

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BROYLER PİLİÇ YEMLERİNE KSİLANAZ ENZİMİ KATILMASININ  
PERFORMANS VE KARKAS ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Batuhan İKİZ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

ANKARA  
2024

Her hakkı saklıdır

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### BROYLER PİLİÇ YEMLERİNE KSİLANAZ ENZİMİ KATILMASININ PERFORMANS VE KARKAS ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Doç Dr. Engin YENİCE

Bu çalışmada mısır-soya esaslı broyler yemlerine üretici matriks tavsiyelerine göre ksılanaz enzimi ilavesinin büyüme, yemden yararlanma ve karkas özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Deneme 6 hafta sürdürülmüş ve toplam 5700 adet günlük yaşta Ross 308 karışık cinsiyette civciv kullanılmıştır. Deneme, kontrol yemi (PK) ve PK dan ksılanaz enzimi için önerilen besin maddeleri matriks değerinin düşülmesi ile oluşturulan negatif kontrol yemi (NK) ve NK ya ksılanaz enzimi ilavesi ile elde edilen yem (NKK) olmak üzere toplam 3 gruptan oluşturulmuştur. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre planlanmış ve her bir grup her birinde 190 adet civciv bulunan 10 alt gruptan oluşmuştur. Araştırmada her bir gramında 30.000 EPU aktivite içeren *Trichoderma longibrachiatum* orijinli, endo 1-4- $\beta$ -ksılanaz esaslı ticari enzim preparatı kullanılmıştır. Ksılanaz bir kg yeme 1.500 EPU aktivite sağlayacak şekilde (50 g/ton broyler yemi) 1 kg katılımlı premiks halinde deneme yemine katılmıştır. Tüm deneme döneminde PK grubunun NK ve NKK gruplarına göre önemli düzeyde daha yüksek canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışına sahip olduğu ve yemi daha iyi değerlendirdiği tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Yem tüketimi bakımından gruplar arasında önemli farklılıklar görülmemiştir ( $P>0.05$ ). NC grubuna ksılanaz ilavesi performans değerlerini iyileştirmemiştir. Gruplar arasında ölüm oranı, karkas randımanı, göğüs ve but etleri verimi, abdominal yağ ve karaciğer ağırlık oranları bakımından önemli farklılıklar saptanmamıştır ( $P>0.05$ ). Sonuç olarak, önerilen doz ve matriks değerlerinde kullanılan ticari ksılanaz enziminin broiler performansını iyileştirmede yetersiz kaldığı görülmektedir.

**Şubat 2024, 38 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Broyler piliç, ksılanaz, performans, karkas özellikleri

## ABSTRACT

Master's Thesis

### EFFECTS OF XYLANASE ENZYME SUPPLEMENTATION OF BROILER DIETS ON GROWTH PERFORMANCE AND CARCASS TRAITS OF BROILER CHICKENS

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Animal Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Engin YENİCE

This study investigated the effects of xylanase enzyme supplementation to maize-soy-based broiler diets according to producer matrix recommendations on growth, feed utilization, and carcass characteristics. The experiment continued for 6 weeks and a total of 5700 day-old Ross 308 mixed-sex chicks were used. The experiment consisted of three groups: a control diet (PK), a negative control diet (NK) composed by subtracting the matrix value for xylanase from PK and a diet (NKK) obtained by xylanase supplementation to the NK. The experiment was planned according to the randomized block trial design and each group consisted of 10 subgroups with 190 chicks each. In the research, a commercial enzyme preparation based on endo 1-4- $\beta$ -xylanase originating from *Trichoderma longibrachiatum* containing 30,000 EPU activity per gram was used. Xylanase was added to the trial feed in the form of 1 kg premix to provide 1,500 EPU activity per kg of feed (50 g/ton broiler feed). It was determined that the PK group had significantly higher live weight and live weight gain and had a better feed conversion than the NK and NKT groups for the overall period ( $P < 0.05$ ). No significant differences were observed in feed intake among the groups ( $P > 0.05$ ). The addition of xylanase to the NC group didn't improve performance values. There were no significant differences among the groups in terms of mortality rate, carcass yield, breast and thigh meat yield, abdominal fat and liver weight ratios ( $P > 0.05$ ). Consequently, it appears that the commercial xylanase enzyme used at the recommended dosage and matrix values is insufficient to improve broiler performance.

**February 2024, 38 pages**

**Key Words:** Broiler, xylanase, performance, carcass characteristics

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam boyunca her zaman desteğini hissettiğim, beni cesaretlendiren, bilgi ve birikimlerini her zaman güler yüzüyle benimle paylaşıp kendimi geliştirmem için katkı sağlayan ve yol gösteren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Engin YENİCE' ye (Ankara Üniversitesi, Zootekni Anabilim Dalı) en içten şükranlarımı sunarım.

Tüm hayatım boyunca, öğrenmem ve donanımlı hale gelmem için yol gösteren, hayatıma her anlamda ışık tutmuş, bilgilerine, tecrübelerine ve vizyonuna her daim saygı duyacağım hocam Saygıdeğer Prof. Dr. Necmettin CEYLAN'a (Ankara Üniversitesi, Zootekni Anabilim Dalı), tez izleme komitesi ve tez savunma jürisinde bulunarak değerli katkılar sunan Doç. Dr. Şahin ÇADIRCI' ya, hocalarım Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ' ye, Doç. Dr. Neşe Nuray TOPRAK' a, Araş. Gör. Dr. İsmail YAVAŞ' a, Araş. Gör. Dr. Ali Anıl ÇENESİZ' e, motivasyonları ve hayata bakış açıları ile her zaman bana kendimi iyi hissettiren ve her zaman destekleyen canım arkadaşlarıma ve hayatım boyunca her zaman yanımda olan canım ailem İbrahim İKİZ' e, Selvinaz İKİZ' e, Merve Gizem GÖKKUŞ' a ve Abdullah İnanç GÖKKUŞ' a en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Batuhan İKİZ  
Ankara, Şubat 2024

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| TEZ ONAY SAYFASI                                                                   |     |
| ETİK.....                                                                          | i   |
| ÖZET.....                                                                          | ii  |
| ABSTRACT.....                                                                      | iii |
| TEŞEKKÜR.....                                                                      | iv  |
| KISALTMALAR DİZİNİ.....                                                            | vi  |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....                                                             | vii |
| 1. GİRİŞ.....                                                                      | 1   |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ.....                                                            | 4   |
| 2.1 Nişasta Tabiatında Olmayan Bileşikler.....                                     | 4   |
| 2.2 Enzimler.....                                                                  | 6   |
| 2.2.1 Ksilanaz enzimi.....                                                         | 8   |
| 2.3 Etlik Piliçlerde Ksilanaz Enziminin Etkinliği Üzerine Yapılmış Çalışmalar..... | 9   |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....                                                         | 17  |
| 3.1 Materyal.....                                                                  | 17  |
| 3.1.1 Hayvan materyali.....                                                        | 17  |
| 3.1.2 Deneme dizaynı ve yem materyali.....                                         | 17  |
| 3.2 Yöntem.....                                                                    | 18  |
| 3.2.1 Deneme yemleri ve hazırlanışı, deneme yemlerinde besin madde analizleri..... | 19  |
| 3.2.2 Ölçümler ve analizler.....                                                   | 22  |
| 3.2.2.1 Performans ölçümleri.....                                                  | 22  |
| 3.2.2.2 Karkas kalitesi.....                                                       | 22  |
| 3.2.2.3 İstatistiksel analizler.....                                               | 23  |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....                                                        | 24  |
| 4.1 Performans.....                                                                | 24  |
| 4.1.1 Canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı.....                                   | 24  |
| 4.1.2 Yem tüketimi ve yemden yararlanma.....                                       | 26  |
| 4.2 Ölüm Oranı.....                                                                | 28  |
| 4.3 Karkas Kalitesi.....                                                           | 29  |
| 5. TARTIŞMA.....                                                                   | 31  |
| 6. SONUÇ.....                                                                      | 35  |
| KAYNAKLAR.....                                                                     | 33  |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                                      | 38  |

## KISALTMALAR DİZİNİ

|        |                                                  |
|--------|--------------------------------------------------|
| AX     | Arabinoksilan                                    |
| AXOS   | Arabinoksilo-oligosakkarit                       |
| Ca     | Kalsiyum                                         |
| CA     | Canlı ağırlık                                    |
| CAA    | Canlı ağırlık artışı                             |
| EPEF   | Avrupa performans verimlilik faktörü             |
| FCR    | Feed conversion ratio                            |
| g      | Gram                                             |
| KD     | Kript derinliği                                  |
| kg     | Kilogram                                         |
| NOP    | Niştasta olmayan polisakkarit                    |
| ME     | Metabolik enerji                                 |
| PK     | Pozitif kontrol                                  |
| RPS-WB | Azaltılmış parçacık boyutuna sahip buğday kepeği |
| Sind.  | Sindirilebilir                                   |
| VY     | Villus yüksekliği                                |
| YDS    | Yem değerlendirme sayısı                         |
| YT     | Yem tüketimi                                     |
| Xyl    | Ksilanaz                                         |
| XOS    | Ksilo-oligosakkarit                              |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|             |                                                                                                                                    |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 2.1 | Bazı buğdaygil ve baklagil dane yemlerinin nişasta tabiyatında olmayan polisakkarit (NOP) içerikleri.....                          | 5  |
| Çizelge 2.2 | Ticari yem enzimleri, hedef substratları ve hammaddeleri.....                                                                      | 7  |
| Çizelge 3.1 | Araştırma grupları ve dönemlere göre metabolik enerji düzeyleri.....                                                               | 17 |
| Çizelge 3.2 | Araştırmada kullanılan yem hammaddelerinin besin maddeleri içeriği.....                                                            | 19 |
| Çizelge 3.3 | Deneme yemlerinin yem hammaddeleri bileşenleri ve besin maddeleri kompozisyonu.....                                                | 20 |
| Çizelge 4.1 | Broyler piliç yemlerine ksilanaz enzimi katılmasının canlı ağırlığa etkileri.....                                                  | 23 |
| Çizelge 4.2 | Broyler piliç yemlerine ksilanaz enzimi katılmasının canlı ağırlık artışına etkisi....                                             | 24 |
| Çizelge 4.3 | Broyler piliç yemlerine ksilanaz enzimi katılmasının yem tüketimine etkisi.....                                                    | 25 |
| Çizelge 4.4 | Broyler piliç yemlerine ksilanaz enzimi katılmasının yemden yararlanma oranı üzerine etkileri.....                                 | 25 |
| Çizelge 4.5 | Broyler piliç yemlerine ksilanaz enzimi katılmasının ölüm oranlarına etkisi.....                                                   | 26 |
| Çizelge 4.6 | Broyler piliç yemlerine ksilanaz enzimi katılmasının karkas özelliklerine etkileri.....                                            | 26 |
| Çizelge 4.7 | Broyler piliç yemlerine ksilanaz enzimi katılmasının abdominal yağ ve karaciğer oranları ile karaciğer görünüm skoruna etkisi..... | 27 |

## 1. GİRİŞ

Kanatlı hayvan endüstrisi küresel tarım sektörünün en önemli ögelerinden biridir. Bu sektör 1980'li yıllarda teknolojinin benimsenmesinin artması sonucunda önemli ölçüde gelişmiştir. Kanatlı endüstrisindeki hızlı büyüme, üretim için çok büyük miktarda yem gerektirmektedir. Kanatlı karma yem endüstrisi yıllık olarak küresel toplam yem üretiminin yaklaşık % 47'sini oluşturmaktadır. Yem fiyatlarındaki küresel artış, gelişmekte olan ülkelere gelen yüksek talep ve biyoyakıt üretimiyle ilgili rekabetle bağlantılıdır. Entansif kanatlı üretim sistemlerinde yem maliyetinin % 70'e kadar çıktığı ve yemin enerji içeriğinin maliyetinin toplam besleme maliyetinin yaklaşık % 65-70'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir (Oyeagu vd. 2019, Alqhtani vd. 2022).

Mısır ve soya fasulyesi dünya çapında kanatlı beslenmesinde en yaygın kullanılan yem hammaddeleridir. Mısır, yoğun şekilde kanatlı yemlerinde tahıl tanesi olarak kullanılırken, soya fasulyesi küspesi yüksek protein ve amino asit içeriği ile hayvan yemlerinde baskın protein kaynağıdır. Standart bir mısır-soya küspesi esaslı rasyonun sindirilebilirliği, broyler piliçler için yaklaşık % 80 ile sınırlıdır; bu, ağırlıklı olarak mısır ve soyada bulunan çözünmeyen nişasta olmayan polisakkaritlerin (NOP) varlığından kaynaklanmaktadır (Ward 2021, Alqhtani vd. 2022). Mısır ve soya küspesindeki NOP seviyeleri sırasıyla % 6,8 ile % 9,4 ve % 17 ile % 30 arasında değişmektedir (Knudsen 2014).

Broyler piliçlerde tam bir büyüme potansiyeline erişmek ve bağırsak sağlığını korumak, tüketilecekleri yemlerin içeriğine ve bu içerikte anti besinsel ögelerin varlığı ve oranına bağlıdır. Broyler piliçlerin beslenmesinde yaygın olarak kullanılan yem hammaddelerinin yapısında bulunan en yaygın anti besinsel bileşikler nişasta olmayan polisakkaritlerdir (NOP). NOP'lar kimyasal yapı ve özelliklerine göre önemli farklılıklar göstermekte ve olumsuz etkilerinin seviyesi yapısal özelliklerine göre değişiklik göstermektedir.

Kanatlılar NOP'ları sindirim sistemlerinde parçalayabilecek enzimlere sahip olmamaları nedeni ile yemlerinde fazla miktarda buğday veya arpa kullanıldığında  $\beta$ -glukan ve arabinoksilan mısır esaslı yemler kullanıldığında ise arabinoksilanlar nedeniyle (Choct 2015) besin maddesi sindirilebilirliği azalmakta, su tüketimi artmakta ve viskozite kökenli yapışkan dışkı sonucu ıslak altlık sorunu ortaya çıkmaktadır (Classen 1996). Bu bileşiklerin yemdeki varlığı ve karakterine göre barsak mikroflorasının da patojen mikroorganizmaların gelişimi artmakta ve enterik hastalıklar şekillenebilmektedir. NOP'ların bu yöndeki olumsuz etkilerini broyler piliçlerde büyüme ve gelişmenin gerilemesi, yemden yararlanmanın kötüleşmesi, ölüm oranlarının artması gibi önemli kayıplara yol açabilmektedir.  $\beta$ -glukanaz ve ksilanaz gibi enzimlerin kanatlı yemlerinde kullanımı pratikte yaygınlaşır bir uygulama haline gelmiştir. Mısır ve buğday içeren rasyonlara ksilanaz enzimi ilave edildiğinde NOP'lar için yukarıda ifade edilen olumsuzluklar elimine edilebildiği gibi, bu olumsuzlukların ortadan kalkması (Kiarie vd. 2013) ve yem sindirilebilirliğinin iyileşmesi (Abdollahi vd. 2016) ile yem ve üretim maliyetleri açısından önemli katkı sunulabilir noktaya gelmiştir.

Enzimlerin yem sindirilebilirliği ve performansta sağladığı bu gelişme enzimlerin etkin kullanımı ve doğru uygulanması ile mümkün olabilmektedir. Enzimlerin besin maddesi sindirilebilirliği ve performansta sağladığı gelişmenin karşılığı olarak hayvana yarayışlı hale geçen besin maddelerinin seviyesi ve miktarı o enzimin matriksi olarak kabul edilmektedir. Enzim matriksleri için üreticiler farklı değerleri önermektedirler. Bu matriks değerlerinin geçerliliği ilgili üreticiler tarafından araştırılıyor olmakla birlikte genelde ticari olan bu matrikslerin yem yapısı ve hayvanın yaş ve verim yönüne göre en gerçekçi uygulanması enzimin etkinliği ve piliç üretimine sağlayacağı ekonomik katkının seviyesi açısından son derece önemlidir.

Mevcut tez çalışması ile ülkemizde de kullanımı olan ksilanaz enzimi preparatının üretici matriks önerileri doğrultusunda mısır-soya küspesi esaslı broyler piliç yemlerine

katılması ile hazırlanacak yemlerin 6 hafta süresince broyler piliçlerde büyüme, gelişme, yemden yararlanma ve karkas özelliklerine üzerine etkileri pozitif ve negatif kontrol yemlerini tüketen piliçlerle karşılaştırılarak araştırılması amaçlanmıştır.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tezin bu bölümünde broyler piliçler üzerinde ksilanaz enziminin etkinliğini değerlendirmek amacıyla güncel literatür bilgileri özetlenmiştir.

### 2.1 Nişasta Tabiatında Olmayan Bileşikler

Bitkisel yem kaynaklarından elde edilen karbonhidratlar yapılarına göre basit şekerler, depo polisakkaritleri ve hücre duvarı polisakkaritleri olarak üç gruba ayrılırlar. Hücre duvarı polisakkaritlerine nişasta yapısında olmayan polisakkaritler (NOP) adı verilmektedir. NOP'lar fiziksel ve kimyasal yapı olarak karmaşık bileşiklerdir. Selüloz, hemiselüloz, pektinler ve oligosakkaritler bu grupta yer almaktadır (Kırkpınar ve Açıkgoz 2003). Tahıl danelerinde NOP'ların büyük bir kısmını arabinoksilanlar,  $\beta$ -glukanlar ve selüloz, baklagil danelerinde ise genellikle pektinler,  $\alpha$ -galaktozidler ve selülozdan oluşmaktadır. Günümüz broyler piliç yemleri toplamda yaklaşık % 10 ila % 12 oranında NOP içermektedir (Morgan vd. 2021). Kanatlıların sindirim sisteminde NOP'lar enzimatik olarak parçalanamamaktadır. Bu sebeple NOP'lar antibesinsel etki göstererek performansı olumsuz etkilemektedir. NOP'lar suda çözünabilen ve çözünemeyen olmak üzere fiziksel özelliklerine göre iki gruba ayrılmaktadır. Suda çözünmeyen NOP'lar endojen enzimlere karşı bağırsak içerisinde fiziksel bir bariyer oluşturmakta ve amilolitik aktivitenin nişasta partiküllerine ulaşmasını engellemektedir. Ayrıca yemlerde yüksek düzeyde bulunan suda çözünemeyen NOP'lar yemin sindirim sisteminde kalma süresini kısaltarak besin maddelerinden yararlanmayı azaltmaktadır (Choct 2002).

Suda çözünabilen NOP'ların yüksek su tutma kapasitesi vardır ve fazla olduğu zaman bağırsak vizkositesinin artmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda enzimlerin substratlara erişebilirliğinin azalması ve besinlerin gastrointestinal duvarından emiliminin azalmasının yanı sıra su tüketiminin ve dolayısıyla dışkıdaki nem içeriğinin

artmasına, yapışkan dışkı ve ayak tabanı lezyonlarının oluşumuna neden olmaktadır (Choct vd. 2010, Morgan vd. 2021).

Suda çözünabilen NOP'lar bakteri kompozisyonunu değiştirerek, ince bağırsakta *E. coli*, *Clostridium spp.* ve *Enterococcus* sayısını artırırken, *Lactobacilluslar*ın sayısı azalmaktadır (Langhout 1999). Suda çözünabilen NOP'ların mikrobiyal fermantasyonu sonucunda propionat, bütirat ve asetat benzeri yağ asitleri meydana gelerek bağırsak mukozasında yer alan hücrelerin hacimce ve sayıca artışını desteklemektedir. Kript hücre yoğunluğundaki artıştan bütiratın sorumlu olduğu düşünülmektedir. Bağırsakların sindirim kapasitesini gösteren önemli bir kriter de villus uzunluğu/kript derinliği oranıdır ve bu orandaki azalma kript hücre yoğunluğunun artması ile ilişkili bulunmuştur (Montagne vd. 2003). Yapılan bir araştırmada, % 3 suda çözünabilir NOP içeren broyler piliç yemleri ile beslenen piliçlerin bağırsak villus uzunluğunun önemli ölçüde azaldığı, goblet hücre sayısının ise arttığı rapor edilmiştir (Langhout 1999). Ayrıca suda çözünabilen NOP'ların varlığı ile mikrobiyal aktivite arttığında ortamdaki safra tuzu azaldığından yağların sindirimi de azalmaktadır çünkü sindirim kanalındaki birçok bakteri safra tuzlarını ayrıştırma özelliğine sahiptir (Langhout 1999). Çizelge 2.1'de bazı buğdaygil ve baklagil dane yemlerinin suda çözünabilen ve çözünmeyen ve toplam NOP içerikleri verilmiştir (Choct 2002).

Çizelge 2.1 Bazı buğdaygil ve baklagil dane yemlerinin nişasta tabiyatında olmayan polisakkarit (NOP) içerikleri (%) (Choct 2002)

|           | Suda çözünabilen | Suda çözünemeyen | Toplam NOP |
|-----------|------------------|------------------|------------|
| Buğday    | 2.4              | 9                | 11.4       |
| Arpa      | 4.5              | 12.2             | 16.7       |
| Çavdar    | 4.6              | 8.6              | 13.2       |
| Tritikale | 1.7              | 14.6             | 16.3       |
| Sorgum    | 0.2              | 4.6              | 4.8        |

Çizelge 2.1 Bazı buğdaygil ve baklagil dane yemlerinin nişasta tabiyatında olmayan polisakkarit (NOP) içerikleri (%) (Choct 2002) (Devam)

|       |      |      |      |
|-------|------|------|------|
| Mısır | 0.1  | 8    | 8.1  |
| Soya  | 2.7  | 16.5 | 19.2 |
| Lüpen | 4.6  | 32   | 36.6 |
| Kolza | 11.3 | 34.8 | 46.1 |

## 2.2 Enzimler

Enzimler protein yapısındadırlar, biyolojik katalizörlerdir ve organizmadaki bütün biyokimyasal çevrimler için mutlaka gereklidirler. Sindirim kanalındaki enzimler besinlerin yapı taşlarının parçalanması ve vücut maddelerinin yapımı ve yıkılmasında görev almaktadırlar. Enzimler biyolojik reaksiyonları katalize ettikten sonra eski yapılarına dönerek, yeniden aktif konuma geçerler ve spesifik etkilerini korurlar. Enzimler, hücre içinde sentezlenmelerine rağmen hücre dışında da etki gösterebilirler. Bu özelliklerinden dolayı endüstride önemli bir kullanım alanına sahiptirler (Wolfson vd. 2008).

Kanatlı hayvan yemlerinde enzimler, besin maddelerinden yararlanım düzeyini arttırmak gayesiyle uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bu alandaki ilk çalışmalar 1950’li yıllarda başlamıştır. Yemlerde besin maddesi yarayışlılığını arttırmak amacıyla kullanılan enzimler, hedef substrat üzerinde bakteri veya mantar gibi mikroorganizmaların fermantasyonu ile çoğaltılmakta ve ticari olarak üretilmektedirler. Enzimler kendilerine özgü özelliklere sahip olup, bu özellikler enzim ve substrat uyumluluğu, spesifik aktivite, sıcaklık hassasiyeti, pH ve stablitedir. Karbohidrazlar, kanatlı yemlerinde kullanımı sıklıkla tercih edilen enzimlerdir. Karbohidrazlar yemlere katıldıklarında sindirim sisteminde hidrasyondan sonra aktif hale gelirler ve etkileriyle polisakkaritler su tutma

kapasitesini kaybederler ve bağırsak içeriğinin viskozitesinde düşme olur (Çiftçi 2001). Başlıca ticari yem enzimleri, enzimlerin hedef substratları ve etkili olduğu yem hammaddeleri Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Ticari yem enzimleri, hedef substratları ve yem hammaddeleri (Ravindran 2013)

| <b>Enzim</b>                                     | <b>Hedef substrat</b>                  | <b>Yem hammaddesi</b>                                       |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Ksilanazlar                                      | Arabinoksilanlar                       | Buğday, çavdar, tritikale, arpa, lifli bitkisel materyaller |
| $\beta$ -Glukanazlar                             | $\beta$ -Glukan                        | Arpa, Yulaf, Çavdar                                         |
| $\alpha$ -Galaktozidazlar                        | Oligosakkaritler                       | Soya küspesi, baklagil daneleri                             |
| Mannanazlar, selülazlar, hemiselülaz pektinazlar | Hücre duvarı matrisi (lif bileşenleri) | Bitki kaynaklı bileşenler, lifli bitki materyalleri         |
| Amilaz                                           | Nişasta                                | Tahıl ve Baklagil daneleri                                  |
| Lipazlar                                         | Lipitler                               | Yem hammaddelerdeki lipitler                                |
| Fitaz                                            | Fitik asit                             | Bitkisel yem hammaddeleri                                   |
| Proteazlar                                       | Proteinler                             | Tüm bitkisel protein kaynakları                             |

### 2.2.1 Ksilanaz enzimi

Ticari kanatlı hayvan çiftliklerinde hem yem maliyetinin düşürülmesi hem de daha kaliteli piliç eti üretilmesi, kanatlı hayvan endüstrisindeki üreticilerin en önemli hedefleridir ve bu durum, mısır-soya rasyonlarında eksojen enzim ürünlerinin kullanımına olan ilginin artmasına neden olmuştur (Cowieson, 2010). Glikozidazlar sınıfında yer alan ksilanaz enzimi, bitki hücre duvarlarında bulunan ksilanın etkili bir şekilde çözülmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Ekzojen ksilanaz enzimi takviyesinin,

NOP'ların polimerik zincirlerini kırmada etkili olduğu ve dolayısıyla yem maddelerinin besin değerini arttırdığı belgelenmiştir (Giraldo vd. 2008). Ksilanaz, buğday bazlı diyetlerde nişasta olmayan polisakkarit (NOP) etkilerini iyileştirmek için yaygın olarak kullanılır, ancak aynı zamanda broyler piliçlerde mısır bazlı diyetlerde de giderek daha fazla kullanılmaktadır (Singh vd. 2021).

Kanatlı hayvanların beslenmesinde yaygın olarak kullanılan tahılların yapısındaki NOP'ların varyetelere göre büyük değişkenlik göstermesi enzimlere karşı farklı cevaplar oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum enzimlerle yapılan hayvan besleme çalışmalarında önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmakta ve elde edilen tutarsız sonuçların başlıca nedenini oluşturmaktadır. Toprağın yapısı, toprak amanejmanı, gübreleme, kültürel uygulamalar, sulama, zirai mücadele gibi agronomi uygulamaları ile kuraklık, nem, yağış, rüzgar ve don gibi çevresel faktörler tahılların NOP içerikleri üzerinde belirleyici olan başlıca faktörlerdir (Knudsen 2014, Choct 2015, Choct vd. 2010). Tahılların NOP içerikleri yanında kanatlının genetik yapısı, yaşı, yetiştirme koşulları, kullanılan yemin enerji yoğunluğu ve aminoasit sindirilebilirliği de ksilanaz enziminin başarısını doğrudan etkilemektedir (Bedford, 2000). Bahsedilen faktörlere bağlı olarak ksilanaz, glukanaaz ve sellaza gibi karbonhidraz enzimlerin broyler piliçlerin performans ve diğer metabolik özellikleri üzerine verdiği cevaplar genellikle olumlu yönde, fakat değişkendir (Classen 1996, Cowieson vd. 2010).

Amerah vd. (2017) mısır ve soya bazlı rasyonlarla beslenen piliçlerde eksojen ksilanaz, amilaz ve proteaz ilavelerinin büyüme performansı ve AMEn tutulması üzerinde olumlu sinerjik etkiler gösterdiğini belirtmişlerdir. Stefanello vd. (2015) mısır-soya esaslı ve  $\alpha$ -amilaz ile  $\beta$ -ksilanazla desteklenen yemleri tüketen broyler piliçlerin büyüme performansının, AMEn değerlerinin ve nişasta sindirilebilirliğinin arttığını göstermişlerdir. Araştırmacılar mısır-soya esaslı broyler piliç yemlerine ksilanaz ilavesi ile sindirilebilir enerjide % 3.2 ve % 5.3 oranında bir iyileşme olduğunu bildirmişlerdir

(Aftab 2012). Ksilanazın bağırsaktaki *Lactobacillus spp* sayısını arttırdığı, gram pozitif kokları ve enterobakterileri azalttığı ve piliçlerde bütirat üretimini arttırdığı rapor edilmiştir (Knudsen 2014).

### **2.3 Etlik Piliçlerde Ksilanaz Enziminin Etkinliği Üzerine Yapılmış Çalışmalar**

Tezin bu bölümünde ksilanaz enziminin etlik piliçler üzerine etkilerinin değerlendirilmelerini içeren literatürler derlenmiştir.

Morgan vd. (2022) tarafından etlik piliçler üzerinde yürütülen çalışmada, 4 farklı tahıl kaynağı (arpa, mısır, sorgum, buğday) içeren yemlere, ticari dozda ksilanaz (16000 BXU/kg), çift doz ksilanaz (32000 BXU/kg) ve NOP parçalayıcı enzim karışımı (önerilen ticari seviyelerde ksilanaz,  $\beta$ -glukanaz, selüloz, pektinaz, mannanaz, galaktanaz ve arabinofuranosidaz) ilave edilerek 12 deneme grubu oluşturulmuş ve piliçlerin gastrointestinal sistemindeki NOP parçalanması üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda çift doz ksilanaz ve enzim karışımının mısır ve buğday bazlı beslenen etlik piliçlerde başlangıç performansı üzerinde olumlu etkilerinin olduğu gösterilmiştir. Arpa bazlı beslenen etlik piliçlerde büyütme döneminde bu enzimler yem dönüşüm oranını (FCR) iyileştirmiş ve altlığın kuru madde içeriğini arttırmıştır. Sorgum bazlı rasyonla beslenen piliçlerde enzim karışımı kullanımı bitirme döneminde FCR üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmuştur. Çift doz ksilanaz kullanımı NOP parçalanabilirliği ve serbest oligosakkarit sindirilebilirliği üzerinde olumlu etki göstermiştir. Çalışmanın sonucunda rasyona çift doz ksilanaz enzimi ilavesinin avantajlarının olduğu bildirilmiştir.

Gorenz vd. (2022) tarafından 28 gün süreyle etlik piliçlerde yürütülmüş olan çalışmada, peletlenmiş buğday bazlı yemlere termostabil ksilanazın kademeli şekilde takviyesini test etmek için; pozitif kontrol, negatif kontrol (pozitif kontrole göre 125 kcal AME/kg azaltılmış), negatif kontrol yemine 10, 15 ve 30 g/ton ksilanaz enzimi ilaveleri ile 5 grup

oluşturulmuştur. Canlı ağırlık artışı bakımından negatif kontrol ve pozitif kontrol grupları arasında farklılık gözlemlenmezken, her bir besleme döneminde ve tüm deneme boyunca negatif kontrolün yem alımında artış olmuş ve bu da negatif kontrole göre pozitif kontrol grubunda FCR' da önemli düzeyde iyileşmeye neden olmuştur. 15 ve 30 g/ton ksilanaz takviyesi, PC'nin üstünde canlı ağırlık kazanımında iyileşme ( $P < 0.05$ ) ortaya çıkarırken, 30 g/ton seviyesi PC ile yem tüketimini benzer hale getirmiştir. Hangi seviyede enzim ilavesi yapılırsa yapılsın FCR negatif kontrole göre iyileşmiştir. Genel olarak bu çalışma sonucunda peletlenmiş buğday bazlı diyetlere termostabil ksilanaz enzimi katılması ile yem AME içeriğinin yükselmesiyle birlikte piliçlerin büyüme performansında iyileşmeler sağlandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan diğer bir araştırmada, buğday-soya bazlı rasyonlarda emülgatör ve ksilanazın birlikte kullanılması, etlik piliçlerin yağ asitleri ve ham protein sindirilebilirliğini, N dengesine göre düzeltilmiş görünür metabolik enerjiyi artırdığı ve böylece daha iyi canlı ağırlık artışı ve FCR değerleri elde edildiği bildirilmiştir (Kubis vd. 2022).

Genç piliçlerde bağırsağının arka tarafı boyunca arabinoksilan (AX) hidrolizi ve fermentasyonu uyarmak için partikül boyutu azaltılmış buğday kepeği (RPS-WB) ve endoksilanazların potansiyelinin değerlendirildiği çalışma (Bautil vd. 2023), buğday bazlı rasyon, bazal rasyona endoksilanaz (XYL; Econase XT 25 0.10 g/kg diyetle) ilavesi, % 1 partikül boyutu azaltılmış buğday kepeği (297 mm) ve endoksilanaz ve % 1 RPS-WB olarak 4 grupta sürdürülmüştür. Endoksilanaz alan piliçler, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında hem 10. hem de 28. günde AX çözünürlüğünün ve fermentasyonun arttığı görülmüştür ( $P < 0.05$ ). 28. günde % 1 RPS-WB takviyesi canlı ağırlık artışını azaltmıştır.

Rama Rao vd. (2021) tarafından yürütülen 4 farklı çalışmada mısır-soya esaslı etlik piliç yemlerine farklı konsantrasyonlarda ksilanaz (K) (3200-24000 U/kg) ve  $\alpha$ -amilaz (A)

(300-2250 U/kg) ilavesinin performans, karkas değişkenleri ve enerjinin ileal sindirilebilirliğine etkileri incelenmiştir. 4 çalışmanın performans verilerine ilişkin meta analiz yapıldığında, yeme 8000 K+850 A ve 16000 K+1700 A düzeylerinde ksilanaz ve amilaz enzimlerinin ilavesinde enzimsiz kontrol grubuna göre yem alımının azaldığı; 8000 K+850 A ve 12800 K+1200 A enzim takviyeleriyle yem verimliliğinin arttığı bildirilmiştir. Enzimlerin ilavesi pişirmeye hazır karkas verimini ve enerjinin görünür ileal sindirilebilirliğini iyileştirmiştir. Etlik piliç performansındaki iyileşmenin ilave enzimlerle enerjinin ileal sindirilebilirliğindeki iyileşmeye bağlı olabileceği belirtilmiştir.

Vasanthakumari vd. (2023) tarafından 0 ila 21 günlük yaşlar arasında yürütülen çalışmada, mısır-buğday-soya esaslı etlik piliç yemlerine ksilanazın farklı dozlarda (0, 45000 U/kg ve 90000 U/kg) kullanıldığı 3 yem grubu oluşturulmuştur. Her iki doz seviyesindeki ksilanaz takviyesinin etlik piliç performansını ve besin sindirilebilirliğini iyileştirdiği ( $P<0.05$ ) tespit edilmiştir. Ksilanaz takviyesinin *Lactobacillus* gibi bakterilerin daha yüksek yoğunluğu ve *E. Shigella* gibi potansiyel olarak faydasız bakterilerin daha düşük yoğunluğu ile bağırsak mikrobiyotasını belirgin bir şekilde ( $P<0.05$ ) modüle ettiği gösterilmiştir. Bu da enzimlerin prebiyotik bir etki şeklini göstermektedir.

Mısır-soya küspesi esaslı broyler piliç yemlerine enzim karışımı ilavesinin etkilerinin araştırıldığı çalışmada (Alqhtani vd. 2022), iki metabolik enerji (ME) seviyesi normal (pozitif kontrol, PK) ve düşük (negatif kontrol, NK) ve iki enzim karışımı (EK) miktarı (% 0 ve 0.005) 2x2 faktöriyel düzende 35 gün süreyle denenmiştir. PK grubunun tüm dönemlerde NK' e kıyasla yemi değerlendirmesi ve 0-10 günler arasında Avrupa performans verimlilik faktörü (EPEF) daha iyi saptanmıştır ( $P<0.05$ ). Ayrıca PK' nın AMEn tutulumu da daha fazladır ( $P<0.05$ ). Enzim karışımının yeme ilavesi, enzimsiz gruplarla karşılaştırıldığında 26-35 ve 0-35 günler arasında YDS, 26-35 ve 0-35 günler arasında EPEF' i önemli düzeyde iyileştirmiştir ( $P<0.05$ ). Buna ilaveten enzim ilavesi ile

daha yüksek karkas randımanı, ileal villus yüksekliği, azot düzeltilmiş görünür ME'yi (AMEn) ve serum glikozunu arttırmıştır.

Farklı depolama sürelerine sahip buğdayın broyler piliç yemlerinde ksilanaz ve fitazla kullanımının etkilerinin belirlendiği araştırmada (Anwar vd. 2023), 1.5 ve 2.5 yıl depolanan buğdaya dayalı yemlere, ksilanaz (500 XU), fitaz (500 FTU) veya fitaz ve ksilanaz kombinasyonu ilave edilmiştir. 2x2x2 faktöriyel düzende 8 grup oluşturulmuş ve 35 gün deneme sürdürülmüştür. Performans parametreleri verileri hem başlangıç (0-21 gün) hem de bitirme (22-35 gün) dönemlerinde, ksilanaz ve fitaz enzimlerinin tek başına veya kombinasyon halinde kullanılmasının yem tüketimini, canlı ağırlık artışını ( $P<0.05$ ) artırdığını ve tüm deneme süresince (0-35 gün) yem dönüşüm oranını ( $P<0.05$ ) iyileştirdiğini göstermektedir. Benzer şekilde, ksilanaz ve fitaz enzimlerinin tek başına veya kombinasyon halinde takviye edilmesi, besin sindirilebilirliğini artırmış ve bağırsak içeriği viskozitesini azaltmıştır ( $P<0.05$ ).

Mısır-soya esaslı broyler piliç yemlerine fitaz ve ksilanaz ilavesinin bağırsak morfolojisi, serum biyokimyası ve bağırsak mikrobiyolojisi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada (Chaves vd. 2020) 5 deneme grubu oluşturulmuştur. Deneme grupları: PK (pozitif kontrol), NK (100 kcal/kg ME azaltılmış negatif kontrol), 50, 100 ve 150 kcal/kg ME azaltılmış ve ksilanaz ve fitaz ilave edilen üç grup. Fitaz (500 FTU/kg) ile ksilanaz (16000 BXU/kg) birlikteliği, metabolize edilebilir enerjisi azaltılmış diyetlerde 150 kcal/kg' a kadar bağırsak morfometrisini, serum biyokimyasını veya broyler mikrobiyolojisini değiştirmemiştir.

Singh vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, mısır-soya esaslı yemlere ksilanaz ve ksilo-oligosakkaritlerin (XOS) büyüme performansı ve bağırsak sağlığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. 3x3 faktöriyel düzenlemede 9 grupta yapılan çalışmada, 3 ksilanaz düzeyinin (% 0, 0.005 ve 0.01 Econase XT) ve 3 prebiyotik düzeyinin (% 0,

0.005 ve 0.01 XOS) kombinasyonları üç aşamada (başlangıç, gün 0-14; büyüme, gün 15-28; bitirme, gün 29-42) araştırılmıştır. Ksilanaz, broylerlerin hem bitirme hem de toplam dönemde ortalama günlük canlı ağırlık kazancı lineer olarak artırmıştır ( $P<0.01$ ). XOS ortalama günlük canlı ağırlık kazancını etkilememiştir ( $P>0.05$ ). Ksilanaz ve XOS, ortalama günlük yem alımı ve yem dönüş oranını etkilememiştir ( $P>0.05$ ). Ksilanaz ve XOS, villus yüksekliği (VH) veya kript derinliği (CD) oranını değiştirmemiştir ( $P>0.05$ ). Ksilanaz, toplam kısa zincirli yağ asitlerini artırmıştır ( $P<0.01$ ), XOS ise arttırma eğilimindeydi ( $P = 0.052$ ). Gruplar arasındaki mikrobiyotanın alfa ve beta çeşitliliği farklı bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). Ancak, % 0.01'lik ek ksilanazın ortalama *Ruminococcaceae* ailesi oranını artırdığı gözlenmiştir ( $P<0.01$ ).

Ksilanazların karmaşık ve çok dallı bir antinutrisyonel faktör olan mısır arabinoksilanı üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, mısır esaslı yemlere spesifik ksilanaz takviyesi, broyler piliçlerin büyüme performansını iyileştirmiştir. Ksilanaz karışımları, mısır arabinoksilanının ksilo-oligosakkaritlere dönüşüm çıktısını potansiyel olarak arttırmıştır. Bu tür iyileşmeler mutlaka mikrobiyal toplulukta, bağırsak morfolojisinde, ileal emilim kapasitesinde ve körbağırsak fermentasyonunda olumlu değişimlerle neden olduğu bildirilmiştir (Wu vd. 2023).

Yem katkısı olarak amilaz veya amilaz+ksilanaz enzimlerinin yeni hasat edilmiş mısır bazlı diyetlerde broyler piliçlerin besin metabolizması ve performansına etkilerini belirlemek amacıyla yapılan araştırma (Tang vd. 2023) 6 haftalık bir üretim sürecinde (1-21 gün ve 22-42 gün) değerlendirilmiştir. Deneme muameleleri tüm dönemlerde yem tüketimini önemli düzeyde etkilemezken ( $P>0.05$ ), 1-21 günlerde amilaz ve amilaz+ksilanaz ilavesi kontrole göre canlı ağırlık artışını arttırmış ve yem değerlendirmeyi iyileştirmiştir ( $P<0.05$ ). 22-42 ve 1-42 günlük dönemlerde ise amilaz ve ksilanazın birlikte ilavesi canlı ağırlık artışını arttırmış ve yem değerlendirmeyi

iyileştirmiştir ( $P<0.05$ ). Ayrıca, ksilanaz ilavesi broyler piliçlerin 38-41 günlerde görünür metabolize edilebilir enerji değerlendirmesini artırmıştır.

Ksilanaz enziminin mısır-soya esaslı yemlerde etkilerinin belirlenmesi için yapılan çalışma (Selim vd. 2015) 3x2 faktöriyel düzende 0-40 günlük yaşlar arasında yapılmıştır. Çalışmada 3 farklı metabolik enerji düzeyi (standart, 100 kcal ve 150 kcal düşük) ve 2 farklı ksilanaz düzeyi (0 ve 16000 U/kg yem) araştırılmıştır. Yemlere ksilanaz ilavesi deneme sonu canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem değerlendirme sayısı, karkas randımanı ve göğüs eti oranlarını enzim katılmayan gruplara göre önemli düzeyde arttırmıştır ( $P<0.05$ ). Yem tüketimi ise ksilanaz ilavesi ile önemli düzeyde azalmıştır. ME değerinin düşürülmesi canlı ağırlık artışı, abdominal yağ oranı azalmaya sebep olurken, yem tüketiminde ve baget oranında artmaya neden olmuştur. Sonuç olarak standart ve 100 kcal ME si azaltılmış mısır-soya esaslı yemlere ksilanaz ilavesinin performans ve et kalitesini arttırdığı ve maliyeti düşürdüğü için tavsiye edilebileceği bildirilmiştir.

O'Neill vd. (2012) tarafından yapılan çalışmanın amacı, mısır-soya esaslı broyler piliç yemlerinde enerjinin 100 kcal/kg kadar azaltılmasının performansa etkisini ve beklenen performans düşüşünün ksilanaz kullanımıyla telafi edilip edilemeyeceğini belirlemektir. Gruplar 0 veya 16000 U/kg'lık enzim dozu ve 3 farklı diyetten (pozitif kontrol (PC), yağsız negatif kontrol 1 (NC1) ve yağlı negatif kontrol 2 (NC2)) 2x3 faktöriyel düzende oluşturulmuştur. 0-21 günlük yaşlar arasında performans değerleri muamelelerden etkilenmemiştir ( $P>0.05$ ). 0-35 ve 0-42 günlük yaşlar arasında canlı ağırlık artışı muamelelerden etkilenmezken ( $P>0.05$ ), 0-35 günlük yaşta enerji değerinin düşürülmesi yem tüketimini artırmıştır ( $P<0.05$ ). Yemden yararlanma oranı, negatif kontrol yemleriyle beslenen broyler piliçlerde 0-35 ve 0-42 günler arasında önemli ölçüde kötüleşmiştir ( $P<0.05$ ). Bununla birlikte, yemden yararlanma oranı, 0-35 ve 0-42 günler arasındaki periyotlarda ksilanaz eklenmesiyle önemli ölçüde iyileşmiştir. Ölüm oranları tüm dönemlerde muamelelerden etkilenmemiştir.

Mısır-soya esaslı broyler piliç yemlerine ısıya dayanıklı ksilanaz ilavesinin etkilerinin araştırıldığı çalışmada (Williams vd. 2014), pozitif kontrol, 2 negatif kontrol (negatif kontrol 1 (-66 kcal/kg) ve negatif kontrol 2 (-132 kcal/kg)) ve bu negatif kontrollere 2 farklı doz ksilanaz ilavesinin yapıldığı 7 deneme grubu oluşturulmuştur. Piliçlerin yaşama güçleri üzerine muameleler etkili olmamıştır. Enerjinin azaltılması ile ilk 23 günde canlı ağırlık önemli oranda düşerken, bu dönemde ksilanaz ilavesi CA arttırmış, yem değerlendirmeyi iyileştirmiştir. 45 günlük yaşa kadar daha sonraki ölçümlerde CA muamelelerden etkilenmemiştir. Ksilanaz içermeyen yemlerle karşılaştırıldığında, ksilanazın dahil edilmesi, deneme boyunca YDS'yi azaltmaya devam etti. Bu çalışma kapsamında, piliçlerin YDS' sini, enerji açısından yeterli yemlerle beslenen piliçlerinkine göre iyileştirmek için enerjisi azaltılmış diyetlere (-66 ve -132 kcal/kg) ksilanaz eklenmesinin etkinliğini gösterilmiştir.

Leyva-Jimenez vd. (2024) yaptıkları çalışmada ksilanaz,  $\beta$ -glukanaz, selüloz ve galaktosidaz aktiviteleri içeren multi enzim karışımının (MCE) mısır-soya esaslı broyler piliç yemlerine eklenmesinin etkilerini değerlendirmişlerdir. Çalışma, pozitif kontrol (PC), negatif kontrol (NC; PC ile karşılaştırıldığında -125 kcal/kg ME), ve NC + MCE' ye 75 (MCE75), 100 (MCE100) ve 125 (MCE125) ppm enzim ilavesi ile 5 grup olarak düzenlenmiştir. NC grubunun canlı ağırlığı PC ve MCE125 gruplarına göre önemli düzeyde daha az bulunmuştur. NC grubu, diğer tüm muamelelere kıyasla yem değerlendirmeyi kötüleştirmiştir ( $P<0.001$ ). MCE ilavesi ile yem değerlendirmede iyileşme ve göğüs eti veriminde artış sağlamıştır ( $P<0.05$ ).

### **3. MATERİYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1 Materyal**

##### **3.1.1 Hayvan materyali**

Beypi A. Ş' ye ait çevre kontrollü Broyler ARGE kümesinde 6 hafta süreyle 3 gruplu olarak yürütülen araştırmada hayvan materyali olarak Beypi A. Ş. kuluçkahanesinden getirilen toplam 5700 adet bir günlük Ross 308 karışık cinsiyette civciv kullanılmıştır.

Kuluçkahaneden alınan civcivler 33 °C'ye ısıtılmış deneme kümesine getirilmişler ve ağırlıkları alt grup bazında tartılarak, tesadüf blokları deneme tertibine göre dağıtılmışlardır. Her bir grup 190 adet civcivden oluşan 10 alt gruptan oluşmuştur. Deneme boyunca broyler piliçlerin sıcaklık, ışık ve nemlendirme ihtiyaçları (ilk 7 gün 1 ve 7. günden itibaren 4-6 saat karanlık) Aviagen (2018) yetiştirme önerileri dikkate alınarak planlanmıştır.

##### **3.1.2 Deneme dizaynı ve yem materyali**

Deneme yemleri Ross 308 broyler piliçler için önerilen besin maddesi ihtiyaçları (Aviagen 2019) dikkate alınarak mısır-soya esaslı olarak yaş dönemlerine göre hazırlanmıştır. Denemede yaş dönemleri başlatma (0-10 gün), büyütme (11-22 gün) ve bitirme (23-41 gün) olarak uygulanmıştır. Deneme grupları bir kontrol yemi (PK) ve bu yemden ksilanaz enzimi için önerilen besin maddeleri (80 kcal ME, % 0.47 ham protein, % 0.0175 sindirilebilir (Sind.) lizin, % 0.01 sind. metiyonin (Met), % 0.02 sind. Met+sistin (Cys) ve % 0.02 sind. treonin, % 0.02 sind. izolösin ve % 0.025 sind. arjinin) maktriks değerinin düşülmesi ile oluşturulan negatif kontrol yemi (NK) ve negatif kontrole ksilanaz enzimi ilavesi ile elde edilen yem (NKK) olmak üzere toplam 3 farklı

araştırma yeminden oluşturulmuştur. Deneme grup dizaynı ve enerji yapısı beslenme dönemlerine göre izelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Araştırma grupları ve dönemlere göre metabolik enerji düzeyleri (kcal/kg)

| Gruplar                                                  | Besleme dönemi enerji seviyesi |                        |                        |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|
|                                                          | Başlatma<br>(0-10 gün)         | Büyütme<br>(11-22 gün) | Bitirme<br>(23-41 gün) |
| Pozitif kontrol (PK)                                     | 2995                           | 3095                   | 3195                   |
| Negatif kontrol (NK) (enerjisi 80 kcal/kg ME azaltılmış) | 2915                           | 3015                   | 3115                   |
| NK+Ksilanaz enzimi (NKK)                                 | 2915                           | 3015                   | 3115                   |

Araştırmada her bir gramında 30 000 EPU aktivite içeren *Trichoderma longibrachiatum* orijinli, endo 1-4-β-ksilanaz esaslı ticari enzim preparatı kullanılmıştır. Ksilanaz bir kg yeme 1500 EPU aktivite sağlayacak şekilde (50 g/ton broyler yemi) 1 kg katılımlı premiks halinde deneme yemine katılmıştır. Ticari enzim piyasadan temin edilmiştir.

### 3.2 Yöntem

Denemede kullanılan hammadde ve deneme yemlerinin besin maddelerinin kimyasal analizleri, deneme yemleri ve hazırlanışı, denemenin yürütülmesi, gerçekleştirilen analiz metotları ve istatistiki yöntemler bu bölümde verilmiştir.

#### 3.2.1 Deneme yemleri ve hazırlanışı, deneme yemlerinde besin madde analizleri

Deneme yemleri hazırlanmadan 2 hafta öncesinden gereksinim duyulan hammaddeler ayrılmış ve serin bir alanda saklanmıştır. Depolanan hammaddelerde ham besin maddeleri analizleri yapılarak, deneme yemleri analiz sonuçları dikkate alınarak hazırlanmıştır. Deneme yemlerinin üretimi 150 ton/saat üretim kapasiteli Beypi A. ř. yem

fabrikasında yapılmıştır. Karma yem üretiminde çekiçli değirmen, yatay helezon karıştırıcı (6 ton kapasiteli) kullanıldı ve başlatma yemleri granül formda üretilirken, büyütme ve bitirme yemleri pelet formda üretilmiştir.

Hammaddelerin ve deneme karma yemlerinin ham besin maddeleri, şeker ve nişasta analizleri Beypiliç Yem Analiz Laboratuvarı'nda Weende analiz yöntemleri kullanılarak yapılmıştır (Akyıldız 1984, AOAC 2005). Yem hammaddelerindeki amino asit profili Evonik NIR Kalibrasyon cihazı ile belirlenmiş ve analiz değerleri karma yemlerin hazırlanmasında kullanılmıştır. Deneme yemlerinin metabolik enerjisinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır (TSE 1991).

$$ME \text{ (kcal/kg)} = (37.07 \text{ HP \%}) + (82 \text{ HY \%}) + (39.89 \text{ Nişasta \%}) + (31.1 \text{ Şeker \%})$$

Yem analiz sonuçları kontrol edilmiş ve uygunluğu belirlendikten sonra grup yemleri ile deneme yürütülmüştür. Deneme süresince yem ve su ad-libitum olarak piliçlere sağlanmıştır.

Ksilanaz içeren grubun yeminde ksilanaz aktivitesi spektrofotometrik yöntemle (Xylanase assay in feed QCD-FPC-0859-03) üretici firmada (Biovet lab. 4550, Pesthera, Bulgaristan) analiz edilmiş ve yemin ksilanaz içeriği 1620 U/kg bulunmuştur. Pozitif kontrol grubunda ise ksilanaz aktivitesi <133 U/kg yem olmuştur. Araştırmada kullanılan yem hammaddelerinin besin maddeleri içeriği Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Araştırmada kullanılan yem hammaddelerinin besin maddeleri içeriği

| Besin madde içeriği | Mısır  | Soya fasulyesi küspesi | Tam yağlı soya | Arpa   | Ayçiçeği tohumu küspesi |
|---------------------|--------|------------------------|----------------|--------|-------------------------|
| Kuru madde, %       | 88.02  | 87.27                  | 89.30          | 88.02  | 90.81                   |
| Ham protein, %      | 7.47   | 47.06                  | 34.60          | 11.00  | 35.95                   |
| Ham selüloz, %      | 2.96   | 5.39                   | 6.44           | 4.80   | 19.61                   |
| Ham yağ, %          | 3.37   | 2.26                   | 20.71          | 2.40   | 1.40                    |
| Ham kül, %          | 1.14   | 6.29                   | 5.18           | 2.30   | 6.2                     |
| Nişasta, %          | 66.09  | 6.52                   | 3.26           | 51.40  | 0.50                    |
| Şeker, %            | 2.96   | 8.78                   | 7.61           | 2.30   | 5.80                    |
| ME, kcal/kg         | 3329.1 | 2485.4                 | 3367.4         | 2764.3 | 1662.8                  |

Deneme yemlerinin yem hammaddeleri bileşenleri ve besin maddeleri kompozisyonu Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3 Deneme yemlerinin yem hammaddeleri bileşenleri ve besin maddeleri kompozisyonu

| Hammaddeler                  | Başlangıç yemi |        | Büyütme yemi |        | Bitirme yemi |        |
|------------------------------|----------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|
|                              | PK             | NK     | PK           | NK     | PK           | NK     |
| Mısır                        | 487.17         | 503.18 | 538.15       | 567.97 | 583.53       | 557.74 |
| Soya fasulyesi küspesi       | 317.42         | 299.33 | 266.44       | 261.23 | 231.28       | 210.59 |
| Tam yağlı soya               | 71.50          | 60.00  | 60.00        | 50.00  | 50.00        | 52.40  |
| Arpa                         | 50.00          | 58.71  | 55.00        | 55.00  | 50.00        | 100.00 |
| Ayçiçeği tohumu küspesi      | 25.00          | 40.00  | 25.00        | 25.00  | 25.00        | 30.00  |
| Soya yağı                    | 17.82          | 7.00   | 26.32        | 11.81  | 35.23        | 24.46  |
| Kireç taşı                   | 7.52           | 7.52   | 6.83         | 6.85   | 6.01         | 6.11   |
| Dikalsiyum fosfat            | 7.31           | 7.35   | 5.66         | 5.73   | 3.46         | 3.39   |
| DL-Metiyonin                 | 3.51           | 3.34   | 3.17         | 3.01   | 2.79         | 2.66   |
| L-Lizin HCL                  | 2.18           | 2.52   | 2.30         | 2.39   | 1.94         | 2.11   |
| L-Treonin                    | 1.38           | 1.37   | 1.24         | 1.04   | 0.88         | 0.85   |
| Tuz                          | 2.30           | 2.31   | 2.30         | 2.30   | 2.20         | 2.00   |
| Sodyum bikarbonat            | 1.70           | 2.13   | 2.31         | 2.35   | 2.41         | 2.41   |
| Mineral premiks <sup>1</sup> | 2.00           | 2.00   | 2.00         | 2.00   | 2.00         | 2.00   |
| Vitamin premiks <sup>1</sup> | 1.00           | 1.00   | 1.00         | 1.00   | 1.000        | 1.000  |
| Antikoksidiyal <sup>2</sup>  | 0.50           | 0.50   | 0.50         | 0.50   | 0.50         | 0.50   |
| Kolin Klorür, 75             | 0.49           | 0.54   | 0.58         | 0.62   | 0.57         | 0.58   |
| Fitaz                        | 1.20           | 1.20   | 1.20         | 1.20   | 1.20         | 1.20   |
| Toplam                       | 1000           | 1000   | 1000         | 1000   | 1000         | 1000   |
| Besin madde içerikleri, %    |                |        |              |        |              |        |
| Analiz edilen değerler       |                |        |              |        |              |        |
| Ham protein                  | 23.26          | 23.24  | 20.87        | 20.48  | 19.08        | 19.19  |
| ME, kcal/kg                  | 2995           | 2915   | 3095         | 3015   | 3195         | 3115   |
| Ham yağ                      | 5.65           | 4.41   | 6.35         | 4.80   | 7.11         | 6.07   |
| Ham selüloz                  | 4.31           | 4.51   | 4.14         | 4.14   | 4.00         | 4.16   |
| Ham kül                      | 5.238          | 5.228  | 4.75         | 4.71   | 4.23         | 4.20   |
| Hesaplanan değerler          |                |        |              |        |              |        |
| Kalsiyum                     | 0.90           | 0.90   | 0.82         | 0.82   | 0.73         | 0.73   |
| Yararlanılabilir P           | 0.45           | 0.45   | 0.41         | 0.41   | 0.36         | 0.36   |
| Sind. metiyonin              | 0.658          | 0.641  | 0.60         | 0.58   | 0.55         | 0.53   |
| Sind. lizin                  | 1.28           | 1.26   | 1.15         | 1.13   | 1.02         | 1.00   |
| Sind. metiyonin+sistin       | 0.95           | 0.93   | 0.87         | 0.85   | 0.80         | 0.78   |
| Sind. arjinin                | 1.43           | 1.39   | 1.26         | 1.23   | 1.14         | 1.10   |
| Sind. treonin                | 0.86           | 0.84   | 0.77         | 0.74   | 0.68         | 0.66   |
| Sind. lösin                  | 1.62           | 1.59   | 1.48         | 1.47   | 1.39         | 1.34   |

<sup>1</sup>Karma yemin her kg için 4.13 mg retinil asetat; 125 µg kolekalsiferol; 100 mg dl-α-tokoferil asetat; 3.5 mg menadion; 3.5 mg tiamin; 9 mg riboflavin; 20 mg kalsiyum d-pantotenat; 65 mg niasin; 0.02 mg B12 vitamini; 2.2 mg folik asit; 4.5 mg piridoksin; 0.22 mg biyotin; 120 mg manganez (Mn oksit); 1.5 mg iyot (Ca iyodat); 25 mg demir (Fe sülfat); 16 mg bakır (Cu sülfat); 110 mg çinko (Zn oksit); 0.3 mg selenyum (Na selenit) sağlanmıştır.

<sup>2</sup> Kesimden önceki son hafta antikoksidiyal yemden çıkartılmıştır.

### **3.2.2 Ölçümler ve analizler**

#### **3.2.2.1 Performans ölçümleri**

Broyler piliçler, denemenin başı ve 10, 24 ve 41. günlük yaşlarda alt grup bazında tartılarak canlı ağırlıkları (CA) tespit edilmiştir. İlgili dönemdeki canlı ağırlık artışları (CAA) önceki tartımlar arasındaki farktan yararlanılarak hesaplanmıştır. Ölümmler günlük olarak kontrol edilmiş, ölen piliçlerin ağırlıkları saptanmış ve ölen piliçlerin ağırlığı ilgili dönem için toplam canlı ağırlıktan çıkartılarak net CAA her bir alt grup için hesaplanmıştır. Canlı ağırlık tartım günlerinde alt grupların yemliklerinde kalan yem tartılmış, dönem süresince verilen toplam yemden çıkartılarak tüketilen yem miktarı hesaplanmıştır. Eğer alt gruplarda dönem içinde ölüm varsa buna göre yem tüketiminde düzeltme yapılarak her alt gruba ait yem tüketimi (YT) net verileri bulunmuştur. Deneme yaş periyotları ve toplam deneme periyodu için yem değerlendirme sayıları (YDS) canlı ağırlık ve yem tüketimi değişiminden faydalanılarak hesaplanmıştır.

#### **3.2.2.2 Karkas kalitesi**

Broyler piliçler 42 günlük yaşta iken her alt gruptan ortalama ağırlığı temsil eden 1 adet erkek ve 1 adet dişi piliç seçilmiştir. Piliçler Beypi A. Ş kesimhanesinde normal kesim prosedürüne uygun olarak 8 saat aç bırakıldıktan sonra boyundan şahdamarı (jugular vein) kesilerek öldürülmüştür. Kesim esnasında 2 dakika kanın akması beklenmiş ve ölüm sonrası broyler piliçlerin tüyleri yolunduktan sonra karkas, karaciğer ve abdominal yağ ayrılarak, ağırlıkları tespit edilmiş ve bu verilerden yararlanılarak sıcak karkas randımanı ve canlı ağırlığın oranı olarak but ve göğüs randımanları, karaciğer ve abdominal yağ ağırlık oranları tespit edilmiştir. Ayrıca karaciğer görünüm skoru 0' dan 5' e kadar olan bir ölçekte Shinia vd. (2019) a göre değerlendirilmiştir.

### 3.2.2.3 İstatistiksel analizler

Denemenin tüm değişkenlerine ilişkin veriler, alt graplardan elde edilen veriler üzerinden tesadüf blokları desenine göre varyasyon analizi MINITAB 18 yazılımı (Minitab Ltd.) kullanarak ANOVA ile değerlendirilmiştir. Gruplar arasında önemli farklılıkların ( $P<0.05$ ) saptanması durumunda ortalamalar Tukey HSD testi kullanarak ayrılmıştır. Grupların ölüm oranları Ki-kare testi kullanarak değerlendirilmiştir.



#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Broyler piliç yemlerinde ksilanaz enzimi kullanımının etkinliğinin değerlendirildiği çalışmadan elde edilen araştırma bulguları tezin bu kısmında sunulmuştur. Araştırma bulguları olarak canlı ağırlık (CA), canlı ağırlık artışı (CAA), yem tüketimi (YT), yem değerlendirme sayısı (YDS), ölüm oranı ve karkas kalitesi verilmiştir.

##### 4.1 Performans

###### 4.1.1 Canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı

Araştırmada başlangıç, 10., 22. ve 41. günlerinde ölçülen canlı ağırlıklar Çizelge 4.1’de verilmiştir. Başlangıç canlı ağırlıkları bakımından grup ortalamalarının birbirine yakın değerler olması araştırmanın aynı koşullarda başladığını göstermektedir. 10. ve 22. günlük yaşlarda yapılan canlı ağırlık ölçümlerinde negatif kontrol grubuna enzim ilavesi (NKK) ile pozitif (PK) ve negatif kontrol (NK) gruplarına göre önemli düzeyde daha düşük canlı ağırlıklar elde edilmiştir ( $P<0.05$ ). 41. günlük yaşta ise pozitif kontrol grubu NK ve NKK gruplarına göre daha yüksek canlı ağırlık ortalamalarına sahip olmuştur ( $P<0.05$ ).

Çizelge 4.1 Broyler piliç yemlerine ksilanaz enzimi katılmasının canlı ağırlığa (CA) etkileri

| Gruplar    | Başlangıç, g | 10. gün, g    | 22. gün, g     | 41. gün, g      |
|------------|--------------|---------------|----------------|-----------------|
| PK         | 43.94±0.34   | 312.43±1.89 a | 1045.52±6.73 a | 2788.72±14.46 a |
| NK         | 43.88±0.30   | 311.32±0.85 a | 1043.00±6.75 a | 2750.73±26.44 b |
| NKK        | 44.05±0.32   | 302.20±1.17 b | 1009.88±3.02 b | 2730.37±13.60 b |
| P          | 0.881        | < 0.001       | < 0.001        | 0.002           |
| Pooled SEM | 0.11         | 0.70          | 2.87           | 8.92            |

a-b Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir ( $P<0.05$ )

Araştırmanın 0-10. 11-22. ve 23-41. günler arasındaki canlı ağırlık artışı ortalamaları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Canlı ağırlık artışı bakımından grup ortalamaları karşılaştırıldığında 0-10. ve 11-22. günler arasında ksilanaz ilave edilen grubun (NKK) pozitif ve negatif kontrol gruplarına göre önemli düzeyde daha düşük ( $P<0.05$ ) canlı ağırlık kazandığı belirlenmiştir. Bitirme döneminde (23-41. günler) PK grubu NK grubundan önemli düzeyde daha fazla canlı ağırlık kazanırken ( $P<0.05$ ). Ksilanaz ilavesi ile (NKK) hem PK hem de NK ile benzer sonuçlar elde edilmiştir ( $P>0.05$ ). Tüm deneme dönemi için CAA artışı bakımından gruplar karşılaştırıldığında pozitif kontrol (PK) grubunun negatif kontrol (NK) ve ksilanaz ilaveli (NKK) gruplara göre önemli düzeyde daha yüksek canlı ağırlık artışına sahip olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ).

Çizelge 4.2 Broyler piliç yemlerine ksilanaz enzimi katılmasının canlı ağırlık artışına (CAA) etkisi

| Gruplar    | 0-10. günler, g | 11-22. günler, g | 23-41. günler, g | 0-41. günler, g |
|------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| PK         | 268.49±1.73 a   | 732.92±5.90 a    | 1737.06±17.48 a  | 2744.8±14.49 a  |
| NK         | 267.44±0.86 a   | 731.42±6.26 a    | 1700.82±24.29 b  | 2706.7±26.28 b  |
| NKK        | 258.15±0.95 b   | 708.02±2.87 b    | 1713.46±12.05 ab | 2686.3±13.53 b  |
| P          | < 0.001         | < 0.001          | 0.047            | < 0.001         |
| Pooled SEM | 0.69            | 2.48             | 10.60            | 8.93            |

a-b Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir ( $P<0.05$ )

#### 4.1.2 Yem tüketimi ve yemden yararlanma

Broyler yemlerine ksilanaz enzimi katılmasının etkisini araştırmak için yapılan çalışmada yem tüketimi (YT) ile ilgili ölçümler Çizelge 4.3’te verilmiştir. Başlangıç döneminde (0-10. günlük yaş) negatif kontrol grubunun yem tüketimi PK ve ksilanaz ilaveli gruba göre önemli düzeyde daha fazla olmuştur ( $P<0.05$ ). Büyütme döneminde (11-22. günlük yaş) ksilanaz ilaveli (NKK) grubun yem tüketimi PK ve NK gruplarından daha düşük ( $P<0.05$ ) tespit edilmiştir. Bitirme dönemi (23-41. günlük yaş) ve tüm dönem (0-41 günlük yaş) için gruplar arasında yem tüketimi bakımından önemli farklılıklar tespit edilmemiştir ( $P>0.05$ ).

Çizelge 4.3 Broyler piliç yemlerine ksılanaz enzimi katılmasının yem tüketimine etkisi

| Gruplar    | 0-10. günler, g | 11-22. günler, g | 23-41. günler, g | 0-41. günler, g |
|------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| PK         | 310.22±0.93 b   | 855.70±4.90 a    | 3129.69±13.96    | 4292.63±12.95   |
| NK         | 319.80±1.27 a   | 864.27±4.90 a    | 3145.66±21.53    | 4328.69±23.02   |
| NKK        | 311.69±1.63 b   | 832.45±8.36 b    | 3129.35±14.37    | 4275.93±21.61   |
| P          | < 0.001         | < 0.001          | 0.326            | 0.112           |
| Pooled SEM | 0.71            | 2.67             | 8.10             | 10.26           |

a-b Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05)

Broyler piliçlerin yemlerine ksılanaz enzimi katılmasının yemden yararlanma üzerine etkileri Çizelge 4.4'te verilmiştir. 0-10, 23-41. günlük yaşlar ve tüm deneme süresi (0-41. günlük yaşlar) değerlendirildiğinde pozitif kontrol grubu NK ve NKK gruplarına göre yemi daha iyi değerlendirmiştir (P<0.05). 23-41. günlük yaş döneminde yeme ksılanaz ilavesi ile NK grubuna göre daha iyi bir yem değerlendirme elde edilmiştir (P<0.05). Büyütme döneminde (11-22. günlük yaşlar) ise yem değerlendirme sayısı bakımından gruplar arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir (P>0.05).

Çizelge 4.4 Broyler piliç yemlerine ksılanaz enzimi katılmasının yemden yararlanma oranı (YDS) üzerine etkileri

| Gruplar    | 0-10. günler  | 11-22. günler | 23-41. günler | 0-41. günler  |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| PK         | 1.156±0.007 b | 1.168±0.012   | 1.803±0.011 c | 1.564±0.006 b |
| NK         | 1.196±0.005 a | 1.182±0.008   | 1.851±0.019 a | 1.600±0.010 a |
| NKK        | 1.208±0.004 a | 1.176±0.011   | 1.827±0.008 b | 1.592±0.006 a |
| P          | < 0.001       | 0.158         | 0.010         | < 0.001       |
| Pooled SEM | 0.003         | 0.003         | 0.001         | 0.003         |

a-b Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05)

## 4.2 Ölüm Oranı

Broyler piliç yemlerine ksilanaz enzimi katılmasının muamele gruplarının ölüm oranları üzerine etkisi Çizelge 4.5'te verilmiştir. Ölüm oranları bakımından denme muameleleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir ( $P>0.05$ ).

Çizelge 4.5 Broyler piliç yemlerine ksilanaz enzimi katılmasının ölüm oranlarına (%) etkisi

| Gruplar    | 0-10.     | 11-22.    | 23-41.    | 0-41.     |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PK         | 0.90±0.18 | 1.40±0.26 | 1.79±0.39 | 3.90±0.61 |
| NK         | 1.00±0.31 | 1.52±0.35 | 2.00±0.34 | 4.47±0.53 |
| NKK        | 1.21±0.27 | 1.76±0.30 | 2.53±0.37 | 5.53±0.59 |
| P          | 0.823     | 0.170     | 0.742     | 0.158     |
| Pooled SEM | 0.09      | 0.15      | 0.16      | 0.29      |

## 4.3 Karkas Kalitesi

Broyler piliç yemlerine farklı dozlarda ksilanaz enzimi katılmasının karkas özelliklerine etkileri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Karkas randımanı, göğüs ve but oranları bakımından gruplar arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir ( $P>0.05$ ).

Çizelge 4.6 Broyler piliç yemlerine ksilanaz enzimi katılmasının karkas özelliklerine etkileri

| Gruplar    | Karkas randımanı, % | Göğüs oranı, % | But oranı, % |
|------------|---------------------|----------------|--------------|
| PK         | 73.41±0.31          | 26.80±0.42     | 20.33±0.24   |
| NK         | 73.17±0.58          | 25.57±0.57     | 20.42±0.57   |
| NKK        | 72.58±0.40          | 26.64±0.39     | 19.37±0.29   |
| P          | 0.152               | 0.373          | 0.086        |
| Pooled SEM | 0.21                | 0.19           | 0.138        |

Broyler piliçlerin abdominal yağ ve karaciğer oranları ile karaciğer görünüm skoru Çizelge 4.7’de verilmiştir. Abdominal yağ oranı bakımından gruplar arasında önemli farklılıklar saptanmamıştır ( $P>0.05$ ). Ancak yemin besin değerinin düşürülmesi (NK) ve ksilanaz ilavesinin karaciğer oranını yükseltme eğilimi olduğu görülmüştür ( $P=0.05$ ).

Çizelge 4.7 Broyler piliç yemlerine ksilanaz enzimi katılmasının abdominal yağ ve karaciğer oranları ile karaciğer görünüm skoruna etkisi

| Gruplar    | Abdominal yağ, % | Karaciğer, % | Karaciğer görünüm skoru (1-5) |
|------------|------------------|--------------|-------------------------------|
| PK         | 1.59±0.10        | 1.81±0.06    | 2.50±0.18                     |
| NK         | 1.56±0.08        | 1.94±0.05    | 2.88±0.15                     |
| NKK        | 1.53±0.10        | 1.96±0.06    | 2.69±0.18                     |
| P          | 0.866            | 0.050        | 0.285                         |
| Pooled SEM | 0.03             | 0.02         | 0.06                          |

## 5. TARTIŞMA

Broyler piliç yemlerinde ksilanaz enzimi kullanımının etkinliğinin değerlendirildiği çalışmadan elde edilen sonuçlar bu bölümde tartışılmıştır.

Araştırmada her bir gramında 30000 EP U aktivite içeren *Trichoderma longibrachiatum* orijinli, endo 1-4-β-ksilanaz esaslı ticari enzim preparatı kullanılmıştır. Ksilanaz bir kg yeme 1500 EPU aktivite sağlayacak şekilde (50 g/ton broyler yemi) 1 kg katılımlı premiks halinde deneme yemine katılmıştır. Enzimin deneme yemine homojen karışıp karışmadığını test etmek için üretici firma tarafından yapılan analizler sonucunda pozitif kontrol grubunun ksilanaz aktivitesi <133 U/kg yem, ksilanaz içeren grubun (NKK) yeminde ksilanaz içeriği 1620 U/kg bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar tutarlı olup, ksilanazın yeme homojen bir şekilde karıştığını göstermektedir.

Başlangıç canlı ağırlıkları bakımından grup ortalamaları arasında önemli farklılıklar olmaması araştırmanın her grup için eşit koşullarda başladığını göstermektedir.

10. ve 22. günlük yaşlarda yapılan canlı ağırlık ölçümlerinde NKK grubunun PK ve beklenmedik şekilde NK grubuna göre önemli düzeyde daha az canlı ağırlık ortalamasına sahip olduğu tespit edilmiştir. 41. gündeki ölçümlerde PK grubu hem NK hem de NKK grubuna göre daha fazla canlı ağırlık ortalamasına sahip olmuştur. Sunulan çalışmada mısır-soya esaslı broyler piliç yemindeki metabolik enerji değerinin düşürülmesi ile pozitif kontrole (normal ME) göre canlı ağırlıkta meydana gelen azalma metabolik enerjinin (ME) düşürüldüğü mısır-soya esaslı benzer çalışmalarla (Williams vd. 2014, Leyva-Jimenez vd. 2024) uyumludur. Çalışmamızda NK yemine ksilanaz ilavesinin CA üzerine etkili olmadığı tespit edilirken, çalışmamızdan farklı olarak bazı çalışmalarda (Williams vd. 2014, Selim vd. 2015) mısır-soya esaslı ME si düşürülmüş yemlere ksilanaz ilavesinin canlı ağırlığı artırdığı bildirilmiştir.

Bazı çalışmalarda mısır-soya esaslı yemlere ksilanaz veya ksilanaz içeren enzim karışımı ilavelerinin negatif kontrole göre CAA'nı önemli düzeyde artırdığı bildirilirken (Selim vd. 2015, Singh vd. 2021, Tang vd. 2023), sunulan çalışmada başlatma ve büyütme dönemlerinde (0-10 ve 11-22. günler) ksilanaz ilave edilen grubun (NKK) NK grubuna göre önemli düzeyde daha düşük canlı ağırlık kazandığı belirlenmiştir. Bitirme döneminde (23-41. günler) ksilanaz ilavesi ile CAA da bir miktar iyileşme olmuştur. Ancak tüm dönem değerlendirildiğinde ksilanaz ilaveli grubun hem NK hem de PK grubundan CAA bakımından geride kaldığı belirlenmiştir. Bazı araştırmacılar da enerjisi düşürülmüş mısır-soya esaslı yemlere ksilanaz ilavesinin CAA'nı önemli düzeyde etkilemediğini bildirmişlerdir (O'Neill vd. 2012, Alqhtani vd. 2022).

Çalışmanın ilk 22 günlük yem tüketimi incelendiğinde NK grubunun NKK grubuna göre önemli düzeyde daha fazla yem tükettiği ve NK grubunun azaltılmış olan besin maddelerini yem tüketimini artırarak telafi etmeye çalıştığı görülmektedir. Bitirme dönemi ve tüm dönem için ise yem tüketimi bakımından gruplar arasında önemli farklılıklar bulunmazken sayısal olarak NK grubunun diğer gruplardan daha fazla yem tükettiği görülmektedir. Mısır-soya esaslı yemdeki ME düzeyinin düşürülmesiyle yem tüketiminin arttığını gösteren çalışma sonuçlarımız mısır-soya esaslı önceki çalışmalardan (O'Neill vd. 2012, Selim vd. 2015, Leyva-Jimenez vd. 2024) elde edilen sonuçlarla desteklenmektedir. Alqhtani vd. (2022) negatif kontrol grubuna ksilanaz ilavesi ile yem tüketiminde önemli bir değişim olmadığını bildirirken, Selim vd. (2015) ve Leyva-Jimenez vd. (2024) ise ksilanaz ilavesi ile çalışmamızdaki ilk 22 günlük periyoda benzer şekilde yem tüketiminin negatif kontrole göre önemli düzeyde azaldığını bildirmiştir.

Tüm dönem değerlendirildiğinde PK grubunun NK ve NKK gruplarına göre yemi daha iyi değerlendirdiği saptanmıştır. Başlatma döneminde de benzer bir sonuç bulunmuştur. Bitirme döneminde ise NKK grubu bu dönemde gösterdiği CAA artışındaki iyileşme ile

yemi de NK grubuna göre daha iyi değerlendirmiştir. Çalışmamızda olduğu gibi yapılan önceki çalışmalarda da mısır-soya esaslı yemlerin besin maddeleri içeriğinin düşürülmesi yem değerlendirmeyi de kötüleştirmiştir (Alqhtani vd. 2022, O'Neill vd. 2012, Leyva-Jimenez vd. 2024). Besin maddeleri azaltılan mısır-soya esaslı yemlere ksilanaz veya ksilanaz içeren enzim karışımları ilavesinin yem değerlendirmeyi iyileştirdiği çeşitli çalışmalarla gösterilirken (O'Neill vd. 2012, Williams vd. 2014, Selim vd. 2015, Alqhtani vd. 2022, Leyva-Jimenez vd. 2024), çalışmamızda ksilanaz ilavesi sadece 23-41 günlük yaşlar arasında yem değerlendirmeyi arttırmıştır. Ksilanaz ilavesi ilk 22 günlük dönemde beklenen etkiyi göstermemiştir.

Ölüm oranları bakımından muameleler arasında önemli farklılıklar olmamasına rağmen, sayısal olarak pozitif kontrol grubunun daha düşük ölüm oranına sahip olduğu görülmektedir. Daha önceki çalışmalarda (O'Neill vd. 2012, Williams vd. 2014, Rama Rao vd. 2021, Vasanthakumari vd. 2023) da yemin besin değerinin bir miktar düşürülmesi veya yeme ksilanaz veya ksilanaz içeren enzim karışımlarının katılmasının ölüm oranlarını önemli düzeyde etkilemediği rapor edilmiştir.

Çalışmamızda yemin besin değerinin bir miktar düşürülmesi veya yeme ksilanaz ilavesi karkas randımanı ile göğüs ve but oranlarını önemli düzeyde etkilemezken, bazı çalışmalarda yeme ksilanaz içeren enzimlerin ilavesinin katılmayanlara göre karkas randımanı (Selim vd. 2015, Alqhtani vd. 2022), göğüs (Selim vd. 2015, Rama Rao vd. 2021, Leyva-Jimenez vd. 2024) ve but oranlarını arttırdığı bildirilmiştir. Alqhtani vd. (2022) çalışmamızla uyumlu olarak ksilanaz ilavesi ile göğüs ve but oranlarında pozitif ve negatif kontrollere göre farklılık olmadığını bildirirlerken, Selim vd. (2015) yemdeki ME miktarının düşürülmesi ile baget oranının arttığını bildirmiştir.

Önceki araştırmalarda mısır-soya esaslı broyler piliç yemlerinde enerjinin azaltılması ile oransal olarak abdominal yağ ağırlığında da azalma meydana gelmişken (Selim vd. 2015,

Alqhtani vd. 2022), çalışmamızda enerji ve diğeri bazı besin maddelerinin azaltılması veya azaltılmış yeme ksilanaz ilavesi ile abdominal yağ ağırlık oranı kontrol grubuna göre önemli olarak değışmemiştir. Alqhtani vd. (2022) alışmamızla uyumlu olarak negatif kontrol grubuna ksilanaz içeren enzim karışımı takviyesi ile oransal karaciğeri ve abdominal yağ ağırlıklarının etkilenmediğini bildirmişlerdir.



## 6. SONUÇ

Araştırmadan elde edilen veriler mısır-soya esaslı broyler piliç yemlerine üretici matriks önerileri doğrultusunda ksilanaz enzimi ilavesinin negatif kontrol grubuna göre performans özelliklerinde beklenen iyileşmeyi sağlayamadığı tespit edilmiştir. Ayrıca ksilanaz ilavesi karkas özellikleri üzerine de etkili olmamıştır. Elde edilen sonuçlara göre kullanılan ticari ksilanaz enzimi için matriks değerlerinin ve enzim dozunun yeniden değerlendirilmesinin gerekli olabileceği düşünülmektedir.



## KAYNAKLAR

- Abdollahi, M.R., Ravindran, V. and Amerah, A.M. 2016. Influence of partial replacement of ground wheat with whole wheat and exogenous enzyme supplementation on growth performance, nutrient digestibility and energy utilization in young broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(5), 929-937.
- Aftab, U. 2012. Exogenous carbohydrase in corn-soy diets for broilers. *World's Poultry Science Journal*, 68(3), 447-464.
- Akyıldız, R. 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını: 895. Uygulama Kılavuzu, 213.
- Alqhtani, A.H., Al Sulaiman, A.R., Alharthi, A.S. and Abudabos, A.M. 2022. Effect of exogenous enzymes cocktail on performance, carcass Traits, biochemical metabolites, intestinal morphology, and nutrient digestibility of broilers fed normal and low-energy Corn–soybean diets. *Animals*, 12(9), 1094.
- Amerah, A.M., Romero, L.F., Awati, A. and Ravindran, V. 2017. Effect of exogenous xylanase, amylase, and protease as single or combined activities on nutrient digestibility and growth performance of broilers fed corn/soy diets. *Poultry Science*, 96(4), 807-816.
- Anwar, U., Riaz, M., Khalid, M.F., Mustafa, R., Farooq, U., Ashraf, M., Munir, H., Auon, M., Hussain, M., Hussain, M., et al. 2023. Impact of Exogenous xylanase and phytase, individually or in combination, on performance, digesta viscosity and carcass characteristics in broiler birds fed wheat-based diets. *Animals*, 13, 278. doi:10.3390/ani13020278
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2005. *Official Methods of Analysis*. 18th ed. AOAC-Int. Arlington. VA.
- Aviagen 2018. *Ross Broiler Management Handbook* [online]. Website: <https://en.aviagen.com/brands/ross/products/ross-308>, Erişim Tarihi: 10.01.2022.
- Aviagen 2019. *Ross Broiler Nutrient Specifications* [online]. Website: <https://en.aviagen.com/brands/ross/products/ross-308>, Erişim Tarihi: 10.01.2022.
- Bautil, A., Bedford, M.R., Buyse, J. and Courtin, C.M. 2023. Reduced-particle size wheat bran and endoxylanase supplementation in broiler feed affect arabinoxylan hydrolysis and fermentation with broiler age differently. *Animal Nutrition*, 12, 308-

- Bedford, M. R. 2000. Exogenous enzymes in monogastric nutrition—their current value and future benefits. *Animal Feed Science and Technology*, 86(1-2), 1-13.
- Chaves, N.R., Nascimento, K.M., Kiefer, C., Rosa, M.S., Feitas, H.B., Paiva, L.L. and Zanoelo, F.F. 2020. Phytase and xylanase in diets with nutritional adjustments and their effects on serum biochemistry, morphometry and intestinal health of broilers. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92, (Suppl 1):e20190278. doi: 10.1590/0001-3765202020190278.
- Choct, M. 2002. Non-starch polysaccharides: effect on nutritive value. *Poultry Feedstuffs: supply, composition and nutritive value*, 221-235.
- Choct, M. 2015. Feed non-starch polysaccharides for monogastric animals: classification and function. *Animal Production Science*, 55(12), 1360-1366. doi: 10.1071/AN15276
- Choct, M., Dersjant-Li, Y., McLeish, J. and Peisker, M. 2010. Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: a review of digestion, nutritive and anti-nutritive effects in pigs and poultry. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(10), 1386-1398.
- Classen, H.L. 1996. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. *Animal Feed Science and Technology*, 62(1), 21-27. doi:10.1016/S0377-8401(96)01002-4
- Cowieson, A.J., Bedford, M.R. and Ravindran, V. 2010. Interactions between xylanase and glucanase in maize-soy-based diets for broilers. *British Poultry Science*, 51(2), 246-257.
- Çiftçi, İ. 2001. Yem katkı maddesi olarak enzimler, çiftlik hayvanlarının beslenmesinde temel prensipler ve karma yem üretiminde bazı bilimsel yaklaşımlar. *Farmavet İlaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. İstanbul*, 543-583.
- Giraldo, L.A., Tejido, M.L., Ranilla, M.J., Ramos, S. and Carro, M.D. 2008. Influence of direct-fed fibrolytic enzymes on diet digestibility and ruminal activity in sheep fed a grass hay-based diet. *Journal of Animal Science*, 86(7), 1617-1623.
- Gorenz, B., Iseri, V., Rubach, J. and Dilger, R.N. 2022. Xylanase supplementation of pelleted wheat-based diets increases growth efficiency and apparent metabolizable energy and decreases viscosity of intestinal contents in broilers. *Poultry Science*, 101(12):102220.

- Kırkpınar, F. and 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. and 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
- 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.
- Kubis, M., Kołodziejewski, P., Pruszyńska, E., Sassek, M., Konieczka, P., Górka, P. and Kaczmarek, S.A. 2022. Combination of emulsifier and xylanase in wheat diets of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 290, 115343.
- Langhout, D.J. 1999. The role of the intestinal flora as affected by NSP in broiler. *Proceedings 12 th European Symposium on Poultry Nutrition*. Veldhoven, The Netherlands, August 15-19, 203-212.
- Leyva-Jimenez, H., Burden, Y., Soto, C., Mc Cormick, K., Woodward, A. and Dirks, B. 2024. Effect of supplementing a multi-carbohydrase enzyme complex to corn-soy-based diets on growth performance, intestinal digesta viscosity, and carcass traits of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 33(1), 100387. doi:10.1016/j.japr.2023.100387
- Montagne, L., Pluske, J.R. and 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.
- Morgan, N., Bhuiyan, M.M., Nguyen, T.N.A., Middlebrook, T. and Hopcroft, R. 2021. 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.
- Morgan, N., Bhuiyan, M.M. and Hopcroft, R. 2022. Non-starch polysaccharide degradation in the gastrointestinal tract of broiler chickens fed commercial-type diets supplemented with either a single dose of xylanase, a double dose of xylanase, or a cocktail of non-starch polysaccharide-degrading enzymes. *Poultry Science*, 101(6), 101846.
- Rama Rao, S.V., Raju, M.V.L.N, Nagalakshmi, D., Prakash, B. and Paul, S.S. 2021. Effect of supplementation of graded concentrations of xylanase and  $\alpha$ -amylase on performance, slaughter variables, and energy digestibility in broiler chickens fed

- corn-soybean meal-based diet. *Journal Applied Poultry Research* 30:100139. doi:10.1016/j.japr.2021.100139
- Ravindran, V. 2013. Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(3), 628-636.
- Selim, N.A., Waly, A.H., Abdel Magied, H.A., Habib, H.H., Fadl, A.A. and Shalash, S.M. 2015. Further benefits of xylanase enzyme supplementation to low energy corn-soybean meal broiler diets. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 18(3), 429-442.
- Shini, A., Shini, S. and Bryden, W. L. 2019. Fatty liver haemorrhagic syndrome occurrence in laying hens: impact of production system. *Avian Pathology*, 48(1), 25-34. doi:10.1080/03079457.2018.1538550
- Singh, A.K., Mandal, R.K., Bedford, M.R. and Jha, R. 2021. Xylanase improves growth performance, enhances cecal short-chain fatty acids production, and increases the relative abundance of fiber fermenting cecal microbiota in broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 277, 114956.
- Stefanello, C., Vieira, S.L., Santiago, G.O., Kindlein, L., Sorbara, J.O.B. and Cowieson, A.J. 2015. Starch digestibility, energy utilization, and growth performance of broilers fed corn-soybean basal diets supplemented with enzymes. *Poultry Science*, 94(10), 2472-2479.
- Oyeagu, C.E., Mlambo, V., Muchenje, V. and Marume, U. 2019. Effect of dietary supplementation of *Aspergillus* xylanase on broiler chickens performance. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 9(4), 693-708.
- O'Neill, H.M., Mathis, G., Lumpkins, B.S. and Bedford, M.R. 2012. The effect of reduced calorie diets, with and without fat, and the use of xylanase on performance characteristics of broilers between 0 and 42 days. *Poultry Science*, 91(6), 1356-1360.
- Tang, D., Du, B., Wang, X., Nian, F. and Shi, Z. 2023. Supplementation of amylase or amylase+ xylanase improves performance and metabolism of broilers fed with diets containing newly harvested maize. *Animal Biotechnology*, 1-21. doi:10.1080/10495398.2022.2149544
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü). 1991. Hayvan Yemleri-Metabolik (Çevrilebilir) Enerji Tayini (Kimyasal Metot). TSE No:9619. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.

- Vasanthakumari, B.L., Gedye, K.R., Abdollahi, M.R., Di Benedetto, M., Sanchez, D.G., Wealleans, A. and Ravindran, V. 2023. A new monocomponent xylanase improves performance, ileal digestibility of energy and nutrients, intestinal morphology, and intestinal microbiota in young broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 32(1), 100301.
- Ward, N.E. 2021. Debranching enzymes in corn/soybean meal-based poultry feeds: a review. *Poultry Science*, 100(2), 765-775.
- Williams, M.P., Klein, J.T., Wyatt, C.L., York, T.W. and Lee, J.T. 2014. Evaluation of xylanase in low-energy broiler diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(2), 188-195.
- Wolfson, D., Olmstead, S., Meiss, D. and Ralston, J. 2008. Making sense of digestive enzymes, KLAIRE LABSTM™. A division of ProTheraR, Inc.
- Wu, W., Zhou, H., Chen, Y., Guo, Y. and Yuan, J. 2023. Debranching enzymes decomposed corn arabinoxylan into xylooligosaccharides and achieved prebiotic regulation of gut microbiota in broiler chickens. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 14(1), 34.