piyasaları Arpa*.

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Arpa,%20Ocak-2021,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu.pdf> adresinden erişildi.

Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü [TEPGE]. (2021d). *Durum Tahmin, Kümes Hayvancılığı 2021*. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Durum-Tahmin%20Raporlar%C4%B1/2021%20Durum-Tahmin%20Raporlar%C4%B1/K%C3%BCmes%20Hayvanc%C4%B1%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20Durum%20Tahmin%20Raporu%202021-332%20TEPGE.pdf> adresinden erişildi.

Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü [TEPGE]. (2021e). *Tarım Ürünleri Piyasaları Soya*.

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Soya,%20Ocak->

2021,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu--.pdf
adresinden erişildi.

Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü [TMO]. (2018). *Hububat Sektör Raporu, 2018*.

<https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hububatsektorraporu2018.pdf> adresinden erişildi.

Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü [TMO]. (2019). *2019 Yılı Hububat Sektör Raporu*.

<https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/hububat2019.pdf> adresinden erişildi.

Tripathi, A.D., Mishra R., Maurya, K.K, Singh, R.B., Wilson, D.W. (2019). Estimates for world population and global food availability for global health. Ram B. Singh, Ronald Ross Watson, Toru Takahashi (Eds.), *The Role of Functional Food Security In Global Health* içinde (ss. 3-24). Academic Press.

Tuncer, Ş.D. (2016). Tane yemler. *Yemler Yem Hijyeni ve Teknolojisi* içinde (s. 119-120). Ankara

Uçar, A. ve Türkoğlu, M. (2018). Kaliteli ve dengeli beslenme açısından kanatlı üretimin etkinliği. *Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology*, 6(1), 69-72. doi: 10.24925/turjaf.v6i1.69-72.1739

Ulusal Hububat Konseyi [UHK]. (2020). *2019-2020 Üretim yılı (1 Ekim 2019-30 Nisan 2020) buğday-arpa- çavdar-yulaf üretim tahmini raporu*. http://www.uhk.org.tr/tr/wp-content/uploads/2020/06/uhk_nisan2020_bolgesel.pdf adresinden erişildi.

Ürün Masaları Mısır Bülteni [ÜMMB]. (2020). *Dünyada mısır*. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/B%C3%BCltenler/ARALIK%202020%20TEKRAR/M%C4%B1s%C4%B1r%20Aral%C4%B1k%20B%C3%BClteni.pdf> adresinden erişildi.

van der Hoeven – Hangoor, E. (2014). *Broiler excreta composition and its effect on wet litter aspects of nutrition*. Thesis of doctora degree, Wageningen University, Netherland.

Vohra, P., Bersch, S., Qualset, C. Becker, R. (1991). Triticale: An alternative cereal grain in broiler starter diets. *California Agriculture*, 45(5), 34-37.

Vranjes, M.V. and Wenk, C. (1995). The influence of extruded vs. untreated barley in the feed, with and without dietary enzyme supplement on broiler performance. *Animal Feed Science and Technology*, 54(1-4), 21-32. doi: 10.1016/0377-8401(95)00779-M

Vural, H. ve Fidan, H. (2007). Türkiyede hayvansal üretim ve hayvancılık işletmelerinin özellikleri. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 13(2), 49-59.

- Wang, L., Newman, R.K., Newman, C.W., Hofer, P.J. (1992). Barley β -glucans alter intestinal viscosity and reduce plasma cholesterol concentrations in chicks. *The Journal of Nutrition*, 122(11), 2292–2297. doi: 10.1093/jn/122.11.2292
- Ward, N.E. (2020). *Intestinal viscosity, broiler performance*. http://animalnutrition.dupont.com/fileadmin/user_upload/live/animal_nutrition/documents/open/895_digest96.pdf adresinden erişildi.
- Wettstein, D.V., Warner, J., Kannangara, C.G. (2003). Supplements of transgenic malt or grain containing (1,3-1,4)- β -glucanase increase the nutritive value of barley-based broiler diets to that of maize. *British Poultry Science*, 44(3), 438-49. doi: 10.1080/0007166031000085526
- Weurding, R.E., Veldman, A., Veen, W.A.G., van der Aar, P.J., Verstegen, M.W.A. (2001). Starch digestion rate in the small intestine of broiler chickens. *The Journal of Nutrition*, 131(9), 2336-2342. doi: 10.1093/jn/131.9.2336
- White, W.B., Bird, H.R., Sunder, M.L., Prentice, N., Burger, W.C., Marlett, J.A. (1981). The viscosity interaction of barley β -glucan with *Trichoderma viridea* cellulase in the chick intestine. *Poultry Science*, 60(5), 1043–1048. doi: 10.3382/ps.0601043
- Williams, P.E.V., Geraert P.A., Uzu G., Annison G. (1997). Factors affecting non-starch polysaccharide digestibility in poultry. P. Morand-Fehr (Ed.). *Feed Manufacturing in Southern Europe: New Challenges* (pp. 125- 134). Zaragoza: Cahiers Options Méditerranéennes.
- Wood, J.D. (2017). Chapter 20 - Meat Composition and Nutritional Value. *Lawrie's Meat Science Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition* içinde (pp. 635-659). University of Bristol, Bristol, United Kingdom.
- Wright, P.A. (1995). Nitrogen excretion: three end products, many physiological roles (Review). *Journal of Experimental Biology*, 198(2), 273-281. doi: 10.1242/jeb.198.2.273
- Yalçın, E., Çelik, S., Akar, T., Sayım, İ., Köksel, H. (2006, 7-8 Eylül). Kavuzsuz arpanın önemi, β -glukan ve besinsel lif içeriği. *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi*, Gaziantep.
- Yamauchi, K., Kamisoyama, H., Isshiki, Y. (1996) Effects of fasting and refeeding on structures of the intestinal villi and epithelial cells in White Leghorn hens. *British Poultry Science*, 37(5), 909-921. DOI: 10.1080/00071669608417922
- Yaprak, Ç. ve Kırkpınar F. (2003). Arpa temeline dayalı etlik piliç karma yemlerine ilave edilen enzim ve antibiyotiklerin etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(2), 57-64.

- Yaşar, S., Gök M.S., Gürbüz, Y. (2016). Performance of broilers fed raw or fermented and redried wheat, barley, and oat grains. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 40(3), 313-322. doi:10.3906/vet-1505-44
- Yu, B., Hsu, J.C., Chioua, P.W.S. (1998). Effects of β -glucanase supplementation of barley diets on growth performance of broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 70(4), 353-361. doi: 10.1016/S0377-8401(97)00078-3
- Yu, B., Sun, Y.M., Chiou, P.W.S. (2002). Effects of glucanase inclusion in a de-hulled barley diet on the growth performance and nutrient digestion of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 102(1-4), 35–52. doi: 10.1016/S0377-8401(02)00218-3
- Zakaria, H.A.H, Jalal, M.A.R., Ishmais, M.A.A. (2010). The influence of supplemental multi-enzyme feed additive on the performance, carcass characteristics and meat quality traits of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 9(2), 126-133. 2010. doi: 10.3923/ijps.2010.126.133
- Zhang, Z., Marquardt, R. R., Guenter, W., Crow, G.H. (2001). Development of a multipurpose feed enzyme analyzer to estimate and evaluate the profitability of using feed enzyme preparations for poultry. *Poultry Science*, 80(11), 1562–1571. doi: 10.1093/ps/80.11.1562