

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KUZU RASYONLARINA PROBİYOTİK OLARAK BACİLLUS
SUBTİLİS İLAVESİNİN BESİ PERFORMANSI VE KARKAS
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Hasan YILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

Danışman
Doç.Dr. Esad Sami POLAT

KONYA-2024

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KUZU RASYONLARINA PROBİYOTİK OLARAK BACİLLUS
SUBTİLİS İLAVESİNİN BESİ PERFORMANSI VE KARKAS
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Hasan YILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

Danışman
Doç.Dr. Esad Sami POLAT

KONYA-2024

S.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Hasan YILDIZ tarafından savunulan bu çalışma, jürimiz tarafından Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof Dr Erdoğan ŞEKER
Selçuk Üniversitesi

İmza

Danışman: Doç. Dr. Esad Sami POLAT
Selçuk Üniversitesi

İmza

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Hasan Hüseyin
ŞENYÜZ
Necmettin Erbakan Üniversitesi

İmza

ONAY:

Bu tez, Selçuk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Unvanı Adı SOYADI

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Günümüzde, hayvan sağlığı ve verimliliği konusunda sürdürülebilir ve çevre dostu çözümler arayışı artmaktadır. Bu bağlamda, probiyotikler gibi doğal besin takviyelerinin kullanımı önemli bir yer tutmaktadır. Bu arayışın temelinde, hayvancılık sektörünün karşılaştığı çeşitli zorluklar ve bu zorlukların çevresel etkilerini azaltma ihtiyacı yatmaktadır. Özellikle antibiyotik kullanımının sınırlanması ve hayvan refahına daha fazla önem verilmesi gerekliliği, alternatif besleme stratejilerine olan ilgiyi artırmıştır.

Probiyotiklerin kullanımı, hayvanların sindirim sistemi sağlığını iyileştirmenin yanı sıra, bağışıklık sistemini güçlendirmeye ve patojenlere karşı direnci artırmaya yardımcı olabilir. Bu, hastalıkların önlenmesi ve tedavi maliyetlerinin azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, probiyotiklerin besi performansına olumlu etkileri, et ve süt veriminde artışa yol açabilir, bu da gıda güvenliği ve sürdürülebilir gıda üretimi açısından kritik bir faktördür.

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel yardım ve desteklerini esirgemeyen başta danışman hocam Doç.Dr. Esad Sami POLAT olmak üzere Anabilim Dalı Başkanımız Prof.Dr. Huzur Derya ARIK'a, değerli hocalarım Prof.Dr. Nurettin GÜLŞEN, Prof.Dr. Fatma İNAL, Prof.Dr. Erdoğan ŞEKER, Prof.Dr. Tahir BALEVİ, Prof.Dr. Varol KURTOĞLU, Prof.Dr. Cavit ARSLAN Prof.Dr. Emel GÜRBÜZ, Prof. Dr. Mustafa Selçuk ALATAŞ, Dr. Öğr. Üyesi Oğuzhan KAHRAMAN ve Arş.Gör. Zekeriya Safa İNANÇ'a, meslektaşlarım Fatih BÜYÜKCAN ve M. Nihat URAL'a ayrıca aileme, eşim ve kızlarıma teşekkür ederim.

Hasan YILDIZ

06 / 2024

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISA GEREÇLER	v
ÖZET	vi
SUMMARY	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Koyun Yetiştiriciliği	2
1.2. Kuzuların Beslenmesi	4
1.3. Probiyotikler	7
1.3.1. Probiyotiklerin Tarihçesi	8
1.3.2. Probiyotiklerin Etki Mekanizması	8
1.3.3. Probiyotiklerin Sınıflandırılması	10
1.4. Hayvan Beslemede Probiyotikler	11
1.4.1. Probiyotiklerin ruminantlar üzerindeki etkileri	12
1.4.2. Probiyotiklerin Et Kalitesine Etkisi	14
1.4.3. Probiyotiklerin Hayvan Beslenmesinde Uygulanmasına İlişkin Zorluklar	14
1.4.4. Probiyotik Kullanımıyla İlgili Güvenlik Kaygıları	15
2. GEREÇ VE YÖNTEM	16
2.1. Hayvan Materyali	16
2.2. Yem Materyali	16
2.3. Metod	16
2.4. İstatistik	17
3. BULGULAR	18
4. TARTIŞMA	24
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	27
6. KAYNAKLAR	28
7. EKLER	32
EK-A: Etik Kurul Kararı	32
EK-B: Tezden Üretilmiş Yayınlar	33

EK-C: Turnitin Raporu	42
8. ÖZGEÇMİŞ	44



SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
>	Büyüktür
<	Küçüktür
°C	Santigrat Derece
ALT	Alanine Aminotransferase
AST	Aspartate Aminotransferase
CFU/kg	Colony-Forming Units per kilogram
g	Gram
HP	Ham Protein
Kg	Kilogram
ME	Metabolik Enerji
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SS	Standart Sapma

ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kuzu Rasyonlarına Probiyotik Olarak *Bacillus Subtilis* İlavesinin Besi Performansı ve Karkas Kalitesi Üzerine Etkisi

Hasan YILDIZ

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ / KONYA-2024

Bu çalışmanın amacı, *Bacillus subtilis*'in probiyotik olarak Akkaraman ırkı erkek kuzuların rasyonlarına eklenmesinin büyüme performansı, bazı kan parametreleri ve karkas kalitesi üzerine etkilerini araştırmaktır. Araştırmada hayvan materyali olarak 3 aylık yaşta, canlı ağırlıkları 18,2 ile 22,4 kg arasında olan 12 adet Akkaraman ırkı erkek kuzu kullanıldı. Çalışmada kullanılan hayvanlar kuru yonca, ayçiçeği küspesi, arpa ezmesi, öğütülmüş mısır ve sodadan oluşan rasyon ile besiyeye alındı. Deneme grubundaki hayvanların rasyonuna *Bacillus Subtilis* (CFU/kg > $1,0 \times 10^{10}$) ilavesi yapıldı. 15 günlük periyotlarda hayvanlar aç karnına tartılarak hayvanların canlı ağırlıkları kayıt altına alındı. Rasyona *Bacillus Subtilis* ilavesinin kan parametreleri üzerine etkilerini belirlemek için çalışmanın 0. ve 60. günlerinde vena vugularisten kan örnekleri toplandı. Tüm parametreler ortalama $\pm$ standart sapma (SS) olarak sunuldu ve istatistiksel analiz için SPSS (26,0 software; IBM) programı kullanıldı. Elde edilen veriler arasındaki farklılığın tespitinde Bağımsız İki Örneklem T-Testi kullanıldı. Çalışmanın ilk 15 günlük periyodunda, günlük canlı ağırlık artışının probiyotik takviye grubunda kontrol grubuna göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu belirlendi ($P<0,05$). Ancak, 16-30, 31-45 ve 46-60 gün aralıklarındaki sonraki dönemlerde, canlı ağırlık artış hızı iki grup arasında oldukça benzerdi ve istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar yoktu. Çalışmanın sonunda, 60 günlük dönem boyunca probiyotik ve kontrol grupları arasında toplam canlı ağırlık artışında önemli bir fark olmadığı gözlemlendi ($P>0,05$). Çalışma boyunca, her iki grup arasında başlangıç ve bitiş noktalarında kan parametrelerinde gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Kontrol grubunda, son tartım ağırlığı $35,9 \pm 1,72$ kg, sıcak karkas ağırlığı $17,8 \pm 0,59$ kg, sıcak karkas randımanı $49,5 \pm 1,3$, soğuk karkas ağırlığı $17,6 \pm 0,51$ kg ve soğuk karkas randımanı $49,1 \pm 1,36$ olarak ölçülmüştür. Probiyotik grubunda ise, son tartım ağırlığı $36,4 \pm 1,56$ kg, sıcak karkas ağırlığı $18,03 \pm 0,55$ kg, sıcak karkas randımanı $49,58 \pm 1,06$, soğuk karkas ağırlığı $17,88 \pm 0,54$ kg ve soğuk karkas randımanı $49,16 \pm 1,04$ olarak tespit edilmiştir. Kontrol ve probiyotik grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$). Bu sonuçlar, *Bacillus subtilis*'in kısa vadeli büyüme artışını destekleyebileceğini ancak genel büyüme performansı, kan parametreleri ve karkas kalitesi üzerinde önemli bir etki yapmadığını göstermektedir. Bu bağlamda, gelecek çalışmalarda probiyotik çeşitliliğinin artırılması ve farklı probiyotik kombinasyonlarının etkilerinin incelenmesi önerilmektedir.

Anahtar Sözcükler: *Bacillus subtilis*; karkas kalitesi; kuzu performansı; probiyotik

SUMMARY

REPUBLIC OF TURKEY
SELÇUK UNIVERSITY
HEALTH SCIENCES INSTITUTE

The Effect of Adding *Bacillus Subtilis* as a Probiotic to Lamb Diets on Fattening Performance and Carcass Quality

Hasan YILDIZ

Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases

MASTER THESIS / KONYA-2024

The aim of this study is to investigate the effects of adding *Bacillus subtilis* as a probiotic to the diets of Akkaraman ram lambs on growth performance, some blood parameters, and carcass quality. Twelve Akkaraman ram lambs aged three months with live weights ranging from 18,2 to 22,4 kg were used as animal material in the study. The animals used in the study were fed a diet consisting of dried clover, sunflower meal, barley meal, ground corn, and soda. *Bacillus subtilis* (CFU/kg > $1,0 \times 10^{10}$) was added to the ration of the animals in the experimental group. The live weights of the animals were recorded by weighing them on an empty stomach at 15-day intervals. Blood samples were collected from the vena jugularis of the animals on the 0th and 60th days of the study to determine the effects of adding *Bacillus subtilis* to the ration on blood parameters. All parameters were presented as mean $\pm$ standard deviation (SD), and the SPSS (26,0 software; IBM) program was used for statistical analysis. Independent Samples T-Test was used to determine the difference between the obtained data. In the first 15-day period of the study, it was found that the daily live weight gain was significantly higher in the probiotic-supplemented group compared to the control group ($P < 0,05$). However, in the subsequent periods of 16-30, 31-45, and 46-60 days, the rate of live weight gain was quite similar between the two groups, and there were no statistically significant differences. At the end of the study, it was observed that there was no significant difference in total live weight gain between the probiotic and control groups during the 60-day period ($P > 0,05$). Throughout the study, no statistically significant difference was found in blood parameters between the groups at the starting and ending points. In the control group, the final weighing weight was measured as $35,9 \pm 1,72$ kg, hot carcass weight as $17,8 \pm 0,59$ kg, hot carcass yield as $49,5 \pm 1,3\%$, cold carcass weight as $17,6 \pm 0,51$ kg and cold carcass yield as $49,1 \pm 1,36\%$. In the probiotic group, the final weighing weight was determined as $36,4 \pm 1,56$ kg, hot carcass weight as $18,03 \pm 0,55$ kg, hot carcass yield as $49,58 \pm 1,06\%$, cold carcass weight as $17,88 \pm 0,54$ kg, and cold carcass yield as $49,16 \pm 1,04\%$. No statistically significant difference was found between the control and probiotic groups ($P > 0,05$). These results indicate that *Bacillus subtilis* may support short-term growth increase but does not have a significant effect on overall growth performance, blood parameters, and carcass quality. In this context, it is recommended to increase the diversity of probiotics and examine the effects of different probiotic combinations in future studies.

Key Words: *Bacillus subtilis*; carcass quality; lamb performance; probiotic

1. GİRİŞ

Ruminantlarda yapılan araştırmalarda, maya temelli probiyotiklerin varlığında selüloz parçalayan bakterilerin sayısının arttığı gösterilmiştir. Bu durum mikrobiyal fermentasyon üzerinde etkilerini göstererek yüksek selüloz parçalanması ve iyileşmiş mikrobiyal protein üretimine yol açar (Amin ve Mao 2021). Hem Laktobasiller hem de Bifidobakteriler, yakından ilişkili bakteri türlerinin büyümesini teşvik ederek, protein veya polipeptit bakteriyosinler üreterek, bağırsakta zararlı mikroorganizma sayısını azaltmaya yardımcı olur. Laktik asit bakterileri, bifidobakteriler ve bacillus gibi probiyotik türlerinin *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Listeria* ve *Salmonella* gibi çeşitli patojenlere karşı antimikrobiyal etkiler gösteren birkaç tür termo stabil bakteriyosin üretebildiği rapor edilmiştir (Piqué ve ark 2019).

Son zamanlarda, geniş getiren hayvanlarda probiyotik olarak *Bacillus* türlerinin kullanımına olan ilgi, ısı kararlılığı ve sindirim sisteminin düşük pH'ında hayatta kalma yetenekleri gibi spesifik özelliklerinden dolayı artmaktadır. *Bacillus subtilis* (BS), güçlü çevresel uyum yeteneğine sahip *Bacillus* türlerinden biridir (Nie ve ark 2017) büyüme sırasında polimiksin, nistatin, gramicidin ve enzimler (alfa-amilaz, proteaz, lipaz, selülaz vb.) ve vitaminler gibi diğer aktif maddeleri üretir. Bu aktif maddeler, patojenler ve müteakip enfeksiyon üzerinde güçlü inhibitör etkilere sahip olmanın yanı sıra besin metabolizmasını ve bağışıklık fonksiyonunu olumlu bir şekilde modüle eder (Pan ve He 2002). BS bağırsaktaki serbest oksijeni hızla tüketerek, zararlı bakterilerin büyümesini engellerken faydalı anaerobik bakterilerin büyümesini destekleyen hipoksiye neden olur. BS'nin canlı ağırlık artışı üzerindeki etkileri birçok çalışma tarafından incelenmiştir. Örneğin, Etlik piliç rasyonlarına BS'nin farklı seviyelerde ilavesinin canlı ağırlık artışı bakımından daha yüksek sonuçlar sunduğu ve yem tüketimi ve yem değerlendirme katsayısının değişmediği (Park ve ark 2020, Ciurescu ve ark 2020) rapor edilmiştir. Benzer şekilde, sığır yetiştiriciliği üzerine yapılan bir çalışmada, BS takviyesi alan ineklerde daha yüksek canlı ağırlık artışı ve daha iyi karkas kalitesi elde edildiği bildirilmiştir (Smock ve ark 2020).

BS'nin et kalitesi üzerindeki etkileri de araştırılmıştır. Yapılan çalışmalarda, BS takviyesinin piliçlerin karkas özellikleri ve et kalitesini olumlu yönde

etkileyebileceğini göstermektedir (Tang ve ark 2021). Ayrıca, domuzlarda BS takviyesinin, et kalitesini önemli ölçüde iyileştirdiği, antioksidan fonksiyonu artırdığı ve skatol üretimini azalttığı gözlemlenmiştir (Sheng ve ark 2015). Yapılan kaynak taramasında kuzu rasyonlarına probiyotik olarak BS bakterisinin eklenmesinin kuzu besi performansı ve karkas kalitesi üzerindeki etkisi ilgili herhangi bir çalışma bulunamamıştır.

Bu projenin amacı, kuzu rasyonlarına probiyotik olarak BS bakterisinin eklenmesinin kuzu besi performansı ve karkas kalitesi üzerindeki etkisini araştırmaktır. Elde edilecek veriler, hayvan yetiştiriciliği alanında daha etkili besleme stratejileri geliştirilmesine ve hayvanların sağlığını, büyüme performansının ve karkas kalitesini iyileştirmeye yönelik uygulamaların geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

1.1. Koyun Yetiştiriciliği

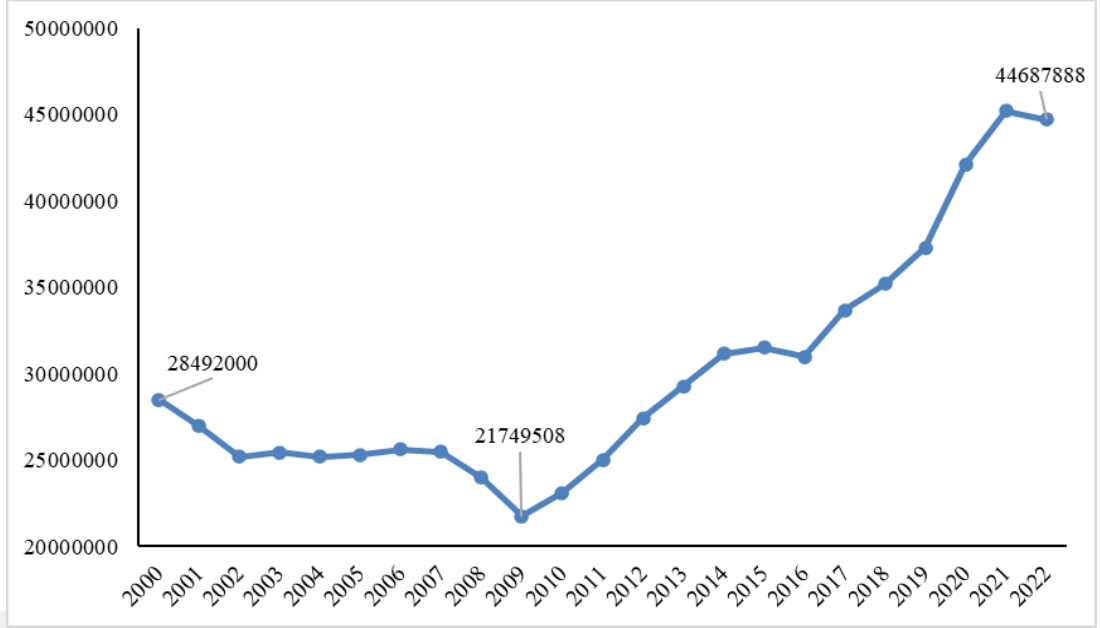
Sosyo-ekonomik kalkınma ve tüketici sağlığı bilincinin gelişmesiyle birlikte, protein açısından zengin olmaları, B12 vitamini içermeleri ve uygun yağ asidi (FA) bileşimleri nedeniyle küçükbaş hayvan etine yönelik küresel talep her geçen gün artmaktadır (Ke ve ark 2023). Bu talebin somut bir göstergesi olarak, 2010 yılında 1,097 milyar olan dünya genelindeki koyun popülasyonu, 2021 yılı itibarıyla 1,266 milyar başa ulaşarak önemli bir büyüme kaydetmiştir. Bu on bir yıllık dönemdeki artış, küçükbaş hayvancılık sektörünün genişlemesini ve bu alandaki yatırımların yoğunlaşmasını yansıtmakta, aynı zamanda sürdürülebilir tarım pratikleri ve hayvan refahı standartlarına olan global ilginin artışını da göstermektedir (İWTO 2023).

Türkiye'nin farklı coğrafi ve iklimsel özellikleri, koyun yetiştiriciliği faaliyetlerinin yoğun olarak yürütülmesi için uygun bir zemin oluşturmaktadır. Özellikle, ülkenin geniş ve verimli arazileri, küçükbaş hayvan yetiştiriciliği için elverişlidir ve bu durum, tarımsal üretim yapısını etkilemekte ve şekillendirmektedir. Koyun yetiştiriciliği, tarım sektöründe ve özellikle kırsal ekonomide önemli bir yer tutmaktadır. Değerlendirilemeyen kaynakların ekonomiye kazandırılması ve dar gelirli ailelerin beslenme ve gelir kaynakları için kritik bir rol oynar. Koyun yetiştiriciliği, ülkenin uzun yıllara dayanan geleneksel bir yetiştiricilik kültürünü yansıtmakla birlikte kırsal kesimde yaşayan topluluklar için hayati bir öneme sahiptir.

(Günlü ve Mat 2021).

Türkiye'nin zengin coğrafi özellikleri ve geniş mera alanları, özellikle küçükbaş hayvancılık faaliyetleri için maliyet etkinliği ve yüksek kalite potansiyeli açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Ülke meralarının çoğu düşük verimlilik özelliklerine sahip olup, bu durum küçükbaş hayvanların yetiştirilmesi için özel bir uygunluk teşkil etmektedir. Koyun ve keçi yetiştiriciliği, Türkiye'de gerçekleştirilebilecek en ekonomik hayvancılık türleri arasında yer almakta ve bu sektör, ulusal ekonomideki hayvansal ürün üretiminde önemli bir orana sahiptir; et üretiminin yaklaşık dörtte biri, süt üretiminin sekizde birinden fazlası ve deri üretiminin üçte ikisinden fazlası küçükbaş hayvanlardan elde edilmektedir (DAKA 2012).

Türkiye'deki koyun popülasyonun, yıllık veriler üzerinden yapılan analizinde belirgin bir dalgalanma sergilediği görülmektedir. 2000 yılında kaydedilen yaklaşık 28 milyonluk koyun varlığı, 2009 yılına dek süregelen bir azalma eğilimi ile 21 milyona kadar gerilemiştir. Bu noktadan sonra, popülasyonunda önemli bir toparlanma gözlemlenmiş, ardışık yıllarda istikrarlı bir artış kaydedilerek 2021 yılı itibarıyla 45 milyon seviyesine ulaşılmıştır. Ancak, 2022 yılında hafif bir gerileme göstererek 44 milyona düşmüştür (TUIK 2022). Bu veriler, ülke tarım politikalarının ve koyun yetiştiriciliğine yönelik uygulamaların, sektör üzerinde belirleyici etkileri olduğunu ve bu etkilerin popülasyon trendlerine yansıdığını göstermektedir. Türkiye'de yıllara göre koyun sayısı şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Türkiye’de yıllara göre koyun varlığı (TÜİK 2022).

Türkiye’de koyun yetiştiriciliği; gıda üretimi, biyolojik çeşitliliğin korunması, kırsal kalkınma ve ekonomik refah açısından stratejik bir öneme sahiptir. Küçükbaş hayvancılığın et ve süt üretimine sağladığı katkı, ülke ekonomisinin dışa bağımlılığını azaltmaya ve kırsal kesimdeki insanların yaşam standartlarını yükseltmeye yardımcı olabilir (Özdemir ve Polat 2019). Bu nedenle, koyun yetiştiriciliğine yönelik politika geliştirme ve destekleme çalışmaları, ulusal bir öncelik olarak görülmelidir.

1.2. Kuzuların Beslenmesi

Küçükbaş hayvan işletmelerinde, kuzu besiciliği, işletmelerin sürdürülebilirliği ve kârlılığını artırmanın en önemli yoludur. Kuzuların genetik potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için, beslenme ve yönetim programları, kuzuların canlı ağırlık artış hızını ve karkas kalitesini artıracak şekilde düzenlenmelidir (Pala ve Gülşen 2021). Kuzuların beslenmesinde kolostrum, emzirme, sütten kesme ve büyütme dönemi olmak üzere dört temel aşama vardır. İlk aşama, kolostrum dönemi, doğumdan hemen sonra başlar. Kuzunun, hayatının ilk saatlerinde kolostrumla beslenmesi büyük bir öneme sahiptir ve bu beslenmenin en az 18-36 saat boyunca devam ettirilmesi gerekmektedir. Kolostrum, meme bezinin ilk salgısı olarak bilinir ve genellikle doğumdan önce üretimine başlar. Ancak bazen, hamileliğin son haftalarında da üretim başlayabilir ve laktasyon döneminin başlamasından yaklaşık 4 veya 5 gün sonra tamamen sona erer. Kolostrum, yeni

doğan kuzunun beslenmesinde gıda kaynağı, müşhil etkisi ve hastalıklara karşı bağışıklık sağlayıcı nitelikleri nedeniyle büyük öneme sahiptir (Brandano ve ark 2004). İkinci aşama olan emzirme dönemi, kuzunun annesinin sütüyle beslendiği dönemdir. Kuzular, kolostrumu aldıktan sonra sütle beslenmeye başlanmalıdır. İster üretim amaçlı olsun isterse besi amaçlı olsun, kuzular 12-16 hafta boyunca sütle beslenmelidir. Bir haftalık olduktan sonra, yüksek kaliteli kuru yonca ve kuzu başlangıç yemi (%16-18 HP) ile serbestçe beslenmeye devam edilmelidir (Çerçi ve Tatlı Seven 2008). Bu süreçte, kuzunun yeterli ve dengeli besin alımı hayati önem taşır. Emzirme dönemi, kuzunun büyüme ve gelişimi için kritik bir evredir. Üçüncü aşama olan süttten kesme, kuzunun süttten kesilerek katı gıdalara geçiş yaptığı dönemdir. Bu geçiş süreci dikkatlice yönetilmeli ve kuzunun yeni diyetine uyum sağlaması için gerekli destek sağlanmalıdır (Brandano ve ark 2004). Koyun sütü satışı yapan bazı işletmeler erken süttten kesme yönetimini uygulayabilmektedir. Kuzuların en az 4 hafta boyunca sütle beslendikten sonra süttten kesilmesi gerekmektedir. İkinci haftadan itibaren kuzulara kuzu başlangıç yemi verilmeye başlanmalıdır (Akçapınar 2000). Kuzular 5 haftalık olduklarında 300 gram konsantre yem tüketmeye başlayacaklardır. Bu konsantre yem en az %16 ham proteine sahip olmalıdır. Ayrıca, bu dönemde yüksek kaliteli yonca otuyla beslenmeleri, rumen gelişiminin daha düzgün olmasını sağlayacaktır. Yapılan çalışmalar, 5-6 haftalıkken süttten kesilen kuzularda canlı ağırlığın 12,5 kg'a ulaştığını göstermiştir. Son aşama olan, büyütme dönemi, kuzunun süttten kesildikten sonra yetişkinliğe kadar geçirdiği evredir. Bu dönemde, kuzunun dengeli beslenmesi, sağlık durumunun takibi ve iyi bir yaşam kalitesi sağlanması önemlidir. Her aşamada, doğru yönetim uygulamaları kuzunun sağlıklı gelişimi ve verimliliği için kritik rol oynar (Brandano ve ark 2004). Kuzu beslenmesinde enerji ve protein dengesinin doğru ayarlanması, gelişimlerinin sağlıklı ve verimli olmasını sağlar. Geleneksel besleme koşullarında, koyunlar genetik kapasitelerine ulaşamayabilir, bu yüzden entansif koyunculukta besleme yöntemlerinin doğru uygulanması büyük önem taşır. Gelişmekte olan kuzuların günlük canlı ağırlık artışlarına kıyasla enerji ve protein gereksinimleri Tablo 1.1.'de sunulmuştur (Alçıçek ve Yurtman 2009).

Tablo 1.1. Kuzuların enerji ve protein gereksinimleri (Alçıçek ve Yurtman 2009).

Canlı Ağırlık, kg	Canlı ağırlık artışı, g/gün	ME, kcal/gün	HP, g/gün
15	100	1240	70
	200	1820	110
	300	2480	150
25	100	1620	90
	200	2220	130
	300	2940	170
35	100	1980	110
	200	2630	145
	300	3370	195
45	100	2340	130
	200	2990	155
	300	3770	210

Kuzu beslemede kaba yemler, rumendeki sindirimi düzenlemede önemli rol oynar. Gelişme dönemindeki kuzular için kullanılan kaba yemlerin proteince zengin olması, kuzuların sağlıklı gelişimi ve besleme performansının artması açısından önemlidir. Yonca kuru otu, fiğ ve kaliteli çayır otu, protein bakımından zengin kaba yemlerdendir. Yonca, proteinin yanı sıra kalsiyum ve karotenler bakımından da zengindir (Çerçi ve ark 2011).

Arpa, mısır ve buğday kuzu diyetlerinde enerji kaynağı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu tahıllar protein, kalsiyum ve karoten bakımından düşüktür. Buna ek olarak, tahıllardaki protein zayıf sindirilebilir ve lizin ve triptofan bakımından eksiktir. Buğday ve arpadaki nişasta mısıra göre daha çabuk yakılır. Bu nedenle, rasyonda %50'den fazla buğday kullanılırsa sindirim bozuklukları ortaya çıkabilir. Dolayısıyla, düşük ve yüksek nişasta parçalanabilirliğine sahip enerji kaynaklarının karışımının sağlanması veya rasyona yeterli miktarda kaba yem eklenmesi önerilir. Melas, konsantre yem üretiminde yaygın olarak kullanılan bir bileşendir. Melas, yüksek enerjiye ek olarak tozlanmayı azaltma ve lezzeti artırma özelliğine sahiptir. Kuzu besisinde rasyona %5'e kadar yağ eklenebilir. Bu, tozlanmayı azaltabilir ve yemin lezzetini artırabilir. Soya küspesi, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği küspesi kuzu rasyonlarında protein kaynağı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Kuzu besisinin başlangıcında diyetin protein içeriği yüksekken, kuzu büyüdükçe protein ihtiyacı azalır ve enerji ihtiyacı artar. Yüksek enerjili diyetler canlı ağırlık artışını ve yemden yararlanmayı iyileştirirken, karkas

yağlanmasına neden olur (Coşkun ve ark. 2000, Umucalılar ve Gülşen 2005, Pala ve Gülşen 2021).

Mineraller, koyunların sağlık ve refahını sürdürmek için önemli bir rol oynar. Bunlar, sodyum, klor, kalsiyum, fosfor, magnezyum, kükürt, potasyum gibi başlıca mineraller ile kobalt, bakır, iyot, demir, mangan, molibden, çinko ve selenyum gibi iz minerallerini içerir. Mineralleri içeren mineralize bir tuz sağlamak, koyunlarda eksiklikleri önlemek için ekonomik bir yoldur. Tuz, özellikle sodyum klorür, koyunların sağlıklı ve iyi gelişimi için önemlidir. Koyunlar, günlük olarak yaklaşık 9 gram tuz tüketirken, kuzular bu miktarın yarısını tüketir. Koyunların diyetindeki kuru madde miktarının %0.2-%0.5'i tuzu oluşturmalıdır. Kalsiyum ve fosfor koyunlar için iki önemli mineraldir. Bakır, koyunlar için gereklidir, yaklaşık olarak günlük alımı 5 mg olup, bakır içeriği ≥ 5 ppm olan yemle sağlanır. Selenyum, nutrisyonel kas distrofinin en azından kısmen kontrol altına alınmasında etkilidir. Diyet gereksinimi $\sim 0,3$ ppm'dir. Hayvanların serbest erişimine izin verildiği takdirde selenyum içeren mineral karışımı sağlamak selenyum eksikliğini önleyebilir. 7-10 ppm veya daha yüksek seviyeler toksik olabilir. Bunların dışında kuzu büyümesi ve gelişimi için çinko gereklidir ve diyetlere yaklaşık 30 ppm alım önerilmektedir. Koyun diyetleri genellikle A, D, E vitaminlerini yeterli miktarda içerir, ancak bazı durumlarda takviye gerekebilir. Bu nedenle, uygun mineral takviyesi ve yeterli vitamin alımını sağlamak önemlidir (Pugh 2020).

1.3. Probiyotikler

Probiyotikler, öncelikle gastrointestinal sistemdeki mikroflorayı dengelemek için kullanılan ve konağın sağlığı ve büyümesi üzerinde faydalı etkiler sağlayan canlı mikroorganizmalardır (Valdes ve ark 2018). Antibiyotiklerin 20. yüzyılda hayvanlarda hastalıkların önlenmesi ve tedavisi için kullanılması, antimikrobiyal direncin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu direnç insanlara aktarılabilir ve insan hastalıklarının tedavisinde antimikrobiyal ilaçların etkinliğini azaltabilir (Castanon 2007, Prestinaci ve Pezzotti 2015). Probiyotikler, bu sorunları azaltmaya yardımcı olabileceğinden, hayvan sağlığı ve hayvancılık üretiminde antimikrobiyal ajanların veya antibiyotiklerin yerine geçebilecek potansiyel bir alternatif olarak görülmektedir (Bhagoju ve Nahashon 2022).

Probiyotikler, fiziksel özellikleri, metabolik ihtiyaçları ve son ürünlerine göre sınıflandırılır. Temel cinsler arasında *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus* ve *Saccharomyces* yer alır. Her bir cins, farklı türler içerir ve her türün içinde çeşitli suşlar bulunur. Bu mikroorganizmalar, diğer tür üyelerinden ayıran özel özelliklere dayalı olarak tanımlanır ve sınıflandırılır. Örneğin, *Lactobacillus* cinsinde *acidophilus*, *plantarum*, *rhamnosus* gibi türler bulunur. Probiyotikler, bağırsak sağlığını iyileştirmek ve bağışıklık fonksiyonunu desteklemek gibi çeşitli terapötik amaçlar için kullanılır (Khalighi ve ark 2016).

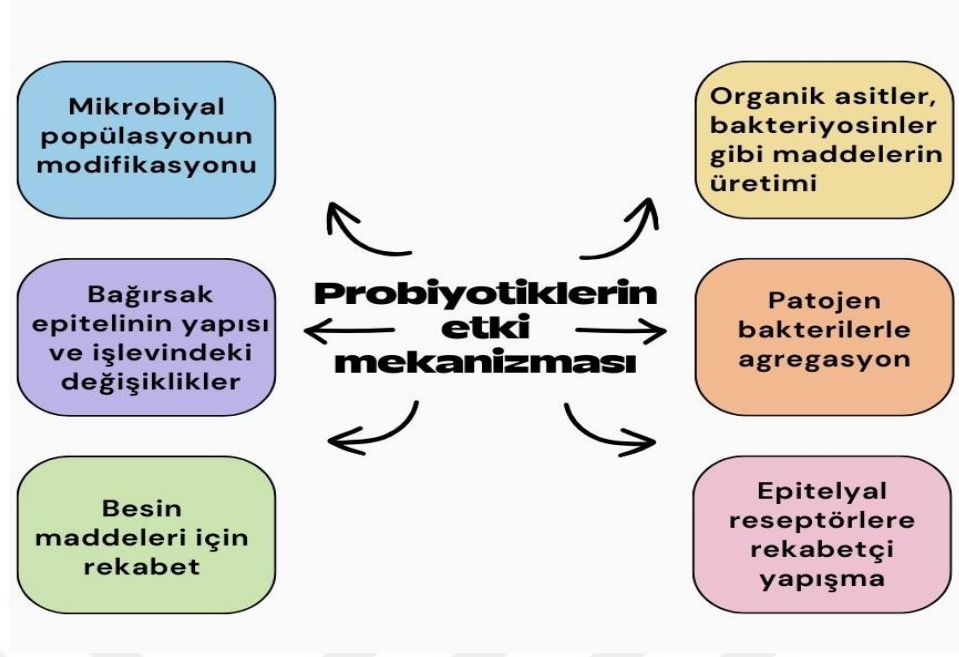
1.3.1. Probiyotiklerin Tarihçesi

Probiyotik" terimi ilk olarak 1965 yılında mikroorganizmalar tarafından üretilen büyümeyi teşvik edici faktörleri tanımlamak için kullanılmıştır (Lilly ve Stillwell 1965). Probiyotikler, başka mikroorganizmaların büyümesini teşvik edebilen mikrobiyal maddeleri tanımlamak amacıyla "antibiyotik" kelimesine karşı kullanılmıştır. Daha sonrasında, probiyotiklerin yaşayan mikroorganizmalar olduğu ve bağırsak mikrobiyotasının dengesini değiştirerek konak organizma üzerinde faydalı etkiler yarattığı şeklinde yeniden tanımlanmıştır. Probiyotiklerin bağırsak sağlığı ve beslenme açısından kullanımına dair ilgi, 1800'lerin sonları ve 1900'lerin başlarına dayanmaktadır. Bu artan ilgi, Escherich'in 1800'lerin sonlarında *Escherichia coli*'yi izole etmesi, laktik asit bakterilerinin ve laktozun sağlığa olan faydalarına dair araştırmalar, aynı zamanda Nobel ödüllü Elie Metchnikoff'un yoğurt tüketen Bulgarların uzun yaşam sürelerini gözlemlemesiyle teşvik edilmiştir. Metchnikoff, laktik asit bakterilerinin sağlığa olumlu etkileri olduğunu iddia etmiş ve bu mikroorganizmayı *Bacillus bulgaricus* olarak adlandırmıştır. Bu dönemde, Fransız pediatrik doktor Henry Tissier, ishal yaşayan bebeklerin dışkılarında az sayıda gram-pozitif bakteri olduğunu keşfetmiş ve sağlıklı bebeklerin dışkılarında ise bu "bifido" bakterilerin baskın olduğunu göstermiştir. Tissier, ishal yaşayan çocuklara laktik asit bakterileri içeren bir kültür verilmesini önermiştir. Bu dönemde, probiyotiklerin kullanımı ve faydaları konusunda daha fazla bilgi edinilmiş ve bu alanda aktif araştırmalar başlatılmıştır (Ahasan ve ark 2015).

1.3.2. Probiyotiklerin Etki Mekanizması

Probiyotiklerin faydalı etkilerini hangi mekanizmalarla sağladıkları tam olarak belgelenmemiştir. Bununla birlikte, bu olumlu etkilerin birçoğunu açıklayan

birkaç olası mekanizma öne sürülmüştür (O'Toole ve Cooney 2008). Probiyotikler, bağışıklık sistemini modüle ederek, antikor üretimini ve doğal katil hücrelerin aktivitesini artırır; dendritik hücrelerin fonksiyonunu geliştirir ve bağışıklık yanıtını düzenleyen çeşitli yollar üzerinden etki eder. Ayrıca, laktik asit bakterileri tarafından üretilen hidrojen peroksit, yağ asitleri ve bakteriyosinler gibi antimikrobiyal maddeler salgılayarak patojenlerin gelişimini inhibe eder ve bağırsak mukozasının bariyer işlevini güçlendirir (Tiwari ve ark 2012). Probiyotiklerin, hücresel yapışma yerlerinde patojenlerle rekabet ederek etkili olduğu gözlemlenmiştir. Çoğu patojenin etkili bir şekilde kolonize olması için gastrointestinal sistem epiteline yapışması gerekmektedir. Ancak, bifidobakteri ve laktobasillerin bazı suşları, patojenlerin mukoza yapışmasını engelleyerek "kolonizasyon bariyerleri" oluşturur. Örneğin, *Lactobacillus rhamnosus* GG suşu ve *Lactobacillus plantarum* 299v, *Escherichia coli*'nin insan kolon hücrelerine yapışmasını engellemiştir (Mack ve ark 1999). Ayrıca, bu probiyotikler antimikrobiyal bileşikler üreterek mikrobiyal floranın yapısını değiştirebilir. Laktobasiller ve bifidobakteriler tarafından üretilen bakteriyosinler gibi bileşikler, mikrofloranın faydalı bir şekilde modifikasyonuna katkıda bulunur. Bununla birlikte, tüm suşlar bu tür bileşikler üretmez ve bazıları belirsiz etkiler gösterebilir. Probiyotikler ayrıca bağışıklık yanıtını da uyarmakta ve bu da IgA salgılanmasının artışı, doğal öldürücü hücre sayısının yükselmesi ve makrofajların fagositoz aktivitesinin artması gibi etkilerle sonuçlanabilir. Bu immünomodülatör etkiler, probiyotiklerin inflamatuvar bağırsak hastalığı (IBD), pouchitis, gıda alerjisi ve aşılama gibi durumlar için potansiyel yararlarına işaret eder. Probiyotikler, ayrıca patojenlerin kullanabileceği besin maddeleri için rekabet ederek, özellikle *Clostridium difficile* gibi patojenlerin inhibisyonuna katkıda bulunabilir (Khalighi ve ark 2016).



Şekil 1.2. Probiyotiklerin etki mekanizması (Tiwari ve ark. 2012).

1.3.3. Probiyotiklerin Sınıflandırılması

Probiyotikler, sağlık üzerinde olumlu etkileri olan bakteri ve mantarları içeren bir mikroorganizma grubudur. Bunların sınıflandırılması, genellikle cins, tür ve suşlarına göre yapılır ve bu, probiyotiklerin sağlık üzerindeki etkilerini anlamamızda kritik bir öneme sahiptir. Probiyotiklerin en yaygın olarak bilinen grupları Lactobacillaceae ve Bifidobacterium cinslerine aittir. Özellikle Lactobacillus cinsi, laktik asit üreten, Gram-pozitif çubuklar olarak tanımlanır ve bu cins içinde *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus rhamnosus* gibi türler bulunur. Bu türler, bağırsak sağlığını destekleyen ve patojen organizmaların kolonizasyonunu engellemeye yardımcı olan çeşitli özelliklere sahiptir (Khalighi ve ark 2016).

Bifidobacterium cinsi, anaerobik, Gram-pozitif, spor oluşturmayan, polimorfik çubuklardan oluşur ve *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum* gibi türleri içerir. Bu türler, glukoz kullanımının bir yan ürünü olarak laktik ve asetik asitler üreterek bağırsak mikrobiyotasının sağlıklı gelişimine katkıda bulunurlar. Probiyotikler, patojenlere karşı rekabet ederek ve antibakteriyel maddeler (organik asitler, hidrojen peroksit, bakteriyosinler) üreterek etki gösterirler. Bu suşların güvenliği, genel olarak güvenli (GRAS) olarak kabul edilme durumlarına ve belirli

bir minimum sayıda uygulanmalarına bağlıdır. Güvenlik değerlendirmesinde, çeşitli probiyotik suşları ve konakçı mikrobiyotası arasındaki etkileşimler göz önünde bulundurulmalıdır. Enterococcus cinsi türler, bazen probiyotik olarak sınıflandırılmasına rağmen, insanlarda enfeksiyonlara neden olabilen fırsatçı mikroorganizmalar olarak bilinir ve çoklu ilaca dirençli suşlar ve yatay gen transferi riskleri nedeniyle güvenlik endişeleri bulunmaktadır. Bu nedenle, piyasada enterokok içeren sınırlı sayıda probiyotik bulunur ve bu türler henüz GRAS veya QPS statüsünü kazanmamıştır. Almanya'da *E. faecalis* DSM 16431, sinüzit ve bronşit tedavisinde kullanılırken, *E. faecium* suşları bazı besin takviyelerinde bulunur. Enterokoklar, özellikle hayvanlara yönelik probiyotik ürünlerde daha sık kullanılmaktadır (Zawistowska ve ark 2020). .Probiyotik Olarak Kabul Edilen Mikroorganizmalar Tablo 1.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 1.2. Probiyotik Olarak Kabul Edilen Mikroorganizmalar (Zawistowska ve ark 2020).

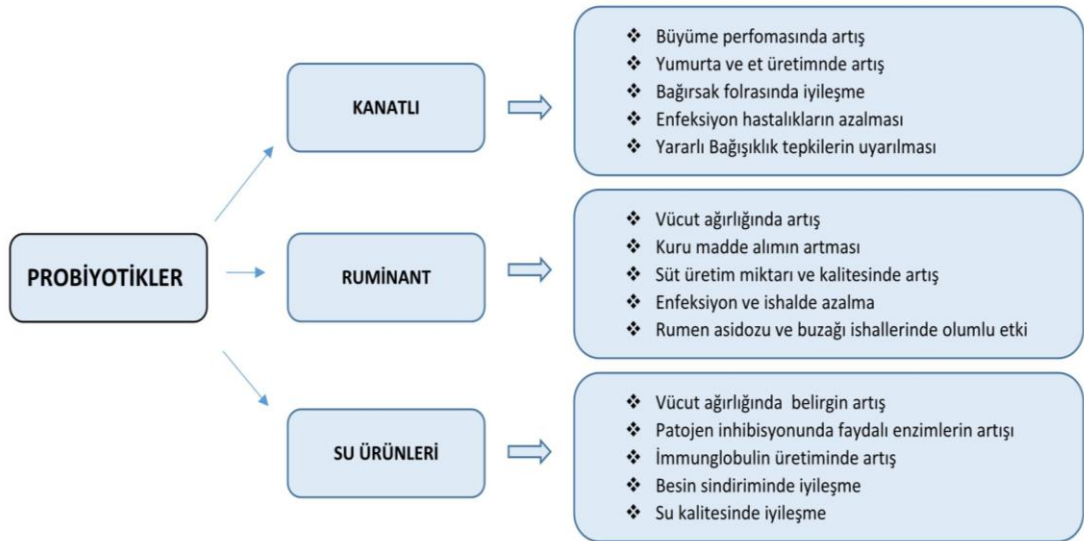
Lactobacillaceae	Bifidobacterium	Bacillus	Diğer
<i>L. rhamnosus</i>	<i>B. infantis</i>	<i>B. coagulans</i>	<i>Saccharomyces boulardii</i>
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. a. subsp. lactis</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i>
<i>L. plantarum</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>B. cereus</i>	<i>Enterococcus durans</i>
<i>L. casei</i>	<i>B. longum</i>	<i>B. clausii</i>	<i>Enterococcus faecium</i>
<i>L. d. subsp. bulaaricus</i>	<i>B. breve</i>	<i>B. licheniformis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
<i>L. brevis</i>	<i>B. a. subsp. animalis</i>	<i>B. pumilus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>L. johnsonii</i>	<i>B. adolescentis</i>	<i>B. velezensis</i>	<i>Pediococcus acidilactici</i>
<i>L. fermentum</i>		<i>B. amyloliquefaciens</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
<i>L. reuteri</i>			<i>Escherichia coli</i> Nissle 1917
<i>L. gasseri</i>			
<i>L. paracasei</i>			
<i>L. salivarius</i>			

1.4. Hayvan Beslemede Probiyotikler

Hayvanların bağırsak mikroflorası, sağlıklarını korumak ve normal sindirim süreçlerini desteklemek için kritik öneme sahiptir. Probiyotikler, başlangıçta insan beslenmesi için kullanılsa da, artık hayvan beslemede de yaygın olarak

kullanılmaktadır. Bu uygulama, hayvanların besin kullanımını ve bağırsak sağlığını iyileştirerek, hayvan üretimi endüstrisine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Yapılan araştırmalar, probiyotiklerin bağırsak mikroflorasını zenginleştirerek hayvanların sağlığına olumlu etkiler sağlayabileceğini ortaya koymuştur (Arsène ve ark 2021).

Probiyotik kullanımının, hayvanlarda serumdaki toplam antioksidan kapasiteyi ve immunoglobulin M ve A düzeylerini artırarak bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiştir (Wang ve ark 2018). Ayrıca, probiyotik mikroorganizmalar, antiinflamatuvar moleküller olan IL-10 ve TGF- β 'nin üretimini artırarak bağışıklık tepkisini dengeler (Kim ve Lillehoj 2019). Özellikle *Lactobacillus rhamnosus*'un uygulanmasının bağırsak epitelinde epidermal büyümeyi desteklediği, bu durumun bağırsak epitelyal apoptozunu azalttığı ve böylece gastrointestinal hastalıklara karşı koruma sağladığı belirtilmektedir. Bu bulgular, probiyotiklerin hayvan sağlığı üzerindeki potansiyel faydalarını vurgulamakta ve bu alanda daha fazla araştırma yapılmasının önemini ortaya koymaktadır (Chen ve ark 2019).



Şekil 1.3. Probiyotiklerin hayvanlardaki faydalı etkileri (Anee ve ark 2021).

1.4.1. Probiyotiklerin ruminantlar üzerindeki etkileri

Probiyotiklerin ruminantlar üzerindeki etkileri, bilim insanları tarafından ayrıntılı bir şekilde araştırılmış ve bu çalışmalar ruminantların sağlık durumlarını artırma, üretkenliklerini yükseltme ve genel performanslarını geliştirme konularında

önemli sonuçlar elde etmiştir. Bu araştırmalar, temel olarak ruminantların sağlık sorunlarına odaklanmış, patojen taşıma kontrolü, enfeksiyöz hastalık azaltma (özellikle enterodis ve mastit gibi), ishalin şiddetini azaltma gibi konuları ele almış ve aynı zamanda ekonomik parametreler, yem tüketimi ve yem dönüşüm oranı gibi faktörleri de incelemiştir. Probiyotik uygulamaları özellikle buzağılar, keçiler ve kısmen kuzular/koçlar gibi ruminant türlerinde yoğun bir şekilde araştırılmıştır (Reuben ve ark 2022).

Geviş getiren hayvanların mikrobiyal ekolojisi son derece karmaşıktır; burada mikroorganizmalar, konakçı tarafından alınan polisakkaritleri ve proteinleri parçalayarak, konakçının enerji ve protein kaynakları olabilen kısa zincirli yağ asitleri (KZYA) ve mikrobiyal protein sentezlerler. Geviş getiren hayvanlarda yaygın olarak kullanılan probiyotik, genellikle *Saccharomyces cerevisiae* adlı maya türüdür. Bu mayanın başlıca etkisi mikrobiyal popülasyon üzerindedir ve besin maddelerinin parçalanmasında rol oynar (Ghazanfar 2022). Nocek ve Kautz (2006) tarafından yapılan bir çalışmada günlük olarak bir inek başına 5×10^9 cfu *E. faecium* ve 2×10^9 maya hücresi (*S. cerevisiae*) takviyesi ile beslenen ineklerin süt üretimi günlük olarak 2.3 litre arttığı rapor edilmiştir. Geviş getiren hayvanlarda probiyotikler ayrıca kilo alımını artırabilir. Ortalama vücut ağırlığı üzerinde %9'luk bir iyileşme, sağlıklı bir keçiden izole edilen *E. faecium* DDE 39, *L. alimentarius* DDL 48, *L. reuteri* DDL 19 ve *B. bifidum* DDBA karışımını içeren bir probiyotikle beslenen keçilerde gözlemlenmiştir (Apás ve ark 2010). Hayvan besleme ve tıbbi konusunda, laktik asit bakterileri ve sağlık teşvik eden özelliklere sahip diğer patojen olmayan mikroorganizmaların yanı sıra belirli maya türlerinin, *Saccharomyces boulardii* ve *Escherichia coli* gibi *E. coli* Nissle 1917 gibi belirli suşlarının da kullanıldığı görülmüştür (Raheem ve ark 2021).

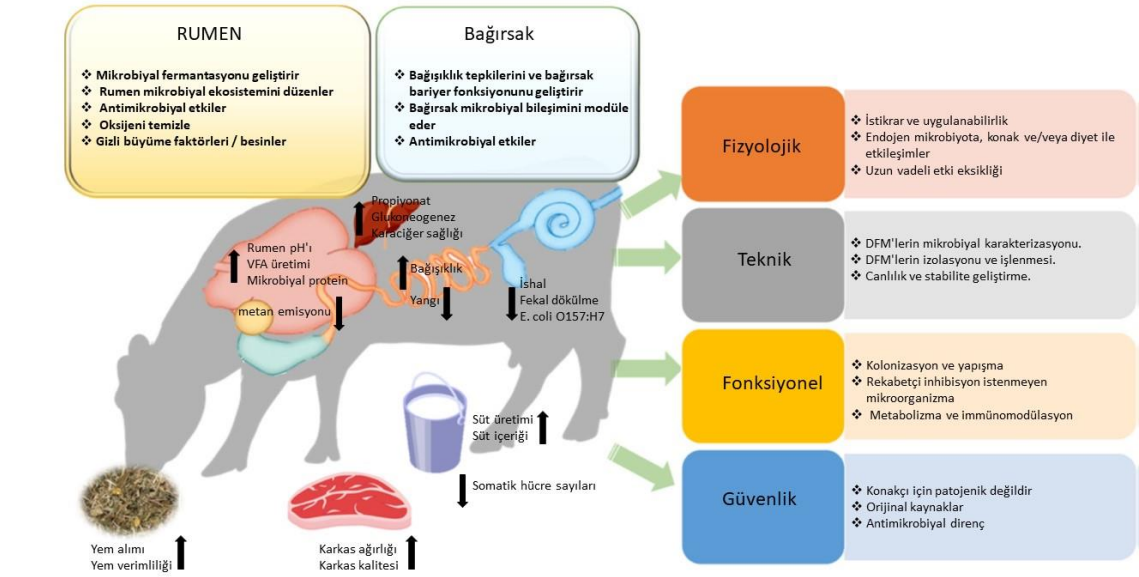
Ma ve arkadaşlarının (2019) çalışmalarına göre BS, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Enterococcus faecalis* gibi probiyotik mikroorganizmalar, ineklerde süt salgısını artırabilir. Araştırmalar ayrıca, hem BS hem de *Bacillus amyloliquefaciens*'in GH/IGF-1 hormonunu uyarlayarak bağırsak olgunluğunu ve büyüme yeteneğini artırabileceğini göstermiştir (Du ve ark 2018). Chen ve arkadaşları (2020) tarafından yapılan çalışmada ise *Rhodopseudomonas palustris* eklenmesi ile mikrobiyal fermantasyonun ve yüksek rumen mikrobiyal büyüme performansının iyileştirildiği gösterilmiştir.

1.4.2. Probiyotiklerin Et Kalitesine Etkisi

Et kalitesi, tüketicilerin satın alma kararlarını ve yeme deneyimini doğrudan etkileyen özellikler içerir. Bunlar arasında et rengi, dokusu ve suyun tutma kapasitesi gibi faktörler yer almaktadır. Probiyotikler, hem hayvanların büyüme ve üretim kapasitelerini artırırken hem de taze ve işlenmiş et ürünlerinin kalitesini iyileştirme potansiyeline sahiptir. Özellikle, et rengi, tüketicilerin et satın alma kararlarını belirlemede önemli bir rol oynar. Et rengi, et ürünlerinin tazeliği ve sağlamlılığına dair bir gösterge olarak kullanılır. Et rengi, ölüm sonrası pH düşüşünün hızı ve miktarı ile yakından ilişkilidir ve probiyotik takviyelerinin bu açıdan etkisi araştırılmıştır. Probiyotiklerin etin suyunu tutma kapasitesini artırarak etin daha yumuşak ve sulu olmasına katkı sağlayabileceği ve aynı zamanda oksidatif stresi azaltabileceği gösterilmiştir. Ayrıca, probiyotikler fermente et ürünlerinde de kullanılmaktadır. Bu, insan sağlığını desteklemek ve patojen mikroorganizmaların büyümesini engellemek için bir fırsat sunar. Özellikle, *Lactobacillus* türleri fermente et ürünlerinde probiyotik olarak kullanılabilir ve bu mikroorganizmaların etin asitleştirilmesine katkıda bulunduğu görülmüştür (Al-Shawi ve ark 2020).

1.4.3. Probiyotiklerin Hayvan Beslenmesinde Uygulanmasına İlişkin Zorluklar

Hayvan beslemede probiyotiklerin uygulanması, hayvan sağlığı ve üretimi için potansiyel alternatifler olarak optimum kullanımlarını engelleyen bir dizi temel zorlukla karşı karşıyadır. Bunlar arasında; doğrudan beslenen mikrobiyallerin (DFM'ler) mikrobiyal karakterizasyonunun yetersiz olması, DFM'lerin stabilitesini ve canlılığını koruma ihtiyacı, endojen mikrobiyom ile etkileşimlerinin tam olarak anlaşılamaması, DFM'ler ve konak hayvanlar arasındaki etkileşimler hakkında sınırlı bilgi, DFM'lerin hayvan diyetleri ile potansiyel etkileşimlerinin yeterince araştırılmamış olması ve uzun vadeli etkilerinin olmaması yer almaktadır. Bu sorunların ele alınması, farklı ruminant türlerine ve ilgili üretim aşamalarına göre uyarlanmış etkili uygulama stratejilerinin geliştirilmesi için çok önemlidir (Ban ve Guan 2021).



Şekil 1.4. Probiyotiklerin geviş getirenler üzerindeki yararlı etkilerine ve probiyotiklerin geliştirilmesi ve uygulanması için mevcut zorluklara genel bir bakış (Ban ve Guan 2021).

1.4.4. Probiyotik Kullanımıyla İlgili Güvenlik Kaygıları

Mikroorganizmaların probiyotik olarak kullanılmasının güvenliği, hem hayvan hem de insan sağlığı için kritik bir öneme sahiptir ve bu güvenlik, toksisite, patojenlik ve antibiyotik direnç genlerinin transferi ile ilişkilendirilmemelidir. Araştırmalar, probiyotiklerin etkinliklerini ve sindirim sağlığına olan katkılarını vurgularken, güvenlik ve risklerin göz ardı edildiğini ortaya koymaktadır ve genellikle probiyotik kullanımının yararlarını açıklayan makalelerin sayısı fazladır. Ancak, probiyotiklerin güvenliği konusundaki kesin kanıtlar sınırlıdır ve probiyotiklerin tamamen risksiz olduğunu söylemek yanıltıcı olabilir. Hayvan yemlerinde probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar genellikle güvenlidir, ancak hayvan yaşları, dozajlar, dozlama yöntemleri ve sıhhi durumları gibi deneysel faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir. Probiyotiklerin güvenliği ve riskleri hakkında daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Probiyotiklerin kullanılmasıyla ilgili olası riskler dikkatle ele alınmalıdır, ancak bu konuda daha fazla araştırma yapılmalıdır. Probiyotik geliştiricileri ve araştırmacıları, probiyotiklerin güvenliği ve riskleriyle ilgili endişelere yanıt vermek ve etkili bir şekilde yönetmek için dikkatli bir yaklaşım benimsemelidirler (Marteau 2001, Saha ve ark 2023).

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı kuzu rasyonlarına probiyotik olarak *Bacillus subtilis* bakterisinin eklenmesinin kuzu besi performansı ve karkas kalitesi üzerindeki etkisini araştırmaktır.

2.1. Hayvan Materyali

Araştırmada hayvan materyali olarak 3 aylık yaşta, canlı ağırlıkları 18,2 ile 22,4 kg arasında olan 12 adet Akkaraman ırkı erkek kuzu kullanıldı. Hayvan materyalleri Konya İlinin Kadınhanı ilçesinde bulunan özel bir hayvancılık işletmesinden temin edildi.

2.2. Yem Materyali

Çalışmada kullanılan hayvanlar kuru yonca, ayçiçeği küspesi, arpa ezmesi, öğütülmüş mısır ve sodadan (sodyum bikarbonat) oluşan rasyon ile besiyeye alındı. Deneme grubundaki hayvanların rasyonuna *Basillus Subtilis* (CFU/kg $> 1,0 \times 10^{10}$) ilavesi yapıldı. Rasyonu oluşturan yem maddelerinden arpa, mısır, kuru yonca ve soda hayvanların temin edildiği işletmeden, *Basillus Subtilis* ise Selçuk Üniversitesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilimdalı'ndan temin edilmiştir.

2.3. Metod

Çalışmada 6 hayvanlık deneme grubu ve 6 hayvanlık kontrol grubu olmak üzere toplam 12 adet hayvan kullanıldı. Çalışma başlamadan bir ay öncesinden hayvanlara iç-dış parazit uygulaması yapılmıştır. Çalışma için hazırlanan rasyona kademeli olarak 15 günde geçiş yapılmıştır. Her gün rasyonda yer alan konsantre yem miktarı bir miktar artırılmak suretiyle 15 gün sonunda denemede öngörülen rasyonun hayvanlarca tüketilmesi sağlandı. Çalışmada kullanılan hayvanlar aç karnına 100 gr hassasiyetli kantar kullanılarak tartılmıştır. Çalışma toplam 60 gün sürmüştür.

Deneme grubunun rasyonlarına *Bacillus Subtilis* (CFU/kg $> 1,0 \times 10^{10}$) ilavesi yapıldı. Kontrol grubunu oluşturan diğer grup ise probiyotik katkısı olmaksızın aynı rasyon ile beslemeye alındı.

15 günlük periyotlarda hayvanlar aç karnına tartılarak hayvanların canlı ağırlıkları kayıt altına alındı. Rasyona Bacillus Subtilis ilavesinin kan parametreleri üzerine etkilerini belirlemek için çalışmanın 0. ve 60. günlerinde (toplam 2 kez) vena jugularisten holder aracılığı ile boş tüplere kan numuneleri alınarak 3000 devirde 10 dk santifiruj edildi serumları çıkarıldı ve ependorf tüplerine konularak -20 °C de muhafaza edildi. Çalışma bitiminde deneme ve kontrol gruplarında bulunan tüm hayvanlar kesildi ve sıcak ve soğuk karkas tartımları yapıldı. Sıcak karkas tartımı hayvanlar kesilir kesilmez hemen yapıldı +4 derecedeki dolaba koyuldu. Karkaslar +4 derecede 24 saat bekletildikten sonra soğuk karkas tartımları yapıldı.



Şekil 2.1. Çalışmada kullanılan kuzular.

Serum örneklerinden üre, kreatinin, AST, ALT, Albümin parametrelerin ölçümü ise otoanalizör cihazında hizmet alımı yoluyla gerçekleştirildi.

2.4. İstatistik

Tüm parametreler ortalama $\pm$ standart sapma (SS) olarak sunuldu ve İstatistiksel analiz için SPSS (26.0 software; IBM) programı kullanıldı. Elde edilen veriler arasındaki farklılığın tespitinde Bağımsız iki örneklem t-testi kullanıldı.

3.BULGULAR

Araştırmada kullanılan kuzuların canlı ağırlıklarına ilişkin bilgiler Tablo 3.1'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan kuzuların besi dönemi başlangıç canlı ağırlıkları birbirlerine yakın olarak oluşturulduğu için istatistiksel olarak da benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir ($P>0,05$). Kontrol grubunun ortalama ağırlığı $20,55\pm1,74$ kg olarak, Probiyotik grubu ise $20,63\pm1,62$ kg olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan kuzuların besi başlangıcındaki canlı ağırlıkları, kg.

Gün	Grup	n	Ortalama	SS	P
0	Kontrol	6	20,55	1,74	0,93
	Probiyotik	6	20,63	1,62	

Araştırmanın 15. Gününde yapılan ölçümler incelendiğinde, kontrol grubu kuzularının ağırlıklarında belirgin bir artış gözlemlendi. Ortalama ağırlık 23,18 kg olarak, standart sapma değeri ise 1,81 olarak tespit edildi. Bireysel ağırlık farklarının -2,48 kg ile +2,52 kg arasında değiştiği görüldü. Probiyotik grubu kuzularında ise ortalama ağırlık daha fazla bir artışla 23,82 kg, standart sapması 1,68 kg olarak hesaplanmıştır. Bireysel ağırlık farkları -2,32 kg'dan +2,18 kg'a kadar değişkenlik göstermiştir. İki grup arasında 15. gün ölçümleri için yapılan bağımsız iki örneklem t-testi sonucuna göre, t-istatistiği -0,546 ve p-değeri 0,597 olarak belirlenmiştir. P-değeri 0,05'ten büyük olduğu için ($P>0,05$), kontrol grubu ile probiyotik grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Çalışmada kullanılan kuzuların 15. Gün ölçümündeki canlı ağırlıkları Tablo 3.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Çalışmada kullanılan kuzuların 15. gün ölçümündeki canlı ağırlıkları, kg.

Gün	Grup	n	Ortalama	SS	P
15	Kontrol	6	23,18	1,81	0,597
	Probiyotik	6	23,82	1,68	

Çalışmanın 30. Gününde yapılan ölçümlerde, kontrol grubundaki kuzuların

ortalama ağırlığı yaklaşık 27,38 kg olarak hesaplanırken, standart sapma değeri yaklaşık 1,75 kg olarak tespit edilmiştir. Bireysel ağırlık farklarının -2,1 kg ile +2,5 kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Probiyotik grubu kuzularında ise ortalama ağırlık daha fazla bir artış göstererek yaklaşık 28,03 kg'ye ulaşmış, standart sapma ise yaklaşık 1,54 kg olarak hesaplanmıştır. Bireysel ağırlık farkları bu grupta -1,83 kg'dan +2,07 kg'a kadar değişkenlik göstermiştir. Her iki grup arasında 30. gün ölçümleri için yapılan bağımsız iki örneklem t-testi sonucunda elde edilen t-istatistiği yaklaşık -0,623 ve p-değeri yaklaşık 0,547 olarak bulunmuştur. Bu p-değer 0,05 anlamlılık eşiğinin üzerinde olduğu için ($P>0,05$), kontrol grubu ile probiyotik grubu arasında 30. gün itibarıyla istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı görülmüştür. Çalışmada kullanılan kuzuların 30. Gün ölçümündeki canlı ağırlıkları Tablo 3.3.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.3. Çalışmada kullanılan kuzuların 30. gün ölçümündeki canlı ağırlıkları, kg.

Gün	Grup	n	Ortalama	SS	P
30	Kontrol	6	27,38	1,75	0,547
	Probiyotik	6	28,03	1,54	

Çalışmanın 45. Gününde yapılan ölçümler incelendiğinde, kontrol grubu kuzularının ortalama ağırlıklarının 31,5 kg ve standart sapma değeri 1,87 kg olarak hesaplanmıştır. Kontrol grubundaki bireysel ağırlık farklarının -0,7 kg ile +3,9 kg arasında değiştiği görülmüştür. Probiyotik grubu kuzularında ise ortalama ağırlık daha yüksek bir artışla yaklaşık 32,4 kg'ye ulaşmış, standart sapması ise yaklaşık 1,49 kg olarak hesaplanmıştır. Probiyotik gruptaki bireysel ağırlık farkları -0,20 kg'dan +3,8 kg'a kadar değişkenlik göstermiştir. Her iki grup arasında 45. gün ölçümleri için t-istatistiği yaklaşık -0,874 ve p-değeri yaklaşık 0,404 olarak belirlenmiştir. Bu p-değeri 0,05 anlamlılık eşiğinin üzerinde olduğu için ($P>0,05$), kontrol grubu ile probiyotik grup arasında 45. gün itibarıyla istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Çalışmada kullanılan kuzuların 45. Gün ölçümündeki canlı ağırlıkları Tablo 3.4.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Çalışmada kullanılan kuzuların 45. gün ölçümündeki canlı ağırlıkları, kg.

Gün	Grup	n	Ortalama	SS	P
45	Kontrol	6	31,5	1,87	0,404
	Probiyotik	6	32,4	1,49	

Çalışmanın 60. Gününde yapılan ölçümler incelendiğinde, kontrol grubu Ortalama ağırlıklarının 35,9 kg ve standart sapma değeri yaklaşık 1,72 kg olarak hesaplanmıştır. Kontrol grubundaki bireysel ağırlık farklarının -1,8 kg ile +2,5 kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Probiyotik grubu kuzularında ise ortalama ağırlık daha yüksek bir değere ulaşarak yaklaşık 36,4 kg olmuş, standart sapması ise yaklaşık 1,56 olarak hesaplanmıştır. Probiyotik gruptaki bireysel ağırlık farkları -1,30 kg'dan +2,7 kg'a kadar değişkenlik göstermiştir. Her iki grup arasında 60. gün ölçümleri için t-istatistiği yaklaşık -0,466 ve p-değeri yaklaşık 0,650 olarak bulunmuştur. Bu p-değer 0,05 anlamlılık eşiğinin üzerinde olduğu için ($P>0,05$), kontrol grubu ile probiyotik grup arasında 60. gün itibarıyla istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır. Çalışmada kullanılan kuzuların 60. Gün ölçümündeki canlı ağırlıkları Tablo 3.5.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Çalışmada kullanılan kuzuların 60. gün ölçümündeki canlı ağırlıkları, kg.

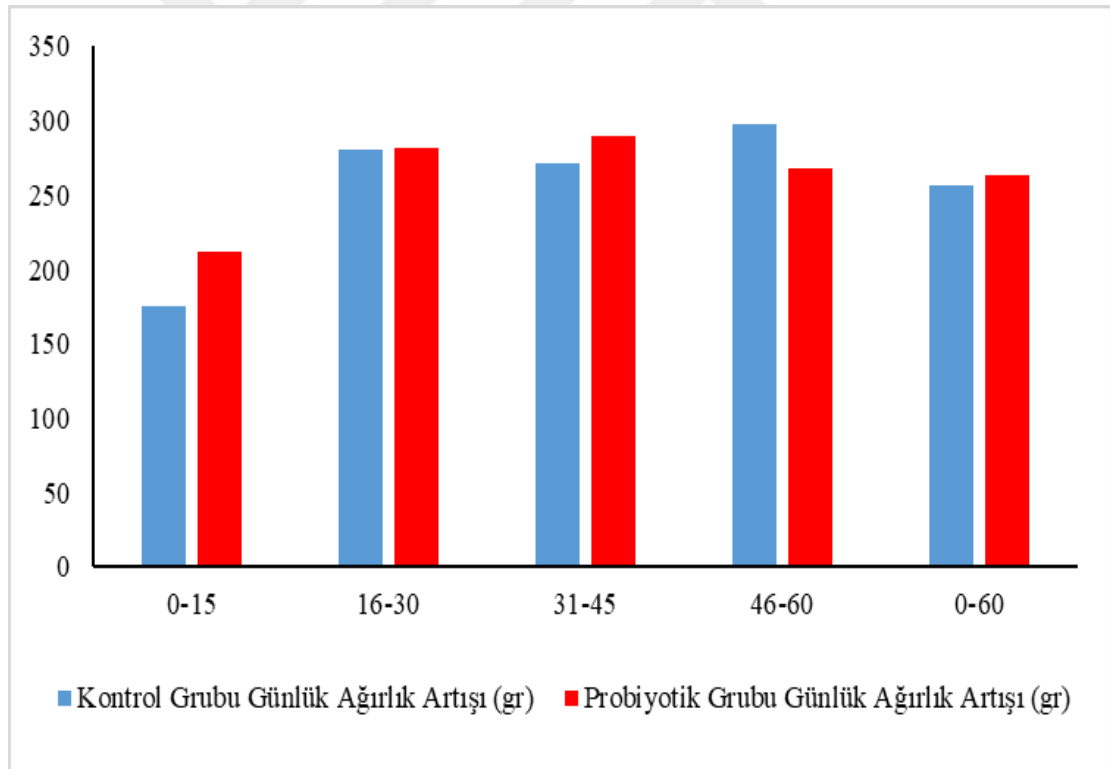
Gün	Grup	n	Ortalama	SS	P
60	Kontrol	6	35,9	1,72	0,650
	Probiyotik	6	36,4	1,56	

İlk 15 gün boyunca, probiyotik grubunun ağırlık kazanımı kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksektir ($P<0,05$), ancak sonraki dönemlerde özellikle 16-30 ve 46-60 günlük dönemlerde, her iki grubun ağırlık kazanımları benzerdir ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir ($P>0,05$). 31-45 günlük dönemde probiyotik grubunun biraz daha fazla ağırlık kazandığı gözlenmiş, fakat bu fark sınırdan olup istatistiksel olarak önemli değildir. Genel olarak, 60 günlük sürecin sonunda, her iki grubun toplam ağırlık kazanımları arasında anlamlı bir fark bulunamamış, bu da probiyotik takviyesinin genel büyüme üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını göstermiştir. Çalışmada 15'er günlük periyotlar halinde ve toplamda

günlük canlı ağırlık artışları Tablo 3.6. da gösterilmiştir.

Tablo 3.6. 15'er günlük periyotlar halinde ve toplamda günlük canlı ağırlık artışları.

Günler	Kontrol Grubu Günlük Ağırlık Artışı (g)	Probiyotik Grubu Günlük Ağırlık Artışı (g)	P
0-15	175,6±9,9	212,2±11,2	0,00
16-30	280,0±28	281,1±27,6	0,95
31-45	271,1±18,7	290,0±7,5	0,06
46-60	297,8±13,1	267,8±42,2	0,10
0-60	256,1±8,7	262,8±9,4	0,27



Şekil 3.1. 15'er günlük periyotlar halinde ve toplamda günlük canlı ağırlık artışları

Bu çalışmada kontrol ve probiyotik gruplarında biyokimyasal parametrelerin 0. ve 60. gün ölçümleri ile zaman içindeki istatistiksel anlamlılık işaretleri Tablo 3.7.'de gösterilmiştir. Çalışma boyunca, her iki grup arasında başlangıç ve bitiş

noktalarında gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemişken, probiyotik grubu içinde ALT, AST, ALBUMİN ve CRE parametrelerinde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar gözlemlenmiştir. Kontrol grubunda ise sadece AST ve CRE parametrelerinde anlamlı artışlar saptanmıştır.

Tablo 3.7. Kontrol ve probiyotik gruplarında biyokimyasal parametrelerin 0. ve 60. gün ölçümleri (Mean±SS).

Parametre	Gruplar	0. Gün	60. Gün
ALT (U/L)	Kontrol	12,17±0,58	12,96±0,78
	Probiyotik	12,06±0,78	13,09±0,79*
AST (U/L)	Kontrol	98,4±11,99	106,89±10,75*
	Probiyotik	96,58±6,54	109,69±11,29*
BUN (mg/dL)	Kontrol	8,90±0,55	9,35±0,46
	Probiyotik	8,92±0,59	9,17±0,41
ALBUMİN (g/dL)	Kontrol	2,54±0,11	2,76±0,26*
	Probiyotik	2,56±0,1	2,88±0,22*
CRE (mg/dL)	Kontrol	0,87±0,07	1,07±0,09*
	Probiyotik	0,9±0,06	1,08±0,1*

*: Grup içinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($P < 0.05$).

Bu çalışmada, kuzuların kontrol ve probiyotik grupları arasındaki karkas performansları detaylı olarak incelenmiştir. Kontrol grubunda, son tartım ağırlığı 35,9±1,72 kg, sıcak karkas ağırlığı 17,8±0,59 kg, sıcak karkas randımanı %49,5±1,3, soğuk karkas ağırlığı 17,6±0,51 kg ve soğuk karkas randımanı %49,1±1,36 olarak ölçülmüştür. Probiyotik grubunda ise, son tartım ağırlığı 36,4±1,56 kg, sıcak karkas ağırlığı 18,03±0,55 kg, sıcak karkas randımanı %49,58±1,06, soğuk karkas ağırlığı 17,88±0,54 kg ve soğuk karkas randımanı %49,16±1,04 olarak tespit edilmiştir. Her bir ölçüm için hesaplanan p değerleri (0,65; 0,44; 0,88; 0,46 ve 0,98) kontrol ve probiyotik grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Çalışmada kullanılan kuzuların besi sonundaki canlı ağırlıkları ve Karkas ağırlıkları Tablo 3.8’de sunulmuştur.

Tablo 3.8. Çalışmada kullanılan kuzuların besi sonundaki canlı ağırlıkları ve karkas ağırlıkları kg.

Ölçülen Değerler	Kontrol Grubu Karkas Ağırlığı	Probiyotik Grubu Karkas Ağırlığı	P
Son tartım ağırlığı	35,9±1,72	36,4±1,56	0,65
Sıcak karkas ağırlığı	17,8±0,59	18,03±0,55	0,44
Sıcak karkas randımanı, %	49,5±1,3	49,58±1,06	0,88
Soğuk karkas ağırlığı	17,6±0,51	17,88±0,54	0,46
Soğuk karkas randımanı, %	49,1±1,36	49,16±1,04	0,98

4.TARTIŞMA

Dünya nüfusundaki hızlı artış, hayvansal protein talebini önemli ölçüde artırmıştır. Son araştırmalar, 2018'de küresel et üretiminin 263 milyon ton olduğunu ve 2050'ye kadar bu rakamın 445 milyon tona çıkmasının beklendiğini göstermektedir (Srutee ve ark 2022). Özellikle koyun eti ve keçi eti gibi küçükbaş hayvan etlerine olan talep, diğer hayvan türleriyle karşılaştırıldığında besin değerleri nedeniyle önemli ölçüde artmıştır. Ancak, çiftçilerin hayvan yemlerinde büyümeyi teşvik eden maddeler kullanma eğilimi, antibiyotik direncinin artmasına ve bu durumun insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkilerine yol açmıştır. Bu nedenle, birçok araştırmacı, yem katkı maddeleri veya probiyotik takviyeler gibi alternatif yaklaşımlara odaklanmıştır (Saha ve ark 2023).

Bu çalışmada özellikle ilk 15 gün probiyotik grubu ağırlık kazanımında belirgin bir avantaj göstermiştir. Ancak, 15. günden itibaren her iki grup arasındaki ağırlık kazanımları benzerleşmiş ve yapılan istatistiksel analizler, 30., 45. ve 60. gün ölçümlerinde her iki grup arasında anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur ($P>0,05$). Bu bulgular, probiyotik takviyesinin kuzuların canlı ağırlık artışları üzerindeki etkisinin başlangıçta belirgin olmasına rağmen, besleme süresinin ilerleyen dönemlerinde bu etkinin azaldığını ve toplam büyüme üzerinde belirgin bir fark yaratmadığını göstermektedir.

Probiyotikler, artmış selüloz aktivitesi ve gelişmiş lif parçalanması, daha fazla aminoasit tedariki ile artmış mikrobiyal protein sentezi ve bağırsak mukozasına yapışarak potansiyel patojenlerin yapışmasını önleyerek sindirilen besin maddelerinin artmasına yol açabilir. Bu mekanizmalar, yem tüketiminin ve yem kullanım verimliliğinin artmasına katkıda bulunabilir (Abd El-Trwab ve ark 2016). Literatürde, probiyotik takviyesi içeren rasyonlarla beslenen koyun ve keçiler üzerinde yapılan araştırmaların sonuçları çeşitlilik göstermektedir. Haddad ve Goussous (2005) tarafından yapılan bir çalışmada İvesi kuzularının diyetlerine ilave edilen *Saccharomyces cerevisiae*'nin, kontrol grubuna (212 g/gün) kıyasla daha yüksek kilo alımına (266 g/gün) yol açtığı tespit edilmiştir. Khatlab ve ark (2020) tarafından yapılan çalışmada kuzu rasyonlarına *B. subtilis* ve *L. casei* takviyesinin kuzuların sütten kesim ağırlığını, ortalama canlı ağırlık artışını ve sağlık durumunu iyileştirdiğini bildirilmiştir. *Lactobacillus acidophilus* takviyesinin ise Nubia

keçilerinin yem alımını ve günlük kilo alımını arttırdığını gösterilmiştir (Azzaz ve ark 2015). Devyatkin ve ark (2021) tarafından kuzu rasyonarına ilave edilen *Bacillus subtilis* B-2998D, B-3057D ve *Bacillus licheniformis* B-2999D'nin canlı ağırlık artışını %18,8 oranında artırdığı bildirilmiştir. *Lactobacillus acidophilus* ve *Bacillus subtilis* ilave edilmiş diyet takviyesinin büyüme geriliği olan kuzuların büyüme performansını iyileştirdiği bildirilmiştir (Mao ve ark 2023). Yine Gao ve ark (2022) tarafından yapılan başka bir çalışmada 3 aylık süttten kesilmiş kuzular B. subtilis takviyesi yapılan diyet ile 80 gün boyunca beslenmiş ve bu uygulamanın kuzuların günlük ağırlık artışını, toplam ağırlık artışını, işkembe mikrobiyal bolluğunu ve işkembe mikrobiyal çeşitliliğini önemli ölçüde artırabildiğini gösterilmiştir.

Probiyotiklerin etkileri, hayvanın fizyolojik durumu, kullanılan probiyotik türü, dozajı, beslenme düzeni ve çevresel koşullar gibi bir dizi faktöre bağlıdır. Probiyotiklerin besin sindirilebilirliğini artırma, rumen ekosistemini stabilize etme, bağışıklık yanıtını uyarma ve laktasyon döneminde süt üretimini artırma gibi potansiyel faydaları vardır. Ancak, bu etkilerin tam mekanizmaları ve probiyotiklerin küçük geviş getiren hayvanlarda uygulanmasına yönelik araştırmaların sınırlı olması nedeniyle, probiyotik ilavesinin büyüme ve canlı ağırlık artışı üzerinde her zaman istikrarlı bir etki göstermemesi mümkündür (Abd El-Trwab ve ark 2016). Rasyona probiyotik ilavesinin canlı ağırlık artışına olumlu etki gösterdiğine dair çalışmaya karşın herhangi bir etkinin olmadığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. Titi ve ark (2008), maya takviyesinin kuzularda ve oğlaklarda büyüme hızına etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Baranowski ve arkadaşları (2007), keten tohumu ve mineral bioplex ile takviye edilmiş diyetle beslenen kuzuların, sadece kontrol diyetiyle beslenen kuzulara göre ortalama günlük canlı ağırlık artışında fark olmadığını (238 g'e karşı 225 g) gözlemlemiştir. Macedo ve arkadaşları (2006) koyun rasyonlarına probiyotik ilavesinin ortalama günlük kilo alımını, kuru madde alımını ve yem dönüşümünü iyileştirmede ifade etmişlerdir. Soren ve arkadaşları (2013), kuzulara *S. cerevisiae* veya *S. cerevisiae* ve *L. sporogenes* kombinasyonu verilmesinin vücut ağırlığı ve günlük kilo alımı üzerinde de herhangi bir etkisinin olmadığını gözlemlemiştir. Yine Whitley ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan başka bir çalışmada keçilerin büyüme performansının probiyotik takviyesi ile değişmediği bildirilmiştir. Yukarıda verilen örnekler bu çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Hematolojik ve biyokimyasal profillerin değerlendirilmesi, insan ve veteriner tıbbında teşhis amaçları için önemli bir araç haline gelmiştir. Klinik bulguların, hematoloji ve biyokimya sonuçlarının ve diğer paraklinik testlerin sonuçlarının yorumlanması, belirli bir ayırıcı tanı veya prognozu önermektedir (Ekici ve ark 2021). Hematolojik ve biyokimyasal kan parametrelerinin ölçümü, bir hayvanın örnekleme zamanındaki durumu hakkında objektif bilgi sağlayabilir, beslenme durumunu, hastalık koşullarını veya stresi ortaya çıkarabilir (Pérez ve ark 2003). Her hayvan türü için belirli referans aralıklarının belirlenmesi, hematolojik ve biyokimyasal değerlerin karşılaştırılması ve sonuçların uygun şekilde yorumlanmasını sağlamak için büyük önem arz etmektedir (Ekici ve ark 2021). Bu çalışmada, her iki grup arasında başlangıç ve bitiş noktalarında gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemişken, probiyotik grubu içinde ALT, AST, ALBUMİN ve CRE parametrelerinde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar gözlemlenmiştir. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde Antunović ve ark (2011)'inca yapılan bir çalışmada kuzu rasyonlarına ilave edilen *Bacillus licheniformis* ve *Bacillus subtilis*'in istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük üre, bilirubin ve trigliserit konsantrasyonu ve daha düşük ALT, aspartat aminotransferaz AST ve CK konsantrasyonlarına sebep olduğu, glikoz konsantrasyonu ve alkalın fosfataz (AP) aktivitesinin ise deney grubunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Kuzuların probiyotik tedavisi aldığında kontrol diyetleriyle karşılaştırıldığında kandaki toplam protein, albümin ve globulin konsantrasyonlarının daha yüksek olduğunu bildiren çalışmaların yanında, 0,5 veya 1 g probiyotik/kg yem alan kuzularda kontrol grubuyla karşılaştırıldığında glikoz, toplam protein, albümin ve kolesterol konsantrasyonlarının önemli ölçüde ($P<0,05$) azaldığını belirten çalışmalarda bulunmaktadır (Abdel-Salam ve ark 2014, Arab ve ark 2014).

Bu çalışmada, kuzuların kontrol ve probiyotik grupları arasındaki karkas performansları detaylı olarak incelenmiştir. Kontrol ve probiyotik grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$). Literatürde probiyotik takviyesinin karkas kalitesi üzerine etkisiyle ilgili raporlar tutarsızdır. Cassava atıklarıyla beslenen probiyotiklere maruz bırakılan diyetlerin, plaseboya kıyasla daha yüksek karkas ağırlığına neden olduğu (Belew ve Jimoh 2005) ancak, probiyotik takviyesine yanıt olarak karkas kesimlerinin ağırlıklarında ve oranlarında

herhangi bir değişiklik gözlemlenmediği bildirilmiştir (Titi ve ark 2008). Benzer şekilde, Whitley ve arkadaşları (2009), keçi etinde probiyotik takviyesi ile karkas ağırlığı ve çeşitli kesimlerin (omuz, bel, bacak vb.) ağırlıklarının değişmediğini bildirmiştir. Belewu ve Jimoh (2005) ise, akciğerler, kalp ve böbreklerin ağırlıkları üzerinde probiyotik takviyesinin herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, *Bacillus subtilis*'in probiyotik olarak Akkaraman ırkı erkek kuzuların rasyonlarına eklenmesinin büyüme performansı, kan parametreleri ve karkas kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmaya 3 aylık yaşıta, 18,2 ile 22,4 kg arasında canlı ağırlığa sahip 12 Akkaraman ırkı erkek kuzu dahil edilmiş ve bu kuzular beslenme sürecinde dengeli bir rasyonla beslenmiştir. Deneme grubuna eklenen *Bacillus subtilis*'in canlı ağırlık artışına kısa vadede olumlu etkisi gözlenmiş, ancak bu etki uzun vadede istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Hem probiyotik hem de kontrol gruplarında, çalışmanın sonunda kan parametreleri ve karkas kalitesi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu sonuçlar, *Bacillus subtilis*'in kısa vadeli büyüme artışını destekleyebileceğini ancak genel büyüme performansı, kan parametreleri ve karkas kalitesi üzerinde önemli bir etki yapmadığını göstermektedir.

Bu bağlamda, gelecek çalışmalarda probiyotik çeşitliliğinin artırılması ve farklı probiyotik kombinasyonlarının etkilerinin incelenmesi önerilir. Ayrıca, uzun vadeli ve geniş çaplı araştırmalar yaparak, probiyotiklerin beslenme programlarına entegrasyonunun potansiyel faydalarını daha kapsamlı bir şekilde değerlendirme imkanı sunulabilir. Bu yöntemler, hayvan sağlığı ve verimliliği üzerinde daha etkili sonuçlar elde etmek için probiyotik kullanımının optimizasyonuna katkıda bulunabilir.

6. KAYNAKLAR

- Abd El-Trwab MM, Youssef IMI, Bakr HA., Fthenakis GC, Giadinis, ND, 2016. Role of probiotics in nutrition and health of small ruminants. *Pol J Vet Sci* 19(4).
- Abdel-Salam AM, Zeitoun MM, Abdelsalam MM, 2014. Effect of synbiotic supplementation on growth performance, blood metabolites, insulin and testosterone and wool traits of growing lambs. *J Biol Sci*, 14(4), 292-298.
- Ahasan ASML, Agazzi A, Invernizzi G, Bontempo V, Savoini G, 2015. The beneficial role of probiotics in monogastric animal nutrition and health. *JDVAR*, 2(4), 1-20.
- Akçapınar H, 2000. *Koyun Yetiştiriciliği*. Yenilenmiş 2. Baskı, ISBN: 975-96978-1-5, İsmat Matbaacılık, Ankara-Türkiye
- Alçıçek A, Yurtman Y, 2009. Entansif koyunculukta besleme. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2), 1-13.
- Al-Shawi SG, Dang DS, Yousif AY, Al-Younis ZK, Najm TA, Matarneh SK, 2020. The potential use of probiotics to improve animal health, efficiency, and meat quality: A Review. *Agriculture*, 10(10), 452.
- Amin AB, Mao S, 2021. Influence of yeast on rumen fermentation, growth performance and quality of products in ruminants: A review. *Ani Nutr*, 7(1), 31-41.
- Anee IJ, Alam S, Begum RA, Shahjahan RM, Khandaker AM, 2021. The role of probiotics on animal health and nutrition. *JOBAS*, 82, 1-16.
- Antunović Z, Šperanda M, Liker B, Vegara M, Mioć B, Šerić V, 2011. Effect of probiotic supplementation before and after weaning on fattening performance, biochemical parameters, and acid-base balance of lambs. *Tierärztliche Umschau*, 66(3), 106-111.
- Apás AL, Dupraz J, Ross R, González SN, Arena ME, 2010. Probiotic administration effect on fecal mutagenicity and microflora in the goat's gut. *J Biosci Bioeng*, 110, 537-540
- Arab HA, Mashhadi-Esmaeil A, Rezaeian M, Mohtasebi M, 2014. Effects of *Bacillus Subtilis* and *Bacillus Licheniformis*-based probiotic on performance, hematological parameters and blood metabolites in lambs. *IJFANS*, 3(4), 8.
- Arsène MM, Davares AK, Andreevna SL, Vladimirovich EA, Carime BZ, Marouf R, Khelifi I, 2021. The use of probiotics in animal feeding for safe production and as potential alternatives to antibiotics. *Vet World*, 14(2), 319.
- Azzaz HH, Aziz HA, Farahat SA, Murad HA, 2015. Impact of microbial feed supplements on the productive performance of lactating Nubian lambs. *Glob Vet* 14, 567-575.
- Ban Y, Guan LL, 2021. Implication and challenges of direct-fed microbial supplementation to improve ruminant production and health. *J Anim Sci Biotechnol*, 12(1), 109.
- Baranowski A, Gabryszuk M, Jóźwik A, Bernatowicz E, Chyliński W, 2007. Fattening performance, slaughter indicators and meat chemical composition in lambs fed the diet supplemented with linseed and mineral bioplex. *Anim. Sci. Papers Rep.*, 25: 35-44.
- Belewu MA, Jimoh NO, 2005. Blood, carcass and organ measurements as influenced by *Aspergillus niger* treated Cassava waste in the diets of West African dwarf goat. *Glob J Agric Sci*, 4: 125-128.
- Bhogoju S, Nahashon S, 2022. Recent advances in probiotic application in animal health and nutrition: a review. *Agriculture*, 12(2), 304.
- Brandano P, Rassu SPG, Lanza A, 2004. *Feeding dairy lambs*. In *Dairy sheep nutrition* (pp. 151-163). Wallingford UK: CABI Publishing.
- Castanon JIR, 2007. History of the Use of Antibiotic as Growth Promoters in European

- Poultry Feeds. *Poult Sci*, 86, 2466–2471.
- Chen L, Li H, Li J, Chen Y, Yang Y, 2019. Lactobacillus rhamnosus GG treatment improves intestinal permeability and modulates microbiota dysbiosis in an experimental model of sepsis. *Int J Mol Med*, 43, 1139–1148.
- Chen Y, Wang Y, Wang W, Zhang Z, Si X, Cao Z, Li S, Yang H, 2020. Beneficial effect of Rhodopseudomonas palustris on in vitro rumen digestion and fermentation. *Benef. Microbes*, 11, 91–99.
- Ciurescu G, Dumitru M, Gheorghe A, Untea AE, Draghici R. 2020. Effect of Bacillus subtilis on growth performance, bone mineralization, and bacterial population of broilers fed with different protein sources. *Poultry Science*, 99(11): 5960-5971.
- Coşkun B, Şeker E, İnal F, 2000. *Yemler ve Teknolojisi*. 3. Baskı. Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi.
- Çerçi İH, Erişir Z, Gürdoğan F, Seven İ, Patir B, Dikici , Çiftçi M, 2011. Taze ot, silaj ve kuru ot şeklinde yedirilen yoncanın kuzularda performans, karkas ve etin duyuşal özellikler üzerine etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(1), 107-112.
- Çerçi İH, Tatlı Seven P, 2008. *Koyun Keçi Besleme, Koyun Keçi Besisi ve Beslenme Hastalıkları, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları*, Malatya:Medipres Yayıncılık
- DAKA 2012. *Kucukbaş Hayvancılık Raporu*. Erişim Tarihi: 03.11.2023. Erişim adresi, <https://www.daka.org.tr/panel/files/files/yayinlar/Kucukbas%20Hayvancilik%20Raporu.pdf>
- Devyatkin V, Mishurov A, Kolodina E, 2021. Probiotic effect of Bacillus subtilis B-2998D, B-3057D, and Bacillus licheniformis B-2999D complex on sheep and lambs. *JAVAR*, 8(1), 146.
- Du R, Jiao S, Dai Y, An J, Lv J, Yan X, Han B, 2018. Probiotic Bacillus amyloliquefaciens C-1 improves growth performance, stimulates GH/IGF-1, and regulates the gut microbiota of growth-retarded beef calves. *Front. Microbiol*, 9, 2006.
- Ekici M, Takcı A, Kıvrak MB, 2021. Comparison of some hematological and serum biochemical variables in Kangal Akkaraman, Texel and Île De France ewes in lactation period within Sivas province. *Eurasian J Vet Sci*, 37, 4, 296-302
- Gao Y, Wei W, Tian F, Li J, Wang Y, Qi J, Xue S, 2022. Corn Straw Total Mix Dietary Supplementation of Bacillus Subtilis-Enhanced Growth Performance of Lambs by Favorably Modulating Rumen Bacterial Microbiome. *Fermentation*. 9(1):32.
- Ghazanfar S, 2021. *Understanding the Mechanism of Action of Indigenous Target Probiotic Yeast: Linking the Manipulation of Gut Microbiota and Performance in Animals*. In *Saccharomyces*; InTech: London, UK.
- Günlü A, Mat B, 2021. *Türkiye Ekonomisinde Koyun-Keçi Yetiştiriciliğinin Yeri ve Önemi. Kuzu ve Oğlak Kayıplarının Önlenmesinde Koyun Keçi Sağlığı ve Yetiştiriciliği*, (1. Baskı, s.3-14). Ankara, Akademisyen Yayınevi.
- Haddad SG, Goussous SN, 2005. Effect of yeast culture supplementation on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs. *AFST*, 118(3-4), 343-348.
- İWTO 2023. World Sheep Numbers & Wool Production. Erişim Tarihi:03.11.2023. Erişim adresi, <https://iwto.org/wp-content/uploads/2022/04/IWTO-Market-Information-Sample-Edition-17.pdf>
- Ke T, Zhao M, Zhang X, Cheng Y, Sun Y, Wang P, Ren C, Cheng X, Zhang Z, Huang Y. 2023. Review of Feeding Systems Affecting Production, Carcass Attributes, and Meat Quality of Ovine and Caprine Species. *Life*,13(5):1215.

- Khalighi A, Behdani R, Kouhestani S, 2016. Probiotics: a comprehensive review of their classification, mode of action and role in human nutrition. *Probiotics and prebiotics in human nutrition and health*, 10, 63646.
- Khattab IM, Abdel-Wahed AM, Khattab AS, Anele UY, El-Keredy A, Zaher M, 2020. Effect of dietary probiotics supplementation on intake and production performance of ewes fed Atriplex hay-based diet. *Livest Sci*, 237:104065.
- Kim WH, Lillehoj HS, 2019. Immunity, immunomodulation, and antibiotic alternatives to maximize the genetic potential of poultry for growth and disease response. *Anim Feed Sci Technol*, 250, 41–50.
- Lilly DM, Stillwell RH, 1965. Probiotics: Growth-Promoting Factors Produced by Microorganisms. *Science*, 147, 747–748.
- Ma Z; Cheng Y; Wang S; Ge J; Shi H; Kou J, 2019. Positive effects of dietary supplementation of three probiotics on milk yield, milk composition and intestinal flora in Sannan dairy goats varied in kind of probiotics. *J Anim Physiol Anim Nutr*, , 104,
- Macedo R, Arredondo V, Beauregard J, 2006. *Influence of yeast culture on productive performance of intensively fattened Pelibuey lambs in colima. Mex Rev AIA* 10: 59-67.
- Mack DR, Michail S, Wei S, McDougall L, Hollingsworth MA, 1999. Probiotics inhibit enteropathogenic E. coli adherence in vitro by inducing intestinal mucin gene expression. *Am J Physiol*, Apr;276(4):G941-50.
- Mao H, Ji W, Yun Y, Zhang Y, Li Z, Wang C, 2023. Influence of probiotic supplementation on the growth performance, plasma variables, and ruminal bacterial community of growth-retarded lamb. *Front Microbiol*, Jul 27;14:1216534.
- Marteau P, 2001. Safety aspects of probiotic products. *Näringsforskning*, 45(1), 22-24.
- Nie L, Zhang AZ, Jiang N, Yang ZN, 2017. Application of probiotics in the production of juvenile ruminants. *Feed Rev*, 9, 11-14.
- Nocek J, Kautz W, 2006. Direct-fed microbial supplementation on ruminal digestion, health, and performance of pre- and postpartum dairy cattle. *J Dairy Sci*. 2006 Jan;89(1):260-6.
- O'Toole PW, Cooney JC, 2008. Probiotic bacteria influence the composition and function of the intestinal microbiota. *Interdisciplinary perspectives on infectious diseases*, (1), 175285.
- Özdemir L, Polat O, 2019. Türkiye’de Sürdürülebilir Kırsal Kalkınma İçin Köyden Kente Göçün Önlenmesinde Etkili Unsurların Saptanması Ve Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 10(25), 450-465.
- Pala F, Gülşen N, 2021. Türkiye Yerli Koyun Irklarında Yapılan Bazı Kuzu Besi Çalışmaları. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 10(1), 87-102.
- Pan K, He M, 2002. Research and application of microbial additives in my country. *Vet Med Feed Addit*, 4, 35–37
- Park I, Zimmerman NP, Smith AH, Rehberger TG, Lillehoj E, Lillehoj HS, 2020. Dietary supplementation with *Bacillus subtilis* direct-fed microbials alters chicken intestinal metabolite levels. *Front Vet Sci*, 7: 123
- Pérez JM, González FJ, Granados JE, Pérez MC, Fandos P, Soriguer RC, Serrano E, 2003. Hematologic and biochemical reference intervals for Spanish ibex. *Journal of Wildlife Diseases*, 39(1), 209-215.
- Piqué N, Berlanga M, Miñana-Galbés D, 2019. Health benefits of heat-killed (Tyndallized) probiotics: an overview. *Int J Mol Sci*, 20(10), 2534.

- Prestinaci F, Pezzotti P, 2015. Pantosti, A. Antimicrobial resistance: A global multifaceted phenomenon. *Pathog Glob Health*, 109, 309–318.
- Pugh D, 2020. Nutritional Requirements of Sheep: Minerals and Vitamins. Erişim tarihi 01 Aralık 2023. Erişim adresi: <https://u.osu.edu/sheep/2020/07/28/nutritional-requirements-of-sheep-minerals-and-vitamins/>
- Raheem A, Liang L, Zhang G, Cui S, 2021. Modulatory effects of probiotics during pathogenic infections with emphasis on immune regulation. *Front in Immunol*, 12, 616713.
- Reuben RC, Elghandour MM, Alqaisi O, Cone JW, Márquez O, Salem AZ, 2022. Influence of microbial probiotics on ruminant health and nutrition: sources, mode of action and implications. *J Sci Food Agric*, 102(4), 1319-1340.
- Saha S, Fukuyama K, Debnath M, Namai F, Nishiyama K, Kitazawa H, 2023. Recent Advances in the Use of Probiotics to Improve Meat Quality of Small Ruminants: A Review. *Microorganisms*, 11(7), 1652.
- Sheng QK, Zhou KF, Hu HM, Zhao HB, Zhang Y, Ying W, 2015. Effect of *Bacillus subtilis* natto on meat quality and skatole content in TOPIGS pigs. *AJAS*, 29(5), 716-721
- Smock TM, Samuelson KL, Hergenreder JE, Rounds PW, Richeson JT, 2020. Effects of *Bacillus subtilis* PB6 and/or chromium propionate supplementation on clinical health, growth performance, and carcass traits of high-risk cattle during the feedlot receiving and finishing periods. *Transl Anim Sci*. Sep 3;4(3).
- Soren N, Tripathi MK, Bhatt RS, Karim SA, 2013. Effect of yeast supplementation on the growth performance of Malpura lambs. *Trop Anim Health Prod* 45: 547-554.
- Srutee R, Sowmya RS, Annapure US, 2022. Clean meat: techniques for meat production and its upcoming challenges. *Animal Biotechnology*, 33(7), 1721-1729.
- Tang X, Liu X, Liu H, 2021. Effects of dietary probiotic (*Bacillus subtilis*) supplementation on carcass traits, meat quality, amino acid, and fatty acid profile of broiler chickens. *Front Vet Sci*, 8, 767802.
- Titi HH, Dmour RO, Abdullah AY, 2008. Growth performance and carcass characteristics of Awassi lambs and Shami goat kids fed yeast culture in their finishing diet. *AFST*, 142(1-2), 33-43.
- Tiwari G, Tiwari R, Pandey S, Pandey P, 2012. Promising future of probiotics for human health: Current scenario. *Chronicles of Young Scientists*, 3(1), 17-17.
- TÜİK 2022. *Hayvansal Üretim İstatistikleri*. Erişim Tarihi:03.11.2023. Erişim Adresi, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-%C3%9Cretim%C4%B0statistikleri-2022-49682&dil=1>
- Umucalı HD, Gülşen N, 2005. *Çiftlik Hayvanlarında Beslenme Hastalıkları*. SÜ. Basımevi, Konya.
- Valdes A, Walter J, Segal E, Spector TD, 2018. Role of the gut microbiota in nutrition and health. *BMJ*, 361, k2179.
- Wang Y, Dong Z, Song D, Zhou H, Wang W, Miao H, Wang L, Li A, 2018. Effects of microencapsulated probiotics and prebiotics on growth performance, antioxidative abilities, immune functions, and caecal microflora in broiler chickens. *Food Agric Immunol*. 29, 859–869.
- Whitley NC, Cazac D, Rude BJ, Jackson-O'Brien D, Parveen S, 2009. Use of a commercial probiotic supplement in meat goats. *J Anim Sci*. Feb;87(2):723-8.
- Zawistowska-Rojek A, Zaręba T, Tyski S, 2022. Microbiological Testing of Probiotic Preparations. *IJERPH*. 19(9):5701.

INTRODUCTION

Research conducted in ruminants has demonstrated an increase in the number of cellulose-degrading bacteria in the presence of yeast-based probiotics. This phenomenon manifests its effects on microbial fermentation, leading to enhanced cellulose breakdown and improved microbial protein production (Amin and Mao 2021). Both Lactobacilli and Bifidobacteria help reduce the number of harmful microorganisms in the intestine by promoting the growth of closely related bacterial species and producing protein or polypeptide bacteriocins. It has been reported that lactic acid bacteria, bifidobacteria, and probiotic species such as *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Listeria* and *Salmonella* can produce several types of thermostable bacteriocins exhibiting antimicrobial effects against various pathogens (Piqué et al. 2019).

Recently, there has been an increasing interest in the use of *Bacillus* species as probiotics in ruminants due to specific characteristics such as heat stability and their ability to survive in the low pH of the digestive system. *Bacillus subtilis* (BS) is one of the species from the *Bacillus* genus known for its strong environmental adaptability (Luise et al. 2017). During growth, *Bacillus subtilis* produces various active substances such as polymyxins, nystatin, gramicidin, enzymes (alpha-amylase, protease, lipase, cellulase, etc.), and vitamins. These active substances not only exhibit strong inhibitory effects on pathogens and subsequent infections but also positively modulate nutrient metabolism and immune function (Pan and He 2022). *Bacillus subtilis* rapidly consumes free oxygen in the intestine, preventing the growth of harmful bacteria while promoting the growth of beneficial anaerobic bacteria, leading to hypoxia. The effects of *Bacillus subtilis* on live weight gain have been investigated in numerous studies. For example, it has been reported that supplementation of *Bacillus subtilis* at different levels in broiler chicken rations resulted in higher live weight gain without changes in feed intake and feed conversion ratio (Park et al. 2020, Ciurescu et al. 2020). Similarly, in a study on beef cattle farming, it was reported that cattle supplemented with *Bacillus subtilis* showed higher live weight gain and better carcass quality (Smock et al. 2020).

The effects of *Bacillus subtilis* on meat quality have also been investigated. Studies have shown that supplementation of *Bacillus subtilis* can positively affect the carcass characteristics and meat quality of chickens (Tang et al. 2021). Additionally, supplementation of *Bacillus subtilis* in pigs has been observed to significantly improve meat quality, enhance antioxidant function, and reduce skatole production (Sheng et al. 2015). A

literature review did not yield any studies on the effect of adding *Bacillus subtilis* bacteria as a probiotic to lamb rations on lamb fattening performance and carcass quality.

The aim of this study is to investigate the effect of adding *Bacillus subtilis* bacteria as a probiotic to lamb rations on lamb fattening performance and carcass quality. The data obtained will contribute to the development of more effective feeding strategies in animal husbandry and the development of practices aimed at improving animal health, growth performance, and carcass quality.

2. MATERIALS AND METHODS

The aim of this study was to investigate the effect of adding *Bacillus subtilis* bacteria as probiotic to lamb diets on lamb fattening performance and carcass quality.

2.1. Animal Material

In the study, 12 Akkaraman male lambs aged 3 months with live weights between 18.2 and 22.4 kg were used as animal material. Animal materials were obtained from a private animal husbandry enterprise located in Kadınhanı district of Konya province.

2.2. Feed Material

The animals used in the study were fed a ration consisting of dry alfalfa, sunflower meal, barley grits, ground maize and soda (sodium bicarbonate). *Bacillus Subtilis* (CFU/kg $> 1.0 \times 10^{10}$) was added to the ration of the animals in the experimental group. Barley, maize, dry alfalfa and soda water were obtained from the enterprise where the animals were obtained, and *Bacillus Subtilis* were obtained from Selçuk University Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases.

2.3. Method

A total of 12 animals, 6 animals in the experimental group and 6 animals in the control group, were used in the study. The animals were treated with internal and external parasites one month before the start of the study. The ration prepared for the study was gradually switched to 15 days. Each day, the amount of concentrate feed in the ration was increased by a certain amount, so that the ration foreseen in the experiment was consumed by the animals at the end of 15 days. The animals used in the study were weighed on an empty stomach using a 100 g weighing scale. The study lasted for a total of 60 days.

Bacillus Subtilis (CFU/kg $> 1.0 \times 10^{10}$) was added to the rations of the experimental group. The other group, which constituted the control group, was fed with the same ration without probiotic supplementation.

In order to determine the feed consumption of the animals in the groups, the amount of feed consumed at the end of the 15th, 30th, 45th and 60th days of the study was calculated. The live weights of the animals were recorded by weighing the animals on an empty stomach at 15-day intervals.

2.4. Statistics

All parameters were presented as mean $\pm$ standard deviation (SD) and SPSS (26.0 software; IBM) programme was used for statistical analysis. Independent Two Sample T-Test was used to determine the differences between the obtained data.

3. RESULTS AND DISCUSSION

This research investigated the impact of probiotic supplementation on the live weight of lambs. At the start of the study, the initial live weights of lambs in the control and probiotic groups were statistically similar (averaging 20.55 ± 1.74 kg and 20.63 ± 1.62 kg, respectively), indicating no significant difference between groups at the outset. Measurements taken on the 15th, 30th, 45th, and 60th days revealed weight gains in both groups. By the 15th day, the average weight of the probiotic group had increased more than that of the control group (23.82 kg vs. 23.18 kg). Subsequent measurements on the 30th, 45th, and 60th days showed average weights of approximately 27.38 kg and 28.03 kg, 31.5 kg and 32.4 kg, and 35.9 kg and 36.4 kg for the control and probiotic groups, respectively. Statistical analyses at these points showed no significant difference between the groups (p-values were 0.597, 0.547, 0.404, and 0.650, respectively).

Table 1. The live weights of the lambs used in the study in 15-day intervals and in total

Measurement Day	Control Group Average Weight (kg)	Control Group SD (kg)	Probiotic Group Average Weight (kg)	Probiotic Group SD (kg)	P- Value	Statistical Significance
Initial	20,55	1,74	20,63	1,62	-	-
Day 15	23,18	1,81	23,82	1,68	0.597	No
Day 30	27,38	1,75	28,03	1,54	0.547	No
Day 45	31,5	1,87	32,4	1,49	0.404	No
Day 60	35,9	1,72	36,4	1,56	0.650	No

During the first 15 days, the daily weight gain of the probiotic group was significantly higher than that of the control group ($p=0.00$). However, during the 16-30, 31-45, and 46-60 day periods, weight gains for both groups were similar and did not show a statistically significant difference ($p=0.95$, $p=0.06$, and $p=0.10$, respectively). Overall, at the end of the 60-day

period, there was no significant difference in total weight gains between the two groups ($p=0.27$), indicating that probiotic supplementation did not have a significant effect on overall growth.

Days	Control Group Daily Weight Gain (g)	Control Group SD (g)	Probiotic Group Daily Weight Gain (g)	Probiotic Group SD (g)	P-Value
0-15	175,6	9,9	212,2	11,2	0
16-30	280	28	281,1	27,6	0,95
31-45	271,1	18,7	290	7,5	0,06
46-60	297,8	13,1	267,8	42,2	0,1
0-60	256,1	8,7	262,8	9,4	0,27

The findings suggest that probiotic supplementation can increase weight gain in the short term (first 15 days) but does not lead to a statistically significant difference in total weight gains between the groups at the end of 60 days. These results imply that the effect of probiotics on lamb growth is limited and diminishes over time. Probiotics, increased cellulose activity and enhanced fiber breakdown may lead to increased microbial protein synthesis and increased attachment to the intestinal mucosa, preventing potential pathogens from adhering and increasing the digestion of nutrients with a higher supply of amino acids. These mechanisms may contribute to increased feed consumption and feed utilization efficiency (Abd El-Trwab et al., 2016). Results of studies conducted on sheep and goats fed diets containing probiotic supplementation vary in the literature. In a study by Haddad and Goussous (2005), it was found that the addition of *Saccharomyces cerevisiae* to the diets of Ivesi lambs led to higher weight gain (266 g/day) compared to the control group (212 g/day). Khattab et al. (2020) reported that supplementation of *B. subtilis* and *L. casei* to lamb diets improved weaning weight, average live weight gain, and health status of the lambs. Supplementation with *Lactobacillus acidophilus* increased feed intake and daily weight gain in Nubian goats (Azzaz et al., 2015). Devyatkin et al. (2021) reported that supplementation with *Bacillus subtilis* B-2998D, B-3057D, and *Bacillus licheniformis* B-2999D added to lamb rations increased live weight gain by 18.8%. It was reported that supplementation of *Lactobacillus acidophilus* and *Bacillus subtilis* improved the growth performance of lambs with growth retardation (Mao et al., 2023). Furthermore, in another study by Gao et al. (2022), lambs weaned at 3 months of age were fed a diet supplemented with *B. subtilis* for 80 days, which significantly increased daily weight gain, total weight gain, rumen microbial

abundance, and rumen microbial diversity. The effects of probiotics depend on a variety of factors such as the physiological status of the animal, the type of probiotic used, dosage, feeding regimen, and environmental conditions. Probiotics have potential benefits such as increasing nutrient digestibility, stabilizing the rumen ecosystem, stimulating immune responses, and increasing milk production during lactation. However, due to limited research on the exact mechanisms of these effects and the application of probiotics in small ruminants, it is possible that the addition of probiotics may not always show a consistent effect on growth and live weight gain (Abd El-Trwab et al., 2016). Despite studies showing a positive effect of probiotic supplementation on live weight gain in the ration, there are also studies showing no effect. Titi et al. (2008) reported that yeast supplementation had no effect on the growth rate of lambs and kids. Baranowski et al. (2007) observed no difference in average daily live weight gain between lambs fed a diet supplemented with flaxseed and mineral bioplex and those fed the control diet (238 g vs. 225 g). Macedo et al. (2006) stated that the addition of probiotics to sheep rations did not improve average daily weight gain, dry matter intake, and feed conversion. Soren et al. (2013) observed no effect on body weight and daily weight gain when lambs were given *S. cerevisiae* or a combination of *S. cerevisiae* and *L. sporogenes*. Similarly, Whitley et al. (2009) reported no change in the growth performance of goats with probiotic supplementation. The examples given above are consistent with the results of this study.

CONCLUSION

This study investigated the effect of adding *Bacillus subtilis* bacteria to lamb diets on feeding performance and carcass quality. Research results showed that probiotic supplementation increased the weight gain of lambs in the first 15 days, but there was no statistically significant difference in total weight gain between the two groups at the end of the 60-day period. These findings suggest that the effect of probiotics on lamb growth is limited and decreases over time. It is consistent with other studies in the literature showing that probiotic supplementation may increase weight gain in the short term but does not make a significant difference in the long term.

REFERENCES

- Abd El-Trwab, M. M., Youssef, I. I., Bakr, H. A., Fthenakis, G. C., & Giadinis, N. D. (2016). Role of probiotics in nutrition and health of small ruminants. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 19(4). <https://doi.org/10.1515/pjvs-2016-0114>
- Amin, A. B., & Mao, S. (2021). Influence of yeast on rumen fermentation, growth performance and quality of products in ruminants: A review. *Animal nutrition*, 7(1), 31-41. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.10.005>
- Azzaz, H. H., Aziz, H. A., Farahat, S. A., Murad, H. A. (2015). Impact of microbial feed supplements on the productive performance of lactating Nubian lambs. *Glob. Vet.* 14, 567–575. <https://doi.org/10.5829/idosi.gv.2015.14.04.9452>
- Baranowski, A., Gabryszuk, M., Jozwik, A., Bernatowicz, E., Chylinski, W. (2007). Fattening performance, slaughter indicators and meat chemical composition in lambs fed the diet supplemented with linseed and mineral bioplex. *Anim. Sci. Papers Rep.*, 25: 35-44.
- Ciurescu, G., Dumitru, M., Gheorghe, A., Untea, A.E., Draghici, R. 2020. Effect of *Bacillus subtilis* on growth performance, bone mineralization, and bacterial population of broilers fed with different protein sources. *Poultry Science*, 99(11): 5960-5971. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.075>
- Devyatkin, V., Mishurov, A., & Kolodina, E. (2021). Probiotic effect of *Bacillus subtilis* B-2998D, B-3057D, and *Bacillus licheniformis* B-2999D complex on sheep and lambs. *Journal of advanced veterinary and animal research*, 8(1), 146. <https://doi.org/10.5455/javar.2021.h497>
- Gao, Y., Wei, W., Tian, F., Li, J., Wang, Y., Qi, J., Xue S. (2023). Corn Straw Total Mix Dietary Supplementation of *Bacillus Subtilis*-Enhanced Growth Performance of Lambs by Favorably Modulating Rumen Bacterial Microbiome. *Fermentation*, 9(1):32. <https://doi.org/10.3390/fermentation9010032>
- Haddad, S. G., & Goussous, S. N. (2005). Effect of yeast culture supplementation on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 118(3-4), 343-348. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2004.10.003>
- Khattab, I. M., Abdel-Wahed, A. M., Khattab, A. S., Anele, U. Y., El-Keredy, A., & Zaher, M. (2020). Effect of dietary probiotics supplementation on intake and production performance of ewes fed Atriplex hay-based diet. *Livestock Science*, 237, 104065. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1216534>

- Luise, D., Bosi, P., Raff, L., Amatucci, L., Virdis, S., Trevisi, P. (2022). *Bacillus* spp. Probiotic Strains as a Potential Tool for Limiting the Use of Antibiotics, and Improving the Growth and Health of Pigs and Chickens. *Front Microbiol.* Feb 7;13:801827. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.801827>.
- Macedo, R., Arredondo, V., Beauregard, J. (2006) Influence of yeast culture on productive performance of intensively fattened Pelibuey lambs in colima. *Mex Rev AIA* 10: 59-67.
- Mao, H., Ji, W., Yun, Y., Zhang, Y., Li, Z., Wang C. (2023). Influence of probiotic supplementation on the growth performance, plasma variables, and ruminal bacterial community of growth-retarded lamb. *Front Microbiol.* Jul 27;14:1216534. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1216534>
- Pan, K., & He, M. (2002). Research and application of microbial additives in my country. *Vet. Med. Feed Addit*, 4, 35-37.
- Park, I., Zimmerman, N.P., Smith, A.H., Rehberger, T.G., Lillehoj, E., Lillehoj, H.S. (2020). Dietary supplementation with *Bacillus subtilis* direct-fed microbials alters chicken intestinal metabolite levels. *Frontiers in Veterinary Science*, 7: 123. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00123>
- Piqué, N., Berlanga, M., & Miñana-Galbés, D. (2019). Health benefits of heat-killed (Tyndallized) probiotics: an overview. *International journal of molecular sciences*, 20(10), 2534. <https://doi.org/10.3390/ijms20102534>
- Sheng, Q. K., Zhou, K. F., Hu, H. M., Zhao, H. B., Zhang, Y., & Ying, W. (2015). Effect of *Bacillus subtilis* natto on meat quality and skatole content in TOPIGS pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(5), 716-721. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0478>
- Smock, T.M., Samuelson, K.L., Hergenreder, J.E., Rounds, P.W., Richeson, J.T. (2020). Effects of *Bacillus subtilis* PB6 and/or chromium propionate supplementation on clinical health, growth performance, and carcass traits of high-risk cattle during the feedlot receiving and finishing periods. *Transl Anim Sci.* Sep 3;4(3). <https://doi.org/10.1093/tas/txaa163>
- Soren, N.M., Tripathi, M.K., Bhatt, R.S., Karim, S.A. (2013). Effect of yeast supplementation on the growth performance of Malpura lambs. *Trop Anim Health Prod* 45: 547-554. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0257-3>

- Tang, X., Liu, X., & Liu, H. (2021). Effects of dietary probiotic (*Bacillus subtilis*) supplementation on carcass traits, meat quality, amino acid, and fatty acid profile of broiler chickens. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 767802. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.767802>
- Titi, H.H., Dmour, R.O., Abdullah, A.Y. (2008). Growth performance and carcass characteristics of Awassi lambs and Shami goat kid culture in their finishing diet. *J. Anim. Sci.*, 142: 375-383. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.06.034>
- Whitley, N.C., Cazac, D., Rude, B.J., Jackson-O'Brien, D., Parveen, S. (2009). Use of a commercial probiotic supplement in meat goats. *J Anim Sci.* Feb;87(2):723-8. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1031>