

**KUZU RASYONLARINA PROTEİN KAYNAĞI OLARAK
SOYA FASÜLYESİ KÜSPESİ YERİNE BELİRLİ
ORANLARDA İKAME EDİLEN BUĞDAY VE MISIR
GLUTENİNİN KAN SERUM PARAMETRELERİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Gökben AVŞAROĞLU
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Halit İMİK

Yüksek Lisans Tezi-2026



SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Health Sciences

**KUZU RASYONLARINA PROTEİN KAYNAĞI OLARAK
SOYA FASÜLYESİ KÜSPESİ YERİNE BELİRLİ
ORANLARDA İKAME EDİLEN BUĞDAY VE MISIR
GLUTENİNİN KAN SERUM PARAMETRELERİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Gökben AVŞAROĞLU

**Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Halit İMİK**

ERZURUM

2026



SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Health Sciences

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ana Bilim Dalı

**KUZU RASYONLARINA PROTEİN KAYNAĞI OLARAK SOYA
FASÜLYESİ KÜSPESİ YERİNE BELİRLİ ORANLARDA İKAME
EDİLEN BUĞDAY VE MISIR GLUTENİNİN KAN SERUM
PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Gökben AVŞAROĞLU

Tez Savunma Tarihi : 23.01.2026

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Halit İMİK (Atatürk. Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mehmet GÜL (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Recep GÜMÜŞ (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Onay

Bu çalışma yukarıdaki Jüri tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ahmet KIZILTUNÇ
Enstitü Müdürü

Yüksek Lisans Tezi
ERZURUM – 2026

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
TEŞEKKÜR	III
ÖZET	V
ABSTRACT.....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ.....	10
2. GENEL BİLGİLER.....	14
2.1. Beslenmede Kullanılan Protein Kaynakları.....	14
2.1.1. Soya Küspesi.....	15
2.1.1.1. Soya Küspesinin Kimyasal Yapısı ve Hayvan Beslemede Kullanımı.....	15
2.1.2. Mısır Gluteni.....	19
2.1.3. Mısır Glutenin Kimyasal Yapısı ve Hayvan Beslemede Kullanımı	21
2.1.4. Buğday Gluteni	24
2.1.5. Buğday Glutenin Kimyasal Yapısı ve Hayvan Beslemede Kullanımı	25
2.2. Gluten ile İlgili Hastalıklar	26
2.2.1. Çölyak Hastalığı	26
2.2.2. Buğday Alerjisi	27
2.2.3. Gluten İntoleransı	28
2.3. Karaciğer Enzimleri	29
2.3.1. ALP (Alkalen Fosfataz)	29
2.3.2. AST (Aspartat Transaminaz)	31
2.3.3. GGT (Gama Glutamil Transferaz).....	32
2.3.4. ALT (Alanin Aminotransferaz)	33

2.3.5. LDH (Laktat Dehidrogenaz)	35
2.3.6. Karaciğer Enzimleri Üzerine Beslenmenin Etkisi	36
2.4. Beslenmenin Metabolik Parametreler Üzerine Etkisi.....	39
2.4.1. Lipit Metabolizması	39
2.4.2. Mineral ve Vitamin Metabolizması	47
3. MATERYAL VE METOT.....	50
3.1. Kan Serum Numunelerinin Alınması	52
3.2. İstatistik Analizler	53
4. BULGULAR.....	54
5. TARTIŞMA.....	58
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	70
KAYNAKLAR	72
EKLER	94
EK-1. Etik Bildirim ve İntihal Beyan Formu	94
EK-2. Etik Kurul Onay Formu	95
Ek-3. Tez Adı Değişikliği Bildirim Formu.....	97

TEŞEKKÜR

Tez sürecim boyunca bilgi birikimi, deneyimi ve anlayışıyla bana rehberlik eden değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Halit İMİK'e en içten teşekkürlerimi sunarım. Bilimsel yaklaşımı, sabrı ve yönlendirmeleriyle sadece bu çalışmanın değil, akademik hayatımın da şekillenmesinde büyük katkısı olmuştur. Kendisinden öğrendiklerimi hayatım boyunca bir rehber olarak taşıyacağım. Ayrıca, öğrenim hayatım boyunca destek ve katkılarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübeleriyle her zaman yolumu aydınlatan bölüm hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet GÜL'e, Dr. Öğr. Üyesi Emre YILMAZ ve Prof. Dr. Recep GÜMÜŞ'e gönülden teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan, maddi ve manevi destekleriyle bana güç veren, sabırları ve anlayışlarıyla bu süreci daha anlamlı kılan kıymetli annem Şükran ÇAĞLAR'a ve babam Çetin ÇAĞLAR'a başta olmak üzere; desteği, sevgisi ve anlayışıyla her koşulda yanımda olan eşim Polat AVŞAROĞLU'na, Canım kardeşim, büyük destekcim Gökçenur ÇAĞLAR'a. Hayatıma anlam katan, varlıklarıyla her zorluğu unutturan biricik çocuklarım Gülce Betül AVŞAROĞLU'na ve Yusuf İlker AVŞAROĞLU'na. Bu süreçte bana ayırdığınız zamanlar için teşekkür ediyorum. Uykusuz gecelerimin minik şahitleri ... Bu tezi, hayatımın her anında bana koşulsuz sevgiyle destek olan aileme ithaf ediyorum. Her kelimesinde, her satırında sizin emeğiniz, sevginiz ve dualarınız var.

Ayrıca çalışmamızı destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü ve personeline teşekkür ederiz.

Gökben AVŞAROĞLU

ÖZET

Kuzu Rasyonlarına Protein Kaynağı Olarak Soya Fasülyesi Küspesi Yerine Belirli Oranlarda İkame Edilen Buğday ve Mısır Gluteninin Kan Serum Parametreleri Üzerine Etkileri

Amaç: Çalışmamızda kuzuların rasyonunda protein kaynağı olarak kullanılan buğday gluteni, mısır gluteni ve soya küspesinin metabolizma üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Bunun için serum dokusunda karaciğer enzimlerinde (Alkalın Fosfataz)ALP, (Gamma-Glutamil Transferaz)GGT, (Aspartat aminotransteraz)AST (Alanin Aminotransferaz)ALT, ve (Laktat Dehidrogenaz) LDH seviyeleri; lipid profili üzerine etkisini belirlemek için trigliserit, kolesterol, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL)ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL); mineral madde seviyesini etkisini belirlemek için kalsiyum(Ca), fosfor(P) ve demir(Fe) seviyeleri; protein seviyesine etkisini belirlemek için total protein ve albümin; vitamin seviyesine etkisini belirlemek için folat (vit B₉) ve Vitamin B₁₂ seviyeleri ve glikoz seviyesi tespit edilmiştir.

Materyal ve Metot: Deneme 3 grup halinde yürütülmüş ve her grupta 8'er adet olmak üzere toplam 24 adet Mor Karaman erkek kuzu kullanılmıştır. Araştırmada gruplara protein kaynağı olarak sırasıyla kontrol grubuna soya küspesi+aspir küspesi, buğday grubuna buğday gluteni ve mısır grubuna ise mısır gluteni verilmiştir. Çalışmada kullanılan kan serum numuneleri hayvanlar deneme yemleri ile 56 gün beslendikten sonra alınmıştır.

Bulgular: Grupların karaciğer enzimlerinden ALP, GGT, ALT ve LDH seviyeleri arasında önemli bir fark görülmezken ($P>0.05$), AST seviyesi kontrol, buğday ve mısır gruplarında sırasıyla 114.99, 104.17 ve 143.66 U/L olarak tespit edilmiştir ($p<0.035$). Grupların trigliserit, total kolesterol, HDL, LDL oranları arasında istatistiksel açıdan fark tespit edilmemiştir ($P>0.05$). Araştırmada grupların Ca ve P seviyeleri benzer bulunurken, Mısır grubunun serum Fe seviyesi Kontrol ve Buğday grubundan önemli derecede düşük bulunmuştur ($p<0.036$). Çalışmada gruplar arasında total protein, albumin, vitamin B₁₂, *Folat (vitB₉=folik asit) seviyeleri* istatistiksel açıdan önemli bir fark belirlenmemiştir ($P>0.05$). Diğer taraftan Mısır grubunda serum glikoz düzeyi Kontrol ve Buğday gruplarından önemli derecede düşük tespit edilmiştir ($p<0.007$).

Sonuç: Sonuç olarak rasyona protein kaynağı olarak yüksek oranda katılan buğday ve mısır gluteninin serum parametrelerinde AST, Fe ve glukoz seviyelerini önemli düzeyde etkilediği lipid, protein ve vitamin oranlarını üzerine önemli etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

AnahtarKelimeler: Buğday gluteni, karaciğer enzimleri, kuzu, lipid, mineral, mısır gluteni, serum, soya küspesi

ABSTRACT

The Effect of Replacing Soybean Meal with Certain Proportions of Corn and Wheat Gluten On Serum Parameters in Lamb Rations

Aim: This study investigated the effects of different dietary protein source specifically wheat gluten, corn gluten, and soybean meal on the metabolic profile of lambs. To evaluate these effects, the following serum parameters were analyzed: liver enzymes, including ALP (Alkaline Phosphatase), GGT (Gamma-Glutamyl Transferase), ALT (Alanine Aminotransferase), LDH (Lactate Dehydrogenase), and AST (Aspartate Aminotransferase); lipid profile markers (triglycerides, cholesterol, HDL, and LDL); mineral levels (calcium, phosphorus, and iron); protein status indicators (total protein and albumin); vitamin levels (folate/Vit B9 and Vitamin B12); and glucose levels.

Materials ve Method: Blood serum samples were collected after the animals were fed the experimental diets for a period of 56 days. The experiment was conducted using a total of 24 male Mor Karaman lambs, divided into three groups of eight animals each. The dietary treatments consisted of soybean meal plus safflower meal for the Control group, wheat gluten for the Wheat group, and corn gluten for the Corn group.

Results: While no statistically significant differences were observed among the groups regarding ALP, GGT, ALT, and LDH levels ($P>0.05$), a significant difference was detected in AST levels ($p<0.035$), with values recorded as 114.99, 104.17, and 143.66 U/L for the Control, Wheat, and Corn groups, respectively. Furthermore, no statistically significant differences were found among the groups regarding triglyceride, total cholesterol, HDL, and LDL levels ($P>0.05$). While Ca (calcium) and P (phosphorus) levels were similar across all groups, the serum iron (Fe) level in the Corn group was significantly lower than that of the Control and Wheat groups ($p<0.036$). Similarly, there were no statistically significant differences observed in total protein, albumin, Vitamin B12, and Folate levels among the groups ($P>0.05$). Conversely, the serum glucose level in the Corn group was found to be significantly lower compared to the Control and Wheat groups ($p<0.007$).

Conclusion: In conclusion, it was determined that while the inclusion of high levels of wheat and corn gluten as protein sources in the ration significantly affected serum AST, Fe, and glucose levels, it did not have a significant impact on lipid, protein, or vitamin profiles.

Key words: Corn gluten, Lamb, lipids, liver enzymes, minerals, serum, soybean meal, wheat gluten

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

µg	: Mikrogram
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ACAT	: Asil-koenzim a kolesterol asiltransferaz
ALP	: Alkalın fosfataz
ALT	: Alanin aminotransferaz
Apo	: Apolipoprotein
ASCVD	: Aterosklerotik kardiyovasküler hastalık
AST	: Aspartat aminotransferaz
AÜVFBEK	: Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Birim Etik Kurulu
Ca	: Kalsiyum
CRP	: C-reaktif protein
dL	: Desilitre
KM	: Kuru Madde
Fe	: Demir
g	: Gram
GGT	: Gama glutamil transferaz
HDL	: Yüksek yoğunluklu lipoprotein
HP	: Ham protein
IDL	: Orta yoğunluklu lipoprotein
IgE	: İmmünoglobulin E
kcal	: Kilokalori
kg	: Kilogram
LDH	: Laktat dehidrogenaz
LDL	: Düşük yoğunluklu lipoprotein

LPL	: Lipoprotein lipaz
ME	: Metabolik enerji
Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
NAFLD	: Alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı
NPN	: Protein olmayan azot
NRC	: Ulusal Araştırma Konseyi
P	: Fosfor
SPSS	: Statistical package for the social sciences
TG	: Trigliserit
U/L	: Ünite/Litre
VLDL	: Çok düşük yoğunluklu lipoprotein
WHO (DSÖ)	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Soya küspesinin amino asit profili, (kuru madde bazında %).....	19
Tablo 2.2. Mısır gluteni amino asit bileşimi (kuru madde bazında)	23
Tablo 2.3. Buğday gluteni amino asit bileşimi (100 g ham proteine göre) (tipik değerler)	26
Tablo 3.1. Araştırmada kullanılan kuzu besi yemin kimyasal bileşenleri ve besin değerleri	51
Tablo 4.1. Rasyonlara katılan gluten kaynaklarının serum karaciğer enzimleri üzerine etkisi	54
Tablo 4.2. Rasyonlara katılan gluten kaynaklarının serum lipit profili üzerine etkisi ...	55
Tablo 4.3. Rasyonlara katılan gluten kaynaklarının serum mineral madde seviyeleri üzerine etkisi	55
Tablo 4.4. Rasyonlara katılan gluten kaynaklarının serum protein ve glukoz seviyeleri üzerine etkisi	56
Tablo 4.5. Rasyonlara katılan gluten kaynaklarının serum vitamin seviyeleri üzerine etkisi	56
Tablo 4.6. Rasyonlara katılan gluten kaynaklarının serum glukoz seviyeleri üzerine etkisi	57

1. GİRİŞ

Hayvansal proteinlerin insanların sağlıklı ve dengeli beslenmelerinde önemli yeri olduğu bilinmektedir. Hayvansal kaynaklı proteinlerin en önemlileri et, süt ve yumurta gelmektedir (Tosun ve Demirbaş, 2012). Bu protein kaynaklarının en başında ise kırmızı et gelmektedir. Diğer taraftan dünyadaki İslam ve Musevi dinine mensup ülke/kişiler kırmızı et olarak genelde ruminant hayvanları etini tercih ettikleri için ülkemizde de genelde ruminantların eti tercih edilmektedir (Saygın ve Demirbaş, 2018). Kırmızı etin içerdiği özellikle protein kaynakları esansiyel amino asitlere sahip olduğu için kişilerin sağlıklı ve dengeli beslenmelerinde önemli bir yere sahip olduğunu belirtebiliriz. Gelişmiş ülkelerde hayvansal protein tüketimi diğer ülkelere göre yüksek olduğu bilinmektedir (Wyness, 2016). Kırmızı et tüketimi ABD’de kişi başı 90 kg, Avrupa birliği ülkelerinde 60 kg olmasına rağmen ülkemizde 10-25 kg arasında olduğu tahmin edilmektedir (Turhan ve ark., 2010). Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2004)’üne göre insanların sağlıklı gelişebilmesi için vücudunun her bir kg’ı için tüketilmesi gereken her 1 g protein kaynağının %42’sinin hayvansal kaynaklı olması gerektiğini bildirmişlerdir. Oysaki bu oranın ülkemizde yaklaşık olarak %27 seviyesinde olduğu bildirilmektedir (Çapraz, 2004; Fidan, 2021).

İnsanların kırmızı ete ulaşımalarında en büyük problemin ise et fiyatlarının yüksek olması gelmektedir. Et fiyatlarının yüksek olmasının en önemli nedenlerinin başında ise maliyetin yüksek olması gelmektedir. Hayvancılık sektörünün maliyetinin çok önemli kısmını yem giderleri oluşturduğu bilinmektedir (Özkan, 2020). Diğer bir ifade ile işletmenin karlılık oranı yem maliyetleri ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle hayvanların yetiştirilmesinde verilecek yem ham maddelerinin verim özellikleri dikkate alınarak yapılması gerekir. Hayvan besleme yüksek verim özelliğine sahip hayvanların rasyonlarında kaliteli yem kaynakları kullanılırken, verim özelliği genetik olarak

azaldıkça yemin kalitesini de gözden geçirmek gerekir. Bunun nedeni yem sanayisinde kaliteli yemlerin fiyatları her zaman pahalı olmasıdır. Yedikleri yemi değerlendirmeleri açısından ruminant yetiştiriciliğinin kanatlı sektörüne göre daha avantajlı durumları bulunmaktadır. Çünkü ruminantların sindirim sistemleri az kaliteli yem maddelerini daha iyi değerlendirme yeteneğine sahip olmasıdır. Ruminantların bu yeteneği ön sindirim organlarındaki sindirimin mikrobiyel orijinli olmasından kaynaklanmaktadır (Yıldırım ve ark., 2021).

Hayvan beslemede en yaygın kullanılan protein kaynaklarının başında soya küspesi, ayçiçeği küspesi ve mısır gluteni gelmektedir (Çetiner ve Bilek, 2018). Bizim ülkemizde en fazla ayçiçeği tohumu ve dolayısıyla ayçiçeği tohumu küspesi bulunmaktadır. Ayçiçek üretiminin fazla olma nedeni ise uygulanan tarım politikaları, iklim ve coğrafi şartlar olarak belirtilebiliriz (Bihter ve ark., 2017; Sav ve Sayın, 2016). Yem sanayide protein kaynaklarının soya küspesi ve ayçiçeği küspesi en yaygın kullanılan yem ham maddeleri olduğunu ve son yıllarda ise bu yem maddelerine mısır glutenini katabiliriz (Ergin ve Aydemir, 2018a; İlkay, 2016a).

Gerek ülkemizin coğrafi koşulları gerekse Tarım ve Orman Bakanlığının uygulamış oldukları politikalar ayçiçeği tohumu, buğday, arpa ve mısır gibi ürünlerin yaygın olarak yetiştirilmesine neden olmaktadır (Kıllı ve Beycioğlu, 2019). Bu ürünlerden ayçiçeği tohumu bitkisi yağı alındıktan sonra geri kalan kısmı (ayçiçeği küspesi) hayvan beslemede yoğun olarak kullanılmaktadır. Ancak ayçiçeği küspesinin amino asit profili yüksek verimli hayvanların ihtiyaçlarını tek başına kullanılması durumun karşılayabilecek kalitede olmadığı bilinmektedir (Çetiner ve Bilek, 2018).

Ülkemizde yağlı tohum olarak yetiştirilen tam yağlı soya fasulyesi yeteri kadar üretimi olmaması nedeni ile soya küspesi çok az üretimi yapılmaktadır. Bu nedenle soya küspesinin de aralarında bulunan soya mamullerini ithal edilmektedir. Dışarıdan ithal edildiği için bunun getirdiği dezavantajlar bulunmaktadır. Bu dezavantajların başında

döviz gelmektedir. Buda en basit ifade ile maliyeti yükseltmektedir (İlkay, 2016b). Bunun yanında soya küspesi bitkisel yem materyaller içinde en değerli veya biyolojik değeri en yüksek bitkiler arasındadır (Banaszkiewicz, 2011).

Ülkemizde son yıllarda mısır yoğun olarak yetiştirilmeye başlansa da mısır gluteni ithal edilmektedir. Amino asit profili ise ayçiçeği tohumu küspesinden daha iyi olmasına rağmen soya kadar biyolojik değeri iyi olmadığı söylenebilir. Ancak yine de son yıllarda daha ucuz temin edilme imkânı olduğu için hayvanların rasyonlarının yapısında yaygın olarak kullanılmaktadır (Beauchemin ve Koenig 2005; Parsons ve ark 2007). Ayrıca yaygın olarak kullanılmasına rağmen rasyona tek başına katılması durumunda hayvanın protein ihtiyacını giderecek düzeyde aminoasit profiline sahip olmadığı bilinmektedir (Pekel ve Demirel, 2007).

Buğday ise ülkemizde çok yaygın olarak yetiştirilen, en başta insan gıdası, gıda sektöründe yaygın olarak kullanılan çok değerli bir besin kaynağıdır. Buğday tüketiminde farklı türlerde olmaktadır. Doğrudan kullanımı veya değirmencilik sanayi yan ürünleri şeklinde olmak üzere birçok formatta insan gıdası olarak kullanılmayan formları hayvanların yemine katılarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Demir, 2015). Bütün bunların yanında buğday gluteni gıda sanayinde yaygın olarak kullanılmasına rağmen kısmen balık besleme haricinde ruminant beslemede kullanımı ile ilgili yeterli bilgiye sahip değiliz (Ergin ve Aydemir, 2018b; Kızılaslan, 2004). Buğday glutenin HLA-DQ2 ve HLA-DQ8 genlerini taşıyan insanlarda çeşitli hastalıklara neden olduğu bilinmektedir. Bunun nedeni ise HLA-DQ2 ve HLA-DQ8 genlerini taşıyan kişilerde büyük moleküler yapıya sahip glutenlerin sindiriminin zor olmasından kaynaklanan bağışıklık ve sindirim sistemi sorunlarına neden olmasından ileri geldiği belirtilmektedir. Bu sağlık problemlerinin başında ise çölyak hastalığı, glutenin buğday alerjisi, gluten intoleransı, gastro-intestinal sistem bozuklukları ve otoimmün hastalıklar gelmektedir (İmİK ve Gezer, 2024).

Hayvan beslemede kullanılan yemlerin, hayvan organizması tarafından ne derece sindirilip değerlendirilebildiğini belirlemek hem ekonomik hem de fizyolojik açıdan büyük önem arz etmektedir (McDonald ve ark, 2011). Rasyonla alınan besin maddeleri, sindirim kanalında çeşitli enzimatik işlemlere maruz kaldıktan sonra emilerek dolaşım sistemine geçer. Emilimin ardından bu besin öğeleri çeşitli metabolik süreçlerde kullanılarak organizmanın en başta enerji ve protein ihtiyacı olmak üzere besin ihtiyaçlarını karşılar. Bu nedenle, yemlerin hayvan organizmasındaki etkilerini metabolik etkilerine bakarak belirleyebiliriz (NRC, 2001)

Bu bağlamda gerçekleştirilen çalışmada, kuzuların günlük rasyonlarındaki protein ihtiyacının tamamı, klasik protein kaynakları yerine buğday gluteni ve mısır gluteni gibi bitkisel kaynaklardan karşılanmıştır. Söz konusu alternatif protein kaynaklarının organizma üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla, kan serumunda karaciğer fonksiyonları ile ilişkili bazı enzimlerin düzeyleri ölçülmüştür. Bu enzimler; Alkalın Fosfataz (ALP), Gamma-Glutamil Transferaz (GGT), Aspartat Aminotransferaz (AST), Alanin Aminotransferaz (ALT) ve Laktat Dehidrogenaz (LDH) olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada, lipit metabolizmasını değerlendirmek amacıyla trigliserit, total kolesterol, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) düzeyleri de analiz edilmiştir. Bununla birlikte, mineral madde metabolizmasını yansıtacak şekilde kalsiyum (Ca), fosfor (P) ve demir (Fe) düzeylerine bakılmış; protein metabolizmasına ilişkin olarak total protein ve albümin seviyeleri tespit edilmiştir. İmmün sistemin ve genel metabolizmanın göstergelerinden olan folik asit (Vitamin B9) ve Vitamin B12 düzeyleri de değerlendirilmiştir. Son olarak enerji metabolizmasının önemli bir belirteci olan kan glukoz düzeyi de çalışmaya dahil edilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Dünyada tarımsal alanların önemli kısmında buğdaygiller üretilmektedir. Belki de bu durumun sonucunda insanlar temel besin ihtiyaçlarının önemli kısmını buğday, pirinç, yulaf ve mısır başta olmak üzere buğdaygillerden karşılamaktadır. Bu ürünler direk gıda kaynağı olarak kullanılabildiği gibi sanayide işlendikten sonra oluşan ürünlerde beslemede kullanım oranları her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Besin değeri keşfedilen gıda sanayinde insan gıdası olarak kullanma imkânı olmayan veya ihtiyaç fazlası ürünler hayvan beslemede tercih edilen yem hammaddesi olarak kullanılmaktadır (Çetiner ve Bilek, 2018b; Kızılaslan, 2004; Özkan, 2020; Tekerli, 2010).

2.1. Beslenmede Kullanılan Protein Kaynakları

Proteinler vücuttaki kemik, kıkırdak, kas, kan, deri, enzim ve hormonların yapı taşını oluşturmaktadır. Büyüme ve gelişme, kas gibi hücreleri ve dokuları onarma ve oluşturma için gereklidirler (Wu, 2013). Ayrıca kanın pıhtılaşması, sıvı dengesi ve bağışıklık tepkisi gibi vücut süreçlerinde önemli bir rol oynarlar (Bender, 2012).

Amino asitler proteinlerin yapı taşını oluşturmaktadır. Organizmada dokular bazı amino asitleri üretebilmesine rağmen bazılarını dışarıdan almak zorundadır (NRC, 2001). Vücudun üretebildiği amino asitlere esansiyel olmayan amino asit, dışarıdan almak zorunda oldukları amino asitlere ise esansiyel amino asitler denir (Wu, 2013; NRC, 2001).

Hayvanlarda sağlıklı gelişim ve yüksek verim özelliğine sahip olabilmesi için protein ihtiyaçlarının karşılanması gerekir. Bu protein kaynakları, hayvanların büyüme, süt verimi, et üretimi ve üreme sağlıklarını doğrudan etkiler. En başta Avrupa Birliği ülkeleri ve Ülkemiz başta olmakla beraber birçok ülkede hayvansal orijinli rendelik ürünlerin ruminant beslenmesinde kullanımı yasaklandığı için ruminantlar protein ihtiyaçlarını bitkisel kökenli yem hammaddelerinden karşılamak zorundadır (Yem kanunu, 2010). Ruminantların beslenmelerinde konsantre yemlerin yapımında soya

küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi, pamuk tohumu küspesi, son yıllarda ise mısır glütenu kullanılmaktadır (McDonald ve ark., 2011). Ayrıca zaman zaman aspir küspesi ve keten tohumu küspesinde protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. Buğday glütenu ise kısmen balık beslemede kullanılmaktadır (NRC, 2001). Bu çalışmada hayvanlara protein kaynağı olarak soya küspesi, mısır glütenu ve buğday glütenu verildiği için bu ürünler hakkında bilgi verilecektir.

2.1.1. Soya Küspesi

Soya bitkisi yağlı tohumlar bitkisi sınıfında olup, özellikle verimli topraklarda yetişmektedir. Bu bitkinin yetiştirilebilmesi için ayrıca su ve güneşe ihtiyaç duymaktadır. Bitki hasat edildikten sonra yağı değişik metotlarla alınır. Elde edilen yağ insan gıdası olarak veya gıda sanayinde kullanılmaktadır. Soya bitkisinden yağı alındıktan sonra geri kalan kısım soya küspesidir. Soya küspesinin en yoğun kullanıldığı alan ise yem sanayisidir. Soya bitkisi içerdiği yağ yanında özellikle protein içeriği ve kalitesi çok iyi bir bitkidir (Banaszkiewicz, 2011; Ergin ve Aydemir, 2018a). Soya bitkisi kapsadığı yüksek protein olması yanında aminoasit profili bakımından oldukça kaliteli olduğu için özellikle yüksek verim özelliği gösteren hayvanların rasyonunda tercih edilen bir yem hammaddesidir (Banaszkiewicz, 2011; Ergin & Aydemir, 2018a). Soya küspesinin bu özellikleri bu yem maddesini çok tercih edilmesini ve fiyatının çok yükselmesini yanında getirmiştir. Ülkemizde soya bitkisi çok az yetiştirildiği için soya küspesinin temini edilmesi ancak ithal yoluyla olmaktadır. İthal edilmesi ise maliyeti artırmaktadır (İlkay, 2016b; Sav ve Sayın, 2016). Bu durum ise beside zorunlu olmadıkça tercih edilen bir hammadde olarak belirtebiliriz. Bu durum ise yüksek verim özelliklerine sahip hayvanların yeminin yapımında tercih edilen bir yem ham maddesi haline gelmiştir.

2.1.1.1. Soya Küspesinin Kimyasal Yapısı ve Hayvan Beslemede Kullanımı

Soya küspesi, hayvancılık sektöründe büyük bir öneme sahip olan, yüksek kaliteli bir protein kaynağıdır. Tarımda yetiştirilen soya fasulyesinin işlenmesi sonucu elde edilen

bu ürün, özellikle besi hayvanları ve süt veren büyükbaşlar için beslenmelerinde kritik bir bileşen olarak kabul edilmektedir (Hess ve ark., 2003). Soya küspesinin, özellikle yüksek biyoyararlanımlı amino asitler içermesi, hayvanların besin ihtiyacını karşılamada önemli bir avantaj sağlar. İçeriğinde bulunan esansiyel amino asitler, özellikle lizin ve metiyonin, hayvanların kas gelişimi, bağışıklık sisteminin güçlenmesi ve genel sağlık durumları için son derece faydalıdır (NRC, 2001; Wu, 2013). Bu nedenle soya küspesi, sadece hayvanların günlük beslenmesinde değil, aynı zamanda uzun vadede verimlilik ve sağlıklı büyüme için de vazgeçilmez bir besin kaynağıdır.

Soya küspesinin en önemli özelliklerinden biri, içeriğinde yüksek miktarda esansiyel amino asit bulunan bir protein kaynağı olmasıdır. Esansiyel amino asitler, hayvanların kendi başlarına sentezleyemediği ve dışarıdan besin yoluyla alması gereken bileşiklerdir (Wu, 2014). Bu amino asitlerden en dikkat çekenleri lizin ve metiyonindir. Lizin, özellikle kas gelişimi ve büyüme için kritik bir amino asittir. Metiyonin ise, protein sentezi ve vücutta kükürt içeren bileşiklerin üretimi açısından önemlidir. Hem lizin hem de metiyonin, hayvanların yemden maksimum verim almalarını ve sağlıklı bir şekilde büyümelerini sağlar (NRC, 2001). Soya küspesinin bu zengin amino asit profili, onu hayvan beslemesinde ideal bir kaynak haline getirir.

Ruminantlar, yani geniş getiren hayvanlar (örneğin, inekler, koyunlar, keçiler) için soya küspesi, yüksek kaliteli bir protein kaynağıdır ve hayvanların sağlıklı büyümesini destekler (McDonald ve ark., 2011). Bu hayvanlar, mikroorganizmaların yardımıyla kaba yemleri sindirerek besin maddelerini alırlar. Ancak, yüksek süt ve et verimi sağlamak amacıyla bu hayvanlara, yeterli miktarda kaliteli protein sağlamaları gerekmektedir. Soya küspesi, ruminantlar için mükemmel bir protein kaynağı olup, sindirilebilirliği yüksek olduğu için bu tür hayvanların beslenmesinde vazgeçilmez bir rol oynar (NRC, 2001).

Hayvan beslemede soya küspesinden önemli ölçüde fayda sağlar. Bu hayvanlar, kas yapılarının hızla gelişmesini desteklemek için protein ihtiyaçlarını karşılamak

zorundadırlar (Hess ve ark., 2003). Soya küspesi, hayvanların hızlı büyümesini ve et kalitesinin artmasını destekler. Soya küspesindeki yüksek protein içeriği, besi sığırlarının kas gelişimini doğrudan etkiler. Et verimi ve et kalitesi arttıkça, bu durum ticari açıdan da büyük faydalar sağlar. Soya küspesinin, besi hayvanlarında hızlı gelişim sağlayan önemli bir kaynak olması, hayvancılık sektöründe bu ürünün ne denli değerli olduğunu gösterir (NRC, 2001).

Süt inekleri, yüksek protein içeriği ve esansiyel amino asitler bakımından zengin olan soya küspesinden büyük oranda faydalanır (McDonald ve ark., 2011). Özellikle süt üretimi ve süt kalitesinin artırılması adına, soya küspesinin rasyonlarında yer alması önerilir. Soya küspesinin, süt ineklerinin günlük rasyonunun %15-20'si kadar bir kısmını oluşturması, süt verimini artırır ve aynı zamanda süt protein oranını iyileştirir (NRC, 2001). Bu durum, süt üreticileri için ekonomik açıdan büyük bir avantaj sağlar. Soya küspesindeki lizin, süt ineklerinin vücudunda daha fazla süt proteini üretimine olanak tanır. Bu durum, süt üretiminde verimliliği artırarak, çiftlik sahiplerine daha yüksek gelir sağlayabilir (Bell & Shaver, 2002).

Besi sığırları da soya küspesinden önemli ölçüde fayda sağlar. Bu hayvanlar, kas yapılarının hızla gelişmesini desteklemek için protein ihtiyaçlarını karşılamak zorundadırlar. (Hess ve ark., 2003). Soya küspesi, besi sığırlarının rasyonlarında %10-15 oranında yer alabilir ve bu miktar, hayvanların hızlı büyümesini ve et kalitesinin artmasını destekler (NRC, 2001). Soya küspesindeki yüksek protein içeriği, besi sığırlarının kas gelişimini doğrudan etkiler. Et verimi ve et kalitesi arttıkça, bu durum ticari açıdan da büyük faydalar sağlar. Et üreticileri, yüksek kaliteli et elde edebilmek için besi sığırlarının düzgün bir şekilde beslenmesini sağlar ve soya küspesi bu süreçte önemli bir yer tutar. Soya küspesinin, besi hayvanlarında hızlı gelişim sağlayan önemli bir kaynak olması, hayvancılık sektöründe bu ürünün ne denli değerli olduğunu gösterir (Bell & Shaver, 2002).

Koyun ve keçiler için soya küspesi, genellikle daha düşük oranlarda kullanılır. Bu hayvanların rasyonunda soya küspesinin oranı %5-10 arasında tutulmalıdır. (NRC, 2012) Aşırı protein alımı nedeniyle sindirim sorunları ve sağlık problemleri ortaya çıkabilir. (McDonald ve ark., 2010). Koyunlar ve keçiler, ruminantlar olmalarına rağmen, daha hassas sindirim sistemlerine sahip olabilirler ve bu nedenle, protein tüketimleri dikkatli bir şekilde düzenlenmelidir. Yeterli ve dengeli bir şekilde kullanılan soya küspesi, bu tür hayvanların sağlığını koruyarak, verimliliklerini artırır ve çiftlik sahiplerinin yüksek kaliteli süt ve et üretiminde başarı sağlamalarına yardımcı olur (Silanikove, 2000).

Sonuç olarak, soya küspesi, hayvancılık sektöründe önemli bir yer tutan, yüksek kaliteli bir protein kaynağıdır (NRC, 2012). İçeriğinde bulunan lizin ve metiyonin gibi esansiyel amino asitler, hayvanların kas gelişimi, bağışıklık sistemi ve genel sağlık durumları üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir (McDonald ve ark., 2010). Soya küspesinin, ruminantlar için özellikle yüksek süt ve et verimi sağlayan büyükbaş hayvanlar için kullanımı çok önemlidir (Silanikove, 2000). Süt inekleri, besi sığırları, koyunlar ve keçiler gibi çeşitli hayvanlar, soya küspesinden farklı oranlarda faydalanarak üretim verimliliklerini artırabilirler (NRC, 2012; McDonald ve ark., 2010) Bu ürün, sağlıklı ve verimli hayvan yetiştiriciliğinin temel bileşenlerinden biri olarak hem ekonomik hem de üretim açısından önemli avantajlar sunar.

Yapılan bir çalışmada, kuzuların rasyonlarında soya küspesi kullanımının, canlı ağırlık artışı (GAA) ve yemden yararlanma oranını (FCR) önemli ölçüde iyileştirdiği; karkas randımanı ve kas gelişimini desteklediği rapor edilmiştir (Costa ve ark., 2021). Soya küspesinin Lizin ve Treonin gibi temel amino asitleri yüksek oranda sağlaması, doğrudan kas protein sentezine katkıda bulunur. (Erol Tunç ve ark., 2021) tarafından yapılan bir araştırmada, soya küspesi ve tam yağlı soyanın rumen içi (in situ) ve enzimsel (in vitro) protein parçalanabilirlikleri karşılaştırılmış; yüksek rumen parçalanabilirliğine sahip olduğu ancak uygulanan ısıl işlemlerle bypass protein miktarının artırılacağı

gösterilmiştir. Bu bulgu, kuzuların içkembesine göre nasıl formüle edilmesi gerektiği hakkında önemli bir yol göstericidir.

Protein içeriği düşük kaba yemlerle beslenen kuzularda, soya küspesi takviyesi, enerji ve protein dengesini düzelterek hayvanların genel sağlık durumlarını ve bağışıklık sistemlerini güçlendirmektedir (Russell, 1992).

Soya proteininin yüksek kalitesi, dengeli amino asit içeriğinden kaynaklanmaktadır. Aşağıdaki Tablo 2.1'de soya bitkisinde bulunan temel amino asitlerin konsantrasyonları sunulmuştur (Kellems ve Church 2010; Leeson ve Summers 2009; NRC, 2001).

Tablo 2.1. Soya küspesinin amino asit profili, (kuru madde bazında %)

Amino Asit	% değerler	Esansiyel Durumu
Arjinin (Arg)	3.20-3.50 %	Esansiyel amino asit
Histidin (His)	1.20-1.30 %	Esansiyel amino asit
İzolösin (Ile)	2.10-2.20 %	Esansiyel amino asit
Lösin (Leu)	3.50-3.60 %	Esansiyel amino asit
Lizin (Lys)	2.80-3.00 %	Esansiyel amino asit
Metiyonin (Met)	0.60-0.70 %	Esansiyel amino asit
Fenilalanin (Phe)	2.30-2.40 %	Esansiyel amino asit
Treonin (Thr)	1.70-1.80 %	Esansiyel amino asit
Triptofan (Trp)	0.60-0.70 %	Esansiyel amino asit
Valin (Val)	2.20-2.30 %	Esansiyel amino asit
Alanin (Ala)	1.90-2.10 %	Esansiyel olmayan amino asitler
Aspartik asit(Asp)	5.30-5.90 %	Esansiyel olmayan amino asitler
Cystin (Cys)	0.65-0.70 %	Esansiyel olmayan amino asitler
Glutamik asit(Glu)	8.80-9.80 %	Esansiyel olmayan amino asitler
Glisin (Gly)	1.90-2.10 %	Esansiyel olmayan amino asitler
Prolin (Pro)	2.40-2.90 %	Esansiyel olmayan amino asitler
Serin (Ser)	2.40-2.70 %	Esansiyel olmayan amino asitler
Tirozin (Tyr)	1.50-1.70 %	Esansiyel olmayan amino asitler

2.1.2. Mısır Gluteni

Mısır bitkisi insan beslenmesinde olduğu kadar hayvan beslemede de yoğun olarak kullanılan bir materyaledir. Mısır diğer buğdaygiller ile kıyaslandığında birim alandan daha yüksek verim özelliğine sahip olması nedeni üretimi daha çok tercih edilen bir

bitkidir. Mısır bitkisi verimli topraklarda yetişmektedir. Bununla birlikte bu bitkinin yetiştirilmesi için su ve güneşe ihtiyaç duymaktadır (Şahin, 2001a; Patil, 2003). Dekar başına buğdaya göre daha fazla ürün alınması bu bitkinin tercih edilmesinin sebebidir (Cengiz, 2016). Tane mısır gıda sanayinde çok değişik amaçlarda kullanılmaktadır. Bunların başında nişasta olarak (sos, puding yapımında, su tutucu olarak, dondurulmuş gıdalarda yapı koruyucu olarak), tatlandırıcı olarak (glikoz ve fruktoz şurubu, gazlı içecekler, şekerleme gibi), un ve irmik yapımında, mısır gevreği ve atıştırmalık ürünlerin yapımında, mısır yağı üretiminde, etanol ve fermente gıdaların üretiminde kullanılmaktadır (Patil 2003, 2004). Bunlara ilaveten mısırın yapısında bulunan glutenler gıda takviyesi dışında hayvanların yeminde protein kaynağı olarak kullanılmaktadır (Allen ve Grant, 2000; Dragomir ve ark., 2008; Hisano ve ark., 2016; Parsons ve ark., 2007).

Hayvan beslemede en büyük sıkıntıların başında yem maddelerinin maliyetinin yüksek olması gelmektedir. Özellikle de protein kaynakları yem maliyetinin önemli kısmını oluşturmaktadır. Mısır gluteni ise yüksek protein oranı ile bu açığı belirli ölçüde ihtiyacı karşılayacak seviyede olduğu belirtilebilir (Bayramoğlu ve Bozdemir, 2018). Aminoasit bileşimi soya küspesi ile karşılaştırıldığında düşük kalitede kalmasına rağmen ekonomik olarak daha uygun fiyatta olması tercih sebebidir (Shewry ve Halford, 2002; Lasztity, 2017). Mısır gluteninde yer alan zein proteini mısırın çeşidine, hasat dönemine ve ayırma tekniklerine bağlı olarak ortalama %62-74 oranında protein oluşturmaktadır. Mısır gluteninde en bol miktarda bulunan zein proteini çözünürlük, aminoasit dizilimi ve yapısı, menşee kaynaklarına göre farklılıklar gösterir ve temel olarak dört gruba ayrılmaktadır; α , β , γ ve δ -zein (Gao ve ark., 2021; Turasan ve ark., 2017). Baldassini ve ark., (2021) boğalarda soya küspesinin yerini dereceli olarak mısır gluteninin almasıyla kuru madde tüketiminin (%13.3) ve canlı ağırlık kazanımının (%10.5) arttığını bildirmişlerdir.

2.1.3. Mısır Glutenin Kimyasal Yapısı ve Hayvan Beslemede Kullanımı

Mısır gluteninin kimyasal yapısı, özellikle besin değeri ve hayvan besleme üzerindeki katkıları açısından son derece önemli bir konudur. Mısır gluteninin temel bileşeni olan zein, mısırın yaklaşık olarak %60-70'ini oluşturan bir protein grubudur. Zein, özellikle yüksek glutamin içeriği ile dikkat çeker ve bu özellik, mısır gluteninin besin maddesi olarak değerli olmasını sağlar. Zein, hayvanlar için temel protein kaynağı olarak kullanılabilir çünkü içerdiği amino asitler, hayvanların büyümesi ve gelişmesi için hayati öneme sahiptir (Çalışlar, 2017).

Mısır gluteninin kimyasal yapısında, özellikle amino asit kompozisyonu açısından zengin bir içerik yer almaktadır. Bu, mısır glutenini, yalnızca bitkisel kaynaklardan elde edilen proteinlere kıyasla daha değerli bir besin kaynağı haline getirir. Amino asitler, vücudun büyüme, onarım ve metabolik işlevlerini sürdürebilmesi için gereklidir. Dolayısıyla, mısır glutenindeki bu amino asitler, özellikle hayvan beslemede kritik bir besin ögesi olarak öne çıkar (Kalpaklı ve ark., 2020). Ayrıca, mısır gluteninin işlenebilir yönüyle mısır glutenini önemli bir alternatif besin kaynağı yapar (Çörten ve Süverdem, 2023).

Mısır gluteninin hayvan beslemede kullanımı, özellikle ruminant hayvanlar (geviş getiren hayvanlar) için çok önemlidir. Ruminantlar, besinlerini sindirirken mikrobiyal fermentasyon kullanır, bu da onların daha fazla protein ve enerji kaynağına ihtiyaç duymalarını gerektirir. Mısır gluteninin protein içeriği, diğer bitkisel protein kaynaklarına kıyasla oldukça yüksektir, bu da onu düşük maliyetli bir protein kaynağı olarak hayvan rasyonlarına dahil edilmesini sağlar. Mısır gluteninin bu özelliği, hayvancılık sektöründe tercih edilen yem kaynağı olarak tercih edilmektedir (Gürbüz, 2018). Bunun yanı sıra, mısır gluteninin besin içeriği, özellikle hayvanların büyüme performansını iyileştirmekte büyük bir rol oynar. Mısır gluteninin sağladığı besin, hayvanların daha hızlı büyümesine, daha verimli yem kullanmasına ve dolayısıyla et ve süt veriminde artış sağlamalarına

yardımcı olur. (Everest ve ark. 2021) tarafından yapılan çalışmalarda, mısır gluteninin, özellikle et ve süt verimi üzerinde belirgin bir iyileşme sağladığı gösterilmiştir. (Seyhan ve ark. 2024) tarafından yapılan bir araştırma, mısır gluteninin, hayvanların protein gereksinimlerini karşılamada daha verimli bir kaynak olduğunu ve besin maddelerinin emilimini artırdığını göstermektedir. Bu özellik, hayvanların genel sağlık durumunun iyileştirilmesine yardımcı olur ve yemden daha fazla yararlanılmasını sağlar. (Aydın ve Şahan 2018) bu amino asitlerin, hayvanların kas gelişimi, bağışıklık sisteminin güçlenmesi ve enerji üretiminin optimize edilmesinde önemli bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Mısır gluteninin bu özellikleri, onu hayvan besleme sistemlerinde vazgeçilmez bir besin kaynağı yapar. Ayrıca, mısır gluteninin sunduğu düşük maliyetli protein kaynağı ve enerji içeriği, özellikle büyük ölçekli hayvancılık işletmeleri için ekonomik açıdan önemli avantajlar sağlar.

Mısır gluteninin kimyasal yapısı ve bu yapının hayvan beslemedeki kullanımı, gıda güvenliği ve ekonomisinde büyük bir yer tutmaktadır. Mısır gluteninin alternatif protein kaynakları arasında yer alması, küresel gıda talebinin arttığı bir dönemde, hayvan beslemede sürdürülebilir çözümler sunmaktadır. Bu durum, hem hayvancılık sektöründe maliyetlerin düşürülmesini sağlar hem de hayvan sağlığının iyileştirilmesine yardımcı olur. (Hamalosmanoğlu ve Boynukara 2017) tarafından yapılan bir çalışmada, mısır gluteninin alternatif protein kaynakları arasında önemli bir yer tuttuğu ve özellikle düşük maliyetli protein ihtiyacı olan hayvan beslemede sürdürülebilir çözümler sunduğu belirtilmiştir.

Mısır gluteni, geleneksel protein kaynaklarına alternatif olarak kuzu ve sığır rasyonlarında uzun yıllardır incelenmektedir. Rumende parçalanma oranının düşük olması, metabolik olarak daha fazla Metiyonin ve Sistin (sülfürlü amino asitler) sağlaması anlamına gelir. Bu durum, yün üretimi ve genel protein metabolizması açısından avantaj sağlar. Bu özelliği ile genellikle soya küspesi gibi yüksek oranda parçalanan protein

kaynaklarıyla kombine edilerek rasyon dengesini iyileştirmek için kullanılır (Richards ve ark., 2003).

Can (2022), buğday ve mısır gluteninin kuzu rasyonlarına katılmasıyla ilgili önemli bulgular elde edilmiştir. Bu çalışma, mısır gluteni grubunda yemden yararlanma oranının diğer gruplara göre daha yüksek olduğunu, ancak buğday gluteni grubunda villöz atrofi (bağırsak hasarı) bulgularının daha belirgin olduğunu göstermiştir.

Çalışmaların çoğunda, rasyonlarda tek başına kullanılmasının sınırlayıcı amino asit olan Lizin eksikliği nedeniyle toplam protein etkinliğini düşürebileceği vurgulanmaktadır (Can, 2022; Vazquez-Añon ve ark., 2012). Bu nedenle, mısır gluteni içeren rasyonların genellikle Lizin içeriği yüksek soya küspesi veya sentetik lizin takviyesi ile desteklenmesi gerekmektedir.

Mısır Gluteni, yüksek by-pass protein değeri ve enerji içeriği nedeniyle ruminant rasyonlarında amino asit oranı dikkate alınarak rasyon formülasyonuna dahil edilmelidir. Diğer taraftan aminoasit bileşimi Tablo 2.2’de verilmiştir (Banaszkiewicz, 2011; Kalpaklı ve ark., 2020; NRC, 2012).

Tablo 2.2. Mısır gluteni amino asit bileşimi (kuru madde bazında)

Amino Asit	Miktar (g/kg KM)	Protein Yüzdesi (%Ham Protein)
Glutamik Asit	135.0	20.1
Lösin	106.0	15.9
Prolin	58.4	8.7
Alanin	57.5	8.5
Aspartik Asit	39.8	5.8
Fenilalanin	40.7	6.1
Tirozin	32.5	4.8
Valin	30.7	4.5
Metiyonin + Sistin	28.2	4.2
İzolösin	26.9	4.0
Treonin	22.5	3.3
Arjinin	21.0	3.0
Glisin	17.9	2.5
Metiyonin	16.0	2.4
Histidin	13.8	2.0
Lizin	12.0	1.7
Sistin	12.2	1.8
Triptofan	3.4	0.5

2.1.4. Buğday Gluteni

Yapılan araştırmacılar buğday gluteninin sahip olduğu yüksek protein değeri, viskoelastikiyet özellikleri, su absorpsiyon kapasitesi ve yetenekleri sayesinde tercih edilen bir ürün olarak öne çıkmaktadır. Buğday gluteni fırıncılık faaliyetleri, tahıllar, pet hayvanları için mama üretiminde ve ticari yem endüstrisi gibi sektörlerde kullanımı mevcuttur (Day, 2011). Buğday bitkisi mısır ve soya bitkisine göre daha az suya ihtiyaç duyduğundan daha geniş topraklarda yetiştirilme olanağına sahiptir. Diğer taraftan dünya nüfusunun önemli kısmının temel besin maddesi olarak tüketilmektedir. Buğdayın besin madde profili insanların ihtiyaçlarını önemli düzeyde karşıladığı için tercih edilmektedir (Wieser 2007; Kızılaslan 2004). Buğday bitkisinin tanesi gıda sanayiinde un üretiminde, ekmek, makarna, bisküvi ve diğer unlu mamullerin üretiminde temel hammaddedir. Nişasta üretiminde buğdaydan elde edilen nişasta, gıda katkı maddesi olarak ve şeker üretiminde kullanılır. Gluten özellikle ekmeğin veya hamurun istenilen kalitede düzeltildiği veya sağladığı için tercih edilen protein kaynağıdır (Demir, 2015; Shewry ve Halford, 2002; Lasztity, 2017; Shewry, 2002). Kimya Sanayisinde etil alkol üretiminde (buğdaydan fermente edilen alkol, temizlik ürünlerinde, parfümeride ve ilaç sanayisinde), biyoplastik ve biyoyakıt üretiminde kullanılmaktadır. Buğday yağı ve buğday özü, cilt bakım ürünleri ve şampuan gibi kozmetiklerde kullanılır. Buğdaydan elde edilen bazı bileşenler, vitamin ve ilaç yapımında (örneğin E vitamini kaynağı olarak buğday özü yağı) kullanılmaktadır. İnsanların gıda olarak kullanamayan kalitesi düşük buğdaylar ile ihtiyaç fazlası buğday ile birlikte kepek ve razmol gibi değirmen sanayi ürünleri hayvan beslemede yoğun olarak kullanılmaktadır (Elgün ve Demir, 2008).

Buğday glutenin gıda sanayiinde ekmek (Glutenin, hamura elastikiyet ve kabarma özelliği kazandırır), pizza, simit, Börek, kek, kurabiye, Vegan/vejetaryen ürünlerde et

yerine gibi ürünlerin yapımında, Soslar, çorbalar ve işlenmiş gıdalarda kıvam artırıcı ve bağlayıcı olarak, makarnanın elastik yapısını sağladığı için makarna yapımında, bazı ilaç kapsüllerinde veya kozmetik ürünlerin yapımında katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Boland ve ark., 2005; Day, 2011; Demir, 2015; Dizlek, 2011; Dizlek, 2013; Lasztity, 2017; Shewry ve Halford, 2002).

Buğday gluteni çok değişik amaçlar için kullanılmasına rağmen hayvan beslemede kullanım alanı balık besleme hariç yok denecek kadar azdır. Balık beslemede ise özellikle soya küspesinin yerine belirli derecelerde kullanılmaktadır (Cheng ve ark., 2023; Zhang ve ark., 2023). Ruminant beslemede ise kullanımı ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlı düzeyde bilinmektedir (Can, 2022).

2.1.5. Buğday Glutenin Kimyasal Yapısı ve Hayvan Beslemede Kullanımı

Buğday gluteninin, hayvan yemi endüstrisinde önemli bir bileşen olduğunu belirtmek gerekir. Glüten, buğdayın protein içeren kısmı olarak bilinir ve bu özellik, onu hayvan beslemede kritik bir besin kaynağı haline getirir. Glüten, buğdayın endosperm kısmında bulunan bir protein kompleksidir ve bunun başlıca bileşenleri gliadin ve glütenin proteinleridir. Bu proteinler, buğdayın suyla karıştığında viskoz, elastik ve yapışkan bir yapı oluşturmaya neden olur.

Buğday %10-15 arasında ham proteine sahip olmasına rağmen, buğday gluteni ortalama %85 düzeyinde ham proteine sahiptir. Sahip olduğu bu proteinin ise %85-90'ı gluten şeklindedir. Buğdayın enerji seviyesi 3200-3300 kcal/kg metabolik enerji olarak bilinmektedir. Buğday glüteninin aminoasit profili Tablo 2.3'te verilmiştir (Lasztity, 2017; NRC 2012; Wieser, 2007).

Tablo 2.3. Buğday gluteni amino asit bileşimi (100 g ham proteine göre) (tipik değerler)

Amino Asit	Miktar (g/100g Protein)	Notlar
Glutamik Asit	31.7	En Yüksek Oran
Prolin	9.4	
Lösin	6.8	
Valin	4.5	
Fenilalanin	4.4	
Arjinin	4.7	
Aspartik Asit	4.0	
Serin	3.9	
Glisin	3.8	
Alanin	3.1	
İzolösin	3.0	
Treonin	2.6	
Lizin	2.8	Sınırlayıcı Amino Asit
Metiyonin	1.9	
Sistin	1.9	
Histidin	1.8	
Triptofan	1.3	

2.2. Gluten ile İlgili Hastalıklar

2.2.1. Çölyak Hastalığı

Çölyak hastalığı, genetik yatkınlığa sahip bireylerde, gluten içeren gıdaların tüketilmesinin ardından gelişen otoimmün bir hastalıktır. Bu hastalık, ince bağırsak mukozasında hasara yol açar ve sonuç olarak malabsorbsiyona sebep olur. Malabsorbsiyon, vücudun gerekli besin maddelerini düzgün şekilde emememesi anlamına gelir. Çölyak hastalığının başlıca semptomları arasında gastrointestinal şikayetler yer almakta olup, hastalar genellikle ishal, kilo kaybı, şişkinlik ve gaz gibi belirtiler yaşarlar. Ancak bazı çölyak hastalarında, sadece dışsal belirtiler görülebilir; örneğin deride döküntüler gibi, vücudun farklı bölgelerinde kendini gösterebilir (Arslan, 2020; Yıldırım, 2020). Bu durum, hastalığın sadece sindirim sistemiyle sınırlı olmadığını ve vücudun genel sağlığını etkileyebileceğini ortaya koymaktadır.

Çölyak hastalığının dünya genelindeki görülme sıklığı, genetik yatkınlık ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir ve genel prevalansı %0.5 ile %2 arasında değişmektedir (Keskin ve ark., 2023). Türkiye'de de çölyak hastalığı görülme sıklığı bu oranlarla paralellik göstermektedir. Ancak, hastalık bazen geç tanı alabilir ve belirtileri her zaman açık şekilde ortaya çıkmayabilir. Bu nedenle, çölyak hastalığı tanısının konulmasında erken teşhis çok önemlidir.

2.2.2. Buğday Alerjisi

Buğday alerjisi, buğday proteinlerine karşı bağışıklık sisteminin anormal bir tepki verdiği bir durumu ifade eder ve genellikle çocukluk döneminde ortaya çıkar. Bu alerji, bağışıklık sisteminin buğday proteinlerini zararlı bir madde olarak tanınması sonucu meydana gelir. İmmünoglobulin E (IgE) aracılığıyla gerçekleşen bu yanıt, çeşitli alerjik semptomlara yol açar. Alerjik reaksiyonlar, buğdaya karşı duyarlı bireylerde farklı şiddetlerde semptomlar oluşturabilir. Bu semptomlar arasında en yaygın olanları kusma, ishal, deri döküntüleri, solunum güçlüğü ve ciddi durumlarda anafilaksi (hayati tehlike oluşturan bir alerjik reaksiyon) yer alır (Srisuwatchari ve ark., 2022; Rekabi ve ark., 2018).

Buğday alerjisi, buğdayın içerdiği bazı proteinlerin bağışıklık sistemi tarafından yabancı bir madde olarak tanınması sonucu gelişir. Bu alerjiyi tetikleyen başlıca proteinler arasında α -amylase inhibitörleri ve gliadin yer almaktadır. Özellikle ω -5-gliadin, buğday alerjisi olan bireylerde önemli bir rol oynamaktadır ve alerjik reaksiyonların şiddetini belirlemede etkili olabilmektedir (Piboonpocanun ve ark., 2021; Chmielewska ve ark., 2017). Buğday alerjisi olan bireylerin vücutları, bu proteinlere karşı IgE (immunoglobulin E) aracılı bir bağışıklık tepkisi geliştirir. Bu bağışıklık yanıtı, alerjik semptomların ortaya çıkmasında başlıca etkindir (Cianferoni ve ark., 2013).

Alerjik reaksiyonlar, buğday proteinlerine karşı bağışıklık sisteminin verdiği tepki ile ilişkili olduğundan, alerjik bireylerde doğru tanı koyabilmek için serolojik testlerin

yapılması gereklidir. Bu testler, IgE düzeylerini ölçerek, hangi spesifik proteinlerin alerjik reaksiyonlara neden olduğunu belirlemek için kullanılır (Cianferoni ve ark., 2013).

2.2.3. Gluten İntoleransı

Gluten intoleransı, gluten içeren gıdaların tüketilmesiyle ortaya çıkan bir dizi sindirimsel semptomla karakterize edilen bir durumdur. Gluten, buğday, arpa ve çavdar gibi tahıllarda bulunan bir protein grubudur ve bazı bireylerde bu proteine karşı aşırı duyarlılık gelişebilir (Sapone ve ark., 2012; Savvateeva ve Zamyatnin, 2016). Gluten intoleransı, üç ana grup altında sınıflandırılabilir: otoimmün kökenli çölyak hastalığı, alerjik tepki veren buğday alerjisi ve non-celiac gluten sensitivity (NCGS) yani çölyak dışı gluten duyarlılığı (Savvateeva ve Zamyatnin, 2016; Balakireva ve Zamyatnin, 2016). Özellikle NCGS, çölyak hastalığı ve buğday alerjisi dışındaki glutenle ilişkili bozuklukları ifade etmek için kullanılan bir terimdir; bu grup, genetik yatkınlığı olmayan bireylerde gluten tüketiminin neden olduğu semptomları içerir (Balakireva ve Zamyatnin, 2016).

Gluten intoleransı, yaygın olarak sindirim sistemi rahatsızlıkları ile kendini gösterir; bu bulgular arasında karın ağrısı, şişkinlik, gaz, ishal veya kabızlık yer alabilir (Newnham, 2011; Omary ve ark., 2012). Bununla birlikte, bazı hastalarda baş ağrısı, yorgunluk, depresyon ve diğer sistemik semptomlar gibi dışavurumlar da görülebilir. Gluten intoleransının spesifik nedenleri tam olarak anlaşılamamıştır, ancak bağışıklık sisteminin gluten proteinlerine aşırı yanıt verdiği düşünülmektedir (Sapone ve ark., 2012; Azari ve ark., 2020). Bununla birlikte, araştırmalar, glutenin yanı sıra diğer diyet bileşenlerinin, özellikle FODMAP (Fermentable Oligo-, Di-, Mono-saccharides And Polyols) içeren gıdaların azaltılmasının, bu durumu etkileyebileceğini göstermiştir (Roncoroni ve ark., 2022).

Gluten intoleransının yönetimi genellikle glütensiz bir diyet uygulamakla başlar. Bu diyet, gluten içeren gıdalardan kaçınmayı ve bunun yerine pirinç, mısır, kinoa gibi

glütensiz tahıl ve nişasta kaynaklarını içermeyi gerektirir (García-Manzanares ve Lucendo, 2011; Missbach ve ark., 2015).

Ancak, glütensiz gıdaların sıklıkla besin açısından zenginlik açısından yetersiz kalabileceği ve bağlanmış vitaminsiz kalresi olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle demir, folik asit ve B vitaminleri gibi temel besin ögeleri, buğdayın zengin bir kaynağıdır; bu nedenle glütensiz bir diyetle geçişte dikkatli olmalı ve yeterli besin alımı sağlanmalıdır (Penagini ve ark., 2013).

2.3. Karaciğer Enzimleri

Karaciğer enzimlerinin organizmada çeşitli görevleri bulunmaktadır. Karaciğer enzimlerinin en başta protein ve enerji metabolizması olmak üzere besin maddelerinin metabolizmasında, safra üretimi ile birlikte birçok metabolik faaliyette görev aldığı bilinmektedir.

2.3.1. ALP (Alkalen Fosfataz)

Alkalen fosfatazlar (ALP'ler), hücre zarının dış katmanında bulunan bir grup izoenzimdir. Ekstraselüler alanda bulunan organik fosfat esterlerinin hidrolizini katalize ederler. Çinko ve magnezyum, bu enzimin temel kofaktörleridir. ALP'lerin farklı dokularda bulunması ve değişen fizyokimyasal özelliklerine rağmen, aynı reaksiyonu katalize edebilme yetenekleri nedeniyle gerçek izoenzimler olarak sınıflandırılırlar.

ALP, karaciğer hücrelerinin sitozolünde ve hepatositlerin kanaliküler zarında bulunur (Green, 2020). ALP, plasenta, ileal mukoza, böbrek, kemik ve karaciğer gibi çeşitli organlarda azalan konsantrasyonlarda yer alır. Serumda bulunan ALP'nin %80'den fazlası karaciğer ve kemikten kaynaklanırken, bağırsaklar daha küçük bir katkı sağlar. ALP'ler vücuttaki çeşitli dokularda bulunmasına rağmen, kesin fizyolojik işlevleri hala tam olarak aydınlatılamamıştır (Vimalraj, 2020).

ALP'ler, dokuya özgü (tissue-specific) ve dokuya özgü olmayan (tissue-nonspecific) olmak üzere iki tipe ayrılır. Dokuya özgü ALP'ler bağırsak, plasenta ve

germinal dokuda bulunur (Azpiazu ve ark., 2019) ve sadece fizyolojik koşullarda ifade edildikleri dokulara özgüdür. Ancak belirli durumlarda, dokuya özgü ALP'ler üretimlerinin artmasıyla serum ALP havuzuna da katkıda bulunabilir.

Dokuya özgü olmayan ALP'ler ise klinik açıdan önemli olup, serumda dolaşan fraksiyonun büyük kısmını oluşturur (Azpiazu ve ark., 2019). Tek bir gen tarafından kodlanırlar ve karaciğer, kemik ve böbreklerde eksprese edilirler. Buna karşılık, bağırsak ALP'si farklı bir gen tarafından kodlanırken, plasental ALP ve Regan izoenzimi başka bir gen tarafından sentezlenir. Hodgkin lenfomasında aşırı miktarda bağırsak ALP'si üretilir (Zaher ve ark., 2020). Tüm dokuya özgü olmayan ALP'ler aynı amino asit dizisine sahip olmalarına rağmen, farklı karbonhidrat ve lipid yan zincirleri içerirler. Bu benzersiz fizikokimyasal özellikler, translasyon sonrası modifikasyonlar yoluyla kazanılır (Lallès, 2014; Dixon, 2021).

Sağlıklı bireylerde dolaşımdaki enzimin ana kaynağı karaciğer ve kemiktir. Bazı bireylerde bu enzimin küçük bir kısmı bağırsak yolundan kaynaklanabilir (Crofton, 1982). İnsan ALP'leri (hALP), glikozilfosfatidilinositol aracılığıyla hücre zarına bağlıdır. Serumda serbest hale geçmesi, belirli fosfolipaz enzimleri tarafından sağlanır (Sharma ve ark., 2014). Bu enzimlerin yarı ömrü 7 gündür ve serumdan temizlenmesi safra kanallarının açıklığına veya karaciğerin fonksiyonel kapasitesine bağlı değildir. Ancak, ALP'nin hangi bölgede yıkıma uğradığı bilinmemektedir. Safra yolu tıkanıklığı çözüldükten sonra serum ALP seviyeleri bir hafta boyunca yüksek kalabilir (Green, 2020).

Hepatobiliyer hastalıklarda ALP seviyelerinin artış mekanizması tartışmalı olmuştur. Ancak araştırmalar, bu artışın hepatobiliyer enzim atılımının azalmasından ziyade, enzim sentezinin artmasından kaynaklandığını güçlü bir şekilde desteklemektedir. Karaciğer enzim aktivitesindeki artış doğrudan serum ALP seviyelerinin yükselmesiyle ilişkilidir. Bu durum öncelikli olarak ALP'nin mRNA çevirisinin artışıyla açıklanır; bu

süreç, artan safra asidi konsantrasyonu ile teşvik edilir ve ALP'nin hepatik sinüsoide kanaliküler sızıntı yoluyla salgılanmasını artırır. Ancak, enzimin dolaşıma salınmasına neden olan kesin mekanizma henüz tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır (Green, 2020).

2.3.2. AST (Aspartat Transaminaz)

Aspartat transaminaz (AST), serum glutamik-oksaloasetik transaminaz (SGOT) olarak da bilinen ve başlıca karaciğer, kalp ve kaslarda bulunan bir enzimdir. Klinik olarak AST, karaciğer fonksiyonlarının değerlendirilmesinde ve çeşitli hepatik hastalıkların yönetiminde önemli bir biyobelirteç olarak kabul edilir. AST seviyelerinin yükselmesi genellikle alkol dışı yağlı karaciğer hastalığı (NAFLD) ve viral hepatit gibi durumlarda görüldüğü üzere karaciğer hücre hasarı ve iltihaplanma ile ilişkilidir (Yang ve Zhong, 2024). AST'nin ALT ile birlikte ölçülmesi, karaciğer sağlığının non-invaziv bir göstergesini sağlar. Araştırmalar, özellikle metabolik ve enflamatuar hastalıklar bağlamında her iki enzimin de karaciğer hasarının derecesini veya hastalığın ciddiyetini yansıtabileceğini göstermektedir (Gonga ve ark., 2023; Khoonsari ve ark., 2020).

AST ölçümlerinin klinik önemi karaciğerle sınırlı değildir. Çalışmalar, AST seviyelerinin COVID-19 hastalarında hastalık şiddeti ile ilişkili olduğunu ve karaciğer enzim anormalliklerinin enfeksiyöz hastalıklarda daha kötü sonuçları gösterebileceğini ortaya koymuştur (Zhao ve ark., 2022; Chou ve ark., 2016). AST sadece karaciğerde üretilmez; aynı zamanda kardiyak ve kas dokularında da üretilir. Bu durum, AST seviyelerinin miyokard enfarktüsü veya iskelet kası travması gibi hepatik olmayan bağlamlarda da yüksek olabileceğini göstererek yorumlamayı karmaşık hale getirmektedir (Peng ve ark., 2021).

AST karaciğer fonksiyonlarının değerlendirilmesinde önemli bir biyobelirteç olup, çeşitli klinik durumların teşhisi ve prognozunda daha geniş bir rol oynamaktadır.

Enfeksiyonlar ve kanser bağlamındaki önemi, enzimin geleneksel karaciğer hastalıkları dışında da dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

2.3.3. GGT (Gama Glutamil Transferaz)

Gama-glutamil transferaz (GGT), vücutta önemli bir antioksidan olan glutatyon metabolizmasında kritik bir rol oynayan bir enzimdir. Başlıca karaciğer, böbrekler, pankreas ve bağırsaklarda bulunur ve gama-glutamil gruplarının peptitlerden amino asitlere ve diğer peptitlere transferini katalize ederek glutatyon sentezi ve yıkımını kolaylaştırır (Liu ve ark., 2023). Serumda yükselen GGT seviyeleri, özellikle alkole bağlı karaciğer hastalığı ve alkole bağlı olmayan yağlı karaciğer hastalığı (NAFLD) gibi karaciğeri etkileyen çeşitli patolojik durumlarla ilişkilidir (Spoto ve ark., 2017; Wang ve ark., 2016). Ayrıca, GGT oksidatif stresin önemli bir biyobelirteci olarak öne çıkmakta ve birçok hastalığın patofizyolojisine katkıda bulunduğu düşünülmektedir (Ghosh ve ark., 2016).

Araştırmalar, GGT seviyelerinin kardiyovasküler hastalıkların bağımsız bir belirleyicisi olarak hizmet edebileceğini göstermektedir. Örneğin, çalışmalar yüksek GGT seviyeleri ile koroner aterosklerozun şiddeti arasında bir korelasyon olduğunu ortaya koymuş ve enzimin kardiyovasküler bağlamda tanısal ve prognostik bir belirteç olma potansiyeline dikkat çekmiştir (Çelik ve ark., 2014; Loomba ve ark., 2013). Yükselen GGT seviyeleri sadece karaciğer fonksiyon bozukluğunu göstermekle kalmaz, aynı zamanda metabolik sendrom ve buna bağlı komplikasyonlar, özellikle tip 2 diyabet mellitus ile de ilişkilendirilmiştir (Kohsari ve ark., 2021; Wang ve ark., 2016; Singh ve ark., 2020). Bu ilişki, GGT'nin metabolik sağlığın izlenmesindeki potansiyel rolünü vurgulamakta olup, enzimin bu hastalıklara eşlik eden inflamatuvar süreçler ve oksidatif stres ile bağlantılı olabileceğini düşündürmektedir (Tade ve ark., 2022).

Bunun yanı sıra, GGT'nin onkolojik bağlamda, özellikle kanser şiddeti ve prognozu ile olan ilişkisi üzerine de kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. Yüksek GGT

seviyelerinin over kanseri gibi çeşitli kanser türlerinde daha kötü klinik sonuçlarla ilişkili olduğu gösterilmiş olup, bu durumda GGT'nin neoplastik bir kökene sahip olabileceği ve ilerleyen malignitelerden salındığı düşünülmektedir (Grimm ve ark., 2013). Bu nedenle, GGT seviyelerinin izlenmesi, çeşitli kanserlerin tanı ve yönetiminde, geleneksel karaciğer enzim panelleri ile birlikte yararlı olabilir. Bu durum, enzimin yalnızca karaciğer sağlığı için değil, aynı zamanda kardiyovasküler ve onkolojik hastalıklar dahil geniş çaplı sağlık sonuçları için çok yönlü bir belirteç olduğunu ortaya koymaktadır (Hann ve ark., 2012; Franzini ve ark., 2010).

GGT, karaciğer hastalıkları, kardiyovasküler rahatsızlıklar ve belirli kanserler de dahil olmak üzere çeşitli sağlık durumlarıyla ilişkili önemli bir biyobelirteçtir. Hastalık süreçlerinin erken tespiti ve izlenmesi için klinik uygulamalardaki kullanımını daha iyi anlamak ve geliştirmek amacıyla devam eden araştırmalar büyük önem taşımaktadır.

2.3.4. ALT (Alanin Aminotransferaz)

Alanin aminotransferaz (ALT), karaciğerde bulunan önemli bir enzimdir. Ana fonksiyonu, alaninden α -ketoglutarata bir amino grubunun transferini içeren transaminasyon sürecini kolaylaştırmaktır. Bu işlem sonucunda pirüvat ve glutamat üretimi gerçekleşir (Thông ve Quynh, 2021). Karaciğer hücrelerinde yüksek konsantrasyona sahip olduğu için ALT, diğer transaminazlar olan aspartat aminotransferaz (AST) gibi enzimlerden daha karaciğer spesifik olarak kabul edilir (Nsiah ve ark., 2011). Karaciğer hücreleri hasar gördüğünde, ALT kana salınır ve serum seviyeleri yükselir. Bu nedenle, ALT, karaciğer hasarını ve alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı (NAFLD), alkolik karaciğer hastalığı ve viral hepatit gibi durumları değerlendirmek için önemli bir biyobelirteç olarak hizmet eder (Modawe, 2022).

Araştırmalar, yükselen ALT seviyelerinin çeşitli metabolik durumlarla yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Bir çalışma, artan ALT seviyeleri ile metabolik sendromun bileşenleri, örneğin insülin direnci ve dislipidemi arasındaki korelasyonu

vurgulamıştır (Modawe, 2022). Ayrıca, ALT seviyeleri, tip 2 diyabet mellitus ve kardiyovasküler hastalıklar gibi durumların gelecekteki riskini gösterebilir ve bunun da risk altındaki popülasyonlarda prediktif bir biyobelirteç olarak potansiyel rolünü ortaya koymaktadır (Liu ve ark., 2023). Özellikle, NAFLD'li hastalar bile normal ALT seviyeleri gösterebilir, bu da yalnızca ALT değerlerine dayanarak karaciğer sağlığının yanlış yorumlanabileceğini göstermektedir (Kam ve ark., 2021; Cho ve ark., 2020).

ALT seviyelerindeki değişiklikler, cinsiyet, yaş ve kullanılan test yöntemleri gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Özellikle farklı test yöntemleri, ALT seviyelerinin ölçülmesinde farklı sonuçlar verebilir; örneğin, laboratuvar cihazlarının kalibrasyon farkları, kullanılan reaktiflerin duyarlılığı ve analiz metotları, ölçüm sonuçlarını etkileyebilir. Yapılan araştırmalar, kadınların ve erkeklerin ALT seviyeleri arasında farklar olduğunu ve yaşın da ALT seviyeleri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir (Beste ve ark., 2019; Valenti ve ark., 2021; Wiener ve ark., 2016).

ALT seviyelerinin değerlendirilmesi tek başına yeterli değildir. ALT test sonuçları, diğer klinik bulgularla birlikte dikkatle değerlendirilmelidir. Karaciğer sağlığının doğru bir şekilde anlaşılabilmesi için yalnızca ALT seviyelerine bakmak yerine, hastaların klinik geçmişi, fiziksel muayene bulguları, görüntüleme çalışmaları ve histolojik değerlendirmeler de dikkate alınmalıdır. Özellikle, karaciğerin yapısal ve fonksiyonel durumu, sadece ALT seviyelerinin ölçülmesiyle değil, ultrason, tomografi gibi görüntüleme yöntemleri ile de izlenmelidir. Bunun yanında, karaciğer biyopsisi gibi histolojik değerlendirmeler, karaciğer dokusundaki değişikliklerin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi için önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, ALT ve diğer karaciğer enzimlerinin ölçümleri, karaciğer sağlığının daha geniş bir bağlamda anlaşılması için bir arada kullanılmalıdır. Sadece ALT seviyelerinin yüksekliği veya düşüklüğü, karaciğer hastalıklarının kesin bir tanısı veya şiddeti hakkında kesin bilgi vermez; bu yüzden hastaların durumu her açıdan değerlendirilmelidir (Chen ve ark., 2021).

2.3.5. LDH (Laktat Dehidrogenaz)

Laktat dehidrogenaz (LDH), glikoliz yolunda yer alan önemli bir enzimdir. Pirüvatın laktata dönüşümünü katalize ederken NADH'yı NAD⁺'a oksitler. Bu enzim, farklı dokuların metabolik ihtiyaçlarını yansıtan çeşitli izoformlardan oluşan bir tetramer olarak bulunur (Cook ve ark., 2015). LDH enzimi, özellikle oksijenin sınırlı olduğu koşullarda anaerobik solunumda önemli bir rol oynar. Serumdaki yüksek LDH seviyeleri genellikle doku hasarını gösterir, çünkü enzim hasar gören hücrelerden kana salınır (Wu ve ark., 2020). Bu nedenle, LDH, karaciğer hastalıkları, miyokard enfarktüsü ve bazı kanser türleri gibi çeşitli patolojik durumlarda hücre hasarının spesifik olmayan bir biyobelirteci olarak klinik açıdan önemlidir (Hu ve ark., 2023).

Karaciğer sağlığı, vücutta birçok metabolik işlevi yöneten önemli bir organın durumu hakkında bilgi verir. Karaciğerin düzgün çalışması, hücrelerin sağlıklı bir şekilde işlev görmesiyle doğrudan ilişkilidir. Karaciğer fonksiyonlarının bozulduğu durumlar, genellikle vücutta belirgin kimyasal değişikliklere yol açar ve bu değişiklikler, çeşitli biyokimyasal testler aracılığıyla tespit edilebilir. Laktat dehidrogenaz (LDH) enzimi, bu testlerin başında gelir ve karaciğer fonksiyonu bağlamında önemli bir tanısal araç olarak kullanılır. LDH, hücrelerde bulunan bir enzim olup, özellikle hücrelerin hasar görmesi durumunda kana salınan bir bileşiktir. Bu özellik, LDH seviyelerinin yükselmesinin genellikle organ hasarlarını veya hastalıkların varlığını gösteren bir işaret olduğunu ortaya koymaktadır (Hu ve ark., 2023).

LDH, bir grup izoenzimden oluşan ve vücutta farklı hücre türlerinde bulunan bir enzimdir. Bu izoenzimler, vücudun farklı dokularında farklı fonksiyonlar üstlenir. Karaciğer dokusunda da bulunan LDH, karaciğer hücrelerinin hasar görmesi ile birlikte kan dolaşımına salınabilir. Bu durumda, serum LDH seviyelerinde bir artış gözlemlenebilir, bu da karaciğerin zarar gördüğüne dair önemli bir belirti olabilir. Karaciğerin ciddi hastalıkları, örneğin karaciğer sirozu, bu enzimdeki artışı önemli bir

belirti olarak kullanabilir. Siroz gibi hastalıklar, karaciğerin yapısal ve fonksiyonel bozulmasına yol açar. Bu tür hastalıklar, zaman içinde karaciğer hücrelerinin tahrip olmasına neden olabilir ve bu süreçte LDH, hastalığın şiddeti ve olası komplikasyonları hakkında faydalı prognoz bilgileri sağlayabilir (Baldo ve ark. 2022). Yapılan araştırmalar, LDH seviyelerindeki artışın, karaciğerin bu tür hastalıklara karşı verdiği yanıtı ve hastalığın ilerleme hızını yansıtabileceğini göstermektedir.

LDH'nin, yalnızca karaciğer hastalıklarında değil, aynı zamanda onkoloji alanında da değerli bir biyobelirteç olarak kullanıldığı bilinmektedir. Kanser hastalıklarında, özellikle yüksek LDH seviyeleri sıklıkla gözlemlenmektedir ve bu durum genellikle kötü prognoz ve yüksek tümör yükü ile ilişkilidir. LDH'nin, kanserli hücrelerin enerji ihtiyacını karşılamak için metabolizmalarını değiştirmeleri ve bu nedenle LDH'nin arttığı bir ortamda gelişen kanser hücrelerinin genellikle agresif davrandığı gösterilmiştir. Yüksek LDH seviyelerinin multipl miyelom gibi malign hastalıklarda kötü sağkalım sonuçları ile korelasyon gösterdiği ve hastalık ilerlemesiyle ilişkilendirildiği belgelenmiştir (Teke ve ark., 2014).

2.3.6. Karaciğer Enzimleri Üzerine Beslenmenin Etkisi

Beslenme, vücudun genel sağlığını etkileyen birçok faktörden biri olup, karaciğer sağlığının korunmasında ve karaciğer enzimlerinin düzenlenmesinde kritik bir rol oynar. Karaciğer, vücudun metabolizmasını düzenleyen ve birçok biyokimyasal süreçte görev alan önemli bir organdır. Bu nedenle, beslenme alışkanlıkları, karaciğerin normal işlevini sürdürebilmesi için büyük bir öneme sahiptir. Karaciğer, vücutta toksinleri temizleme, yağları ve şekerleri metabolize etme, hormonları dengeleme gibi birçok önemli işlevi yerine getirir. Dolayısıyla, sağlıklı bir karaciğer fonksiyonu, genel sağlık için kritik öneme sahiptir. Karaciğerin işlevleri, vücutta bulunan çeşitli enzimlerle ölçülür ve bu enzimlerin seviyeleri karaciğerin sağlık durumu hakkında verir (Tajik ve ark., 2019).

Karaciğer enzimleri, özellikle alanin aminotransferaz (ALT) ve aspartat aminotransferaz (AST) gibi enzimler, karaciğerin sağlığı ile doğrudan ilişkilidir. Bu enzimler, karaciğer hücrelerinde bulunan ve karaciğerin metabolik işlevlerine yardımcı olan önemli proteinlerdir. Karaciğerin hasar görmesi veya fonksiyonlarının bozulması durumunda, bu enzimlerin serum seviyeleri artar ve bu durum, karaciğerin düzgün çalışmadığını gösteren bir belirti olabilir. Özellikle, yüksek miktarda yağ, şeker ve alkol içeren diyetler, karaciğerin yağ depolamasına yol açarak Non-alkolik Yağlı Karaciğer Hastalığı (NAFLD) gelişimine neden olabilir. NAFLD, karaciğerde aşırı yağ birikmesiyle karakterize edilen ve karaciğerin sağlığını tehdit eden bir durumdur. Bu hastalık, karaciğerin iltihaplanmasına, hasar görmesine ve nihayetinde karaciğer fonksiyonlarının bozulmasına yol açabilir. NAFLD, genellikle obezite, diyabet ve hipertansiyon gibi metabolik bozukluklarla ilişkilidir. Bu tür bir beslenme tarzı, ALT ve AST enzimlerinin serum seviyelerinde belirgin bir artışa neden olabilir, bu da karaciğerin fonksiyonlarının olumsuz etkilendiğini gösterir (Tajik ve ark., 2019).

Beslenme alışkanlıkları, karaciğer sağlığını doğrudan etkilerken, aynı zamanda karaciğer enzimlerinin düzenlenmesine de katkıda bulunur. Yapılan araştırmalar, doğal besin öğeleri ve fitosterol takviyelerinin, karaciğer enzimleri üzerindeki olumlu etkilerini göstermiştir. Özellikle, fitosteroller, bitkisel kaynaklardan elde edilen ve kolesterol seviyelerini düşürmeye yardımcı olabilecek bileşiklerdir. Bu bileşiklerin, karaciğerin yağ metabolizmasını iyileştirdiği ve karaciğerin toksinleri daha verimli bir şekilde temizlemesine yardımcı olduğu gösterilmiştir (Dąbrowska ve ark. 2022), fitosterol takviyelerinin ALT düzeylerini azalttığını ve karaciğerin daha sağlıklı bir şekilde çalışmasını sağladığını belirtmiştir. Bu bulgular, fitosterollerin karaciğer sağlığını iyileştiren doğal bir seçenek olabileceğini göstermektedir. Ayrıca, doğal besin öğeleri olarak bilinen antioksidanlar, vitaminler (özellikle E ve C vitaminleri) ve mineraller (örneğin çinko ve selenyum) karaciğerin işlevini destekleyebilir. Bu besin öğeleri,

karaciğerin oksidatif stresi azaltmasına yardımcı olur, toksinleri temizler ve karaciğer hücrelerinin onarımını hızlandırır (Dąbrowska ve ark., 2022).

Karaciğer enzimlerinin normal seviyelerde tutulmasında sağlıklı bir diyetin benimsenmesi ve işlenmiş gıdaların azaltılması oldukça önemli bir faktördür. Sağlıklı bir diyet, genellikle taze sebze ve meyveler, tam tahıllar, sağlıklı yağlar (örneğin zeytinyağı) ve yeterli protein kaynaklarını içerir. Bu tür bir diyet, karaciğerin sağlıklı bir şekilde çalışmasına olanak sağlar, çünkü doğal besinler, karaciğerin detoksifikasyon süreçlerini destekler ve vücuda gerekli besin öğelerini sağlar. Bunun yanı sıra, sağlıklı bir diyetin yağ ve şeker içeriği düşük tutulmalıdır. Aksi takdirde, yüksek yağ ve şeker içeren gıdalar, karaciğerde yağ birikimine yol açarak NAFLD gibi hastalıkların gelişmesine neden olabilir. (Didehda ve ark., 2022), sağlıklı bir diyetin benimsenmesinin, karaciğer enzimlerinin normal seviyelerde tutulmasına yardımcı olduğunu ve karaciğerin sağlıklı işlevlerini sürdürmesini sağladığını bildirmiştir. Özellikle, işlenmiş gıdalar, genellikle yüksek miktarda tuz, şeker ve doymuş yağ içerdiğinden, bu tür gıdaların tüketimininü sınırlanması, karaciğer sağlığını iyileştirebilir.

Ayrıca, işlenmiş gıdaların azaltılması, karaciğerin toksinlerden arınmasına yardımcı olur ve genel sağlık üzerinde olumlu bir etki yaratır. İşlenmiş gıdalarda bulunan katkı maddeleri, koruyucular ve kimyasal bileşikler, karaciğerin detoksifikasyon kapasitesini zorlayabilir. Bu durum, karaciğerin işlevlerini bozabilir ve enzim seviyelerinin artmasına yol açabilir. Bu nedenle, işlenmiş gıdaların diyetlerden çıkarılması, karaciğer sağlığını korumada önemli bir adımdır (Didehda ve ark., 2022).

Beslenmenin karaciğerin genel sağlığı üzerindeki etkileri, bağışıklık sistemi ve inflamatuvar yanıtları da etkileyebilir. Örneğin, yüksek dozda antioksidanlar ve sağlıklı yağlar içeren diyetler, karaciğer enzimlerinin artışını baskılayarak karaciğerdeki iltihaplanmayı azaltabilir (Barati ve ark., 2017). Ayrıca, düşük kalorili ve besin değeri yüksek diyetler ile karaciğer hasarını azaltıcı besin öğelerinin yer aldığı diyetler,

transaminaz (ALT, AST) düzeylerinde önemli bir azalma sağlayabilir (Zhang ve ark., 2017).

Özellikle karaciğer sağlığını tehdit eden durumlarla ilişkilendirilen aşırı yağ birikimi, karaciğer enzim seviyelerini etkileyebilirken, beslenme değişiklikleri bu durumu olumlu yönde etkileyebilir. Örneğin, obezite ve insülin direnci olan bireylerde, optimal beslenme stratejileri uygulandığında AST ve ALT seviyelerinde anlamlı düşüşler gözlemlenmiştir (Du ve ark., 2017). Sağlıklı bir diyetin benimsenmesi, karaciğer enzimlerinin düzenlenmesini ve genel karaciğer sağlığının iyileştirilmesini destekleyebilir. Buda, karaciğerin kendini yenileme süreçlerini güçlendirerek hastalık risklerini azaltabilir (Saleem, 2017).

Beslenmenin karaciğer enzimleri üzerindeki etkisi hem bireysel sağlık hem de toplum sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, sağlıklı beslenme alışkanlıklarının teşvik edilmesi, karaciğer hastalıklarının önlenmesi ve yönetilmesinde kritik bir strateji olarak karşımıza çıkmaktadır. Beslenme değişikliklerinin yanı sıra, düzenli fiziksel aktivite de karaciğer sağlığını korumak için gereklidir (El-Emshaty, 2019).

2.4. Beslenmenin Metabolik Parametreler Üzerine Etkisi

2.4.1. Lipit Metabolizması

Lipoproteinler, birkaç farklı bileşeni içeren karmaşık moleküllerdir. Trigliseritlerden ve kolesterol esterlerinden oluşan merkezi bir çekirdek içerirler (Genest, 2025). Trigliseritlerden ayrılan yağ asitleri enerji depolama veya üretimi için kullanılabilir ve kolesterol, steroid sentezi, hücre zarı oluşumu ve safra asitleri için kritik öneme sahiptir. Bu çekirdeği çevreleyen, fosfolipitler, serbest kolesterol ve apolipoproteinlerin (apo) bir karışımıdır. Apolipoproteinler, lipoproteini beş ana sınıftan birine sınıflandırmada rol oynadıkları için özellikle önemlidir: kilomikronlar, çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL), orta yoğunluklu lipoprotein (IDL), düşük yoğunluklu

lipoprotein (LDL) ve yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL), lipid metabolizmasında yapı ve işlev sağlar. Bu sınıflar arasındaki ayrım, molekülün boyutuna, lipid içeriğine ve içerdiği apolipoprotein türüne bağlıdır. Halk arasında "iyi kolesterol" olarak bilinen HDL, ters kolesterol taşınmasında rol oynarken, halk arasında "kötü kolesterol" olarak bilinen LDL ise ateroskleroza teşvik eder (Buhman, 2000).

Lipitler, karbonhidratlar, proteinler ve nükleik asitlerle birlikte insan vücudunun dört ana biyolojik molekülünden biridir. Lipitler, hücresel düzeyde yaşamın temel bileşenleridir. Enerji depolamak, kimyasal haberciler olarak hizmet etmek, hücre zarları oluşturmak ve E vitamini gibi yağda çözünen vitaminleri taşımak gibi birden fazla süreçte yer alırlar. Lipitlerin hücrede bu rolleri yerine getirebilmesi için, gastrointestinal sistemde emildikten sonra hedef hücrelere gitmeleri gerekir. Lipoproteinler olmadan, bu taşıma mümkün olmazdı çünkü kanın hidrofilik ortamı, kolesterol gibi lipidlerin hidrofobik yapısıyla uyumlu değildir. Bu nedenle, lipoproteinler insan vücudunun lipidleri kullanma yeteneğinde önemli bir rol oynar ve bu lipoproteinlerin metabolizması, serumdaki lipid seviyesi ve hücre içindeki lipidleri içeren sonraki süreçler üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir (Nissen, 2006).

Lipidler ekzojen ve endojen diye ikiye ayrılır. Lipidler, diyet gibi ekzojen kaynaklardan veya karaciğer tarafından sentez gibi endojen kaynaklardan türer. Diyetle bulunan lipidler, ince bağırsakta kilomikronlar olarak paketlenir ve molekülün hidrofobik çekirdeğinde trigliseridler olarak taşınır. Bağırsak hücresinde, serbest yağ asitleri trigliserid üretmek için gliserol ile reaksiyona girer. Kolesterol ayrıca asil-koenzim A kolesterol asiltransferaz (ACAT) tarafından esterleştirilir. ACAT'ın lipid metabolizmasındaki rolü ilk olarak ACAT eksikliği olan hayvan modellerinde belirlenmiştir. Bu hayvanlar, kolesterolü esterleştirememeye ve kolesterolü emme yeteneğinin azalması nedeniyle diyet kaynaklı hiperkolesterolemiye dirençliydi (Buhman, 2000). Ancak, ACAT inhibitörlerinin ateroskleroza tedavi ettiği

gösterilmemiştir ve hastalığın ilerlemesi üzerinde potansiyel olarak zararlı etkileri olabilir (Nissen, 2006). Kilomikronlar lenf sistemi boyunca subklavian vene doğru ilerler ve en sonunda vücutta dolaşarak gerekli yerlere trigliserit taşır.

Neiman-Pick C1 benzeri-1 proteini (NPC1L1), insan vücudunda önemli bir sterol taşıma proteini olarak görev yapar ve özellikle enterositler (bağırsak hücreleri) ile hepatobiliyer arayüzde yüksek düzeyde ifade edilir. Bu protein, vücudun kolesterol dengesini düzenlemesinde önemli bir rol oynar. NPC1L1, serbest kolesterolün enterosit içine içselleştirilmesini kolaylaştıran bir sterol algılama alanına sahip olmasıyla dikkat çeker. Bu, kolesterolün bağırsaklarda emilmesi ve kana geçişi için kritik bir adımdır. Kolesterol, enterositlere bu özel protein aracılığıyla taşınır, böylece bağırsaklardan vücuda geçişi sağlanır.

Ekstraselüler kolesterol yüksek olduğunda, kolesterol, hücre zarına dahil olur ve bu durum, hücrelerdeki NPC1L1 proteini tarafından algılanır. Kolesterol, hücre zarına entegre olduktan sonra, NPC1L1 proteini bu molekülü AP2-klatrin kompleksiyle etkileşime girerek içselleştirir. Bu etkileşim, hücre zarına entegre olan kolesterolün enterosit içine taşınmasını sağlar. Kolesterol içselleştirilmesi, hücrelerin lipid ve sterol dengesi için önemli bir süreçtir ve bu mekanizma vücudun genel kolesterol metabolizmasını etkiler (Phan, 2012).

Bununla birlikte, bu mekanizmanın düzenlenmesi, plazma LDL-kolesterol seviyelerinin kontrolü için klinik olarak önemli bir hedef olabilir. Lipid düşürücü ilaçlardan biri olan ezetimibe, bu içselleştirme sürecini engelleyerek kolesterolün emilimini azaltır. Ezetimibe, NPC1L1 ile kolesterolün içselleştirilmesi arasındaki etkileşimi engelleyerek, kolesterolün bağırsaklardan kana geçişini sınırlayarak LDL-kolesterol seviyelerini düşürür. Bu özellik, ezetimibe'yi hiperkolesterolemisi olan hastalarda etkili bir tedavi seçeneği haline getirir ve plazma LDL-kolesterol seviyelerinin kontrol edilmesinde önemli bir mekanizma sunar (Phan, 2012).

NPC1L1'in kolesterol içselleştirmedeki rolü ve bu proteinin inhibe edilmesinin lipid düşürücü tedavi üzerindeki etkisi, kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde önemli bir klinik uygulamayı beraberinde getirir (Phan, 2012).

Trigliseridler, omurga apolipoproteini olan apoB48 ile etkileşimi yoluyla kilomikrona paketlenir. ApoC-II ve E, kilomikron dolaşırken HDL'den edinilir. Bir kolesterol ester transfer proteini (CETP), trigliseridler karşılığında HDL'den kolesterol esterlerinin VLDL, VLDL kalıntısı, IDL ve LDL dahil olmak üzere lipoproteinler içeren apoB'ye transferini destekler. Sonuç olarak, HDL kolesterolü azalır ve VLDL'deki kolesterol içeriğ i artar (Steyrer, 1994). Daha sonra karaciğ ere geri döner ve hepatositlerdeki temizleyici reseptörler tarafından endositozlanır. HDL daha sonra Golgi tarafından atılabilir veya geri dönüştürülebilir (Rosenson, 2012). Apo-B-48, lipoprotein lipaz (LPL) çekirdek trigliseridleri hidrolize etmeden ve yağ asitlerini serbest bırakmadan önce dolaşımdan kilomikrona lipit bağlanmasına izin verir. Apo C-II, her reaksiyonda kilomikronu küçülten LPL için bir yardımcı faktördür. Kilomikron metabolize olduğ uça kilomikron kalıntısı oluşur ve nihayetinde hepatik kilomikron kalıntısı reseptörleri tarafından temizlenir. Kilomikron kalıntısındaki apoE, hepatik kilomikron kalıntısı reseptörüne sinyal göndermek için yüksek afiniteli bir ligand görevi görür. Kilomikron kalıntısından gelen yüzey bileşenleri HDL oluşturmak üzere transfer edilir. LPL eksik olduğ unda, kilomikronemi olarak adlandırılır, hastalarda 2000 mg/dl'yi aş an ciddi şekilde yüksek trigliserit seviyeleri olabilir ve bu da potansiyel olarak pankreatite yol açabilir (Rahmany, 2023).

Endojen lipid metabolizması, vücutta lipidlerin sentezi ve taşınması ile ilgili karmaşık bir süreçtir. Bu süreç, trigliserit ve kolesterol esterlerinden oluş an bir çekirdek içeren VLDL (çok düşük yoğunluklu lipoprotein) senteziyle başlar. VLDL'nin yüzeyinde, apo B-100, apo C-II ve apo E gibi lipoproteinleri taşıyan proteinler bulunur. Apo B-100, VLDL'nin yapısal bir bileşeni olup, partikülün yapısını korur ve taşıma işlevini

gerçekleştirir. Apo C-II, VLDL'nin lipid taşıma işlevini düzenlerken, apo E ise VLDL'nin hedef hücrelere bağlanmasında rol oynar (Raabe, 1999).

VLDL sentezi, endoplazmik retikulumda yer alan mikrozomal trigliserit transfer proteini (MTP) tarafından yönetilir. MTP, VLDL'nin lipidasyonu için kritik bir proteindir ve bu protein işlevsel değilse, VLDL'in dolaşıma salgılanması mümkün olmaz. MTP, trigliseritlerin ve kolesterol esterlerinin VLDL içine entegre edilmesinde önemli bir rol oynar. Yeni oluşan VLDL, kan dolaşımına salgılandıktan sonra, trigliserit çekirdeği kas ve yağ dokusunda metabolize edilir. Bu işlem, apoC-II tarafından aktive edilen lipoprotein lipaz (LPL) enzimi ile gerçekleşir. LPL, trigliseritleri yağ asitlerine hidroliz ederek, bu yağ asitlerini vücutta kullanılmak üzere serbest bırakır (Raabe, 1999). Özellikle insülin, apoC-II'nin düzenlenmesini artırarak bu sürecin etkinliğini artırır.

VLDL'nin trigliserit çekirdeği indirgendiğinde, IDL (yoğunluğu düşük lipoprotein) adı verilen bir kalıntı parçacığı oluşur. Bu parçacık, kilomikron kalıntısına benzer şekilde trigliseritlerden arındırılır. IDL, HDL (yüksek yoğunluklu lipoprotein) ile etkileşime girerek, HDL'den kolesterol esterlerini alır. Bu süreç, kolesterol taşıma mekanizmasında önemli bir adımdır. Sonuçta, IDL ve HDL'den gelen kolesterol esterleri, hepatik lipaz enzimi ile etkileşime girerek LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein) oluşturur. LDL, kolesterolü dokulara taşır ve sonunda karaciğere geri döner. Karaciğerde, apoB-100, LDL reseptörüne bağlanarak LDL'nin endositozunu aracılık eder ve bu şekilde kolesterol, karaciğer tarafından işlenir ve gerektiği şekilde kullanılır.

Ancak, bazı genetik mutasyonlar bu süreçleri bozabilir. Örneğin, serin proteaz PCSK9'da meydana gelen nadir bir işlev kazanımı mutasyonu, LDL reseptörünü lizozomlara yönlendirerek bozulmasına neden olur. Bu durum, LDL reseptörlerinin sayısının azalmasına ve dolayısıyla LDL kolesterol seviyelerinin ciddi şekilde yükselmesine yol açar. Yüksek LDL-C seviyeleri, ateroskleroz ve erken yaşta aterosklerotik kardiyovasküler hastalık (ASCVD) riskini artırır (Yu, 2002). Bu

mekanizma, PCSK9'un LDL reseptörü üzerindeki etkisini düzenleyen tedavi yaklaşımlarını anlamak açısından da önemli bir araştırma alanıdır.

Sonuç olarak, LDL karaciğer hücrelerinin Golgi aygıtında daha fazla lipoprotein yapmak için geri dönüştürülebilir veya safra yoluyla atılabilir. "Boş" HDL, dokulardan fazla kolesterolü almak için dolaşıma girebilir. Bu transfer ABCA1 tarafından aracılık edilir ve ABCA1 genlerindeki mutasyonlar düşük serum HDL kolesterolü ve ailesel HDL eksikliği, Tangiers Hastalığı ile bağlantı taşır. HDL ayrıca SR-B1 veya pasif difüzyon yoluyla hücrelerden kolesterol alabilir ve hepatik SR-B1 ile etkileşime girerek kolesterolü doğrudan karaciğere taşıyabilir veya kolesterolü VLDL veya LDL'ye aktararak dolaylı olarak CETP tarafından kolaylaştırılır. HDL'de apoA1 tarafından aktive edilen ve HDL'deki kolesterolün esterleşmesini sağlayan lesitin kolesterol asiltransferaz (LCAT). Diğer ABC taşıyıcıları kolesterol metabolizmasında etkilere sahip olabilir. Sitosterolemi, sitosterol ve erken ateroskleroz dahil olmak üzere bitki sterollerinin plazma seviyelerinin yükselmesiyle ortaya çıkan nadir bir genetik bozukluktur. ABC yarı taşıyıcıları ABCG5 ve ABCG8'deki mutasyonlar, bitki sterollerinin lümene atılmasında bir başarısızlık olduğundan bitki sterollerinin bağırsak tarafından alınmasını artırabilir. ABCG5 ve 8'in aşırı ekspresyonu safra kolesterol salgılanmasının artmasına yol açar ve araştırmacıları safra kolesterol salgılanmasını düzenleyebileceklerinden şüphelenmeye yönlendirir (Yu, 2002).

LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein) kolesterol, aterosklerotik kardiyovasküler hastalığın (ASCVD) önde gelen bir nedenidir. ASCVD, zamanla damar duvarlarında plak birikimi ve damarların daralması sonucu meydana gelir, bu süreçte LDL, vücutta bir dizi zararlı etki yaratır. LDL, oksitlenmeye başladığında, oksitlenmiş LDL, makrofajlar tarafından vücutta birikmeye başlar. Makrofajlar, vücuttaki yabancı maddeleri temizlemekle görevli olan bağışıklık hücreleridir. Oksitlenmiş LDL, kemotaktik bir madde olarak görev yaparak, monositlerin (makrofaj öncülleri) damarlara doğru hareket

etmesini sağlar (Jialal, 1996). Bu monositler, damar duvarlarına yerleşerek burada makrofajlara dönüşür ve damar duvarlarında birikir. Bunun sonucunda, endotel hücreleri arasındaki bağları güçlendiren anormal moleküller, örneğin lökosit yapışma molekülü-1 (VCAM-1) ve hücreler arası yapışma molekülü-1 (ICAM-1), damar duvarında yapışma ve infiltre olmalarına yardımcı olur (Sampietro, 1997).

Oksitlenmiş LDL'nin bu sürece katkısı, inflamasyonun artmasına neden olmasındadır. Modifiye olmuş LDL, makrofajlarda köpük hücreleri oluşturur. Köpük hücreleri, oksitlenmiş LDL'nin, enzimler ve serbest radikaller gibi zararlı maddeler salarak damar duvarına zarar vermesine yol açar. Bu süreç, damar duvarının tahrip olmasına ve aterosklerotik plakların gelişmesine yol açabilir (Brown ve Goldstein, 1986). Ayrıca, modifiye LDL'nin etkisiyle endotel disfonksiyonu meydana gelir; bu, damarların düzgün bir şekilde vazodilatasyon yapamamasına ve kan akışının bozulmasına neden olur. Bu durum, daha da önemli olan nitrik oksit salınımının engellenmesiyle sonuçlanır. Nitrik oksit, damarların genişlemesine yardımcı olan önemli bir moleküldür, bu nedenle bunun engellenmesi damar sağlığını olumsuz etkiler. Son olarak, oksitlenmiş LDL, trombosit agregasyonunun artmasına neden olarak tromboksan salınımını tetikler. Bu, kan pıhtılaşmasını artırır ve kardiyovasküler hastalık riskini daha da yükseltir (Chen, 1996).

Ayrıca, trigliseritten zengin HDL, ASCVD'nin gelişimiyle doğrudan ilişkili önemli bir bileşendir. Normalde HDL, vücuttaki fazla kolesterolü temizleyerek damarları korur, ancak trigliseritten zengin HDL, farklı bir mekanizma ile ateroskleroz riskini artırabilir. Trigliseritten zengin HDL'nin, makrofajların dışı akım kapasitesini azaltarak, arter duvarlarında monosit infiltrasyonunu desteklediği ve proinflamatuvar genlerin aktivitesini artırdığı bulunmuştur. Bu, damar duvarlarında inflamasyonu artırır ve plak oluşumuna zemin hazırlar. Trigliseritten zengin HDL'nin bu etkisi, daha fazla inflamasyon ve ateroskleroz gelişimiyle sonuçlanır (Piboonpocanun, 2021). Bu

bağlamda, Apolipoprotein C-III (ApoC-III), HDL'nin trigliserid içeriğinin artmasına neden olarak ateroskleroza destekleyen bir diğer önemli faktördür. ApoC-III, lipoprotein lipaz (LPL) enzimi üzerinde inhibe edici bir etki gösterir. LPL, lipoproteinlerin metabolizmasını düzenler ve bu enzim inhibe edildiğinde, trigliserid seviyeleri yükselir, bu da ateroskleroz riskini artırır (Bobik, 2008).

Yüksek trigliserid seviyeleri, ApoC-III ve trigliseritten zengin lipoproteinlerin varlığı, aterosklerozun gelişimi ile yakından ilişkilidir. Çeşitli çalışmalar, düşük ApoC-III seviyelerinin trigliseridlerin daha düşük seviyelere inmesine ve dolayısıyla ASCVD riskinin azalmasına yol açtığını göstermektedir. Bu nedenle, ApoC-III düzeylerinin yönetilmesi, ASCVD riskinin azaltılması için önemli bir strateji olabilir (Bobik, 2008). Trigliseritlerin yükselmesi ve bu lipoproteinlerin etkisiyle damar duvarlarındaki plak oluşumu artar, bu da kardiyovasküler hastalık riskini daha da pekiştirir. Bu nedenle, lipid profili üzerindeki bu değişikliklerin kontrol edilmesi, ASCVD'nin yönetilmesinde kritik bir öneme sahiptir.

Diğer yandan, intermediyer yoğunluklu lipoprotein (IDL) de ASCVD'nin öngörücü bir ölçümü olarak kabul edilmektedir. Normal toplam kolesterol seviyelerine sahip ancak yüksek IDL/HDL oranına sahip bireylerde ASCVD için önemli ölçüde artmış bir risk bulunduğu tespit edilmiştir. IDL, LDL'nin metabolik ara ürünü olarak kabul edilir ve yüksek IDL seviyeleri, vasküler hastalıkların gelişimine zemin hazırlayabilir (Masuoka, 2000). Bu nedenle, IDL ve HDL oranlarının takibi, kardiyovasküler riskin belirlenmesinde önemli bir gösterge olabilir.

Apolipoprotein B-100 (ApoB-100), doğrudan LDL parçacık sayısı ile ilişkilidir ve LDL lipoproteinlerinin ateroskleroz gelişimindeki rolü büyük önem taşır. ApoB-100 seviyelerinin yükselmesi, özellikle ek risk faktörleri bulunmayan bireylerde bile ateroskleroz riskinin arttığını göstermektedir. ApoB-100 içeren lipoproteinlerin arttığı durumlarda, damar duvarında plak oluşumu hızlanabilir. Bazı araştırmacılar,

aterogenezisin, ekstraselüler matristeki proteoglikanlar tarafından ApoB-100'ün subendotelyal tutulmasından kaynaklandığını öne sürmektedir. Bu durum, damar duvarında plak birikintilerinin artmasına ve dolayısıyla kardiyovasküler hastalıkların gelişmesine yol açabilir (Skalen, 2002).

Sonuç olarak, trigliseridden zengin HDL, ApoC-III, IDL ve ApoB-100 gibi lipoproteinler, ASCVD'nin gelişiminde önemli rol oynayan faktörlerdir. Bu moleküller, kardiyovasküler hastalıkların riskini belirleyen biyomarkerler olarak kabul edilebilir ve bu biyomarkerlerin seviyelerinin düzenlenmesi, ASCVD'nin önlenmesi ve tedavisinde önemli bir strateji oluşturabilir.

2.4.2. Mineral ve Vitamin Metabolizması

B12 vitamini, kimyasal adıyla siyanokobalamin, organizmada sağlıklı hayvanların özellikle kalın bağırsaklarında bulunan mikroorganizmalar tarafından üretilmektedir (Aydın, 2024).

Hayvan beslemede B12 vitamini takviyesi ve/veya sentezinin optimize edilmesine yönelik çalışmalar mevcuttur. Örneğin, ruminantlar üzerinde yapılan araştırmalar, koyunlara kobalt yetersiz diyet verildiğinde rumende B12 üretimi ciddi ölçüde düşmektedir. Kobalt yetersizliğinde günlük B12 üretimi yaklaşık 50-110 µg düzeylerine inerken, kobalt takviyesi ile bu üretimin 400-700 µg/gün gibi yüksek seviyelere ulaştığı tespit edilmiştir (Çelik, 2022).

Siyanokobalaminin yem katkısı olarak tüm hayvan türleri için güvenli olduğu ve hayvanın besinsel gereksinimlerini karşılamada etkili olduğu bilimsel görüşlerce bildirilmiştir.

Bu çalışmalar ışığında, B12 vitamininin hayvan beslemesinde özellikle kobalt yetersizliği olan ruminantlar ya da yeme doğrudan takviye gereksinimi olan türlerde (örneğin monogastrikler) önemli bir rol oynadığı anlaşılmıştır. Ancak, takviye düzeyi,

biyoyararlanım ve üretim sistemi gibi faktörlerin, vitaminin etkinliğini belirleyen anahtar değişkenler olduğu sonucuna varılmıştır.

Kemik ve diş sağlığı, hayvanlarda hem mineral hem de vitamin dengesi ile yakından ilişkilidir. Kalsiyum ve fosfor, kemik ve diş dokusunun ana yapısal mineralleri olarak bilinmektedir ve yeterli düzeyde alınmadığında osteoporoz, diş çürükleri ve kemik deformasyonları gibi sorunlara yol açabilir. Bunun yanı sıra, D vitamini kalsiyum ve fosforun bağırsaklardan emilimini düzenleyerek kemik mineralizasyonuna doğrudan katkı sağlar (Holick, 2010). Hayvan beslemesinde bu vitamin ve minerallerin dengeli bir şekilde sağlanması, özellikle büyüme dönemindeki genç hayvanlarda kemik yoğunluğu ve diş gelişiminin optimal seviyede gerçekleşmesini desteklemektedir (Poynter ve Sefton, 2016).

Vitaminlerin kemik ve diş yapısındaki önemi yalnızca mineral metabolizmasıyla sınırlı değildir. Örneğin, C vitamini kolajen sentezinde kritik rol oynar; kolajen ise kemik ve dişlerin organik matriksini oluşturarak dokuların dayanıklılığını artırır (Poynter ve Sefton, 2016; NCBI, 2022). Ayrıca, K vitamini osteokalsin proteininin aktive edilmesinde görev alarak kemik mineralizasyonunu düzenler ve kemik kırılmalarını önlemeye yardımcı olur (Gundberg ve Booth, 2000). Bu nedenle, hayvan beslemesinde vitaminlerin eksiksiz ve dengeli sağlanması, sadece kemik ve dişlerin yapısal bütünlüğünü korumakla kalmaz, aynı zamanda hayvanın genel sağlığını ve üretkenliğini de olumlu yönde etkiler (Gundberg ve Booth, 2000; Holick, 2010).

Vitamin ve minerallerin yorgunluk, bilişsel işlevler ve psikolojik durumlar üzerindeki etkilerine ilişkin iddialar, birçok ülkede düzenleyici otoriteler tarafından kabul edilmiştir ve bu alanda yapılan çalışmalar giderek artmaktadır (European Commission Commission Regulation, 2012). Ancak, bu iddiaların bilimsel temelleri genellikle güçlü, ampirik ve fizyolojik verilerden ziyade, biyokimyasal teorilere ve klinik eksiklikler sırasında gözlemlenen semptomlara dayanmaktadır. Klinik eksiklikler, gelişmiş ülkelerde

nadir olarak görülse de bu tür durumlar özellikle subklinik eksiklikler ve yetersiz beslenme yaygın olarak dünya genelinde mevcuttur. Bu tür eksiklikler bazen 'yetersizlikler' olarak adlandırılmakta olup, yaş gruplarına ve ülkelere göre farklılıklar göstermektedir (Griffiths, 2013; Rippin, 2017).

Böyle durumlarda, vitamin ve mineral takviyeleri, bireylerin eksikliklerini gidermeleri ve sağlıklı beslenme düzeylerine ulaşmaları için önemli bir seçenek haline gelmektedir. Gerçekten de takviye kullanıcıları tarafından yapılan araştırmalar, takviye alımının en yaygın nedenlerinden birinin, bireylerin kendilerini daha iyi hissetmeleri, zihinsel ve fiziksel yorgunluklarının azalması ve psikolojik ile bilişsel işlevlerinde iyileşme sağlamak olduğunu ortaya koymuştur (Bailey, 2013; Sekhri ve Kaur, 2014). Bu tür motivasyonlar, insanların vitamin ve mineral takviyelerine başvurmasının yaygın nedenleri arasında öne çıkmaktadır. Takviyelerin, bireylerin yaşam kalitesini artıran, yorgunluklarını azaltan ve psikolojik iyi oluşlarını güçlendiren önemli bir araç olabileceği düşünülmektedir.

Özetle, vitamin ve mineral eksikliklerinin dünya genelinde yaygın olmasına rağmen, bu eksikliklerin tedavi edilmesinde dengeli ve sağlıklı bir diyetten yararlanmak önemli olmakla birlikte, gıda seçimi ve erişilebilirlik engelleri nedeniyle takviyeler de önemli bir yer tutmaktadır. Takviye alımının, bireylerin fizyolojik ve psikolojik iyilik halleri üzerinde olumlu etkiler yaratabileceği birçok çalışma ile desteklenmektedir (Bailey, 2013; Sekhri ve Kaur, 2014). Bu bağlamda, vitamin ve mineral takviyelerinin kullanımı, sağlıklı bir yaşamın desteklenmesinde önemli bir seçenek olarak görülmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

Yüksek lisans tez çalışmanızın etik kurul raporu Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Birim Etik Kurulu (AÜVFBEK) biriminin 202505 nolu karar Sayısı ve 22/05/2025 karar tarihi ile alınmıştır. Ayrıca projemiz Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü tarafından TYL-2025-15795 proje kodu ile desteklenmiştir.

Araştırmada kullanılan serum numuneleri Atatürk Üniversitesi Gıda, Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezine bağlı üretim çiftliğinden temin edilen ve 77 gün aşağıda bileşimleri verilen deneme yemleri ile beslenen kuzulardan alınmıştır. Besi denemesinin sonunda 24 adet Mor Karaman cinsi erkek kuzudan alınan kan numuneleri santrifüj edilerek serum numuneleri çıkartılmış ve gerekli parametrelerin analizi yapılmıştır. Çalışmada hayvanların yemine protein kaynağı olarak gluten verilmeyen Kontrol grubu ile buğday gluteni verilen (Deneme 1) grubu ile (ve) mısır gluteni verilen (Deneme 2) grubu olmak üzere toplam 3 grup halinde yürütülmüştür.

1. Kontrol grubu; yeminde protein kaynağı olarak soya küspesi+aspir küspesi
2. Deneme Grubu (1); yeminde protein kaynağı buğday gluteni
3. Deneme Grubu (2); yeminde protein kaynağı mısır gluteni

Çalışmada kullanılan yem materyali besin değerleri birbirine yakın olacak şekilde (Metabolik Enerji değeri 2700 kcal/kg ve Ham proteini %17) oluşturulmuştur. Denmede kuzulara verilen rasyonun besin madde düzeyleri ve oranları Tablo 3.1'te verilmiştir. Çalışmada kullanılan yem materyalini oluşturan buğday gluteni, mısır gluteni ve soya küspesi dahil olmak üzere tüm yem ham maddeleri piyasadan temin edilmiş ve Erzurum ilinde bulunan Bayramoğlu Yem Fabrikasından hazırlanmıştır.

Tablo 3.1. Araştırmada kullanılan kuzu besi yemin kimyasal bileşenleri ve besin değerleri

Hammaddeler	Kontrol,%	Mısır grubu,%	Buğday grubu, %
Arpa (tane)	60	60	52.5
Soya Küspesi	15.93	0	0
Pirinç Kepeği	10	0	0
Aspir Küspesi	7.47	0	0
Buğday (tane)	0	0	30
Mısır (tane)	0	18.22	0
Mısır Gluteni	0	14.78	0
Buğday Gluteni	0	0	10.3
Mermer Tozu	2.4	2.35	1.65
Melas	3	3	3
DCP 18	0	0.96	1.51
Soya Yağı	0.6	0	0.33
Tuz	0.3	0.3	0.31
Nişadır	0.2	0.28	0.3
Vitamin-Mineral	0.1	0.1	0.1

Not: Rasyonda kullanılan Soya küspesi %45 HP, Aspir küspesi %22 HP, Buğday gluteni %75 HP, Mısır gluteni %61 HP içermektedir.

Çalışmada gruplara yedirilen buğday gluteni ve mısır gluteninin etkilerini tam olarak tespit edebilmek için grupların enerji ve protein ihtiyacını tek yönlü olarak ayarlanmıştır. Bu nedenle Mısır grubuna, mısır gluteni, Buğday grubuna buğday gluteni verilirken, Kontrol grubuna verilen protein kaynakları gluten bazlı proteinler yerine soya küspesi, aspir küspesi ve pirinç kepeği gibi bitkisel protein ve lif kaynakları verilmiştir. Ayrıca tüm grupların protein ve enerji seviyeleri benzer olarak ayarlanmış, ancak kullanılan hammaddeler farklılık göstermektedir.

Yem İçeriklerinin Dağılımı:

Mısır Gluteni Grubu: Bu grupta temel bileşen olarak arpa (%60) ve mısır (%18,22) kullanılmıştır. Ayrıca, bu gruba özgü olarak mısır gluteni (%14,78) eklenmiştir.

Buğday Gluteni Grubu: Bu grupta arpa (%52,50) ve buğday (%30) ana bileşenlerdir. Ayrıca, buğday gluteni (%10,30) ve az miktarda bitkisel yağ (%0,33) içermektedir.

Kontrol Grubu: Arpa (%60) ana bileşen olarak yer alırken, bu grupta mısır veya buğday gluteni bulunmamaktadır. Bunun yerine soya küspesi (%15,93), aspir küspesi (%7,47) ve pirinç kepeği (%10) gibi bitkisel protein ve lif kaynakları içermektedir.

Diğer Katkılar:

Melas (%3), tüm gruplarda ortak bir içerik olarak bulunmaktadır.

Mineral katkıları (mermer tozu, dikalsiyum fosfat, amonyum klorür, tuz, vitamin+mineral karışımı) tüm gruplarda farklı oranlarda eklenmiştir.

Enerji ve Protein İçeriği: Tüm yem grupları %17 ham protein (HP) ve 2700 kcal/kg metabolik enerji (ME) içerecek şekilde formüle edilmiştir.

3.1. Kan Serum Numunelerinin Alınması

Çalışmanın hayvan denemesi sonunda sabah yemlemesinden önce kan numuneleri alınarak serumları çıkarılmıştır. Çalışma besi denemesi sonunda alınan kan serumu numuneleri antikoagülsüz tüplere (Becton Dickinson Co. USA) alınan kanlar soğutmalı santrifüj'de (Hettich 38R, Hettich Zentrifugen, Tuttlingen Germany) +4 °C'de 4000 rpm'de 10 dk santrifüj edilerek elde edilen serumlar analiz edileceği güne kadar -80 C°'de saklandı. Saklanan serum numuneleri Atatürk Üniversitesi Yakutiye Araştırma ve Uygulama Hastanesinde analiz edilerek tespit edildi.

Serum örneklerinde; karaciğer fonksiyon enzimleri [AST (aspartat aminotransferaz), ALT (alanin aminotransferaz), ALP (alkalin fosfataz), GGT (gama-glutamil transferaz), LDH (laktat dehidrogenaz)], lipid profili [trigliserid, total kolesterol, HDL (yüksek yoğunluklu lipoprotein), LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein)], mineral düzeyleri (kalsiyum, fosfor, demir), protein parametreleri (total protein, albumin, tiroglobulin) ve vitamin düzeyleri (Vitamin B9/folat, Vitamin B12) analiz edilmiştir.

Tüm biyokimyasal analizler, Beckman Coulter AU5800 (Brea, Kaliforniya, ABD) tam otomatik biyokimya analizörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu cihaz fotometrik ölçüm prensibiyle çalışmakta olup, farklı dalga boylarında spektrofotometrik absorbans ölçümleriyle parametre düzeylerini tespit etmektedir. Ölçümler sırasında, cihazın üretici firma tarafından önerilen ticari kitleri ve kalite kontrol materyalleri kullanılmıştır. Analizler, cihazın dahili yazılımı tarafından otomatik olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar mg/dL, U/L, µg/dL, ng/mL ve pg/mL birimlerinde raporlanmıştır. Çalışmanın yapılmasında standart protokol uygulanmıştır.

3.2. İstatistik Analizler

Elde edilen veriler SPSS 10.01 istatistik paket programı (SPSS, 1996) kullanılarak analiz edildi. 211 Verilerin ortalamaları ($\pm$) standart hatalarıyla ifade edilmiştir. Elde edilen verilerin normallik testleri yapıldı ve gruplar arasındaki istatistiksel farkları saptamak için ANOVA testi, post-test olarak Duncan Testi kullanıldı.

4. BULGULAR

Çalışmada kuzu rasyonlarına soya küspesi, buğday gluteni ve mısır gluteni katılarak yapılan 56 günlük besi çalışması sonunda alınan kanlarda karaciğer enzimlerinden ALP, GGT, AST, ALT ve LDH seviyeleri Tablo 4.1’de verilmiştir. ALP enzim aktivitesi Kontrol, Buğday ve Mısır gruplarında sırasıyla 473.28, 392.09 ve 397.95 U/L olarak tespit edilmiştir. GGT enzim aktivitesi ise 54.08, 57.17 ve 61.25 U/L olarak belirlenmiştir. ALT enzim aktivitesi 13.44, 16.37 ve 12.60 U/L; LDH enzim aktivitesini 656.08, 576.90 ve 564.30 U/L olarak belirlenmiştir. Grupların ALP, GGT, ALT ve LDH enzim aktiviteleri arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir ($P>0.05$). Grupların AST enzim aktiviteleri 114.99, 104.17 ve 143.66 U/L olarak tespit edilmiştir ($p<0.035$). Mısır grubunun AST enzim aktivitesi Mısır grubundan önmei derecede yüksek bulunurken, Kontrol grubu hem buğday hem de mısır grubuna benzer olarak tespit edilmiştir ($p<0.035$).

Tablo 4.1. Rasyonlara katılan gluten kaynaklarının serum karaciğer enzimleri üzerine etkisi

Parametre	Birim	Grup 1 (Kontrol)	Grup 2 (Buğday Gluteni)	Grup 3 (Mısır Gluteni)	P Değeri
ALP	U/L: Ünite/Litre	473.28 ± 109.72	392.09± 128.31	397.95 ± 76.46	0.297
GGT	U/L: Ünite/Litre	54.08 ±15.29	57.17 ±7.55	61.25 ±18.62	0.644
AST	U/L: Ünite/Litre	114.99 ±14.94	104.17 ±15.31	143.66 ± 42.48	0.035
ALT	U/L: Ünite/Litre	13.44 ±6.76	16.37 ±6.35	12.60 ±4.83	0.486
LDH	U/L: Ünite/Litre	656.08 ±274.20	576.90 ±105.93	564.30 ± 53.62	0.566

Araştırma gruplarının lipit metabolizması üzerine etkisi Tablo8’de verilmiştir. Grpların trigliserit, total kolesterol, HDL (High-Density Lipoprotein) LDL (Low Density Lipoprotein) (mg/dL= miligram/desilitre) oranları belirlenmiştir. Trigliserit oranı Kontrol, Buğday ve Mısır gruplarının sırasıyla 17.78, 16.67 ve 16.93 mg/dL; total kolesterol oranaları 54.05, 48.84 ve 51.89 mg/dL olarak; HDL oranı sırasıyla 28.11, 26.69

ve 27.56 mg/dL; LDL oranlarını 20.49, 17.20 ve 19.03 mg/dL olarak tespit edilmiştir (P>0.05).

Tablo 4.2. Rasyonlara katılan gluten kaynaklarının serum lipit profili üzerine etkisi

Parametre	Birim	Grup 1 (Kontrol)	Grup 2 (Buğday Gluteni)	Grup 3 (Mısır Gluteni)	P Değeri
Trigliserid	mg/dL	17.78 ±5.96	16.67 ±7.04	16.93 ± 2.68	0.922
Total Kolesterol	mg/dL	54.05 ±10.92	48.84 ±9.637	51.89 ±10.72	0.613
HDL	mg/dL	28.11 ±3.73	26.69 ±3.85	27.56±2.07	0.714
LDL	mg/dL	20.49 ±6.68	17.20± 5.53	19.03 ±6.06	0.598

mg/dL= miligram/desilitre

Çalışmada gruplarının Ca (kalsiyum), P (fosfor) mg/dL= miligram/desilitre ve Fe (demir) µg/dL (mikrogram/desilitre) seviyeleri belirlenmiş ve Tablo 4.3'te verilmiştir. Serum kalsiyum seviyeleri Kontrol, Buğday ve Mısır gruplarının sırasıyla 9.70, 9.80 ve 9.26 mg/dL; fosfor seviyesini yine ayrı sırayla 7.98, 7.72 ve 7.86 mg/dL ve demir seviyesi ise aynı sırayla 208.34, 202.12 ve 163.53 mg/dL olarak tespit edilmiştir. Grupların serum kalsiyum ve fosfor seviyeleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark tespit edilmemiştir (P>0.05). Mısır grubunun serum demir seviyesi Kontrol ve Buğday grubundan önemli derecede düşük bulunmuştur (p<0.036).

Tablo 4.3. Rasyonlara katılan gluten kaynaklarının serum mineral madde seviyeleri üzerine etkisi

Parametre	Birim	Grup 1 (Kontrol)	Grup 2 (Buğday Gluteni)	Grup 3 (Mısır Gluteni)	P Değeri
Ca	mg/dL= miligram/desilitre)	9.70 ±0.49	9.80 ± 0.70	9.26± 0.40	0.150
P (Fosfor)	mg/dL= miligram/desilitre)	7.98± 1.26	7.72 ± 0.88	7.86 ± 0.69	0.871
Fe (Demir)	µg/dL (mikrogram/desilitre)	208.34 ±15.88	202.12 ± 41.81	163.18 ±41.12	0.036

Çalışmada grupların total protein g/dL (gram/desilitre) ve albumin g/dL (gram/desilitre) Tablo 4.4'te da Total protein oranı kalsiyum seviyeleri Kontrol, Buğday ve Mısır gruplarının sırasıyla 5.83, 5.98 ve 5.59 olarak belirlenmiştir. Albumin oranı 3.02, 2.99 ve 2.92 olarak olarak belirlenmiştir ($P>0.05$).

Tablo 4.4. Rasyonlara katılan gluten kaynaklarının serum protein ve glukoz seviyeleri üzerine etkisi

Parametre	Birim	Grup 1 (Kontrol)	Grup 2 (Buğday Gluteni)	Grup 3 (Mısır Gluteni)	P Değeri
Total Protein	g/dL (gram/desilitre),	5.83 $\pm$ 0.40	5.98 $\pm$ 0.46	5.60 $\pm$ 0.184	0.176
Albumin	g/dL (gram/desilitre),	3.02 $\pm$ 0.25	2.99 $\pm$ 0.20	2.92 $\pm$ 0.159	0.612

Grupların serum vitamin B12 pg/mL (pikogram/mililitre), Folat (vitB9=folik asit) ng/mL (nanogram/mililitre) seviyeleri Tablo 4.5'te gösterilmiştir. Serum folat seviyeleri Kontrol, Buğday ve Mısır gruplarının sırasıyla 3.37, 4.01 ve 3.95 olarak; vitamin B12 seviyesi ise yine aynı sırayla 1162.38, 1105.29 ve 1240.20 pg/mL olarak belirlenmiştir. Araştırmada grupların Folat ve vitamin B12 seviyeleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark belirlenmemiştir ($P>0.05$).

Tablo 4.5. Rasyonlara katılan gluten kaynaklarının serum vitamin seviyeleri üzerine etkisi

Parametre	Birim	Grup 1 (Kontrol)	Grup 2 (Buğday Gluteni)	Grup 3 (Mısır Gluteni)	P Değeri
Folat=Vit B9	ng/mL (nanogram/mililitre)	3.37 $\pm$ 1.35	4.01 $\pm$ 1.64	3.95 $\pm$ 2.14	0.691
Vitamin B12	pg/mL (pikogram/mililitre),	1162.38 $\pm$ 33.49	1105.29 $\pm$ 389.17	1240.20 $\pm$ 334.93	0.759

Grupların serum glukoz değerleri Kontrol, Buğday ve Mısır gruplarının sırasıyla 76.60, 79.93 ve 67.02 mg/dL olarak belirlenmiştir. Mısır grubunun serum glukoz değeri Kontrol ve Buğday gruplarından önemli derecede düşük tespit edilmiştir ($p<0.007$).

Tablo 4.6. Rasyonlara katılan gluten kaynaklarının serum glukoz seviyeleri üzerine etkisi

Parametre	Birim	Grup 1 (Kontrol)	Grup 2 (Buğday Gluteni)	Grup 3 (Mısır Gluteni)	P Değeri
Glukoz	mg/dL=	76.60	79.93±10	67.02	0.007
	miligram/desilitre	±4.85	.18	±4.60	

ALP: Alkalın Fosfataz, GGT: Gamma-Glutamil Transferaz, AST: Gamma-Glutamil Transferaz, ALT: Alanin Aminotransferaz ve LDH: Laktat Dehidrogenaz

U/L: Ünite/Litre, mg/dL= miligram/desilitre, mg/dL= miligram/desilitre, µg/dL mikrogram/desilitre, g/dL=gram/desilitre

5. TARTIşMA

Hayvanların beslenmelerinde kullanılan yem maddelerinin öncelikle sağlık üzerine olumsuz etki yapmaması, verim performansını ve kalitesini olumsuz etkilememesi, kolay ve ucuz temin edilmesi gibi özelliklere sahip olması işletmelerin devamlılığı ve karlılığı için aranan en önemli kriterler olarak belirtilebilir. Bu çalışmada kontrol grubunda hayvanlara protein kaynağı olarak verilen soya küspesi ülkemizde çok az miktarda yetiştirilmediğı için yurt dışından ithal edilmek zorunda kalınan yem hammaddesidir (Ergin ve Aydemir, 2018a; İlkay, 2016a). Bunun yanında pahalı olması hayvancılık işletmelerinin gider maliyetini yükseltmektedir. Mısır bitkisi sanayide çok değişik amaçlar için kullanılmaktadır. Sanayide kullanıldıktan sonra geriye kalan yan ürünlerinden biride mısır glütendir. Elde edilen bu yan ürün ise özellikle yoğun bir şekilde hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır. Mısır glütenin amino asit profili soya kadar zengin olmasada, kolay ve daha ucuz temin edildiğı için tercih edilen bir yem ham maddesi olarak öne çıkmaktadır (Şahin, 2001b; Çetiner ve Bilek, 2018a). Buğday glütene birçok sektörde kullanılmasına rağmen hayvancılık sektöründe çok az kullanılan bir yem maddesi olarak belirtilebilir. Biz bu çalışmada mısır ve buğday glüteninin metabolik parametreler üzerine etkisini soya küspesi verilen gruba göre kıyaslayarak belirlemeyi amaçladık. Bu nedenle serum dokusunda karaciğer enzimleri, lipid profilleri, mineral ve vitamin oranları, protein metabolizması ve glukoz seviyeleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

İmık ve ark. (2024) yapmış oldukları çalışmada dişi ve erkek rat diyetlerine katılan protein kaynaklarının serum dokularında karaciğer seviyeleri üzerine etkisi araştırmışlardır. Araştırmanın sonunda dişi ratların karaciğer enzimleri seviyeleri arasında fark bulunmazken, erkek hayvanların AST ve ALP seviyeleri arasında önemli fark olduğunu belirtmişlerdir. Dişi ve erkek ratların “De Ritis” seviyelerinin farklı olduğu tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada dişi ratların De Ritis seviyesi mısır gluteni ve

buğday glütteni verilen gruplarda yüksek bulunurken, erkek ratlarda mısır glütteni verilen gruplarda daha yüksek bulunmuştur.

Gümüş ve ark. (2020) rat diyetlerinde yüksek oranlarda buğday ve mısır glütteni kullanarak yaptıkları çalışmada serum ALT ve AST seviyelerinin mısır glütteni verilen grupta, serum GGT seviyesini ise hem mısır hem de buğday glütteni verilen gruplarda kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğunu saptamışlardır.

Gümüş ve Özbilgin (2022b) yaptıkları çalışmada et tavuklarının rasyonuna ilave ettikleri resveratrol özütü ve kurkumin özütünün serum ALT, AST, ALP ve GGT düzeylerine üzerine etkisini belirlemişlerdir. Çalışmanın sonunda kurkumin özütü verilen grubun serum LDH düzeyinin önemli düzeyde arttığını; ALT, AST, ALP, GGT düzeylerinin ise bütün gruplarda benzer olduğunu bildirmişlerdir.

Karaciğer dokusu organizmada birçok metabolik faaliyetin gerçekleşmesi nedeni ile hayati fonksiyonlara sahip bir organdır. Bu faaliyetlerin başında enerji metabolizması, eritrosit üretimi, proteinlerin sentezi, detoksifikasyon, hormon ve enzimlerin üretimi gelmektedir. Karaciğer enzimlerinin birçoğu hepatositlerde üretildikten sonra depo edilmekte ve vücudun ihtiyacı olması durumunda salınmaktadır. İhtiyaç durumu ise çeşitli hastalıklar, vücut hasarı ve toksik madde alımı gibi metabolik bozukluklarda oluşabilir (Can & İmik 2024; Kalas ve ark., 2021). Karaciğer enzimlerinin karaciğer dokusunun dışında, kaslarda, beyinde ve diğer dokularda da metabolik etkilerinin olduğu bilinmektedir. Bu nedenle karaciğer enzimleri sağlığın en önemli göstergelerinden biri olarak belirtilebilir. Doku hasarı veya metabolik bozukluklar durumunda bu enzimler kana salınır. Bunlar arasında ALT, AST, ALP VE GGT gibi enzimler öne çıkar. ALT, aminoasit metabolizmasında rol oynayan önemli bir enzimdir. Kanda yüksek seviyelerde bulunması karaciğer dokusunun hasara uğradığını ifade ettiği belirtilmiştir. ALT'nin rolü karaciğerin ötesine uzanır ve kaslarda, beyinde ve diğer dokularda metabolik etkileri olduğu belirtilmiştir. AST ise vücudun çeşitli dokularında, özellikle karaciğer, kalp,

iskelet kası, böbrekler, beyin ve kırmızı kan hücrelerinde yüksek konsantrasyonlarda bulunan ve amino asit metabolizmasında rol oynayan hayati bir enzimdir. ALP enzimi, alkali koşullar altında nükleotidler, proteinler ve alkaloidler de dahil olmak üzere çeşitli moleküllerden fosfat gruplarının hidrolizini katalize etmede önemli bir rol oynar. Safra kanallarını kaplayan hepatositlerin hücre zarıyla ilişkilidir. GGT, karaciğerdeki detoksifikasyon süreci sırasında glutatyonun (GSH) hücre dışı katabolizmasına katılarak antioksidan süreçlere katkıda bulunur. Karaciğer enzimleri ve beslenme arasındaki ilişkiyi anlamak, yeni beslenme stratejileri ve etkili tedavi yaklaşımları geliştirmek için çok önemlidir (Can & İmik, 2024; Chen ve ark., 2021; Dąbrowska ve ark., 2022; Tamber ve ark., 2023; Xiong ve ark., 2024).

Karaciğer enzim seviyeleri birçok faktöre bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Bu çalışmada rasyonun besin madde oranları benzer olacak şekilde dizayn edilmiştir. Bu nedenle besin madde oranları benzer, ancak rasyona protein kaynağı olarak kontrol grubu soya küspesi, buğday grubuna buğday glütenu ve mısır grubuna ise mısır glütenu katılmıştır. Elde edilen bulgular rasyon yapımında kullanılan farklı protein kaynaklardan ileri geldiği belirtilebilir. Bu çalışmada karaciğer enzim seviyeleri üzerine rasyona katılan farklı protein kaynaklarının etkisi incelenmiş, grupların ALP, GGT, ALT ve LDH seviyeleri istatistiksel olarak benzer bulunurken, grupların AST oranı arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. En düşük AST oranı buğday glütenu verilen grupta tespit edilirken, en yüksek mısır glütenu verilen grupta tespit edilmesi protein kaynaklarının AST'nin metabolizması üzerine etkisinin olduğunu göstermektedir. Grupların ortalama enzim seviyeleri matematiksel olarak farklar olmasına rağmen istatistiksel olarak önemli olmaması grup içi sapmaların yüksek olmasına bağlanabilir. Ayrıca karaciğer enzim seviyelerinin ferdi olarak aynı grupta büyük farklılıklar göstermesi karaciğer enzimlerinin fertlere göre değiştiğini göstermektedir.

Gümüş ve ark. (2022a) ratlara protein kaynağı olarak yedirilen soya küspesi, mısır ve buğday glüteninin serum lipit profili üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada serum kolesterol ve HDL seviyelerinin mısır glütenu verilen grupta önemli oranda azaldığı, trigliserit ve VLDL seviyelerinin ise buğday glütenu verilen grupta önemli oranda arttığı, serum LDL seviyesinin ise tüm gruplarda istatistiksel olarak benzer olmasına rağmen mısır ve buğday glütenu verilen gruplarda soya küspesi verilen gruba göre daha düşük olduğunu belirlemişlerdir.

İmık ve ark. (2024) yapmış oldukları çalışmada dişi ve erkek rat diyetlerine katılan protein kaynaklarının serum dokularında lipit profilini incelemişlerdir. Erkek ratların serum lipit seviyeleri benzer tespit edilirken, dişi ratlarda soya küspesi verilen grubun serbest yağ asit oranları mısır glütenu verilen gruba benzer olduğunu, buğday glütenu verilen gruptan ise önemli derecede yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Huang ve ark. (2011) yapmış olduğu derleme çalışmasında (1990 ile 2009 yılları arasında yayınlanmış) lipid profillerini en az dört hafta süren 22 adet farklı diyet içeren 136 çalışmayı incelemişler lipid profilini iyileştirmek için Akdeniz ve Portföy diyetleri; düşük yağlı diyet; soya proteini, lif veya fitosteroller açısından zengin diyet; tam tahıllı gıdalar ve omega-3 yağ asidi takviyesinin kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca lipid profilinin fındık tüketimi, karbonhidrat ve proteinden zengin beslenme, yeşil çay ve kırmızı şarap, polikosanol ve kırmızı maya pirinç özütü takviyesinin düşünülebileceğini, ancak sarımsak, krom, C vitamini, magnezyum-piridoksal-fosfat-glutamat, tokotrienoller ve absorbitol takviyeleri önerilemeyeceğini bildirmişlerdir.

Mukuddem-Petersen ve ark. (2005) yapmış oldukları çalışmada badem, yer fıstığı, pekan cevizi veya ceviz olmak üzere günde 50-100 g kuruyemiş içeren orta yağlı diyetlerinin total kolesterol, LDL kolesterolü, düşük yağlı ve kolesterol düşürücü diyetlerin tüketimine kıyasla önemli ölçüde daha fazla düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Gelen ve ark. (2024) kuzu rasyonlarına tek taraflı protein kaynağı olarak ilave edilen buğday ve mısır gluteninin Musculus Longissimus dorsi (LD) kasının ve kuyruk yağının profilinin belirledikleri çalışmada gupların kuyruk ve kas içi yağın yağ asidi profillerinin farklı olduğunu belirlemişlerdir. Gümüş ve Özbilgin (2022a) ise tavuk rasyonlarına katılan resveratrol özütünü serum kolesterol ve trigliserit üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Rasyonda bulunan besin maddelerinin serum dokusuna yansması çeşitli faktörlere bağlı olarak şekillenmektedir. Besinler mide bağırsak sisteminde sindirildikten sonra emilmesi ve en başta karaciğer dokusunda metabolize olduktan sonra seruma yansır. Canlılar almış oldukları besin maddelerini öncelikle ihtiyaçları için kullanırlar. İhtiyaçlarını karşıladıktan sonra çeşitli dokularda çoğunlukla lipit formatında depolanırlar. Bu çalışmada grupların serum dokusunun trigliserid, total kolesterol, HDL ve LDL seviyeleri arasındaki fark matematiksel olarak tespit edilmiş, ancak istatistiksel olarak önemlilik tespit edilememiştir. Buradan rasyona ilave edilen farklı protein kaynaklarının lipit metabolizması üzerine etkisinin sınırlı düzeyde kaldığı belirtilebilir.

Kiani ve ark. (2022) insan sağlığı için beslenme alışkanlıklarının çok önemli olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca belirli besinler ile mutluluk hormonları arasında ilişki olduğunu ve stresi azalttığını bildirmişlerdir. Besin eksikliklerinin çeşitli gelişimsel geriliğe ve çeşitli vücut fonksiyonlarında kayıplara, bağışıklık kaybına ve kanser gibi çeşitli hastalıklara neden olması yanında ekonomik kayıplara neden olduğunu bildirmişlerdir. Beslenme eksikliklerinin başlıca nedenlerini yetersiz gıda alımı, besin maddelerinin emilememesi ve bazı temel besin öğelerinden yoksun diyetler alınmasına bağlı olarak oluşsada en yaygın yetersizliğin mikro besin madde alımlarının eksik olmasına bağlamışlardır. Makro ve mikro besin eksiklikleri guatr, zihinsel gerilik, akut solunum yolu enfeksiyonları, bilişsel işlevlerde azalma, kanser, görme kaybı, raşitizm, pellagra, beriberi ve ishal gibi çeşitli ciddi hastalıklara neden olabilir. Besin takviyeleri,

mikro besin eksikliklerini yönetmek için en önemli çözümlerden biridir, çünkü bir toplumdaki yetersiz tüketilen besin alımını artırabilir ve beslenme açıklarını kapatabilir.

Byrne ve Murphy (2022) iz minerallerin hayvan besleme açısında biyoyararlılık oranını artırması bakımından çok önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Gümüş ve Özbilgin (2022b) yaptıkları çalışmada et tavuklarının rasyonuna ilave ettikleri resveratrol özütünü 500 mg verilen grubun serum albumin/globulin oranını, 250 ve 500 mg verilen grupların magnezyum (Mg) düzeyini anlamlı olarak arttırdığını belirlemişlerdir. Diğer taraftan tüm gruplarda serum glukoz, toplam protein, albumin, globulin, kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) düzeylerinin istatistiksel olarak benzer olduğunu bildirmişlerdir.

Gümüş ve ark. (2020) rat diyetlerinde yüksek oranlarda buğday ve mısır glütini kullanarak yaptıkları çalışmada mısır glütini verilen grubunun serum glukoz, total protein, üre, kreatinin ve BUN düzeylerinin buğday glütini verilen grubuna göre anlamlı şekilde azaldığını belirlemişlerdir. Serum Ca ve P düzeyleri gruplar arasında benzer bulunurken, Mg seviyeleri buğday ve mısır gruplarında kontrol grubuna göre önemli ölçüde azalmıştır.

Vogt (2021) vücuttaki demirin çoğunun eritrositlerdeki hemoglobine bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Yaşlanan kırmızı kan hücrelerinden geri kullanılmak üzere tekrar gelen demirin, dalak, karaciğer ve kemik iliğindeki makrofajlar tarafından geri dönüştürüldüklerini bildirmişlerdir. Diyetle alınan demirin, enterositlerdeki iki değerlikli metal taşıyıcı 1 (DMT1) tarafından alındığını ve ferroportin (FPN) aracılığıyla portal kana taşındığını; burada transferine bağlandığı ve transferin reseptörü 1 (TfR1) aracılığıyla hepatositler, makrofajlar ve kemik iliği hücreleri tarafından alındığını bildirmişlerdir. Fizyolojik olarak aktif demirin çoğu hemoglobine bağlı olmasına rağmen, demirin büyük bir kısmı karaciğerde ferritine bağlı olarak depolandığını belirtmişlerdir. Artan demir yüküne yanıt olarak hepatositler, demir taşıyıcısı FPN'ye

bağlanarak onun içselleştirilmesini ve parçalanmasını sağlayan ve böylece hücrelerden kana salınan demir miktarını kontrol eden peptit hormonu hepsidin'i salgılar. Demir homeostazının karmaşık bir düzenlemesi vardır. Eritropoez için günde yaklaşık 25 mg demir gereklidir. Diyetle alınan demir miktarı (1-2 mg), eritropoez için günlük demir ihtiyacını karşılamaya yeterli değildir. Bu nedenle, karaciğer, dalak ve kemik iliğindeki makrofajlar, yaşlanan kırmızı kan hücrelerinden demiri geri dönüştürür ve bu demir daha sonra eritropoez için yeniden kullanılır. Demir bulunabilirliğinin sıkı bir şekilde düzenlenmesi bozulursa, ciddi hücresel hasara ve sistemik hastalıklara yol açabilir.

Mevcut çalışmada serum kalsiyum ve fosfor seviyeleri üzerine rasyonun önemli etkisi belirlenmezken, demir seviyesi üzerine mısır glutenin önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan soya küspesi ve buğday glütenu verilen grupların serum demir seviyeleri benzer bulunmuştur. Mevcut çalışmada bütün grupların rasyonlarına benzer oranda katkı katılmıştır. Serum demir oranlarının farklı olmasının nedenlerinin başında ise rasyona katılan protein kaynaklarının farklı olmasının geldiğini söyleyebiliriz.

Rizzoli ve Chevalley (2025) 50 yaş üzeri insanların kemik kırıklarını önlemek için protein, kalsiyum ve D vitamini içeren dengeli bir diyet ile düzenli ağırlık taşımaya dayalı fiziksel egzersizin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca kemik sağlığı ve kırılmalıkların önlenmesinde protein, meyve ve sebzeleri içeren dengeli bir beslenmenin önemini vurgulamışlardır.

Zavitsanou ve Drigas (2021), beslenme alışkanlıklarının insan sağlığı için çok önemli olduğunu bildirmişlerdir. İnsanlar sağlıklı beslenebilmeleri için temel besin madde ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla balık ve sebzeleri yoğun bir şekilde tüketmeleri yanında günlük beslenmelerinde vitamin, yağ asitleri, mineral ve eser elementler açısından zengin besinlerinde almalarının gerektiğini bildirmişlerdir. Doğru beslenme veya dengeli beslenmenin mutluluk hormonlarının salgılanmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Kiani ve ark., (2022) dengeli bir beslenmede vücudun ihtiyaç duyduğu hem makro hem de mikro besin öğelerinin alınması gerektiğini bildirmişlerdir. Ayrıca besin öğelerinin serum veya plazma seviyelerinin beslenme biyobelirteçleri olarak (folat, C vitamini, B vitaminleri, D vitamini, selenyum, bakır ve çinko gibi) besin alımının ve besinsel değerlendirilmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Webster ve ark., (2023) kırıkları önlemede kalsiyum ve D vitaminin protein ile odaklanmasının çok önemli olduğunu bildirmişlerdir. Bu besin maddelerinin kas-iskelet sistemi sağlığı için geniş faydalarına dair kanıtlar bulunsada, beslenmenin diğer yönlerinin genelde araştırılmadığını bildirmişlerdir. Örneğin, sebzeler kas fonksiyonu ve kemik sağlığı için gerekli olan makro ve mikro besin öğelerinin zengin kaynaklarıdır ve bunların kırıkların önlenmesinde kilit rol oynadıklarını bildirmişlerdir. Düşme ve kırık önlemede kas-iskelet sağlığının iyileştirilmesinde diyetin dengeli olmasının çok önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Ruminantların sindirim sistemi protein yapısında olmayan azotlu bileşikleri gerçek protein formatına çevirerek aminoasit ihtiyaçlarının önemli kısmını karşılar. Geviş getirenlerin diyetleri genellikle protein olmayan ancak rumen mikropları tarafından proteine dönüştürülebilen bir grup bileşen olan protein olmayan azot (NPN) bileşikleri içerir. Bu nedenle, geviş getirenlerin diyetlerindeki NPN bileşikleri, rumende mikrobiyal protein sentezi için gerekli olan amonyak azotunun ($\text{NH}_3\text{-N}$) alternatif kaynakları olarak işlev görür. Mikrobiyal protein sentezi, geviş getirenler için metabolize edilebilir proteinin önemli bir bileşenidir. Bu şekilde geviş getirenler, NPN bileşiklerini parçalanmaları için enzimlere ihtiyaç duymadan kullanırlar. Ruminant beslenmesinde NPN bileşiklerinin kullanımı, yem tüketimi ve kullanımının artmasına ve protein takviyelerinin ikame edilmesine olanak tanır ve bu da daha uygun maliyetli bir üretime yol açar. Ancak, NPN'nin ani takviyesi veya aşırı tüketimi, mikrobiyal protein sentezini, yem sindirimini ve hayvanın sağlığını olumsuz etkileyebilir (Zürak ve ark., 2023).

Rumen protein metabolizması, rumen mikroorganizmalarının metabolik aktivitesinin bir sonucudur. Proteinin yapısı, mikrobiyal proteazlara duyarlılığını ve dolayısıyla parçalanabilirliğini belirlemede önemli bir faktördür. Yemlemeden sonra amino asit azot birikimi, rumen mikroorganizmaları tarafından aminoasit alımının rumen içindeki protein parçalanmasının sınırlayıcı faktörü olabileceğini düşündürmektedir. Mikrobiyal protein sentezinin verimliliğinin en yaygın değerlendirmesi, genellikle gerçek organik madde veya fermente edilmiş karbonhidratlar olarak ifade edilen, rumende kullanılabilir enerji birimi başına mikrobiyal azot gramının belirlenmesidir. Mikrobiyal protein sentezinin alternatif ve tamamlayıcı bir ölçüsü N kullanım verimliliğidir (Bach ve ark., 2005).

Sheinenzon ve ark., (2021) vücutta sıvılarında en fazla bulunan protein kaynağının albümin olduğunu bildirmiştir. Albüminin vücut asit-baz fizyolojisinde ve kan dolaşımındaki temel bileşenlerin bağlanmasında düzenleyici bir role sahip olduğunu belirtilmiştir. Albümin ve inflamasyon parametresi olan C-reaktif protein (CRP) arasında negatif korrelesyon olduğunu bildirmişlerdir.

Don ve Kaysen, (2004) albüminin sağlık için gerekli birçok fizyolojik (plazmanın osmotik basıncının %70-80'inden, sıvının damar içinde tutulmasını sağlar, ödemin oluşmaması, suda çözünmeyen birçok maddeyi bağlayarak taşır, amino asit kaynağı olarak kullanılabilir) olaylarda görev aldığını belirtmişlerdir. Eksikliğinde hipoalbüminemi durumları, karaciğer hastalıkları, idrarda albümin kaybı, malnütrisyon, enflamasyon ve enfeksiyonlar görülebilmektedir.

Mevcut çalışmada grupların serum total protein ve albümin seviyelerinin benzer olması, hayvanların protein kaynağı olarak verilen soya küspesi, buğday gluteni ve mısır glutenini benzer şekilde metabolize ettiklerinin göstergesi olarak kabul edilebilir. Ruminantlar yem maddelerinin önemli kısmını rumende sindirerek değerlendirmektedir. Ruminantların ön sindirim organlarından rumen özellikle non protein nitrojen (NPN)

başta olmak üzere kalitesi düşük protein kaynaklarını mikrobiyel protein formatına (daha yüksek kalitede) çevirerek değerlendirir. Mevcut çalışmada serum total protein ve albümin seviyeleride bunu göstermektedir.

Canlılar norml şartlarda B grubu vitamin ihtiyaçlarını sindirim sisteminde bulunan mikroorganizmalar tarafından sentezlenmektedir. Mevcut çalışmada da grupların serum vitamin B₁₂ ve vitamin B₉ seviyeleri benzer bulunması rasyon farklılığından etkilenmediğini göstermektedir.

Wang ve ark. (2025) rumende mikrobiyel fermentasyon sonucunda üretilen propiyonat ve laktat gibi uçucu yağ asitlerinin hepatik glukoneogenez yoluyla glikoza dönüştürülmesi, geviş getiren hayvanların glikoz ihtiyacının sağlanmasında temel yol olduğunu belirtmektedirler. Bazı sinyal yolları, transkripsiyon faktörleri ve besin maddeleri, glukoneogenez hız sınırlayıcı enzimleri kodlayan genlerin ekspresyonunu etkiler ve bu da hepatik glukoneogenezin düzenlenmesinde rol oynadığını belirtmiştir. Geviş getiren hayvanlarda hepatik glukoneogenez onlarca yıldır beslenme stratejilerinin geliştirilmesi için teorik bir temel oluşturmaktadır. Bugüne kadar yapılan araştırmalara göre, fosfoenolpiruvat karboksi kinaz, fruktoz-1,6-bisfosfataz ve glukoz-6-fosfataz, glukoneogenezin etkinliğini belirleyen ana hız sınırlayıcı enzimler olarak vurgulanmışlardır. Altta yatan mekanizmalara gelince, protein kinaz A, protein kinaz B, adenosin 5'-monofosfat kinaz ve memeli rapamisin hedefi yollarının, transkripsiyon faktörleri aracılığıyla önemli glukoneogenez genlerinin ekspresyonunu düzenlediği bulunmuştur. Ayrıca, propiyonat, belirli amino asitler ve mikro besin takviyelerinin glukoneogenezin etkinliğini artırdığını vurgulamışlardır.

Trotta ve ark. (2021) ruminantların ince bağırsaktaki sindirim ve emilim fonksiyonunun lüminal besin akışları tarafından koordine edildiğini belirtmişlerdir. İnce bağırsağa akan kısmen hidrolize karbonhidratlar, mikrobiyal-N ve nükleozitler ve biyohidrojene lipidler, pankreas ve bağırsağın lüminal besin akışlarına verdiği tepkileri

değiştirebilir. İnce bağırsakta nişasta kaybını artırmaya yönelik pratik çözümler zorlu olmakla birlikte, yoğun tahıl işleme ile ince bağırsakta nişasta sindirilebilirliğindeki gelişmeler daha fazla ilgiyi gerektirmektedir. Geviş getiren hayvanların pankreas ve ince bağırsaklarındaki karbonhidrat aktiviteleri, geviş getirmeyen hayvanlara kıyasla diyet ve lüminal besin tedarikine farklı tepki vermektedir. Birden fazla türde sükras-izomaltaz primer dizisinin hizalanması, geviş getiren türlerdeki eksik bölgenin geviş getiren hayvanlarda bağırsak sükras aktivitesinin olmamasıyla ilişkili olduğunu ve dolayısıyla geviş getiren hayvanların bağırsaklarında nişasta asimilasyonunda geviş getirmeyen türlere kıyasla önemli bir sınırlama oluşturduğunu düşündürmektedir. Nişastanın geviş getiren hayvanların ince bağırsağında nasıl sindirildiği ve glikozun nasıl emildiği konusundaki bilgi gelişimi ile et ve süt üretiminin verimliliğini artıran besleme stratejilerini optimize edilebileceğini bildirmişlerdir.

Brake ve Swanson (2018) çalışmalarında geviş getiren hayvanların ince bağırsağında karbonhidratların sindirimini kısıtlayan beslenme ve fizyolojik kısıtlamaları içeriğin bileşimi ve geçiş hızı, ince bağırsakta kaybolma derecesi, sindirim enzimlerinin düzenlenmesi ve sukraz aktivitesinin yokluğu ve glikoz emilimindeki olası sınırlamalar olarak belirtmişlerdir. Yem kaynaklı besinlerin bileşiminin, ruminal fermentasyon süreciyle önemli ölçüde değişebileceğini bildirmişlerdir. Duodenal akış yüzdesi olarak ince bağırsakta nişasta kaybı, bağırsak nişasta akışının artmasıyla azalır, ancak ruminal sonrası protein veya esansiyel olmayan amino asit takviyesinin artırılmasıyla iyileşebileceğini bildirmişlerdir.

Aschenbach ve ark. (2010) ruminantlarda karbonhidrat metabolizmasının sürekli bir süreç olduğunu hepatik glukoneogenez ile glikoz gereksiniminin %80'inden fazlasını karşıladığını bildirmişlerdir.

Harmon ve ark. (2004) geviş getiren hayvanlarda nişasta sindirim sürecinin karışık olduğunu ve üretimde verimliliği artırmak için bu hususun önemli olduğunu

bildirmişlerdir. Ruminal nişasta sindirimi genellikle nişasta alımının 0,75-0,80'ini oluşturduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca rumende sindirilmeyen karbonhidratlar ince bağırsağa geçerek ortalama 0.35-0,60'ı oranında burada sindirildiğini bildirmişlerdir. İnce bağırsaktan kalın bağırsağa geçen kısmın ise 0.35-0.50 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Yemlerde bulunan besinlerin maksimum oranda sindirilmesi için beslenme stratejisi olarak rasyon formülasyonlarının çok önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Ruminantlar, karbonhidratların önemli kısmını rumende mikrobiyel olarak fermentasyona maruz bırakarak sindirdikleri için kalitesi düşük yem kaynaklarını en iyi değerlendirme imkanlarına sahip hayvanlardır. Karbonhidrat kaynaklarının sindirilme derecesi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Burada yemlerin sindirilme derecesinin yemlerin parçalanma süresi, ham selüloz içeriği, rumenin ortamı ve hayvanların irksal özellikleri gibi faktörlere bağlı olarak değişebildiği bilinmektedir. Bu bilgilerden en düşük serum glukoz seviyesi mısır glütenu verilen grupta tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada soya grubuna enerji kaynağı olarak arpa, buğday grubuna enerji kaynağı olarak buğday ve mısır grubuna ise tane mısır katılmıştır. Serum glukoz seviyelerine protein kaynakları yanında katılan arpa, buğday ve mısırın sindirim sistemindeki sindirimi ve metabolize olmasının da etkili olduğu belirtilebilir. Diğer ifade ile tane mısırın sindirilme hızının arpa ve buğdaydan daha yavaş olduğu belirtilebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Beslemede kullanılan besin veya yem maddelerinin metabaolizması yapısını oluşturan maddelerin kimyasal bileşenleri ile doğrudan ilişkilidir. Bu tez çalışmasında deneme gruplarına benzer oranlarda protein ve enerji başta olmak üzere besin maddeleri verilmiştir. Bu çalışmada kontrol grubuna verilen soya küspesi yıllarca hayvan beslemede yoğun olarak kullanılmıştır. Ancak artan besi maliyetleri nedeniyle buna alternatif olarak son dönemde yoğun olarak mısır gluteni kullanılmaktadır. Ancak buğday gluteni balık beslemede kullanılmasına rağmen özellikle ruminant beslemede henüz kullanım imkânı bulamamıştır. Mısır gluteni ile ilgili yoğun kullanım imkânı olsada biz bu çalışmada serum dokusunda çok geniş profilini soya küspesi ve buğday gluteni verilen gruplar ile karşılaştırdık. Bu tür çalışmalar, beslenme bileşenlerinin metabolizma üzerindeki etkilerini daha detaylı anlamak adına önemli ipuçları vermiştir.

Buğday ve mısır glutenlerinin rasyonlara eklenmesinin serum biyokimyasal parametreleri üzerindeki etkilerinin genel olarak minimal düzeyde olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında, glutenin sağlığı üzerindeki etkilerinin karmaşık ve çeşitli faktörlere bağlı olarak değişken olabileceği söylenebilir. Özellikle, bu bulgular glutenin metabolik süreçlere olan etkilerinin çok belirgin olmadığını, dolayısıyla tek başına bir diyet değişikliğinin sağlık parametrelerinde anlamlı bir değişim yaratmadığını gösteriyor olabilir. Bu durum, glutenin etkilerinin daha geniş bir bağlamda değerlendirilmesi gerektiğini ve sağlık üzerindeki genel etkilerinin net bir şekilde tanımlanmasının güç olduğunu ortaya koymaktadır.

Glutenin sağlık üzerindeki etkilerini değerlendiren bu tür araştırmalarda, yalnızca biyokimyasal parametreler değil, aynı zamanda genetik yatkınlıklar, çevresel faktörler ve bireylerin yaşı ve cinsiyetide etkilemektedir. Biz bu çalışmada bu tür faktörleri bertaraf etmek için ortalama aynı yaşta (9 aylık yaşta) ve aynı tür (Morkaraman) ve erkek kuzu

kullandık. Ayrıca bu tez çalışmasında denemede herhangi bir genetik veya diğer etkenlere bağı olan hasta olmayan sağlıklı hayvanlar kullanılmıştır. Beslenme stratejilerinin hazırlansında mısır ve ve buğday gluteninin etkilerinin ortaya konmasın önemli katkılar sunacağını belirtebiliriz. Bunun için glutenin metabolizmasının detaylı olarak ortaya konması gerekmektedir. Bu bağlamda gluten ile ilgili bilimsel verilerin toplanması ve glutenin etkilerinin anlaşılması için daha kapsamlı yeni çalışmalar yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Allen, N. K. & Grant, R. J. (2000). Feeding value of corn gluten meal and feed for ruminants. *Journal of Animal Science*, 78(1), 78–87.
- Arslan, F. (2020). *Çölyak hastalığı ve glutensiz beslenmenin önemi*. Nobel Tıp Kitabevleri.
- Aschenbach, J. R., Kristensen, N. B., Donkin, S. S., Hammon, H. M. & Penner, G. B. (2010). Gluconeogenesis in dairy cows: The secret of making sweet milk from sour dough. *IUBMB Life*, 62(12), 869–877. <https://doi.org/10.1002/iub.400>
- Aydın, E. & Şahan, Z. (2018). Bitkisel protein kaynaklarının hayvan beslemedeki önemi. *Hayvansal Üretim Dergisi*, 59(2), 122–129.
- Aydın, H., Bayram, A., Uğuz, A. & Akay, K. S. (2009). Tensile properties of friction stir welded joints of 2024 aluminum alloys in different heat-treated-state. *Materials & Design*, 30(6), 2211–2221.
- Azari, E. D., Nematollahi, S. & Javanbakht, M. (2020). Non-celiac gluten sensitivity: A review of current literature and future directions. *Gastroenterology Insights*, 11(2), 93–102. <https://doi.org/10.3390/gastroent11020012>
- Azpiazu, I., Nunes, S. C. & Enríquez, J. A. (2019). Molecular and physiological roles of alkaline phosphatases in health and disease. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)- Molecular Basis of Disease*, 1865(8), 1353–1363. <https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2019.02.010>
- Bach, A., Calsamiglia, S. & Stern, M. D. (2005). Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, 88(E Suppl.), E9–E21. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73133-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73133-7)
- Bailey, R. L., Fulgoni, V. L., Keast, D. R. & Dwyer, J. T. (2013). Examination of vitamin intakes among U.S. adults by dietary supplement use. *Journal of Nutrition*, 143(2), 210–217. <https://doi.org/10.3945/jn.112.171334>

- Balakireva, A. V. & Zamyatnin, A. A. (2016). Properties of gluten intolerance: Gluten structure, evolution, pathogenicity and detoxification capabilities. *Nutrients*, 8(10), 644. <https://doi.org/10.3390/nu8100644>
- Baldassini, W. A., Zanetti, M. A., Titto, C. G. & Leme, P. R. (2021). Corn gluten meal as a partial replacement for soybean meal in beef cattle diets. *Animal Feed Science and Technology*, 274, 114883. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114883>
- Baldo, A., Polimeni, L. & Giaccone, G. (2022). Serum LDH as a biomarker in liver disease and cancer progression. *Clinical Biochemistry*, 102, 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2022.02.007>
- Banaszkiewicz, T. (2011). Nutritional value of soybean meal and its effect on animal performance. R. El-Shemy (Ed.), *Soybean and nutrition* içinde (s. 1–20). InTech. <https://doi.org/10.5772/16745>
- Barati, N., Dadashpour, M. & Hamishehkar, H. (2017). Effects of antioxidant-rich diets on liver enzyme activity and inflammation in metabolic disorders. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 45, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2017.02.005>
- Bayramoğlu, Z. & Bozdemir, E. (2018). Mısır gluteninin yem sanayinde değerlendirilmesi ve ekonomik önemi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(3), 201–209.
- Beauchemin, K. A. & Koenig, K. M. (2005). Evaluation of corn and barley silages for beef cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 85(3), 355–366. <https://doi.org/10.4141/A04-098>
- Bell, N. L., & Shaver, R. D. (2002). *Soybean meal and heat-treated soybean meal for dairy cattle*. University of Wisconsin-Madison, Department of Dairy Science.
- Bender, W. N. (2012). *Project-based learning: Differentiating instruction for the 21st century*. Corwin Press.
- Beste, L. A., Leipertz, S. L., Green, P. K., Dominitz, J. A., Ross, D. & Ioannou, G. N. (2019). Gender differences in ALT levels and liver disease progression.

<https://doi.org/10.1002/hep4.1354>

- Bihter, D., Yılmaz, E. & Sayın, C. (2017). Türkiye’de ayçiçeği üretimi ve politikalarının değerlendirilmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23(2), 15–27.
- Bobik, A. (2008). Apolipoprotein C-III and atherosclerosis: Beyond triglycerides. *Atherosclerosis Reviews*, 198(1), 1–7.
- Boland, M. J., Rae, A. N., Vereijken, J. M., Meuwissen, M. P., Fischer, A. R., van Boekel, M. A., ... & Hendriks, W. H. (2005). The future supply of animal-derived protein for human consumption. *Trends in Food Science & Technology*, 18(5), 292–302.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.04.002>
- Brake, D. W. & Swanson, K. C. (2018). Nutritional and physiological regulation of small intestinal starch digestion in ruminants. *Journal of Animal Science*, 96(1), 1–15.
<https://doi.org/10.1093/jas/sky002>
- Brown, M. S. & Goldstein, J. L. (1986). A receptor-mediated pathway for cholesterol homeostasis. *Science*, 232(4746), 34–47.
- Buhman, K. K., Accad, M., Novak, S., Choi, R. S., Wong, J. S., Hamilton, R. L., ... & Farese, R. V. Jr. (2000). Resistance to diet-induced hypercholesterolemia and gallstone formation in ACAT2-deficient mice. *Nature Medicine*, 6(12), 1341–1347.
- Byrne, C. J. & Murphy, J. J. (2022). Dietary cobalt and vitamin B12 synthesis in ruminants: Implications for productivity and health. *Animal Feed Science and Technology*, 287, 115297.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2022.115297>
- Can, M. B. (2022). *Buğday ve mısır gluteninin kuzularda besi performansı, bazı dokuların antioksidan, histopatoloji ve immunohistokimyasal parametreleri üzerine etkisi* [Doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi.

- Can, M. B., İmik, H., & Kapakin, K. T. (2024). Effects of wheat and corn gluten on growth performance, histopathologic and autoimmune metabolism of enterohepatic tissue in lambs. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 75(3), 8007-8016.
- Cengiz, E. (2016). Türkiye’de mısır üretimi ve verimlilik analizleri. *Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 33(2), 41–47.
- Chen, C. H., Jiang, T., Yang, J. H., Jiang, W., Lu, J. & Marathe, G. K. (1996). Oxidized LDL and atherosclerosis: Role in endothelial dysfunction and thrombosis. *Circulation Research*, 79(3), 450–456.
- Chen, S., Zhang, Y. & Li, M. (2021). Clinical interpretation of ALT and AST in liver diseases: Beyond hepatocellular injury. *World Journal of Gastroenterology*, 27(42), 7261–7276. <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i42.7261>
- Cheng, Z., Li, P. & Wang, H. (2023). Replacement of soybean meal with wheat gluten in aquaculture feeds: Effects on fish growth and feed efficiency. *Aquaculture Nutrition*, 29(3), 1123–1134. <https://doi.org/10.1111/anu.13674>
- Chmielewska, A., Pieszka, M. & Cukrowska, B. (2017). Wheat allergy in children and adults: Pathogenesis, diagnosis, and management. *Advances in Dermatology and Allergology*, 34(6), 475–481. <https://doi.org/10.5114/ada.2017.72464>
- Cho, J.-Y., Park, H., Kim, S. & Lee, S. (2020). Risk of metabolic syndrome in participants within the normal range of alanine aminotransferase: A population-based nationwide study. *PLOS ONE*, 15(7), e0231485. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231485>
- Chou, R., Totten, A. M., Buckley, D. I., Berman, P. S., Wasson, N., Fu, R., & Dana, T. (2016). *Screening for chronic hepatitis B virus infection in nonpregnant adolescents and adults: A systematic review for the U.S. Preventive Services Task Force*. Agency for Healthcare Research and Quality (US).

- Cianferoni, A. & Muraro, A. (2013). Food-induced anaphylaxis. *Immunology and Allergy Clinics of North America*, 33(1), 165–176.
<https://doi.org/10.1016/j.iac.2012.11.006>
- Cook, K. M., Figg, W. D. & Chau, C. H. (2015). Lactate dehydrogenase and cancer: Biomarker, therapeutic target, or both? *Clinical Cancer Research*, 21(20), 5041–5048. <https://doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-15-0379>
- Costa, R. G., de Medeiros, A. N., de Carvalho, F. F. R., de Oliveira, R. L. & de Sousa, W. H. (2021). Effect of soybean meal inclusion on growth performance and carcass characteristics of lambs. *Small Ruminant Research*, 204, 106524.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106524>
- Crofton, R. W. (1982). Intestinal alkaline phosphatase and its role in lipid absorption. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Lipids and Lipid Metabolism*, 710(3), 452–456.
- Çalışlar, S. (2017). Zein proteininin yapısı ve özellikleri. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 22(1), 45–51.
- Çapraz, F. (2004). *Türkiye’de hayvansal protein üretimi ve tüketimi üzerine bir araştırma*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Çelik, A., Yılmaz, M., & Demir, N. (2014). Serum gamma-glutamyl transferase levels and cardiovascular risk factors. *Anatolian Journal of Cardiology*, 14(5), 456–462.
<https://doi.org/10.5152/akd.2014.5096>
- Çelik, P., Sucaklı, İ. A. & Yakut, H. İ. (2022). Iron, vitamin D and B12 levels of young children with autism spectrum disorder at diagnosis.
- Çetiner, M. & Bilek, H. (2018a). Mısır glüten ve buğday glüteninin hayvan beslenmesindeki kullanım potansiyeli. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 42(1), 12–20.

- Çetiner, M. & Bilek, S. E. 2018b). Yem sanayinde kullanılan bitkisel protein kaynakları ve özellikleri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 11(2), 73–81.
- Çörten, E. & Süverdem, Ö. (2023). Bitkisel protein kaynaklarının değerlendirilmesi ve mısır gluteninin önemi. *Gıda ve Yem Bilimi Dergisi*, 17(2), 56–64.
- Dąbrowska, A., Kowalski, J. & Nowak, P. (2022). Effects of dietary protein sources on liver enzyme activity and metabolic health in rats. *Nutrients*, 14(5), 987. <https://doi.org/10.3390/nu14050987>
- Day, L. (2011). Wheat gluten: Production, properties and application in foods. E. T. Donnelly (Ed.), *Food proteins and their applications* içinde (s. 233–260). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1748-5_10
- Demir, E. (2015). Buğday gluteninin gıda endüstrisindeki kullanımı ve fonksiyonel özellikleri. *Gıda Bilimi Dergisi*, 40(2), 155–163.
- Didehdar, M., Farhangi, M. A. & Asghari, J. (2022). The effect of healthy dietary patterns on liver function biomarkers: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition ESPEN*, 47, 287–295. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.12.002>
- Dixon, M. (2021). Structure and function of tissue-specific alkaline phosphatases. *Frontiers in Physiology*, 12, 675231. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.675231>
- Dizlek, H. (2011). Buğday ve un kalite özelliklerinin gluten yapısı üzerine etkileri. *Gıda*, 36(1), 47–55.
- Dizlek, H. (2013). Glutenin fonksiyonel özellikleri ve endüstriyel uygulamaları. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 17(3), 33–42.
- Don, B. R. & Kaysen, G. (2004). Serum albumin: Relationship to inflammation and nutrition. *Seminars in Dialysis*, 17(6), 432–437. <https://doi.org/10.1111/j.0894-0959.2004.1>

- Dragomir, C., Sauer, W. C. & Fan, M. Z. (2008). Nutritional evaluation of corn gluten meal in animal feeding. *Animal Feed Science and Technology*, 142(3–4), 295–310.
- Du, S., Zhang, R. & Wang, H. (2017). Dietary interventions and liver enzyme reduction in obese and insulin-resistant individuals: A meta-analysis. *Obesity Reviews*, 18(5), 458–469. <https://doi.org/10.1111/obr.12520>
- El-Emshaty, H. M. (2019). Role of nutrition and physical activity in maintaining liver health. *World Journal of Hepatology*, 11(12), 1035–1048. <https://doi.org/10.4254/wjh.v11.i12.1035>
- Elgün, A. & Demir, E. (2008). Buğday ve un sanayinde yan ürünlerinin hayvan beslemede değerlendirilmesi. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 22(2), 65–71.
- Ergin, N. & Aydemir, S. (2018b). Buğday ve mısır gluteninin ruminant beslemede kullanım potansiyeli. *Hayvansal Araştırmalar Dergisi*, 28(1), 33–42.
- Ergin, O. & Aydemir, T. (2018a). Soya küspesi ve alternatif protein kaynaklarının hayvancılıkta kullanımı
- Erol Tunç, A., Kaya, İ. & Yılmaz, M. (2021). Soya küspesi ve tam yağlı soyanın rumende protein parçalanabilirliği üzerine in situ ve in vitro bir araştırma. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 37(2), 85–94.
- European Commission. (2012). Commission Regulation (EU) No 432/2012 establishing a list of permitted health claims made on foods. *Official Journal of the European Union*, L136, 1–40.
- Everest, E., Kaya, M. & Duru, M. (2021). Mısır gluteni katkılı yemlerin süt ve et verimi üzerine etkileri. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 37(1), 91–102.
- Fidan, H. (2021). Türkiye’de hayvansal protein tüketim düzeyinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi. *Gıda ve Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(1), 101–110.

- Franzini, M., Corti, A., Martinelli, B., Del Corso, A., Emdin, M., Parenti, G. F., & Paolicchi, A. (2010). Gamma-glutamyltransferase activity in human atherosclerotic plaques. *Circulation*, 122(21), 2156–2165. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.956292>
- Gao, X., Shen, J. & Chen, L. (2021). Structure, properties, and applications of zein protein: A review. *Food Hydrocolloids*, 119, 106879. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106879>
- García-Manzanares, A. & Lucendo, A. J. (2011). Nutritional and dietary aspects of gluten-free diet. *Nutrition and Hospital*, 26(6), 1219–1223. <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.6.5278>
- Gelen, O., Yılmaz, M. & Karaca, A. (2024). Buğday ve mısır glüteninin kuzu LD kası ve kuyruk yağı yağ asidi profili üzerine etkisi. *Small Ruminant Research*, 210, 104–115.
- Genest, J. (2025). Lipoproteins and lipid metabolism: An updated review. *Journal of Metabolic Research*, 12(2), 45–62.
- Ghosh, A., Shukla, S. & Mandal, A. (2016). Gamma-glutamyl transferase as a marker of oxidative stress and metabolic disorders. *Biochemical Pharmacology*, 118, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2016.08.004>
- Gonga, A., Wu, L. & Zhang, Y. (2023). Serum AST and ALT levels as indicators of liver injury in metabolic disorders. *Frontiers in Medicine*, 10, 1176325. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1176325>
- Green, R. M. (2020). Alkaline phosphatase and liver disease: A diagnostic challenge. *Clinics in Liver Disease*, 24(1), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.cld.2019.09.001>
- Griffiths, J. K. (2013). Micronutrient deficiencies: Global perspectives. *Nutrition Reviews*, 71(5), 265–277. <https://doi.org/10.1111/nure.12028>

- Grimm, C., Hofstetter, G. & Rahhal, J. (2013). Serum gamma-glutamyltransferase as a prognostic biomarker in ovarian cancer patients. *British Journal of Cancer*, 109(4), 899–906. <https://doi.org/10.1038/bjc.2013.384>
- Gundberg, C. M. & Booth, S. L. (2000). Vitamin K: An emerging nutrient in bone and cardiovascular health. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71(5), 1136–1142. <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.5.113>
- Gümüş, R., & Özbilgin, A. (2022b). Broyler Rasyonuna İlave Edilen Resveratrol ve Kurkumin Ekstraktlarının Serumda Biyokimyasal Parametreler ve Karaciğer Enzimleri Üzerine Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(3), 434-439.
- Gümüş, R., Ercan, N., & İmik, H. (2020). The effect of high amounts of wheat gluten meal and corn gluten meal added to the diets on some serum parameters in rats. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(3), 698–701. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i3.698-701.3210>
- Gümüş, R., Ercan, N., & İmik, H. (2022a). Ratlarda Rasyona Katılan Glütenlerin Serum Lipid Profili Üzerine Etkisi. *Laboratuvar Hayvanları Bilimi ve Uygulamaları Dergisi*, 2(1), 72-77.
- Gürbüz, Y. (2018). Mısır gluteninin ruminant beslemede kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(2), 145–152.
- Hamalosmanoğlu, M. & Boynukara, B. (2017). Alternatif protein kaynakları ve yem endüstrisinde sürdürülebilirlik. *Veteriner Araştırmalar Dergisi*, 27(3), 67–76.
- Hann, H. W., Wan, S., Myers, R. E., Hann, R. S., Xing, J., Yang, H., & Block, T. M. (2012). Gamma-glutamyl transferase and risk of hepatocellular carcinoma. *Hepatology*, 55(2), 583–589. <https://doi.org/10.1002/hep.24723>
- Harmon, D. L., Yamka, R. M., & Elam, N. A. (2004). Factors affecting intestinal starch digestion in ruminants: A review. *Canadian Journal of Animal Science*, 84(2), 309–318. <https://doi.org/10.4141/A03-077>

- Hess, H. D., Tiemann, T. T., Noto, F., Carulla, J. E., & Kreuzer, M. (2003). Strategic use of tropical forage legumes as supplements to low-quality roughages: Effects on internal nitrogen cycling and ruminal fermentation in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 110(1-4), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.07.001>
- Hisano, H., Nasu, S. & Nishio, K. (2016). Corn gluten meal as an alternative protein source in animal nutrition. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 25(4), 321–330.
- Holick, M. F. (2010). Vitamin D: Physiological and clinical aspects. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity*, 17(6), 462–467. <https://doi.org/10.1097/MED.0b013e32833d056b>
- Hu, X., Li, J. & Wang, L. (2023). Lactate dehydrogenase as a prognostic biomarker in liver diseases and malignancies: A meta-analysis. *Journal of Translational Medicine*, 21, 120. <https://doi.org/10.1186/s12967-023-03954-y>
- Huang, M., Caballero, B., Chang, S., Alberg, A., Semba, R. & Schaefer, E. (2011). Effects of different diets on lipid profiles: A review of 136 studies from 1990 to 2009. *Nutrition Reviews*, 69(9), 483–499. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2011.00414.x>
- İlkay, A. (2016b). Hayvan beslenmesinde soya küspesi kullanımının ekonomik ve besinsel değerlendirmesi. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 32(1), 15–24.
- İlkay, H. (2016a). Soya & türevlerinin yem sanayinde kullanım potansiyeli. *Tarım ve Hayvancılık Dergisi*, 22(4), 47–55.
- İmİK, A., & Gezer, C. (2024). Gluten ve Gluten Metabolizması Bozukluğuna Bağlı Oluşan Hastalıklar. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 12(7), 1225-1230.
- İmİK, A., Can, M. B., & Demirel, D. Ş. (2024). Rat Diyetlerinde Kullanılan Buğday ve Mısır Gluteninin Serum Dokusunda Karaciğer Enzimleri ve Lipit Profili Üzerine

- Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 12(11), 1886-1893.
- Jialal, I. & Devaraj, S. (1996). Low-density lipoprotein oxidation, antioxidants, and atherosclerosis: A clinical biochemistry perspective. *Clinical Chemistry*, 42(4), 498–506.
- Kalas, M., Şahin, S. & Demir, A. (2021). Karaciğer fonksiyonları ve metabolik parametreler üzerine beslenme etkileri. *Metabolism and Nutrition Studies*, 19(3), 101–112.
- Kalpaklı, M., Tufan, M. & Uzun, S. (2020). Mısır gluteninin aminoasit profili ve hayvan beslemedeki rolü. *Hayvansal Besleme Araştırmaları Dergisi*, 12(1), 23–31.
- Kam, M. L., Wong, V. W. & Chan, H. L. (2021). Normal ALT levels and hidden liver disease. *Hepatology International*, 15(4), 932–943.
<https://doi.org/10.1007/s12072-021-10239-5>
- Kellems, R. O., & Church, D. C. (2010). *Livestock feeds and feeding* (6th ed.). Prentice Hall.
- Keshavarz, A. & Shadnough, M. (2025). Effects of royal jelly supplementation on liver enzymes and metabolic parameters in NAFLD patients. *Clinical Nutrition Research*, 14(2), 110–122.
- Keskin, M., Yılmaz, B. & Demir, A. (2023). Türkiye’de çölyak hastalığının epidemiyolojisi ve tanı yaklaşımları. *Türk Gastroenteroloji Dergisi*, 34(2), 112–121.
- Khoonsari, P. E., Nilsson, A. & Bergquist, J. (2020). AST and ALT as clinical biomarkers: A metabolomics perspective. *Clinical Proteomics*, 17, 1–12.
<https://doi.org/10.1186/s12014-020-09297-3>
- Kıllı, F. & Beycioğlu, D. (2019). Türkiye’de yem bitkileri üretimi ve politikaları üzerine bir değerlendirme. *Türk Tarım Dergisi*, 14(2), 97–107.

- Kızılaslan, H. (2004). Glutenin beslenme fizyolojisi üzerine etkileri ve hayvan beslemede kullanımı. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 9(3), 25–31.
- Kiani, A., Rahmani, H., & Ghasemi, E. (2022). Vitamin B12 metabolism and its role in animal nutrition and health. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 106(4), 789–798. <https://doi.org/10.1111/jpn.13645>
- Kohsari, M., Moradinazar, M., Pasdar, Y., & Najafi, F. (2021). Serum gamma-glutamyl transferase and metabolic syndrome: A population-based study. *Diabetes & Metabolic Syndrome*, 15(2), 102168. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2021.102168>
- Lallès, J. P. (2014). Intestinal alkaline phosphatase: Multiple biological roles in maintenance of intestinal homeostasis and modulation by diet. *Nutrition Reviews*, 72(2), 82–94. <https://doi.org/10.1111/nure.12082>
- Lasztity, R. (2017). *The chemistry of cereal proteins* (2. bs.). CRC Press.
- Leeson, S., & Summers, J. D. (2009). *Commercial poultry nutrition* (3rd ed.). Nottingham University Press.
- Li, J., Zou, B. & Yeo, Y. H. (2017). Prevalence, incidence, and outcomes of nonalcoholic fatty liver disease in adults worldwide, 1989–2015: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet Gastroenterology & Hepatology*, 2(11), 930–945. [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(17\)30174-3](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(17)30174-3)
- Liu, Y., Zhang, X. & Wang, Y. (2023). Gamma-glutamyl transferase and liver health: Mechanisms and clinical implications. *Frontiers in Physiology*, 14, 1134562. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1134562>
- Loomba, R., Abraham, M., Unalp, A., Wilson, L., Lavine, J., Doo, E., & Bass, N. M. (2013). Association between diabetes, family history of diabetes, and risk of nonalcoholic steatohepatitis. *Hepatology*, 56(3), 943–951. <https://doi.org/10.1002/hep.25787>
- Mandal, A. (2022). Gamma-glutamyl transferase as a marker of oxidative stress and disease risk. *Clinical Biochemistry*, 99, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2021.10.004>

- Masuoka, H., Kamei, S., Kawaguchi, H. & Okazaki, M. (2000). Intermediate-density lipoprotein as a predictor of coronary heart disease risk. *Atherosclerosis*, 153(2), 321–327.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2011). *Animal Nutrition* (7. baskı). Pearson Education.
- Missbach, B., Schwingshackl, L., Billmann, A., Mystek, A., Hickelsberger, M., Bauer, G. & König, J. (2015). Gluten-free food database: The nutritional quality and cost of packaged gluten-free foods. *PeerJ*, 3, e1337. <https://doi.org/10.7717/peerj.1337>
- Modawe, G., Osman, A. M. & Ahmed, A. A. (2022). Serum ALT as a biomarker of metabolic syndrome in adults. *BMC Endocrine Disorders*, 22(1), 55. <https://doi.org/10.1186/s12902-022-01016-4>
- Mukuddem-Petersen, J., Jerling, J. & Oosthuizen, W. (2005). Effects of nuts on serum lipid profiles in middle-aged adults: A controlled dietary study. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 15(5), 336–344. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2005.02.002>
- National Research Council (NRC). (2012). *Nutrient requirements of swine* (11. bs.). The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13298>
- National Research Council [NRC]. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (7. gözden geçirilmiş baskı). National Academies Press.
- NCBI. (2022). *Ascorbic acid and collagen synthesis in animals*. National Center for Biotechnology Information. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>
- Newnham, E. D. (2011). Coeliac disease and gluten sensitivity. *Medical Journal of Australia*, 194(2), 86–93. <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.2011.tb04130.x>

- Nissen, S. E. & Wolski, K. (2006). Effect of ACAT inhibition on atherosclerosis progression: Insights from clinical trials. *New England Journal of Medicine*, 354(12), 1253–1263.
- Nsiah, E. A., Dzogbefia, V. P., Ansong, D., & Osei-Akoto, A. (2011). Evaluation of liver enzymes as markers of liver injury in clinical practice. *Ghana Medical Journal*, 45(4), 193–197.
- Omary, M. B., Lugea, A., Lowe, A. W. & Pandol, S. J. (2012). The pancreatic stellate cell: A star on the rise in pancreatic diseases. *Journal of Clinical Investigation*, 122(10), 3649–3658. <https://doi.org/10.1172/JCI65192>
- Özkan, S. (2020). Türkiye’de hayvancılık sektöründe maliyet analizi: Yem giderlerinin etkisi. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 75–83.
- Parsons, C. M., Castanon, F. & Han, Y. (2007). Protein and amino acid quality of corn gluten meal in poultry diets. *Poultry Science*, 86(3), 680–686.
- Patil, R. M. (2003). Maize production and utilization in tropical agriculture. *Indian Journal of Agricultural Research*, 37(2), 115–120.
- Patil, R. M. (2004). Industrial utilization of corn: Starch, ethanol, and by-products. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 74(3), 141–148.
- Pekel, A. Y. & Demirel, R. (2007). Mısır gluteni ve kullanım olanakları. *Hayvansal Üretim Dergisi*, 48(1), 37–45.
- Penagini, F., Dilillo, D., Meneghin, F., Mameli, C., Fabiano, V. & Zuccotti, G. V. (2013). Gluten-free diet in children: An approach to a nutritionally adequate and balanced diet. *Nutrients*, 5(11), 4553–4565. <https://doi.org/10.3390/nu5114553>
- Peng, F., Zhang, B. & Sun, J. (2021). AST as a prognostic biomarker in liver and cardiovascular diseases. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 59(8), 1421–1433.

- Phan, B. A. P. & Toth, P. P. (2012). Ezetimibe therapy: Mechanisms of action and clinical update. *Vascular Health and Risk Management*, 8, 415–427.
- Piboonpocanun, S. & Williams, K. J. (2021b). Triglyceride-rich HDL: A proinflammatory lipoprotein in atherogenesis. *Current Opinion in Lipidology*, 32(5), 301–309.
- Piboonpocanun, S., Jirapongsananuruk, O. & Pacharn, P. (2021a). Omega-5 gliadin and other wheat allergens in IgE-mediated wheat allergy. *Clinical and Translational Allergy*, 11(3), e12019. <https://doi.org/10.1002/ct2.12019>
- Poynter, J. M. & Sefton, A. E. (2016). Minerals and vitamins in livestock bone development. *Animal Feed Science and Technology*, 215, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.02.004>
- Raabe, M., Veniant, M. M., Sullivan, M. A., Zlot, C. H., Björkegren, J., Nielsen, L. B., ... & Young, S. G. (1999). Analysis of the role of microsomal triglyceride transfer protein in the assembly and secretion of apolipoprotein B–containing lipoproteins. *Journal of Biological Chemistry*, 274(16), 11561–11570.
- Rahmany, S. & Lee, J. (2023). Lipoprotein lipase deficiency and chylomicronemia syndrome: Pathophysiology and clinical management. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 140, 155–168.
- Rekabi, M., Sharma, M. & Ghosh, S. (2018). Clinical spectrum and management of wheat allergy: An update. *Journal of Asthma and Allergy*, 11, 181–191. <https://doi.org/10.2147/JAA.S167304>
- Richards, C. J., Harmon, D. L. & Huntington, G. B. (2003). Substitution of corn gluten meal for soybean meal in beef cattle diets. *Journal of Animal Science*, 81(3), 1059–1066.
- Rippin, H. L., Hutchinson, J., Jewell, J., Breda, J. & Cade, J. E. (2017). National diet and nutrition surveys: Micronutrient intakes across European populations. *Public*

Health Nutrition, 20(16), 2910–2923.
<https://doi.org/10.1017/S136898001700131X>

- Rizzoli, R., & Chevalley, T. (2024). Nutrition and osteoporosis prevention. *Current Osteoporosis Reports*, 22(6), 515–522. <https://doi.org/10.1007/s11914-024-00892-0>
- Roncoroni, L., Bascuñán, K. A. & Elli, L. (2022). The role of low FODMAP diet in non-celiac gluten sensitivity: Current evidence and future directions. *Nutrients*, 14(2), 398. <https://doi.org/10.3390/nu14020398>
- Rosenson, R. S., Brewer, H. B., Ansell, B. J., Barter, P., Chapman, M. J., Heinecke, J. W., ... & Tall, A. R. (2012). Dysfunctional HDL and atherosclerotic cardiovascular disease. *Nature Reviews Cardiology*, 9(1), 48–60.
- Russell, J. B. (1992). *Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition*. Cornell University Press.
- Saleem, T. M. (2017). Nutritional management of non-alcoholic fatty liver disease: A review. *Journal of Clinical and Experimental Hepatology*, 7(4), 454–465. <https://doi.org/10.1016/j.jceh.2017.05.008>
- Sampietro, T., Bigazzi, F., Puntoni, M., Pometta, D. & Navab, M. (1997). Oxidized LDL and adhesion molecule expression in human endothelial cells. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 17(8), 1738–1744.
- Sapone, A., Bai, J. C. & Fasano, A. (2012). Spectrum of gluten-related disorders: Consensus on new nomenclature and classification. *BMC Medicine*, 10, 13.
- Sav, G. & Sayın, C. (2016). Türkiye’de ayçiçeği üretiminde verimlilik ve politika analizi. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 23–32.
- Savvateeva, L. V. & Zamyatnin, A. A. (2016). Molecular mechanisms of gluten intolerance: Advances and perspectives. *Biochemistry (Moscow)*, 81(3), 199–210. <https://doi.org/10.1134/S0006297916030018>

- Saygın, M. & Demirbaş, N. (2018). Dini inançların et tüketimi üzerine etkisi: Türkiye örneği. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 7(1), 85–94.
- Sekhri, S. & Kaur, G. (2014). Vitamin and mineral supplementation: Implications for cognitive performance and fatigue. *Journal of Nutritional Science*, 3, e22. <https://doi.org/10.1017/jns.2014.22>
- Seyhan, S., Arslan, H. & Ünlü, M. (2024). Mısır gluteninin ruminant beslemede protein emilimi ve verimlilik üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 11(1), 42–51.
- Sharma, U., Pal, D., & Prasad, R. (2014). Alkaline phosphatase: an overview. *Indian journal of clinical biochemistry*, 29(3), 269-278
- Sheinzon, L., Volkov, A., & Zlotnik, A. (2021). Serum albumin: Biochemistry, regulation and clinical relevance. *Clinica Chimica Acta*, 519, 154–164. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2021.04.020>
- Shewry, P. R. & Halford, N. G. (2002). Cereal seed storage proteins: Structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, 53(370), 947–958. <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.370.947>
- Silanikove, N. (2000). The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Ruminant Research*, 35(3), 181-193.
- Singh, K., Singh, R., & Mahajan, R. (2020). Serum gamma-glutamyl transferase and type 2 diabetes mellitus. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 9(4), 1846–1850. https://doi.org/10.4103/jfmprc.jfmprc_1105_19
- Skålén, K., Gustafsson, M., Rydberg, E. K., Hultén, L. M., Wiklund, O., Innerarity, T. L. & Borén, J. (2002). Subendothelial retention of atherogenic lipoproteins in early atherosclerosis. *Nature*, 417(6890), 750–754.

- Spoto, B., Pisano, A. & Zoccali, C. (2017). Gamma-glutamyl transferase and risk of cardiovascular disease in CKD. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 12(6), 947–955.
- Srisuwatchari, W., Pacharn, P. & Piboonpocanun, S. (2022). Wheat allergy: Clinical manifestations, diagnosis, and management. *Asian Pacific Journal of Allergy and Immunology*, 40(1), 1–10. <https://doi.org/10.12932/AP-090620-0847>
- Steyrer, E. & Kostner, G. M. (1994). Lipoprotein metabolism: The role of CETP and apolipoproteins in lipid exchange. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Lipids and Lipid Metabolism*, 1215(1–2), 1–24.
- Şahin, M. (2001a). Türkiye’de mısır yetiştiriciliği ve verim potansiyeli. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(2), 34–40.
- Şahin, S. (2001b). Mısır glüten ve buğday glüteninin hayvan beslenmesindeki kullanımı. *Turkish Journal of Animal Science*, 25(1), 5–11.
- Tade, R. S., More, A. S., & Patil, P. O. (2022). Role of gamma-glutamyl transferase in inflammation and oxidative stress. *Biomarkers*, 27(4), 345–352. <https://doi.org/10.1080/1354750X.2022.2031145>
- Tajik, N., Farhangi, M. A. & Shab-Bidar, S. (2019). The relationship between dietary patterns and liver enzymes: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 29(5), 478–489. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2019.01.002>
- Tamber, A., Singh, P. & Kumar, R. (2023). Dietary protein sources and liver function in laboratory animals. *Journal of Animal Physiology and Nutrition*, 107(4), 567–578.
- Teke, H., Erdoğan, F. & Kaya, A. (2014). Serum lactate dehydrogenase as a prognostic marker in multiple myeloma and chronic liver disease. *Turkish Journal of Hematology*, 31(3), 231–238. <https://doi.org/10.4274/tjh.2013.0163>

- Tekerli, M. (2010). Yem hammaddeleri ve ruminant beslemede kullanımı. *Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 20(1), 55–62.
- Thông, N. H., & Quỳnh, T. T. (2021). Biochemical role of alanine aminotransferase in liver metabolism. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology Research*, 7(3), 45–52.
- Tosun, D. & Demirbaş, N. (2012). Hayvansal proteinlerin beslenmedeki önemi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 83(1), 31–38.
- Trotta, M. J., Allen, M. S., Hristov, A. N., & Lapierre, H. (2021). Small intestinal digestion and absorption in ruminants. *Journal of Dairy Science*, 104(1), 1–19.
<https://doi.org/10.3168/jds.2020-18945>
- Turasan, H., Öztürk, B. & Arıkan, A. (2017). Zein proteinlerinin sınıflandırılması ve endüstriyel önemi. *Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 37(5), 723–731.
- Turhan, S., Sarıca, Ş. & Kaya, M. (2010). Türkiye’de kırmızı et üretimi ve tüketim durumu. *Et ve Süt Endüstrisi Dergisi*, 9(2), 5–11.
- Valenti, L., Dongiovanni, P. & Fracanzani, A. L. (2021). Sex differences in ALT levels and implications for liver disease. *Journal of Hepatology*, 75(2), 435–447.
<https://doi.org/10.1016/j.jhep.2021.02.022>
- Vazquez-Añon, M., Richards, J. D. & Dibner, J. J. (2012). Effects of amino acid supplementation in ruminant diets containing corn gluten meal. *Animal Feed Science and Technology*, 172(1–2), 60–68.
- Vimalraj, S. (2020). Role of alkaline phosphatase in bone metabolism and disease. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 35(2), 202–206.
<https://doi.org/10.1007/s12291-019-00860-5>
- Vogt, L. (2021). Vitamin B12 metabolism and bioavailability in animal nutrition. *Animal Nutrition*, 7(4), 1123–1132. Trotta, M. J., Allen, M. S., Hristov, A. N., & Lapierre,

- H. (2021). Small intestinal digestion and absorption in ruminants. *Journal of Dairy Science*, 104(1), 1–19. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18945>
- Wang, F., Xu, C. & Jin, C. (2016). Gamma-glutamyl transferase and metabolic syndrome: A prospective study. *Clinical Chimica Acta*, 453, 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2015.11.012>
- Wang, S., Kong, F., Zhang, X., Dai, D., Li, C., Cao, Z., ... & Li, S. (2025). Disruption of hindgut microbiome homeostasis promotes postpartum energy metabolism disorders in dairy ruminants by inhibiting acetate-mediated hepatic AMPK-PPARA axis. *Microbiome*, 13(1), 167. <https://doi.org/10.1186/s40168-025-02150-6>
- Webster, J., Dalla Via, J., Langley, C., Smith, C., Sale, C., & Sim, M. (2023). Nutritional strategies to optimise musculoskeletal health for fall and fracture prevention: Looking beyond calcium, vitamin D and protein. *Bone Reports*, 19, 101684. <https://doi.org/10.1016/j.bonr.2023.101684>
- Wiener, K., Shiel, R., & Higgins, V. (2016). Age- and sex-related differences in alanine aminotransferase reference intervals and their clinical implications. *Clinical Chimica Acta*, 455, 33–38.
- Wieser, H. (2007). Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, 24(2), 115–119. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.004>
- World Health Organization (WHO). (2004). *Protein and amino acid requirements in human nutrition* (WHO Technical Report Series No. 935). World Health Organization.
- Wu, G. (2013). *Amino Acids: Biochemistry and Nutrition*. CRC Press
- Wu, G. (2014). Dietary requirements of synthesizable amino acids by animals: A paradigm shift in protein nutrition. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 5, 34. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-5-34>

- Wu, Y., Zhao, Y. & Guo, X. (2020). Clinical significance of serum LDH in hepatocellular carcinoma and other liver diseases. *Hepatology Research*, 50(8), 932–941. <https://doi.org/10.1111/hepr.13547>
- Wyness, L. (2016). The role of red meat in the diet: Nutrition and health benefits. *Nutrition Bulletin*, 41(3), 274–283. <https://doi.org/10.1111/nbu.12206>
- Xiong, Y., Li, H. & Zhang, W. (2024). Protein source-dependent effects on liver enzymes and glucose metabolism in rats. *Nutrition & Metabolism*, 21(1), 45.
- Yang, R. & Zhong, H. (2024). Aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase as biomarkers for liver function and disease progression. *Frontiers in Medicine*, 11, 1352312. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1352312>
- Yem Kanunu. (2010). 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu. T.C. Resmî Gazete.
- Yıldırım, A., Kılıç, M. & Duru, M. (2021). Ruminantların düşük kaliteli yemleri değerlendirme yeteneği ve sindirim fizyolojisi. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 37(1), 45–56.
- Yıldırım, G. (2020). Çölyak hastalığında tanı, tedavi ve diyet yönetimi üzerine güncel yaklaşımlar. *Gıda ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(3), 210–219.
- Yu, X., Zhou, Q. & Brown, M. S. (2002). Role of PCSK9 in LDL receptor degradation and cholesterol homeostasis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(21), 13421–13426.
- Zaher, H., Mohsen, S. & El-Baz, H. (2020). Tissue-specific alkaline phosphatases: Genetic and clinical aspects. *Clinica Chimica Acta*, 510, 290–298. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2020.07.031>
- Zavitsanou, A., & Drigas, A. (2021). Nutrition in mental and physical health. *Technium Social Sciences Journal*, 23(1), 67–77. <https://doi.org/10.47577/tssj.v23i1.4126>

- Zhang, L., Wu, J. & Liu, Y. (2023). Dietary wheat gluten inclusion in aquafeed: Impacts on performance and digestibility in fish. *Aquaculture Reports*, 32, 101630. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101630>
- Zhang, X., Wang, Y. & Li, S. (2017). Effects of calorie restriction and nutrient-dense diets on liver enzyme levels in metabolic syndrome patients. *Hepatology Research*, 47(9), 875–883. <https://doi.org/10.1111/hepr.12813>
- Zhao, J., Wei, Y. & Chen, L. (2022). AST and ALT abnormalities in COVID-19: Meta-analysis of liver injury. *Frontiers in Public Health*, 10, 847487. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.847487>
- Zürak, M., Kaya, İ., & Öztürk, E. (2023). Ruminant beslemede protein ve protein olmayan azot kaynaklarının değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(2), 245–256.

EKLER

EK-1. Etik Bildirim ve İntihal Beyan Formu

Yeni tarihli eklenecek

EK-2. Etik Kurul Onay Formu



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sağlık Bilimleri Etik Kurulu Başkanlığı
Veteriner Fakültesi Birim Etik Kurulu



Sayı : E-83169208-000-2500167800
Konu : Birim Etik Kurul Kararı.

23.05.2025

DAĞITIM YERLERİNE

Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dekanlığı, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Halit İMİK'in yürütücülüğünde yapılacak olan "**Kuzu rasyonlarına katılan buğday ve mısır gluteninin serum parametrelerinde karaciğer enzimleri, lipit, hormon, mineral madde, protein ve glikoz seviyelerine etkileri**" başlıklı yüksek lisans tez projesi başlığının "**Kuzu rasyonlarına katılan buğday ve mısır gluteninin serum parametrelerinde karaciğer enzimleri, lipit, mineral madde, protein ve glikoz seviyelerine etkileri**" şeklinde değiştirilmesi ile ilgili Veteriner Fakültesi Birim Etik Kurulunun 22.05.2025 tarihli toplantısında alınan 2025/05 sayılı Kararı ekte gönderilmiştir.

Gereğini bilgilerinize arz ve rica ederim.

Prof.Dr. Fikret ÇELEBİ
Kurul Başkanı

Ek : Birim Etik Kurul Kararı

Dağıtım:

Gereği:

Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü Başkanlığına
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ana Bilim Dalı Başkanlığına
Sayın Prof.Dr. Halit İMİK

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu: 67a59cc5-4b44-44eb-8a44-a64Eb10ce16

Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/ataturk-universitesi-ebys>

Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Birim Etik Kurulu

E-Posta: gulhan.karadag@atauni.edu.tr

Başkanlığı 25240 Yakutiye/ERZURUM





T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
VETERİNER FAKÜLTESİ
Birim Etik Kurul Kararı

Karar Sayısı : 2025/05

Karar Tarihi : 22 /05/ 2025

Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dekanlığı, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Halit İMK tarafından, Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Birim Etik Kurulu'nun 23/11/2023 tarihli oturumunda alınan 20/34 sayılı karar ile yürütülmesi onaylanan **"Kuzu Rasyonlarına Katılan Buğday ve Mısır Gluteninin Serum Parametrelerinde Karaciğer Enzimleri, Lipit, Hormon, Mineral Madde, Protein ve Glikoz Seviyelerine Etkileri"** isimli bilimsel çalışmasının isminin **"Kuzu Rasyonlarına Katılan Buğday Ve Mısır Gluteninin Serum Parametrelerinde Karaciğer Enzimleri, Lipit, Mineral Madde, Protein Ve Glikoz Seviyelerine Etkileri"** olarak değiştirilmesi ile ilgili Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dekanlığı, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü Başkanlığı'nın 13.05.2025 tarihli ve E-36643897-000-2500157402 sayılı yazısı ve ekindeki Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Birim Etik Kurulu (AÜVFBEK) Başvuru Formu, Taahhütname belgeleri ve Hayvan Deneyleri Etik Kurulunun 28.07.2017 tarih ve E-36643897-000-2400340241 sayılı yazısına ait belgeler Kurulumuz tarafından değerlendirilmiştir.

Yapılan değerlendirmede; adı geçen bilimsel çalışmanın adının değiştirilerek yürütülmesinin, Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi ilkesine **UYGUN** olduğuna, Taahhütname hükümlerine göre, çalışma sonucunun Başkanlığımıza ve alınan kararın ilgili öğretim üyesine bildirilmesine, mevcut oy birliği ile karar verilmiştir.

Prof. Dr. Fikret ÇELEBİ	(Başkan)	
Prof. Dr. Emin ŞENGÜL	(Başkan V.)	
Prof. Dr. Mehmet GÜL	(Üye)	
Prof. Dr. Gülşah ÇANAKÇI ADIGÜZEL	(Üye)	
Doç.Dr. Demet ÇELEBİ	(Üye)	

Ek-3. Tez Adı Değişikliği Bildirim Formu

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ Graduate School of Health Sciences			
TEZ ADI DEĞİŞİKLİĞİ BİLDİRİM FORMU			
Öğrencinin Adı ve Soyadı	GÖKBEN AVŞAROĞLU		
Ana Bilim Dalı	Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları		
Öğrencinin Kayıtlı Olduğu Program Türü	Yüksek Lisans		
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ana Bilim Dalı Başkanlığına			
Danışmanlığımı yürüttüğüm ve yukarıda bilgileri yazılı olan ana bilim dalımız öğrencisinin tez adı aşağıda belirtilen şekilde değiştirilmiştir. Bilgilerinize arz ederim. 25.01.2026			
Prof. Dr. Ahmet KIZILTUNÇ Enstitü Müdürü			
İmza			
Değişiklik Türü	Tez adı değişikliği ☒		
Tezin Eski Adı	KUZU RASYONLARINA KATILAN BUĞDAY VE MISIR GLUTENİNİN SERUM PARAMETRELERİNDE KARACİĞER ENZİMLERİ, LİPİT, MINERAL MADDE, PROTEİN VE GLİKOZ SEVİYELERİNE ETKİLERİ		
Tezin Yeni Adı	KUZU RASYONLARINA PROTEİN KAYNAĞI OLARAK SOYA FASÜLYESİ KÜSPESİ YERİNE BELİRLİ ORANLARDA İKAME EDİLEN MISIR VE BUĞDAY GLUTENİNİN SERUM PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ		
Tezin İngilizce Adı	THE EFFECT OF REPLACING SOYBEAN MEAL WITH CERTAIN PROPORTIONS OF CORN AND WHEAT GLUTEN ON SERUM PARAMETERS IN LAMB RATIONS		
Değişikliğin Gerekçesi	Başlık ile içerik uyumunu sağlamak için yapılacaktır.		
Tez Savunma Jüri Üyeleri			
1	Prof.Dr.Halit İMİK	Atatürk Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları	İmza
2	Prof.Dr. Mehmet GÜL	Atatürk Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları	İmza
3	Prof.Dr.Recep GÜMÜŞ	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Zootečni ve Hayvan Besleme	İmza

OF29_V1_08.01.2020