

**RASYONA SPİRULİNA PLATENSİS İLAVESİNİN
SİYAH ALACA IRKI BUZAĞILARDA BÜYÜME
PERFORMANSI, KAN PROFİLİ, OKSİDATİF STRES,
BÜYÜME, GELİŞME VE BAĞIŞIKLIK SİSTEMİYLE
İLGİLİ BAZI GENLERİN EKSPRESYONLARI
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Oğuz Fatih ERGÜN

Danışman: Prof. Dr. Bahri BAYRAM

Doktora Tezi

Zootekni Ana Bilim Dalı

2026

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANA BİLİM DALI

**RASYONA SPİRULİNA PLATENSİS İLAVESİNİN SİYAH ALACA IRKI
BUZAĞILARDA BÜYÜME PERFORMANSI, KAN PROFİLİ, OKSİDATİF STRES,
BÜYÜME, GELİŞME VE BAĞIŞIKLIK SİSTEMİYLE İLGİLİ BAZI GENLERİN
EKSPRESYONLARI ÜZERİNE ETKİLERİ**

(Effects of *Spirulina platensis* Addition to the Ration on Growth Performance, Blood Profile, Oxidative Stress and Expressions of Certain Genes Related to the Growth-Development-Immune System in Holstein Fresian Calves)

DOKTORA TEZİ

Oğuz Fatih ERGÜN

Danışman: Prof. Dr. Bahri BAYRAM

Erzurum
Ocak, 2026

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI

**RASYONA SPİRULİNA PLATENSIS İLAVESİNİN SİYAH ALACA IRKI
BUZAĞILARDA BÜYÜME PERFORMANSI, KAN PROFİLİ, OKSİDATİF STRES,
BÜYÜME, GELİŞME VE BAĞIŞIKLIK SİSTEMİYLE İLGİLİ BAZI GENLERİN
EKSPRESYONLARI ÜZERİNE ETKİLERİ**

Prof. Dr. Bahri BAYRAM danışmanlığında, Oğuz Fatih ERGÜN tarafından hazırlanan bu çalışma, 28/01/2026 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Zootekni Anabilim Dalı Hayvan Yetiştirme Bilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak **oybirliği** / ~~oy çokluğu~~ (.../...) ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Mete YANAR <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Bahri BAYRAM <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Özden FAKIOĞLU <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Serap GÖNCÜ <i>Çukurova Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Uğur ZÜLKADİR <i>Selçuk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Aslı ıslak imzalıdır

Prof.Dr. Alper NUHOĞLU
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP ve TÜBİTAK (1002-B) projeleri kapsamında desteklenmiştir.

BAP Proje Kodu: FDK-2022-11542

TÜBİTAK Proje Kodu: 224O061



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Natural and
Applied Sciences

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Doktora Tezi olarak Prof. Dr. Bahri BAYRAM danışmanlığında sunulan “**RASYONA SPIRULİNA PLATENSİS İLAVESİNİN SİYAH ALACA IRKI BUZAĞILARDA BÜYÜME PERFORMANSI, KAN PROFİLİ, OKSİDATİF STRES, BÜYÜME, GELİŞME VE BAĞIŞIKLIK SİSTEMİYLE İLGİLİ BAZI GENLERİN EKSPRESYONLARI ÜZERİNE ETKİLERİ**” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	20	30
Kuramsal Temeller	5	30
Materyal ve Metot	17	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	10	20
Sonuçlar ve Öneriler	4	20
Tezin Geneli	20	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'ten büyük olmaması gerekir.

Sunulan bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ettiğimizi beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Oğuz Fatih ERGÜN	Prof. Dr. Bahri BAYRAM
28.1.2026	28.1.2026
İmza: Aslı ıslak imzalıdır	İmza: Aslı ıslak imzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Doktora öğrencilik sürecim boyunca bana yol gösterici olan, tez çalışmamın her aşamasında büyük emeği geçen ve öğrencisi olmaktan onur duyduğum çok kıymetli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Bahri BAYRAM'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezin planlanmasından tez savunma aşamasına kadar geçen süreçte, bilgi ve tecrübeleriyle tezime büyük katkılarda bulunan Tez İzleme Komitesi üyeleri değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Mete YANAR ve Sayın Prof. Dr. Özden FAKIOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İl dışından gelerek tezime katkıda bulunan Tez Savunması Juri Üyeleri Sayın Prof. Dr. Serap GÖNCÜ ve Sayın Prof. Dr. Uğur ZÜLKADİR hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

TUBİTAK-1002-B projesinin hazırlanmasında desteklerini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Muhlis MACİT'e, gen ekspresyonları analizinde büyük emeği olan değerli hocam Prof. Dr. Abdulkerim DİLER'e, istatistiksel analizlerde yardımcı ve emeği ile büyük katkı sunan değerli hocam Doç. Dr. A. Mutlu YAĞANOĞLU'na ve yardımlarıyla tezime katkı sunan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Veysel Fatih ÖZDEMİR'e ve yem analizinde büyük emeği olan değerli çalışma arkadaşım Arş. Gör. Ali KAYA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin kan ve serum analizlerinde büyük emeği ve katkısı olan Veteriner Fakültesinden değerli hocalarım Prof. Dr. Mustafa Sinan AKTAŞ, Prof. Dr. Mesut Bünyamin HALICI, Arş. Gör. Ömercan ALAT ve doktora öğrencisi Ali Can ÖZCAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

GHUAM Sığırcılık İşletmesinde buzağılardan veri alımı sürecinde büyük emeği ve yardımcı olan Veteriner Hekim Bülent BALLI, Ziraat Yüksek Mühendisi Mahmut Hulusi GÜL, Veteriner Sağlık Teknikeri Kenan KAYA başta olmak üzere tüm işletme personeline teşekkürlerimi sunarım. Bu süreçte yardımlarını esirgemeyen Zootečni Bölümü Yüksek Lisans öğrencileri Duygu AKSAKALLI, Zeynep ÇAMCI ve Mehmet Akif ÖZDEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmaya finansal destek sağlayan Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü Birimi'ne ve TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her anında olduğu gibi, bu zorlu tez sürecinde de sevgisi, anlayışı, fedakârlığı ve desteği ile yanımda olan sevgili eşim Merve ERGÜN'e ve gurur, neşe ve huzur kaynağım biricik kızım Zeynep Duru ERGÜN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Oğuz Fatih ERGÜN

ÖZET

DOKTORA TEZİ

RASYONA *SPİRULİNA PLATENSİS* İLAVESİNİN SİYAH ALACA IRKI BUZAĞILARDA BÜYÜME PERFORMANSI, KAN PROFİLİ, OKSİDATİF STRES, BÜYÜME, GELİŞME VE BAĞIŞIKLIK SİSTEMİYLE İLGİLİ BAZI GENLERİN EKSPRESYONLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

Oğuz Fatih ERGÜN

Danışman: Prof. Dr. Bahri BAYRAM

Amaç: Bu çalışmada, rasyona *Spirulina platensis* ilavesinin Siyah Alaca ırkı buzağılarda ishal, bağışıklık, yemden yararlanma, büyüme, gelişme ve sağlık parametreleri üzerine etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Yöntem: Çalışmanın hayvan materyalini Atatürk Üniversitesi Gıda Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Sığırcılık Biriminde yenidoğan Siyah Alaca ırkı buzağılar oluşturmuştur. Alt gruplarda 7 baş erkek ve 7 baş dişi buzağı olacak şekilde kontrol ve muamele gruplarında toplam 28 baş buzağı denemeye dâhil edilmiştir. Araştırma buzağılarının doğumu ile başlamış ve 120 gün sürdürülmüştür. Buzağılar doğumun ardından ilk 75 gün boyunca, günlük 5 L/baş tam yağlı çiğ sütle beslenmiştir. Buzağılar 75 günlük yaşta süttten kesilmişlerdir. Buzağılar ilk 75 gün süt ve buzağı başlangıç yemi ile beslenmiştir. Buzağılar süttten kesim sonrası (75-120. gün) buzağı büyütme yemi ile kuru çayır otu ile beslenmişlerdir. Buzağılara deneme süresi boyunca (4-120 gün) günlük buzağı kg canlı ağırlık başına 0,1 g *Spirulina platensis* verilmiştir. Buzağılarının canlı ağırlık, vücut ölçüleri, yem tüketimi, dışkı kıvam puanlaması ve kan alımı işlemleri yürütülmüş ve hematolojik, immünoglobulin, oksidatif stres ve gen ekspresyon analizleri yapılmıştır.

Bulgular: Buzağılara 0,1 g/kg buzağı canlı ağırlık (CA) dozunda *Spirulina platensis* verilmesi ile tespit edilen bazı dönemlerde canlı ağırlık artışı ve bazı vücut ölçüleri üzerinde önemli derecede ($p<0,05$) artış sağlamıştır. Deneme süresince *Spirulina platensis* buzağılarda yemden yararlanma oranı üzerine iyileşme sağlamış, ancak bu iyileşme istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. *Spirulina platensis* verilen buzağılarda ishal durumlarını önemli ölçüde azalarak, deneme süresi boyunca dışkı kıvam skorlarında çok önemli derecede ($p<0,01$) iyileşme gözlemlenmiştir. *Spirulina platensis*'in buzağılarda serum immünoglobulin seviyesinin artışı üzerine etkisi olumlu olmuş, ancak miktarları önemsiz bulunmuştur. Aynı zamanda *Spirulina platensis*, bazı hematolojik parametreler ve interlökin gen ekspresyonu seviyeleri üzerinde önemli derecede ($p<0,05$) pozitif yönde etki oluşturmuştur. 60 günlük yaşta *Spirulina platensis* tüketen buzağılarda, serum eozinofil değerinde önemli seviyede ($p<0,05$) artış olduğu gözlemlenmiştir. *Spirulina platensis* uygulamasının 60 ve 90 günlük yaş dönemindeki buzağılarda, inflamatuvar tetikleyici sitokinler (IL-1 β ve IL-6) üzerinde önemli ölçüde ($p<0,05$) pozitif yönde katkı sağlamıştır.

Sonuç: Çalışma sonuçları, *Spirulina platensis*'in, Siyah Alaca ırkı buzağılarda bağışıklığı güçlendirmede ve hastalıklara karşı vücut direncinin artırılmasında etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. *Spirulina platensis*'in üstün besleme özellikleri ile buzağı kayıpların önüne geçilmesinde antibiyotiklere alternatif doğal bir ürün olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. *Spirulina platensis*'in etkilerinin ortaya daha net konulabilmesi için, farklı seviyelerinin incelendiği yeni çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Spirulina platensis*, buzağı, bağışıklık, büyüme performansı, oksidatif stres, gen ekspresyonu

Ocak 2026, 107 sayfa

ABSTRACT

PhD THESIS

EFFECTS OF *SPIRULINA PLATENSIS* ADDITION TO THE RATION ON GROWTH PERFORMANCE, BLOOD PROFILE, OXIDATIVE STRESS AND EXPRESSIONS OF CERTAIN GENES RELATED TO THE GROWTH-DEVELOPMENT-IMMUNE SYSTEM IN HOLSTEIN FRESIAN CALVES

Oğuz Fatih ERGÜN

Supervisor: Prof. Dr. Bahri BAYRAM

Objective: This study aimed to investigate the effects of adding *Spirulina platensis* to the ration on diarrhea, immunity, feed utilization, growth, development, and health parameters in Holstein Fresian calves.

Method: This study's animal material consisted of newborn Holstein Fresian calves at the Cattle Unit of Atatürk University's Food and Livestock Application and Research Center. A total of 28 calves were included in the trial, with 7 male and 7 female calves in each of the control and treatment groups. Research began with the birth of the calves and lasted for 120 days. For the first 75 days after birth, the calves were fed 5 liters of whole raw milk per head per day. The calves were weaned at 75 days of age. The calf was fed milk and calf starter feed for the first 75 days. After weaning (75-120 days), the calves were fed calf grower feed and dry pasture grass. During the trial period (4-120 days), the calves were given 0.1 g of *Spirulina platensis* per day calf per kg live weight. The live weight, body measurements, feed intake, fecal consistency scoring, and blood sampling procedures were performed on the calves, and hematological, immunoglobulin, oxidative stress, and gene expression analyses were conducted.

Findings: Giving calves 0.1 g/kg of *Spirulina platensis* based on calf live weight (LW) resulted in significant increases ($p<0.05$) in live weight gain and certain body measurements during certain periods. During the experimental period, *Spirulina platensis* improved feed utilization rate in calves, but this improvement was found to be statistically insignificant. Calves fed *Spirulina platensis* showed a significant reduction in diarrhea, with a highly significant improvement ($p<0.01$) in fecal consistency scores throughout the experimental period. *Spirulina platensis* had a positive effect on increasing serum immunoglobulin levels in calves, but the amounts were found to be insignificant. In addition, *Spirulina platensis* had a significant positive effect ($p<0.05$) on certain hematological parameters and interleukin gene expression levels. Calf consuming *Spirulina platensis* at 60 days of age showed a significant increase ($p<0.05$) in serum eosinophil levels. Feeding calves at 60 and 90 days of age with *Spirulina platensis* significantly ($p<0.05$) positively influenced inflammatory trigger cytokines (IL-1 β and IL-6).

Results: The results of the research showed that *Spirulina platensis* can be effectively used to strengthen immunity and increase the body's resistance to diseases in Holstein Fresian calves. It has been concluded that *Spirulina platensis*, with its superior nutritional properties, can be used as a natural alternative to antibiotics in preventing calf losses. In order to better determine the effects of *Spirulina platensis*, new studies analyzing different levels are needed.

Keywords: *Spirulina platensis*, calf, immunity, growth performance, oxidative stress, gene expression

January 2026, 107 pages

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	II
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	9
MATERYAL VE METOT	14
Materyal	14
Hayvan materyali	14
Yem materyali.....	14
Kolostrum ve süt	14
<i>Spirulina platensis</i>	14
Kesif ve kaba yem	16
Barınak koşulları	16
Denemede Kullanılan Alet ve Ekipmanlar	18
Canlı ağırlık ve vücut ölçüleri tespitinde kullanılan alet ve ekipmanlar.....	18
Kan alımında kullanılan alet ve ekipmanlar.....	18
Analizlerde kullanılan alet ve ekipmanlar.....	19
Metot	20
Buzağların gruplandırılması.....	20
Yem tüketiminin belirlenmesi.....	21
Yemlerin besin madde içeriklerinin belirlenmesi	21
Buzağların canlı ağırlıklarının belirlenmesi.....	22
Buzağların vücut ölçülerinin belirlenmesi	22
Buzağların dışkı kıvam skorlarının belirlenmesi	24
Yemden yararlanmanın belirlenmesi	24

Kan örneklerinin alınması	25
Serum örneklerinin hazırlanması	25
Hematolojik Analizler	26
Serum İmmünoglobulin Analizleri	26
Oksidatif Stres Analizleri	30
Toplam antioksidan durumu (TAS) analizi.....	30
Toplam oksidan durumu (TOS) analizi.....	30
Gen Ekspresyon Analizleri	31
RNA izolasyonu ve cDNA sentezi.....	31
Real-Time PCR	31
İstatistiksel Analizler.....	32
ARAŞTIRMA BULGULAR VE TARTIŞMA	34
Buzağıkların Farklı Dönemlerdeki Canlı Ağırlıkları	34
Buzağıkların doğum ağırlıkları	35
Buzağıkların 30 günlük yaştaki canlı ağırlıkları	36
Buzağıkların 60 günlük yaştaki canlı ağırlıkları	37
Buzağıkların süten kesim dönemi canlı ağırlıkları	37
Buzağıkların 90 günlük yaştaki canlı ağırlıkları	39
Buzağıkların 120 günlük yaştaki canlı ağırlıkları	39
Buzağıkların canlı ağırlık artışları.....	40
Buzağıkların günlük canlı ağırlık artışları	41
Buzağıkların Farklı Dönemlerdeki Vücut Ölçüleri.....	42
Buzağıkların cidago yüksekliği ölçüsündeki değişim.....	44
Buzağıkların cidago yüksekliği ölçüsündeki artışlar	44
Buzağıkların göğüs derinliği ölçüsündeki değişim	45
Buzağıkların göğüs derinliği ölçüsündeki artışlar	46
Buzağıkların göğüs çevresi ölçüsündeki değişim	47
Buzağıkların göğüs çevresi ölçüsündeki artışlar.....	48
Buzağıkların ön incik çevresi ölçüsündeki değişim.....	49
Buzağıkların ön incik çevresi ölçüsündeki artışlar	49
Buzağıkların vücut uzunluğu ölçüsündeki değişim	51
Buzağıkların vücut uzunluğu ölçüsündeki artışlar	51
Buzağıkların Yemden Yararlanma Oranları	52
Buzağıklarda Görülen İshal Vakaları.....	54
Buzağıkların Dışkı Kıvam Skorları.....	54

İmmünoglobulin Değerleri.....	55
İmmünoglobulin-G (IgG) değerleri	56
İmmünoglobulin M (Ig-M) değerleri	58
Hemogram Değerleri.....	59
Buzağların doğum dönemindeki hemogram değerleri.....	60
Buzağların 30 günlük yaştaki hemogram değerleri	61
Buzağların 90 günlük yaştaki hemogram değerleri	63
Buzağların 120 günlük yaştaki hemogram değerleri	63
<i>Spirulina platensis</i> 'in Bazı Genlerin Ekspresyonları Üzerine Etkisi.....	65
<i>Spirulina platensis</i> 'in insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1) geni üzerine etkisi	66
<i>Spirulina platensis</i> 'in interlökin-1Beta (IL-1 β) geni üzerine etkisi.....	67
<i>Spirulina platensis</i> 'in interlökin-6 (IL-6) geni üzerine etkisi	68
<i>Spirulina platensis</i> 'in interlökin-18 (IL-18) geni üzerine etkisi	70
<i>Spirulina platensis</i> 'in nükleer faktör kappa-B (NF- κ B) geni üzerine etkisi.....	70
Buzağı Yaşına Göre Gen Ekspresyon Seviyelerinin Değerlendirilmesi.....	71
Buzağların 30 günlük yaştaki gen ekspresyon seviyeleri	71
Buzağların 60 günlük yaştaki gen ekspresyon seviyeleri	72
Buzağların 90 günlük yaştaki gen ekspresyon seviyeleri	72
Buzağların 120 günlük yaştaki gen ekspresyon seviyeleri	73
<i>Spirulina platensis</i> 'in Buzağlarda Oksidatif Stres Durumu Üzerine Etkisi.....	73
SONUÇ VE ÖNERİLER	75
KAYNAKÇA	79
EKLER	79
EK-1. Etik Kurul Onayı	8679
EK-2. Hayvan Kullanım İzni	88
EK-1. Tez Başlığı Değişimi Onayı	79
ÖZGEÇMİŞ.....	9090

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Spirulina platensis</i> 'in taksonomik sınıflandırmadaki yeri.....	6
Tablo 2. Araştırmada Buzağılara Verilen <i>Spirulina platensis</i> 'in Biyokimyasal İçeriği	15
Tablo 3. Araştırmada Buzağılara Verilen Yemlerin Besin Madde İçerikleri	22
Tablo 4. Buzağuların Dışkı Kıvam Skorlarının Belirlenmesi	24
Tablo 5. Primer Sekansları ve Erişim Kodları	32
Tablo 6. <i>Spirulina platensis</i> ve Cinsiyetin Buzağuların Canlı Ağırlık Üzerine Etkisi	34
Tablo 7. Buzağuların Farklı Dönemlerdeki Ortalama Canlı Ağırlık Artışları.....	40
Tablo 8. Buzağuların Ortalama Günlük Canlı Ağırlık Artışları	41
Tablo 9. <i>Spirulina platensis</i> ve Cinsiyetin Buzağuların Vücut Ölçüleri Üzerine Etkisi	43
Tablo 10. Buzağuların Cidago Yüksekliğindeki Artışlar	45
Tablo 11. Buzağuların Göğüs Derinliğindeki Artışlar.....	46
Tablo 12. Buzağuların Göğüs Çevresindeki Artışlar	48
Tablo 13. Buzağuların Ön İncik Çevresindeki Artışlar	50
Tablo 14. Buzağuların Vücut Uzunluğundaki Artışlar	52
Tablo 15. Buzağuların Yemden Yararlanma Oranları.....	53
Tablo 16. Deneme Süresince Buzağılarda İshal Görülme Oranları.....	54
Tablo 17. Deneme Süresince Buzağuların Dışkı Kıvam Skorları	55
Tablo 18. <i>Spirulina platensis</i> ve Cinsiyetin Serum İmmünoglobulin Üzerine Etkisi.....	56
Tablo 19. <i>Spirulina platensis</i> ve Cinsiyetin Kan Hematolojik Parametreler Üzerine Etkisi...	60
Tablo 20. Buzağuların Doğuma Ait Kan Hematolojik Parametre Değerleri.....	61
Tablo 21. Buzağuların 30 Günlük Yaştaki Kan Hematolojik Parametre Değerleri	62
Tablo 22. Buzağuların 60 Günlük Yaştaki Kan Hematolojik Parametre Değerleri	62
Tablo 23. Buzağuların 90. Günlük Yaştaki Kan Hematolojik Parametre Değerleri	63
Tablo 24. Buzağuların 120 Günlük Yaştaki Kan Hematolojik Parametre Değerleri	64
Tablo 25. <i>Spirulina platensis</i> ve Cinsiyetin Gen Ekspresyonu Üzerine Etkisi	65
Tablo 26. Buzağuların 30 Günlük Yaştaki Gen Ekspresyon Seviyeleri.....	71
Tablo 27. Buzağuların 60 Gün Yaştaki Gen Ekspresyon Seviyeleri.....	72
Tablo 28. Buzağuların 90 Gün Yaştaki Gen Ekspresyon Seviyeleri.....	72
Tablo 29. Buzağuların 120 gün yaştaki gen ekspresyon seviyeleri.....	73
Tablo 30. <i>Spirulina platensis</i> ve Cinsiyetin Oksidatif Stres Durumu Üzerine Etkisi.....	74

ŞEKİLER DİZİNİ

Şekil 1. Dünya büyükbaş ve küçükbaş hayvan oranları	2
Şekil 2. Türkiye’deki büyükbaş ve küçükbaş hayvan oranları.....	2
Şekil 3. Buzağı ölümlerinde en sık karşılaşılan sebepler	3
Şekil 4. Buzağılarda aktif ve pasif bağışıklığın değişimi	5
Şekil 5. <i>Spirulina platensis</i> ’in mikroskopik görüntüsü	6
Şekil 6. Buzağılara verilen <i>Spirulina platensis</i> ’in görünümü	15
Şekil 7. <i>Spirulina platensis</i> dozajının ayarlanması ve buzağılara verilmesi	16
Şekil 8. Buzağı ünitesinin genel görünümü	17
Şekil 9. Bireysel buzağı bölmesinin görünümü	17
Şekil 10. Buzağıkların sütten kesim sonrası grup bölmesinin görünümü	17
Şekil 11. Buzağıkların tartılmasında kullanılan hayvan baskülü	18
Şekil 12. Çalışmada kullanılan EDTA’lı ve jelli kan tüpleri	19
Şekil 13. Araştırmaya ait deneme şeması.....	21
Şekil 14. Buzağıkların yem tüketim takibinin yapılması	21
Şekil 15. Buzağıkların vücut ölçülerinin alındığı bölgeler.....	23
Şekil 16. Ölçü bastonu kullanılarak buzağıkların vücut ölçülerinin yapılması.....	23
Şekil 17. Mezura kullanılarak buzağıkların vücut ölçülerinin yapılması.....	24
Şekil 18. Buzağıkların dışkı görünümünün puanlanması	24
Şekil 19. Buzağılardan kan alma işlemi	25
Şekil 20. Kan serumu eldesi için kullanılan santrifüj cihazı	26
Şekil 21. Hematolojik analizler için kullanılan hemogram cihazı	26
Şekil 22. İmmünoglobulin analizleri için kullanılan plaka	27
Şekil 23. İmmünoglobulin analizleri için kullanılan plaka yıkama cihazı	28
Şekil 24. İmmünoglobulin analizleri için kullanılan inkübasyon makinesi	28
Şekil 25. İmmünoglobulin analizinde plakadaki serum örneklerinin renk değiştirme aşaması	29
Şekil 26. İmmünoglobulin analizleri için kullanılan ELISA absorbands okuyucu cihaz	29
Şekil 27. Kontrol ve <i>Spirulina platensis</i> grubu buzağıkların canlı ağırlıklarındaki değişim	34
Şekil 28. Kontrol ve <i>Spirulina platensis</i> grubu buzağıkların cıdago yüksekliğindeki değişim	44
Şekil 29. Kontrol ve <i>Spirulina platensis</i> grubu buzağıkların göğüs derinliğindeki değişim	46
Şekil 30. Kontrol ve <i>Spirulina platensis</i> grubu buzağıkların göğüs çevresindeki değişim.....	47

Şekil 31. Kontrol ve <i>Spirulina platensis</i> grubu buzağların ön incik çevresindeki değişim	49
Şekil 32. Kontrol ve <i>Spirulina platensis</i> grubu buzağların vücut uzunluğundaki değişim.....	51
Şekil 33. Kontrol ve <i>Spirulina platensis</i> grubu buzağların serum immünoglobulin-G (IgG) değerleri	57
Şekil 34. Kontrol ve <i>Spirulina platensis</i> grubu buzağların serum immünoglobulin-M (IgM) değerleri	59
Şekil 35. <i>Spirulina platensis</i> uygulamasının insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1) gen ekspresyonu üzerine etkisi	67
Şekil 36. <i>Spirulina platensis</i> uygulamasının interlökin-1Beta (IL-1 β) gen ekspresyonu üzerine etkisi	68
Şekil 37. <i>Spirulina platensis</i> uygulamasının interlökin-6 (IL-6) gen ekspresyonu üzerine etkisi	69
Şekil 38. <i>Spirulina platensis</i> uygulamasının interlökin-18 (IL-18) gen ekspresyonu üzerine etkisi	70
Şekil 39. <i>Spirulina platensis</i> uygulamasının nükleer faktör kappa-B (NF- κ B) gen ekspresyonu üzerine etkisi	71

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADF	: Acid detergent fibre
CA	: Canlı ağırlık
Ca	: Kalsiyum
dk	: Dakika
dl	: Desilitre
DNA	: Deoksiribonükleik asit
EDTA	: Etilendiamin tetraasetik asit
ELISA	: Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (Enzime Bağlı İmmünosorbent Analiz)
EO	: Eozinofil
F	: Forward Primer
FAO	: Food and Agriculture Organisation (Gıda ve Tarım Örgütü)
Fe	: Demir
g	: Gram
GH	: Growth Hormone (Büyüme Hormonu)
GLA	: Gammalinolenik asit
HCT	: Hematokrit
HGB	: Hemogloblin
H₂O₂	: Hidrojen peroksit
Ig	: İmmüoglobulin
IGF	: Insuline-like Growth Factor (İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü)
IL	: İnterlökin
K	: Potasyum
Kcal	: Kilokalori
Kg	: Kilogram
KM	: Kuru madde
L	: Litre
LY	: Lymphocyte (Lenfosit)
m	: Metre
ME	: Metabolik Enerji

Mj	: Megajoule
Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mmol	: Milimol
MO	: Monosit
mRNA	: Messenger RNA (Mesajcı RNA)
NE	: Neutrophil (Nötrofil)
NDF	: Neutral detergent fibre
NF-κB	: Nükleer Faktör kappa-B
nm	: Nanometre
nmol	: Nanomol
ÖD	: Önem Durumu
ÖS	: İstatistiksel olarak önemsiz
p	: Önem derecesi
PCR	: Polymerase Chain Reaction (Polimeraz Zincir Reaksiyonu)
PUFA	: Polyunsaturated Fatty Acids (Çoklu Doymamış Yağ Asitleri)
R	: Reverse Primer
RBC	: Red Blood Cell (Kırmızı Kan Hücresi)
RNA	: Ribonükleik asit
RNS	: Reactive Nitrogen Species (Reaktif Nitrojen Türleri)
ROS	: Reactive Oxygen Species (Reaktif Oksijen Türleri)
rpm	: Revolutions Per Minute (Dakikadaki devir sayısı)
S	: <i>Spirulina platensis</i> grubu buzağılar
SK	: Sütten Kesim
<i>S. platensis</i>	: <i>Spirulina platensis</i>
step	: Aşama sayısı
S_x	: Standart Hata
TAS	: Total Antioxidant Status (Toplam Antioksidan Durumu)
TE	: Trolox Equivalent (Troloks Eşdeğeri)
TL	: Türk Lirası
TOS	: Total Oxidant Status (Toplam Oksidan Durumu)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
WBC	: White Blood Cell (Beyaz Kan Hücresi)
WHO	: World Health Organisation (Dünya Sağlık Örgütü)

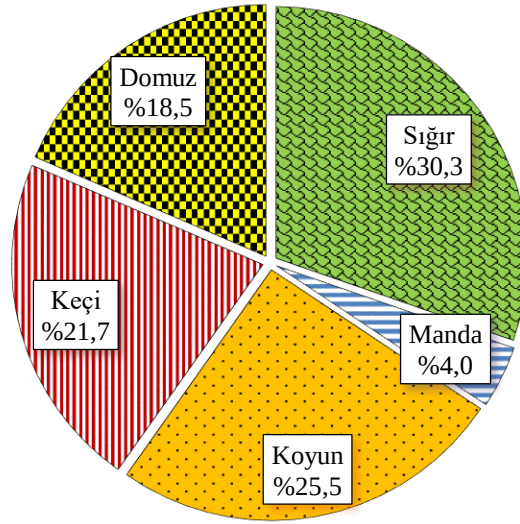
$\bar{X}$	: Ortalama
β	: Beta
$^{\circ}\text{C}$	: Santigrad derece
%	: Yüzde
μg	: Mikrogram
μl	: Mikrolitre
μmol	: Mikromol

GİRİŞ

Dünya nüfusunda hızlı artışlar olmakta, 2022 yılı sonu itibariyle 8 milyara ulaşmış olan nüfusun, gelecek 30 yıl içerisinde yaklaşık 2 milyar kişi daha artması beklenilmektedir. Dünya nüfusunun 2050 ve 2080 yıllarında sırasıyla; 9,7 ve 10,3 milyar kişiye ulaşması tahmin edilmektedir (Anonim, 2025a). Aynı şekilde Türkiye nüfusu da 1950 yılında 21 milyon iken, 2025 yılı ortasında 86 milyona ulaşmıştır ve 2060 yılında 93 milyon kişi olması tahmin edilmektedir (Anonim, 2025b). Hızla artan dünya nüfusunun sağlıklı ve dengeli beslenmesi için, et, süt ve yumurta gibi biyolojik değeri yüksek hayvansal kaynaklı proteinlere her zaman ihtiyaç bulunmaktadır.

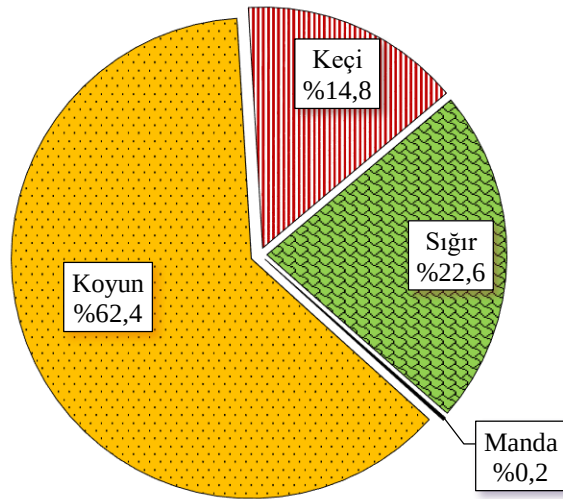
Hayvansal kaynaklı proteinler, insan vücudunda sentezlenmeyen ve dışarıdan gıdalarla mutlaka alınması gereken esansiyel aminoasitleri bol miktarda içermesi bakımından oldukça değerli gıda ürünleridir. Hayvansal kökenli gıdalar, içermiş oldukları protein miktar ve kalite itibariyle, artan nüfusun yeterli ve dengeli beslenmesi ve gelecek kuşakların bedensel ve zihinsel açıdan sağlıklı olarak yetişmesinde ayrı bir öneme sahiptir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), sağlıklı bir insanın vücut ağırlığının her 1 kilogramı için günde 1 gram protein tüketmesi ve bunun da en az %42'sinin hayvansal kökenli olması gerektiğini önermektedir (Ergün ve Bayram, 2021).

Hayvansal kökenli protein kaynakları; sığır, koyun, keçi, domuz ve kanatlı hayvanlardan elde edilen et, süt ve yumurta gibi hayvansal ürünlerdir. Dünyada hayvansal ürün üretiminde sığircılık, en ön planda olan hayvancılık koludur. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) güncel verilerine göre, dünya sığır varlığı 1,57 milyar başı geçmiş ve dünyada en çok yetiştiriciliği yapılan (%30,3) çiftlik hayvanı konumundadır (Şekil 1). Büyükbaş hayvanların %88,3'ünü sığırlar, %11,7'sini ise mandalar oluşturmaktadır. Dünya üzerinde 1,57 milyar baş sığır, 1,32 milyar baş koyun, 1,13 milyar baş keçi, 964 milyon baş domuz ve 209 milyon baş manda mevcuttur (Anonim, 2023).



Şekil 1. Dünya büyükbaş ve küçükbaş hayvan oranları

Ülkemizde büyükbaş hayvan varlığının tamamına yakını sığırlar oluşturmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) güncel verilerine göre, ülkemizde 2025 yılı 1. dönem itibariyle, 17 milyon baş sığır ve 158 bin baş manda olmak üzere toplam 17,1 milyon baş büyükbaş hayvan bulunmaktadır. 47 milyon baş koyun ve 11,1 milyon baş keçi olmak üzere toplam 58,2 milyon baş küçükbaş hayvan bulunmaktadır. Ülkemizdeki sığır varlığı, küçükbaştan sonra, %23'lük pay ile ikinci sırada yer almaktadır (Şekil 2; Anonim, 2025c). Ülkemiz sığır varlığı bakımından, Avrupa Birliği (AB) ülkeleri arasında Fransa'dan sonra ikinci sırada ve dünyada da 193 ülke arasında 23. sırada yer almaktadır (Anonim, 2023).



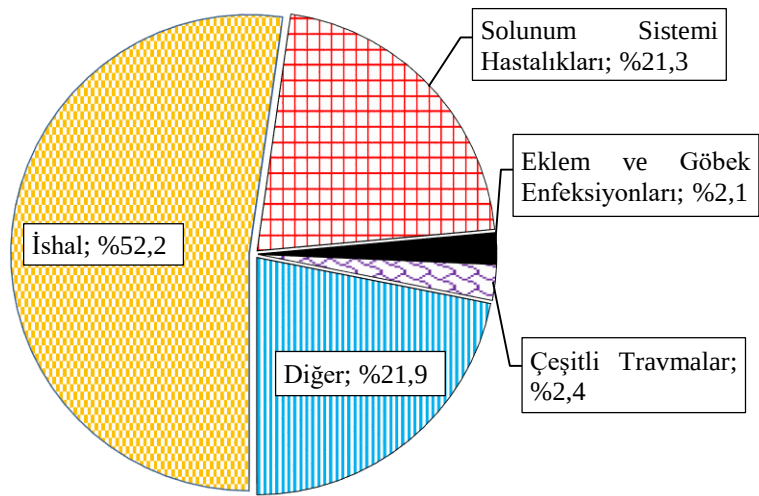
Şekil 2. Türkiye'deki büyükbaş ve küçükbaş hayvan oranları

Sığırcılık işletmelerinin, hızla artan dünya nüfusunu besleyebilmesi ve hayvansal protein arzını gelecek kuşaklara sürdürebilmesi için, sağlıklı buzağı yetiştiriciliği hayati önem taşımaktadır. Süt sığırcılığı işletmelerinde her inekten yılda bir buzağı alınması kârlılık

açısından oldukça önemlidir (Karaca, 2020). Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM), 2025 yılına ait Siyah Alaca ırkı 7 günlük yaştaki buzağının satış fiyatını 33.000 TL/baş olarak bildirmiştir (Anonim, 2025d). Buzağı fiyatları, hastalık kaynaklı ilaç masrafları ve veteriner hekimlik giderleri ile birlikte düşünüldüğünde, bir buzağı kaybının işletmeye zararının oldukça yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır. Türkiye’de buzağı ölümlerine bağlı yıllık ekonomik kaybın yaklaşık 525 milyon Euro olduğu bildirilmiştir (Şahal vd. 2018).

Buzağı kayıpları, sadece buzağı ölümleri olarak görülmemelidir. Başarılı buzağı yetiştirmenin amacı, ömrü boyunca optimum performans gösterebilen sağlıklı damızlıklar üretmektir (Göncü, 2020). Buzağılık döneminde yaşanan hastalıklar, buzağının ölümü ile sonuçlanmasa bile, yaşamın ileriki dönemlerinde büyüme-gelişme performansının geride kalması, tohumlanma yaşının gecikmesi ve laktasyon döneminde ineğin süt üretim potansiyelinin kullanılamamasına neden olmaktadır. Bu açıdan düşünüldüğünde, buzağı bakımının işletme ekonomisi ve sürdürülebilirliği üzerine çok önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Doğum ile 28. günü kapsayan dönem, neonatal olarak adlandırılır ve buzağı kayıplarının en yüksek seviyede olduğu riskli bir dönemdir. Buzağı kayıplarının %84’ünün, buzağının neonatal dönemi içerisinde ve özellikle üç haftalık yaşta ortaya çıktığı bildirilmiştir (Karslı ve Evci, 2018). İshal, solunum sistemi hastalıkları, sepsisemi, güç veya prematüre doğum ve hipotermi bu dönemde en fazla buzağı ölümüne neden olan problemlerin başında yer almaktadır (Yüceer, 2008; Göncü, 2020; Özdemir, 2023). Sığırcılık işletmelerinde, buzağı ölümlerinde en sık karşılaşılan nedenler, Şekil 3’te gösterilmiştir (Göncü, 2020).



Şekil 3. Buzağı ölümlerinde en sık karşılaşılan sebepler

Bazı ülkelerde, buzağı ölüm oranları; İzlanda %1,5, ABD %2,1, Norveç %2,1, Finlandiya %2,5, İsveç %4, Fransa %5,7, İngiltere %6 ve Danimarka %8,5 olarak bildirmiştir

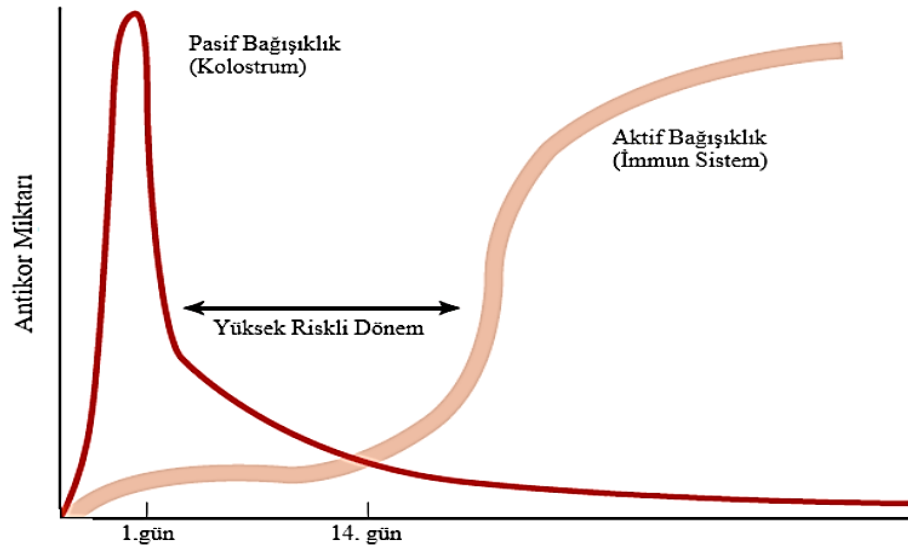
(Yüceer, 2008; Günlü, 2020). Buzağı ölüm oranları, Avrupa ülkelerinde %10-15 arasında değiştiği, dünya ortalamasının %10 olduğu ve Türkiye’de ise %15’ten daha fazla olduğu tahmin edilmiştir (Şahal vd. 2018; Bayram ve Akbulut, 2022). Yapılan araştırmalar sonucunda, buzağı ölüm oranı %20 olan bir işletmede, kârlılıkta yaklaşık %38 düzeyinde azaldığı bildirilmiştir (Karslı ve Evcı, 2018). Bu sonuçlar, sığırcılık işletmesinin ekonomisi ve sürdürülebilirliği açısından, sağlıklı buzağı yetiştirmenin önemini göstermektedir.

Buzağının bağışıklık sistemi, insanlardan farklı olarak ana rahminde (uterus) gelişmez. Sığırlarda ana karnında bulunan 7 ayrı zar (insanlarda 3 adet) nedeniyle (epitelyokordial plesenta), gelişmekte olan fetüse kan yoluyla immünoglobulin (antikor) geçişi mümkün olmamaktadır (Tüzemen ve Yanar, 2013). Başka bir ifade ile buzağılar, patojenlerden korunmak için hiçbir antikor olmadan dünyaya gelmektedir. Vücudun kendi bağışıklığını geliştirmesi zamanla kademeli olarak gerçekleşmektedir (Hue *et al.* 2021).

Doğumdan sonra buzağılar, içinde yaşadığı ortamdaki hastalık yapan etmenlere karşı aktif savunma sistemi (bağışıklık) tam olarak gelişmediğinden dolayı, bu hastalık yapıcı etmenlere yeterli düzeyde tepki verememektedir. Buzağılara tam koruma sağlayacak düzeyde aktif bağışıklığın gelişmesi ve hastalık etmenlerine karşı korunma, doğumdan hemen sonra annesinin memesinden salgılanan iyi kalitede kolostrumla (ağız sütü) sağlanmaktadır. Yenidoğan buzağı yaşamının ilk saatlerinde, kolostrum tüketerek ilk bağışıklık maddelerini almaktadır. Kolostrum, yeni doğmuş buzağının ilk ve en değerli besin maddesidir. Kolostrum, normal süttten renk, kıvam ve içerik bakımından oldukça farklıdır. Kolostrum, normal süte göre %10 daha fazla kuru madde içermektedir. Kolostrumun en büyük özelliği, normal süttten daha fazla protein (laktalbümin, laktoz, globulinler ve immünoglobulinler), yağ, mineraller (demir, magnezyum ve sodyum) ve vitaminler (A, E, D, B) içermesinden kaynaklanmaktadır. Kolostrum, normal süte göre suda ve yağda çözünen vitaminler bakımından 3-5 kat daha yüksek içeriğe sahiptir. Demir içeriği normal süttten 10-17 kat daha yüksektir. Kolostrum içeriğinin çok büyük kısmı immünoglobülinlerden oluşmasının sonucu olarak, yenidoğan buzağının hastalık patojenlerinden korunmasına yardımcı olan maternal antikorları içerir. Süt sığırcılığında, buzağı doğduktan 48 saat sonra kan immünoglobulin-G (IgG) düzeyinin 10 mg/ml’den daha düşük olması "pasif bağışıklık yetersizliği" olarak tanımlanmaktadır (Göncü vd. 2014; Koyuncu ve Karaca, 2018; Sert ve Açık, 2020). Serum IgG düzeyi 15 mg/ml’den yüksek olan buzağılarda, solunum yolu hastalıklarının görülmediği ve aynı zamanda buzağının hastalık ve ölüm oranları, güncel olarak kabul edilen sınır değer olan 10 mg/ml IgG ile karşılaştırıldığında daha düşük olduğu bildirilmiştir (Lopez and Heinrichs, 2022). Düşük kan immünoglobulin

düzeyi ile buzağı kayıpları ve yaşam boyu verimleri arasında çok yakın bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Göncü vd. 2014).

Buzağının kolostrum tüketerek kazandığı bağışıklık (pasif bağışıklık), buzağıları doğumdan sonra sadece ilk birkaç haftasında koruyabilir. Buzağılarda yaş ilerledikçe, kolostrum ile kazanılan pasif bağışıklık zamanla kaybolur ve doğumdan 4-6 hafta sonra etkisini önemli ölçüde yitirir. Ancak bu süre içerisinde (neonatal dönem), buzağının çevredeki patojenlere karşı geliştirecekleri kendilerine özgü aktif bağışıklığı henüz tam anlamıyla kurulmamıştır. Bu sebeplerden dolayı, Şekil 4'te görüldüğü gibi, neonatal dönem sürecinde buzağı kayıpları oldukça yüksek düzeyde gerçekleşmektedir (Karşı ve Evcı, 2018; Koyuncu ve Karaca, 2018).



Şekil 4. Buzağılarda aktif ve pasif bağışıklığın değişimi (Koyuncu ve Karaca, 2018)

Günümüzde, buzağı kayıplarının önlenmesi ve buzağılarda büyüme ve gelişme performansını artırılması amacıyla çeşitli yem katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu yem katkı maddelerinin bir bölümü doğal olmasına rağmen, büyük bir kısmı sentetik kimyasallardan oluşmaktadır. Bu sentetik maddeler, hayvanların dokularında kalıntı oluşturarak hayvan sağlığını tehlikeye atmakla birlikte hayvansal ürünleri tüketen insanlarda da ciddi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Geçmiş yıllarda, buzağılarda ishali önleme, ölüm oranını azaltma, büyüme ve gelişmeyi hızlandırma amacıyla antibiyotikler yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Fakat sık antibiyotik kullanımının, hastalık yapıcı mikroorganizmaların direncini artırdığı ve hayvansal ürünlerde kalıntı oluşturduğuna yönelik bilimsel raporların ortaya çıkması sonucu, antibiyotikler yerine doğal ürünlere yönelim olmuştur (Ünlü ve Erkek, 2013). Antibiyotik direnci, Dünya Sağlık Örgütü tarafından insan sağlığı için üç büyük tehditten biri olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2014). Antibiyotiklerin bazı mikroorganizmalarda dirence sebep olması ve hayvansal gıdalarda kalıntı oluşturması nedeniyle, Avrupa ülkeleri başta olmak

üzere birçok ülkede, antibiyotiğin hayvanlarda kullanımı kısıtlanmıştır. 2002 yılında alınan kararla Avrupa Birliği ülkelerinde, yemlerde büyüme faktörü olarak antibiyotik kullanımını 1 Ocak 2006 tarihinden itibaren yasaklamıştır (Anonim, 2005a). Ülkemizde de 2005 yılında yayınlanan tebliğ ile, hayvan beslemede büyüme faktörü olarak antibiyotik kullanımı yasaklanmıştır (Anonim, 2005b). Hayvansal üretim yapan üreticiler antibiyotiklerin yerine kullanılabilecek doğal ve güvenilir yeni yem katkı maddeleri talep etmeye başlamışlardır. Son yıllarda tüketiciler de gıda üretiminde kullanılan kaynakların, doğallığını ve güvenilirliğini sorgulamaya başlamış ve güvenilir gıda arayışına girmişlerdir.

Spirulina platensis, mavi-yeşil algler (Siyanobakteri) grubunda yer alan, prokaryotik hücre yapısına sahip çubuk şeklinde bir mikroalgdır (Şekil 5). Bu türün güncel adı ise *Arthrospira platensis* olarak literatürde belirtilmiştir (Guiry and Guiry, 2010). Ticari olarak üretilen türler *Spirulina platensis* (*Arthrospira platensis*) ve *Spirulina maxima* (*Arthrospira maxima*)'dır (Ciferri, 1983). *Spirulina platensis*, insan gıdası ve hayvan yemi olarak en fazla tüketimi yapılan mikroalg türüdür (Fox, 1996). *Spirulina platensis*'in taksonomik sınıflandırmadaki yeri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. *Spirulina platensis*'in taksonomik sınıflandırmadaki yeri (Guiry and Guiry, 2010)

Alem	Monera
Altalem	Prokaryota
Şube	Cyanophyta
Sınıf	Cyanophyceae
Takım	Oscillatoriales
Aile	Oscillatoriaceae
Cins	<i>Spirulina</i> (<i>Arthrospira</i>)
Tür	<i>Spirulina platensis</i>



Şekil 5. *Spirulina platensis*'in mikroskopik görüntüsü (Guiry and Guiry, 2010)

Spirulina platensis yaklaşık %70 ham protein içermekle birlikte (Saranraj and Sivasakthi, 2014), bileşiminde özellikle A, B₂, B₃ ve B₁₂ gibi vitaminler ile demir (Fe),

magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca) ve potasyum (K) gibi mineralleri yoğun olarak bulundurmaktadır. Protein oranındaki bu yüksek değer başta olmak üzere uzun yıllar boyunca hayvan besleme çalışmalarında kullanılmaktadır (Belay *et al.* 1993). "Süper gıda" olarak değerlendirilen *S. platensis*, tüm esansiyel amino asitleri, esansiyel yağ asitleri, karbonhidratlar, vitaminler, mineraller, karotenler, fikosiyanin ve klorofil A gibi bileşenleri içermektedir (Vonshak and Tomaselli, 2000). *S. platensis*, makro ve mikro mineraller açısından oldukça zengin bir besin kaynağıdır. İnsan ve hayvanlarda vitamin-mineral ihtiyacı, düşük miktarlarda *Spirulina platensis* tüketimi ile karşılanabileceği bildirilmiştir (Folarin and Sharma, 2017).

Protein, esansiyel yağ asitleri ve aminoasitler, karotenoit, vitamin ve mineral içeriğinin yüksek oluşunun yanı sıra *Spirulina platensis*, tecrübe edilmiş ve asırlardır doğal bağışıklığı güçlendirici olarak kullanılmaktadır. *Spirulina platensis*, karaciğer, böbrek ve sinir sistemini koruyucu etkisi ile birlikte yanında immünmodulator, antioksidan, antienflamatuar, antibakteriyel, antiviral, antitümör, hipoglisemik ve hipolipidemik fonksiyonları ile çok yönlü ve tamamen doğal bir ürün olduğu bildirmiştir (Belay, 1997; Khan *et al.* 2005; Sotiroudis and Sotiroudis, 2013). *Spirulina platensis*'in kuru maddesinin yaklaşık %20'sini oluşturan fikosiyanin gibi aktif fitokimyasallar da yüksek oranda bulunmaktadır. Ayrıca yüksek oranda çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) ve gamalinolenik asit (GLA) içerdiği bildirilmiştir (El-Baz *et al.* 2013).

Spirulina platensis, hem insan hem de hayvan tüketimi amacıyla kullanılan güvenli, doğal ve fonksiyonel gıda/yem katkı maddesidir. *S. platensis*'in, bağışıklık sistemini güçlendirdiği çeşitli hayvan türleri üzerinde yapılan çalışmalar ile kanıtlanmıştır. *S. platensis*'in, bağışıklık sistemini uyarıcı etkisinin yanında vücudun yeni kan hücreleri üretme yeteneğini artırdığı da bildirilmiştir (Capelli and Cysewski, 2010; Güler vd. 2021).

Son yıllarda oksidatif stres parametreleri, verim, sağlık ve refah durumunu gösteren önemli bir belirteç olarak kullanılmaktadır. İnsanlarda olduğu gibi hayvanlarda da antioksidan etki gösteren ürünlerin kullanımı yaygınlaşmaktadır. *Spirulina platensis*'in biyokütlesinde bulunan fikobiliprotein, fikosiyanin ve allofosiyanin gibi antioksidan özellikli fitokimyasalların miktarının fazla olması güçlü bir antioksidan aktivitesi gösterdiği bildirilmiştir (Piñero Estrada *et al.* 2001). *Spirulina platensis*'in içeriğinde bulunan saponin, fenolik, flavonoid, triterpenoid ve steroid bileşiklerle, başta insanlarda olmak üzere kanatlı, tavşan ve ratlarda oksidatif stres parametrelerine olumlu etkisinin olduğu bildirilmiştir (Abd El-Baky *et al.* 2009; Kim *et al.* 2010; Abdel-Daim *et al.* 2018; Moustafa *et al.* 2021).

Bu doktora tez çalışması ile vücutta kalıntı oluşturan ve mikroorganizmalarda ilaçlara karşı direnç oluşturma riski olan antibiyotiklerin yerine, tamamen doğal olan *Spirulina*

plantesis kullanımının Siyah Alaca ırkı buzağlarda sütten kesim öncesi ve sonrasında genel sağlık, büyüme performansı, immonoglobulin seviyeleri, dışkı kıvam skoru, yemden yararlanma oranı, oksidatif stres parametreleri, büyüme üzerine etkili IGF-1 geni ile bazı proinflamatuvar sitokinler (IL-1 β , IL-6 ve IL-18) ve bu sitokinlerin ekspresyonlarında düzenleyici rol oynayan NF- κ B yolağının gen ekspresyon seviyeleri üzerine etkisi araştırılmıştır. *S. platensis*'in antioksidan özelliğinin buzağlar üzerindeki etkisi de ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ayrıca bu çalışma ile hayvanların doğal beslemesi konusunda duyarlı olan yetiştiricilere rehber olması ve organik hayvancılıkta da kullanılabilecek antibiyotiklerin alternatifi ve doğal bir ürün olan *S. platensis*'in etkilerinin belirlenmesi açısından son derece önemli veriler elde edilmesi amaçlanmıştır.

KURAMSAL TEMELLER

Spirulina platensis'in buzağılarda uygulamasının büyüme-gelişme performansı, bağışıklık ve ishal üzerine etkisine ait kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu bölümde *Spirulina platensis*'in ruminant hayvanlarda kullanılması ile ilgili yürütülmüş olan araştırmaların sonuçları özetlenmiştir:

Rasyona %1, %2 ve %3 *Spirulina platensis* ilavesinin yenidoğan Siyah Alaca buzağılarda sütten kesim dönemine kadar canlı ağırlık, vücut ölçüleri, yemden yararlanma oranı ve kan profili parametrelerine etkisi araştırılmıştır. 30 ve 75 günlük yaştaki buzağılarda günlük canlı ağırlık artışı, vücut uzunluğu, cidago yüksekliği, göğüs çevresi *Spirulina platensis* ilavesi yapılan buzağılarda önemli seviyede artış olduğu ve kan kolesterol seviyesinde önemli seviyede düşüş olduğu sonucu bildirilmiştir. Çalışma bulguları buzağıkların gelişimi ve bağışıklık sistemi açısından %3 *Spirulina platensis* ilavesinin tavsiye edildiği bildirilmiştir (Chesmberah *et al.* 2023).

Yenidoğan Siyah Alaca ırkı buzağılarda 45 gün boyunca günde 6 g/baş *Spirulina platensis* ilavesinin, kontrol grubuna göre, toplam protein ve globulin, toplam antioksidan kapasitesi seviyelerinde önemli düzeyde artırdığı bildirilmiştir. *Spirulina platensis*'in sütten kesilmiş buzağı mamasına eklenmesi ile hastalık görülme sayısı ve oranında azalış olduğu ve buzağılarda immün sistem, antioksidan potansiyeli ve sağlık durumunu iyileştirdiği bildirilmiştir (Ghattas *et al.* 2019).

Siyah Alaca ırkı buzağılarda yeme farklı dozlarda (10 ve 15 mg/kg buzağı canlı ağırlık) *Spirulina platensis* ilavesinin, buzağıkların büyüme-gelişmesi ve kan parametrelerine etkisi araştırıldığı çalışmada, 15 mg/kg *Spirulina platensis* ilavesinin kontrol grubuna göre %4,83 daha fazla canlı ağırlık kazandırdığı bildirilmiştir. *Spirulina platensis* ilave edilen grupların, sindirilebilir azot ve fosfor kullanım etkinliği ve yemden kalsiyum alımını iyileştirdiği ve kandaki toplam protein, eritrosit, lökosit, glukoz ve hemogloblin seviyelerinin her iki grupta da kontrol grubuna göre daha üstün olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen genel sonuca göre, buzağılarda 2 aylık yaşa kadar, büyüme ve gelişim bakımından *Spirulina platensis* ilavesinin daha ekonomik ve kârlı olduğu bildirilmiştir (Ilona *et al.* 2018).

Yenidoğan Siyah Alaca ırkı buzağılarda 57 gün boyunca günde 2-6-25 g/baş *Spirulina platensis* ilavesinin, kontrol grubuna göre, kan kolesterol, LDL ve HDL seviyelerinde önemli seviyede düşüş gösterdiği bildirilmiştir. Elde edilen sonuçların kolesterol azalması, *Spirulina*

platensis'in lipoprotein metabolizması ve lipoprotein enzim aktivite düzeylerinin artışı üzerine etkisi olduğu bildirilmiştir (Heidarpour *et al.* 2011).

12 aylık yaşta Siyah Alaca sığırlarda 150 gün boyunca standart rasyona 1 g ve 2 g/baş/gün *Spirulina platensis* ilave edildiği çalışmada, *Spirulina platensis*'in her iki miktarının da yem tüketimi, rumen fermantasyon aktivitesi, sindirilebilirlik, büyüme performansı, kan biyokimyasal parametreleri, canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranı üzerinde en iyi sonucu verdiği bildirilmiştir. Aynı zamanda *Spirulina platensis* takviyesinin, ekonomik olarak uygulanabilir olduğu bildirilmiştir (Riad *et al.* 2019).

Tropikal koşullarda yetiştirilen Montbeliard ırkı sağmal ineklerde yürütülen çalışmada, sığırların vücut kondisyon skorlarına göre günlük hayvan başına 15 g ve 30 g *Spirulina platensis* ilavesinin kontrol grubuna göre laktasyona geçiş süreci boyunca, kolostrumda IgG yoğunluğu, kolostrumun antioksidan seviyesi ve sütteki laktoz miktarını artırdığı bildirilmiştir (Garcès *et al.* 2019).

Siyah Alaca ırkı sağmal ineklerde, doğum öncesi 45 gün ile doğum sonrası 120 gün arasında *Spirulina platensis*'in verim ve üreme parametrelerine etkisi araştırılmıştır. İnekler canlı ağırlıklarına göre gruplandırılmış ve günlük hayvan başına 1 ve 2 ml/kg canlı ağırlık *Spirulina* olacak şekilde içme sularına *Spirulina platensis* ilavesi yapılmıştır. Günlük 2 ml *Spirulina* ilavesi yapılan grupta, süt verimi, kolostrum ve süt kompozisyonu, besleme ve ekonomiklik durumuna ait parametrelerin en yüksek seviyede gerçekleştiği bildirilmiştir. *Spirulina* ilavesi yapılan her iki grupta da yem ve su tüketimi ve rumen sindirilebilirlik parametreleri (kuru madde, ham protein, ham selüloz vs.) kontrol grubundan önemli ölçüde yüksek olduğu bildirilmiştir. İneklerde *Spirulina platensis*'in yüksek sindirilebilirliğinin olması, bağırsak mikroflorasından salgılanan hücre dışı enzimlerin düzenleyicisi olmasının yanı sıra *Spirulina platensis*'in yüksek besinsel değere sahip ürün olması ile ilişkilendirilmiştir. Süt verimi, süt kompozisyonu (kuru madde, yağ, protein, laktoz, yağsız kuru madde) ve kolostrum kompozisyonu 2 ml/kg *Spirulina platensis* ilavesi yapılan grupta en yüksek bulunduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda *Spirulina platensis* sütün elektriksel iletkenliği düşürmüş ve bunun sonucu olarak yüksek verimli sağmal ineklerin büyük problemi olan mastitis görülme oranını azaltmasında önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir. *Spirulina* ilavesi yapılan ineklerde, verime ilişkin olumlu katkılarına ek olarak doğum sonrası ilk kızgınlık, servis periyodu, aşımaya açık gün sayısı ve gebelik başına tohumlama sayısı gibi tüm üreme parametrelerini de önemli ölçüde olumlu etkilediği bildirilmiştir. Çalışmanın tüm bulgularından; besin sindirilebilirliği, rumen fermantasyon aktivitesi, kan biyokimyasal ve hematolojik parametreleri, vücut kondisyon skoru, süt verimi, süt ve kolostrum içeriği, yemden

yararlanma oranı ve üreme parametrelerinde 2 ml/kg *Spirulina platensis* ilavesi ile beslenen ineklerde en iyi sonucun alındığı bildirilmiştir (Gaafar *et al.* 2017).

Siyah Alaca melezi sağmal ineklerde laktasyonun ikinci ayında, *Spirulina platensis*'in süt verimi ve süt parametrelerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, günlük hayvan başına 40 g *Spirulina platensis* ilavesinin ortalama süt verimini etkilemediği ancak sütteki doymamış yağ asit miktarını artırdığı ve doymuş yağ asidi miktarını düşürdüğü bildirilmiştir. Bu sonuçlara göre, sağmal ineklerde *Spirulina platensis* takviyesinin, sütün doymamış yağ asidinin zenginleştirilmesinde ve sütün insan sağlığına ilişkin parametrelerinin iyileştirilmesinde önemli fonksiyonel kaynaklardan biri olduğu bildirilmiştir (Christaki *et al.* 2012).

Litvanya Siyah-Beyazı ırkı 2 ve 3. laktasyonda bulunan sağmal ineklerde, *Spirulina platensis*'in süt verimi ve serolojik parametrelerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, laktasyonun başlangıcından 60-120 gün arasında günlük hayvan başına 2 g *Spirulina platensis* ilavesinin süt veriminin kontrol grubuna göre %7,6 (136 kg) artırdığı bildirilmiştir. *S. platensis* ilavesi yapılan ineklerde, ortalama süt yağı %17,6 ile %25 arasında, süt proteini %9,7 ve laktoz miktarı %11,7 oranında önemli seviyede artış göstermiştir. Ayrıca *Spirulina platensis* grubunda kontrol grubuna göre kan hemoglobin miktarı %8,9 ve eritrosit miktarı da %13,1 önemli seviyede artış gösterdiği bildirilmiştir. *S. platensis* ilave edilen ineklerin sütlerinde kontrol grubuna göre somatik hücre sayısının %29,1 azaldığı bildirilmiştir (Simkus *et al.* 2007).

Rasyona *Spirulina platensis* ilavesinin süt verimi ve sütün biyokimyasal içeriğine etkisinin incelendiği çalışmada, 90 gün boyunca standart rasyona 200 g/baş/gün *Spirulina platensis* eklenen ineklerde, süt veriminin kontrol grubuna göre ilk ay %15, ikinci ay %21 ve üçüncü ay %24 oranında artış olduğu bildirilmiştir. *Spirulina platensis*'in süt verimini artırmasına ek olarak süt yağ miktarını da yükselttiği bildirilmiştir. Sütteki laktoz konsantrasyonunda da *Spirulina platensis* grubu ineklerde kontrol grubuna göre artış görüldüğü bildirilmiştir. Çalışma sonuçlarından *Spirulina platensis*'in süt kalitesi iyileştirdiği bildirilmiştir. Sağmal ineklerde rasyona *Spirulina platensis* ilavesinin ekonomik olarak uygulanabilir olduğu ve 1 litre süt maliyeti başına 8,4 litre daha fazla kazanç sağladığı bildirilmiştir (Kulpys *et al.* 2009).

Sağmal ineklerde, *Spirulina platensis*'in farklı seviyelerinin sindirilebilirlik ve rumen ortamına etkisinin araştırıldığı çalışmada, rasyona *Spirulina platensis* ilavesinin rumende kuru maddenin parçalanabilirliği üzerine etkisinin olmadığını fakat yemdeki ADF ve NDF içeriğinin rumende parçalanabilirliğini önemli derecede artırdığı bildirilmiştir. Ayrıca %0,15 *S. platensis* ilavesinin, rasyon ham proteininin rumende parçalanabilirliğini önemli derecede düşürdüğü ve bunun sonucu olarak sağmal ineklerde rumen iç dengesini değiştirmeden, rumende ham selüloz

parçalanabilirliğini ve by-pass protein miktarını önemli derecede artırdığı bildirilmiştir (Zhang *et al.* 2010).

Siyah Suffolk, Merinos, Dorset ve Beyaz Suffolk ırkı kuzularda *Spirulina platensis*'in farklı seviyelerinin (50, 100, 200 ml/baş/gün) canlı ağırlık, vücut yapısı ve büyüme-gelişme özelliklerine etkisi araştırıldığı çalışmada (Holman *et al.* 2014), *Spirulina*'nın artan miktarlarının kuzularda canlı ağırlık artışı, vücut ölçüleri gelişimini artırdığı bildirilmiştir. Kuzuların mera beslemesine ek olarak rasyona ilave edilen 100 ml/baş/gün *Spirulina* takviyesinin, kurak şartlarda gelişim ve günlük canlı ağırlık artışı üzerinde en iyi sonucu verdiği bildirilmiştir. Özellikle kurak şartlarda yetiştirilen kuzularda *Spirulina platensis*'in güçlü bir protein kaynağı olması ile büyüme ve gelişme parametrelerini iyileştirmesi bakımından, yetiştiricilere önerilebilecek en ekonomik alternatif yem katkısı olduğu bildirilmiştir

Besideki kuzularda 35 gün boyunca, rasyona günlük 10 kg canlı ağırlık başına 1 g *Spirulina platensis* ilavesinin büyüme performansı, antioksidan durumu ve kan metabolitlerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, *Spirulina platensis* ilavesinin besi sonu canlı ağırlık, günlük canlı ağırlık artışı ve yem tüketimini kontrol grubuna göre önemli düzeyde artırdığı bildirilmiştir. Aynı zamanda *Spirulina platensis*'in kuzularda yemden yararlanma oranında iyileşme sağladığı bildirilmiştir. Kuzulara *Spirulina platensis* verilmesi kan parametrelerindeki hemoglobin oranı, plazma globülin, vitamin A ve lökosit sayısında kontrol grubuna göre önemli düzeyde artırdığı bildirilmiştir. *Spirulina platensis* grubunda glutatyon, kan kolesterol ve karaciğer enzim aktivitesini düşürdüğü, kan parametrelerindeki bu iyileşme *Spirulina platensis*'in bağışıklık sistemine olumlu etkisini açıkça gösterdiği bildirilmiştir. Çalışma sonucu olarak *Spirulina platensis*'in besideki kuzularda; büyümeyi arttırıcı, stresin zararlı etkilerinden koruyucu antioksidan ve en iyi bağışıklığı düzenleyici bir faktör olduğu bildirilmiştir (EL-Sabagh *et al.* 2014).

Besiye alınan 7-8 aylık koyunlarda hayvan başına günlük 0,1 g/kg CA *Spirulina platensis* ilavesi yapılan çalışmada, günlük canlı ağırlık artışı, deneme sonu canlı ağırlıkta önemli ölçüde artış sağlandığı ve yemden yararlanma oranının önemli ölçüde iyileştiği bildirilmiştir. Aynı zamanda kan kolestrolü, trigliserit ve oksidatif stres parametrelerinde ve önemli ölçüde azalma meydana geldiği bildirilmiştir. *Spirulina platensis* verilen grupta hemoglobin ve beyaz kan hücresi sayısında önemli seviyede artış görüldüğü bildirilmiştir. Çalışmada besiye alınan koyunlarda, *Spirulina platensis* ilavesinin büyüme-gelişme performansı, kan metabolitleri ve oksidatif stres durumunda olumlu etki yaptığı ve koyun sağlığı ve refahının iyileştirilmesinde doğal ve düşük maliyetli alternatif bir yem katkısı olarak önerildiği bildirilmiştir. (Hanafy, 2023).

Halep ırkı keçilerde *Spirulina platensis*'in döl verimi, süt verimi ve kompozisyonu, sindirilebilirlik, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, *Spirulina platensis* grubu rasyonuna %0,2 *Spirulina platensis* ilavesi yapılmıştır. *Spirulina platensis* ilavesi yapılan grupta kontrol grubuna göre, tüm sindirilebilirlik parametreleri (kuru madde, ham protein, ham selüloz vs.) kontrol grubundan daha yüksek bulunmuştur. *Spirulina platensis* ilavesi süt verimi ve süt kompozisyonundaki (kuru madde, yağ, protein, laktoz, yağsız kuru madde) istatistiksel olarak önemli düzeyde artış sağladığı bildirilmiştir. Aynı zamanda çalışmada kullanılan oğlakların doğum ağırlığı, günlük ortalama canlı ağırlık artışı ve toplam canlı ağırlık kazancı gibi büyüme-gelişim parametreleri *Spirulina platensis* ilavesi yapılan grupta daha yüksek olduğu bildirilmiştir. *Spirulina platensis* takviyesi ile keçilerin yem tüketimi arttığı ve yemden yararlanma oranı da kontrol grubuna göre iyileşme gösterdiği bildirilmiştir. Çalışmanın sonuçları *Spirulina platensis*'in, sağmal keçiler üzerinde yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, süt verimi, süt kompozisyonu ve sindirilebilirlik, oğlaklarda da büyüme ve gelişme parametreleri üzerindeki büyük etkisi olduğu bildirilmiştir (Hassanien *et al.* 2015).

Yukarıda özetlenen çalışmalar bir bütün olarak değerlendirildiğinde, farklı tür ruminant hayvanlarda rasyona *Spirulina platensis* ilavesinin, verimi arttırıcı, ürün kalitesini iyileştirici, sağlık, gelişme, refah ve bağışıklık parametrelerini güçlendirici etkisinin olduğu ve pratik olarak kullanılabileceği sonucu ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, *Spirulina platensis* buzağılarda genel sağlık, bağışıklık, büyüme-gelişme, hematolojik parametreler ve gen ekspresyonlarının birlikte değerlendirildiği kapsamlı bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu durum esas alınarak bu çalışmada, rasyona *Spirulina platensis* ilavesinin yenidoğan Siyah Alaca buzağılarda; büyüme, gelişme, yemden yararlanma, bağışıklık ve sağlık parametrelerine etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Hayvan materyali

Araştırmanın hayvan materyalini Atatürk Üniversitesi Gıda ve Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkez Müdürlüğü (GHUAM) Yakutiye Sığırcılık Birimi'nde yenidoğan 28 baş Siyah Alaca (Holstein Fresian) ırkı buzağı oluşturmuştur. Buzağların kullanımı için gerekli izinler ilgili müdürlükten alınmıştır (Tarih: 26.09.2022/Belge No: E-43216829-000-2200292959) (EK-2). Ayrıca ilgili çalışmanın yürütülmesi için, Atatürk Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'ndan gerekli onay alınmıştır (Tarih: 27.09.2022/Karar No: 211) (EK-1). Buzağılardan veri toplama süreci Mayıs 2024 ile Mart 2025 tarihleri arasında yürütülmüştür. Deneme süresi boyunca, kontrol ve muamele gruplarında buzağı ölümü olmamıştır.

Yem materyali

Kolostrum ve süt

Denemeye alınan tüm buzağılar, doğumdan sonraki ilk üç gün annelerinden kolostrum (ağız sütü) almalarına müsaade edilmiştir. Deneme, buzağılar 4 günlük yaşta başlatılmıştır. Dördüncü günden itibaren buzağların sütle beslenmesinde, Atatürk Üniversitesi GHUAM Sığırcılık biriminde sağmal ineklerden sağım ünitesinde sağılması sonucu elde edilen tam yağlı çiğ süt kullanılmıştır. Kolostral dönem sonrası buzağılar, doğumdan 4 gün sonra buzağı ünitesindeki bireysel bölmelere alınarak 70 gün süre ile günde 5 L (sabah ve akşam 2,5 L) sabit miktarda süt ile beslenmiştir. Buzağılar büyüdükçe besin madde ihtiyaçlarını kesif yem tüketerek karşılamalarını teşvik etmek amacıyla, verilen süt miktarı sabit tutulmuştur. Sütten kesimden 5 gün önce (70-75 günler), sütten kesim stresinin azaltılması ve yem tüketimini teşvik amacıyla, buzağılar tek öğün (sabah 2,5 L) süt ile beslenmişlerdir. Sütten kesim, buzağılar 75 günlük yaşa ulaştıklarında yapılmıştır.

Spirulina platensis

Araştırmada kullanılan *Spirulina platensis* (toz formda, $\geq 99\%$ saflıkta) ülkemizdeki özel bir firmadan temin edilmiştir (İzmir, Türkiye) (Şekil 6). *Spirulina platensis* temin edilen firma tarafından bildirilen biyokimyasal içerik analizleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Araştırmada Buzağılara Verilen *Spirulina platensis*'in Biyokimyasal İçeriği*

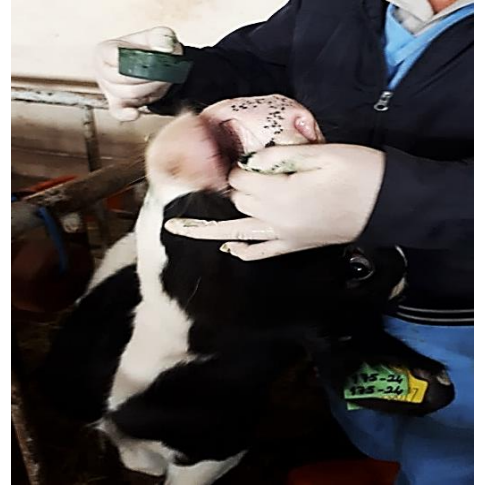
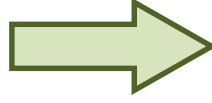
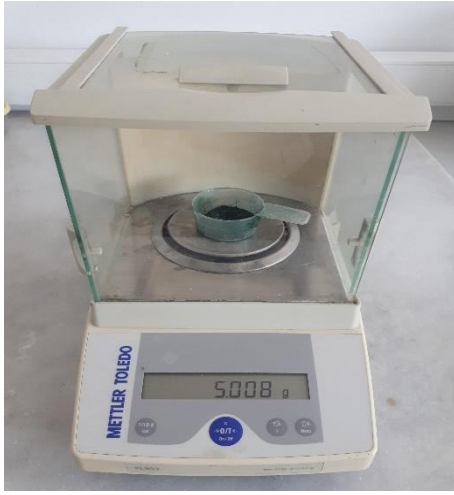
Bileşen	Miktar
Doymuş Yağ Asitleri (%)	5,22
Demir (Fe) (mg/kg)	663,32
Bakır (Cu) (mg/kg)	0,80
Kalsiyum (Ca) (g/kg)	3,57
Fosfor (P) (g/kg)	14,32
Magnezyum (Mg) (g/kg)	3,75
Potasyum (K) (g/kg)	13,14
Vitamin B1 (Tiamin) (mg/kg)	142,31
Vitamin B2 (Riboflavin) (mg/kg)	102,71
Vitamin B5 (Pantetonik asit) (mg/kg)	56,22
Vitamin B6 (Piridoksin) (mg/kg)	17,84
Vitamin B9 (Folik asit) (mg/kg)	61,05
Vitamin E (alfa-tokoferol) (mg/kg)	19,54
Vitamin K (mg/kg)	16,02

* *Spirulina platensis* temin edilen firmanın analiz sonuçları



Şekil 6. Buzağılara verilen *Spirulina platensis*'in görünümü

Muamele grubunda yer alan buzağılar, 4 günlük yaştan 120 günlük yaşı gelinceye kadar, rasyonlarına ek olarak günlük hayvan başına 0,1 g/kg CA *Spirulina platensis* ilave edilmiştir. Uygulanan doz miktarı, *Spirulina platensis* ile yapılan literatür çalışma sonuçlarından derlenerek belirlenmiştir (Simkus *et al.* 2007; EL-Sabagh *et al.* 2014; Ilona *et al.* 2018; Ghattas *et al.* 2019; Riad *et al.* 2019). *Spirulina platensis*'in tüketildiğinden emin olmak amacıyla buzağılara her gün sabah süt öğününden sonra, *Spirulina platensis* oral yolla verilmiştir. Buzağının canlı ağırlığına göre, her buzağı için bireysel olarak hazırlanan *Spirulina platensis* tozu hassas terazide tartılmış ve buzağının ağzına dökülerek yedirilmiştir (Şekil 7).



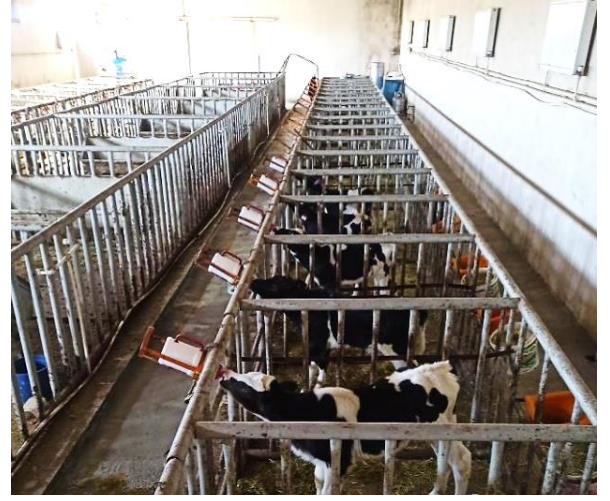
Şekil 7. *Spirulina platensis* dozajının ayarlanması ve buzağılara verilmesi

Kesif ve kaba yem

Çalışmada mevcut tüm buzağılara, 1. haftadan süttten kesim dönemine (75. gün) kadar pelet formda buzağı başlangıç yemi verilmiştir. Süttten kesim sonrası deneme sonuna kadar (75-120. gün) pelet formda buzağı büyütme yemine geçiş yapılmıştır. Buzağı başlangıç ve büyütme yemi, özel bir yem fabrikasından satın alma yoluyla temin edilmiştir. Süttten kesim sonrası, rumen gelişimini sağlamak amacıyla buzağı büyütme yemine ek olarak kuru çayır otu verilmiştir. Araştırmada kullanılan kuru çayır otu Atatürk Üniversitesi Bitkisel Üretim Uygulama ve Araştırma Merkez Müdürlüğü’nden temin edilmiştir.

Barınak koşulları

Denemede yer alan buzağılar, kapalı bir buzağı ünitesinde, süt içme dönemi boyunca bireysel olarak barındırılmışlardır. Her bir buzağı bölmesi 1x1,2 m boyutunda olup (1,2 m²) buzağı ünitesi toplam 50 adet bireysel bölmeye sahiptir. Her bir buzağı bölümünde 1 adet plastik yemlik ve 1 adet suluk bulunmaktadır. Buzağı bölmelerinin tabanı beton olup, altlık olarak zemine her gün kuru buğday sapı serilmiştir. Buzağı barınağı ve bireysel bölmelerin görünümü Şekil 8 ve 9’da sunulmuştur. Buzağıların süttten kesim sonrası, vücut büyüklüğüne göre bölmede 3 baş buzağı olacak şekilde gruplar halinde barındırılmıştır (Şekil 10). Buzağı barınağı, kış aylarında ihtiyaç duyulması halinde kalorifer sistemiyle ısıtma uygulanmıştır.



Şekil 8. Buzağı ünitesinin genel görünümü



Şekil 9. Bireysel buzağı bölmesinin görünümü



Şekil 10. Buzağların sütten kesim sonrası grup bölmesinin görünümü

Denemede Kullanılan Alet ve Ekipmanlar

Canlı ağırlık ve vücut ölçüleri tespitinde kullanılan alet ve ekipmanlar

Buzağların göğüs derinliği, cidago yüksekliği ve vücut uzunluğunun ölçülmesinde ölçü bastonu; göğüs çevresi ve ön incik çevresi ölçülerinin alınmasında ise mezura kullanılmıştır. Buzağların canlı ağırlıklarının takibi amacıyla dijital ekranlı, 600 kg kapasiteli ve 0,5 kg hassasiyete sahip hayvan baskülü kullanılmıştır (Şekil 11; Özhan vd. 2015)



Şekil 11. Buzağların tartılmasında kullanılan hayvan baskülü

Kan alımında kullanılan alet ve ekipmanlar

Çalımda kullanılan buzağlardan, doğumdan itibaren aylık periyotlarla kan alımı işlemi gerçekleştirilmiştir. Her kan alımında 20 ml enjektör, 2 adet K2EDTA'lı (Etilendiamin tetraasetik asit) (3 ml) ve 2 adet antikoagölansız jelli serum tüpü (8 ml) kullanılmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Çalışmada kullanılan EDTA'lı (mor kapak) ve jelli kan tüpleri (sarı kapak)

Analizlerde kullanılan alet ve ekipmanlar

Çalışmada analiz sürecinde aşağıdaki alet ve ekipmanlar kullanılmıştır.

Serum örnekleri için;

- Dozaj ayarlı pipet
- Pipet ucu (1000 µl)
- Eppendorf mikrosantrifüj serum tüpü (2 ml)
- Santrifüj cihazı
- -20°C derin dondurucu
- -80°C derin dondurucu

Hematolojik analizler için;

- DIFF
- LYSE
- DIL
- RINSE
- CLEANER
- Hemogram cihazı (Abacus Junior Vet5 marka)

İmmüoglobulin analizleri için;

- Bovine İmmüoglobulin-G (Ig-G) kiti
- Bovine İmmüoglobulin-M (Ig-M) kiti
- Santrifüj cihazı
- İnkübasyon cihazı

- ELISA plaka yıkama cihazı
- ELISA absorbans okuyucu cihaz

Oksidatif stres analizleri için;

- Total Antioxidant Status (TAS) kolorimetrik kiti
- Total Oxidant Status (TAS) kolorimetrik kiti
- İnkübasyon cihazı
- ELISA plaka yıkama cihazı
- ELISA absorbans okuyucu cihaz

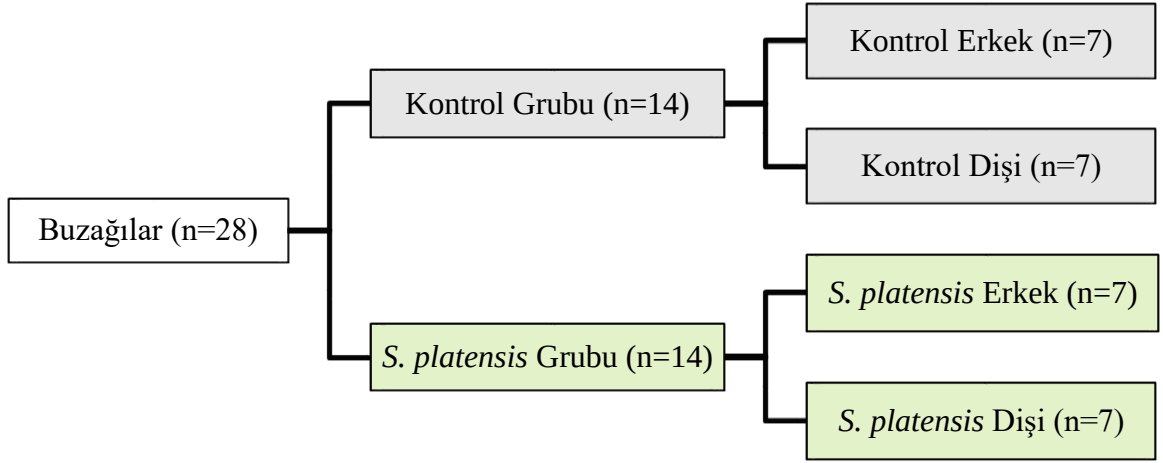
Gen ekspresyonu analizi için;

- cDNA reverse transkripsiyon kiti
- SYBR Green I
- Primer 0,2 µmol 200 nmol HPLC
- Eppendorf mikrosantrifüj serum tüpü (0,5 ml)
- Pipet ucu (100 µl)
- Trizol Reagent
- Kloroform
- İzopropanol
- PCR tüpleri (0,2 ml)
- PCR tüp şerit (8'li)
- DEPC treated saf su
- Real-time PCR cihazı

Metot

Buzağuların gruplandırılması

Buzağular, kontrol ve *Spirulina platensis* grupları olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Her bir gruba 7 baş erkek ve 7 baş dişi olmak üzere toplam 14 baş buzağı denemeye dâhil edilmiştir. Toplamda 28 baş buzağı, kolostral dönem (kolostrum ile besleme dönemi) sonrası 4. günden itibaren bireysel bölmelere alınmıştır (Şekil 13). Deneme, buzağular 4 günlük yaştayken başlatılmıştır. Denemede Mayıs-Kasım 2024 tarihleri arasında doğan Siyah Alaca ırkı buzağular kullanılmıştır. Buzağılamalar farklı dönemlerde olduğundan denemeye dâhil edilen buzağular, doğum ağırlıkları da göz önünde bulundurularak sırayla 1 baş kontrol 1 baş *Spirulina platensis* gruplarına yerleştirilmiştir. Bu şekilde mevsim etkisi giderilmeye çalışılmıştır.



Şekil 13. Araştırmaya ait deneme şeması

Yem tüketiminin belirlenmesi

Deneme boyunca buzağı başlangıç yemi ve taze su buzağların önlerinde sürekli olarak (*ad libitum*) bulundurulmuştur. Buzağların günlük kesif yem tüketimleri her gün aynı saatte bir önceki gün verilen yem ile kalan yem miktarı arasındaki fark hesaplanarak belirlenmiş ve kaydedilmiştir (Şekil 14). Yem tüketimi takibi, buzağlar bireysel bölmede barındırıldığı dönem olan 4. gün ile sütten kesim (75. gün) arası dönemde yapılmıştır.



Şekil 14. Buzağların yem tüketim takibinin yapılması

Yemlerin besin madde içeriklerinin belirlenmesi

Buzağların beslenmesinde kullanılan kaba ve kesif yem hammaddeleri ile *Spirulina platensis*'den alınan örnekler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yem Analiz Laboratuvarı'na getirilmiştir. İlk olarak 105°C'lik sıcaklığa ayarlanmış etüvde kurutulmuştur. Kurutma işlemleri yapıldıktan sonra yem örnekleri 1 mm elekten geçecek

şekilde öğütülmüştür. Kurutulan ve elenen yem örneklerinin kuru madde (KM), ham protein (HP), ham yağ (HY) ve ham kül (HK) analizleri Weende Analiz Sistemine göre Resmi Tarım Kimyagerleri Derneğinin (AOAC, 1998) bildirdiği yöntem ile belirlenmiştir. Ham selüloz (HS) analizleri ise Crampton ve Maynard (1938)'e göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp. Fairport, NY, ABD) cihazı kullanılarak yapılmıştır. Yemlerde bulunan metabolik enerji düzeyleri Dugmore (1995)'un bildirdiği metoda göre hesaplanmıştır. Buzağuların beslemesinde kullanılan süt, kaba-kesif yemler ve *Spirulina platensis*'in kimyasal analizleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yem Analiz Laboratuvarı'nda yapılmış ve besin madde içerikleri Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Araştırmada Buzağılara Verilen Yemlerin Besin Madde İçerikleri*

Yem İçeriği	Süt	<i>Spirulina platensis</i>	Buzağı Başlangıç Yemi	Buzağı Büyütme Yemi	Kuru Çayır Otu
Kuru Madde (%)	12,0	94,0	90,1	88,8	95,0
Ham Protein (%)	3,8	69,6	22,0	18,5	7,1
Ham Yağ (%)	4,1	0,8	3,0	3,0	0,5
Ham Selüloz (%)	-	3,8	10,4	11,0	18,6
Ham Kül (%)	0,7	7,4	6,7	6,8	7,2
ME (Mj/kg KM)	-	11,42	10,82	10,64	7,37

*Analizler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yem Analiz Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Buzağuların canlı ağırlıklarının belirlenmesi

Çalışmada kullanılan buzağuların canlı ağırlıkları 4. günden 120. günlük yaş arasında 15 gün aralıklarla tespit edilmiştir. Buzağuların ağırlıkları, sabah süt öğününden önce (buzağı aç halde iken) buzağı ünitesi içerisinde bulunan 0,5 kg hassasiyetteki baskül ile belirlenmiştir. Bir sonraki ölçümde saptanan canlı ağırlıklar arasındaki farklar hesaplanarak günlük canlı ağırlık artışları tespit edilmiştir.

Buzağuların vücut ölçülerinin belirlenmesi

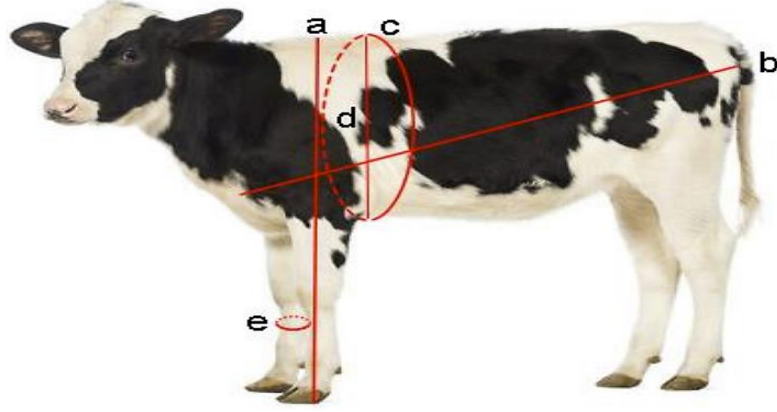
Çalışmada kullanılan buzağuların vücut ölçüleri 4. günden 120. günlük yaş arasında 15 gün aralıklarla tespit edilmiştir. Buzağuların vücut ölçülerinin alınması esnasında, buzağılar düz zeminde normal bir duruş pozisyonları almaları sağlanmış, cidago yüksekliği, göğüs derinliği ve vücut uzunluğu ölçü bastonu ile; göğüs çevresi ve ön incik çevresi mezura kullanılarak ölçülmüştür.

Buzağılardan alınan vücut ölçüleri;

- Cidago yüksekliği; cidagonun en yüksek noktasından yere kadar olan dikey mesafe,
- Vücut uzunluğu; omuzun öne bakan kısmı ile oturak yumrusu çıkıntısına kadar olan yatay mesafe,

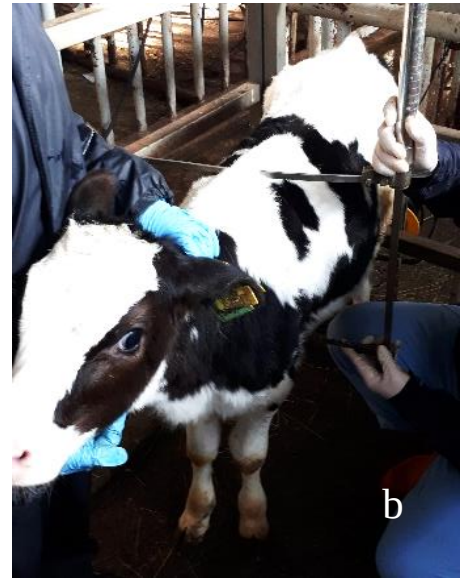
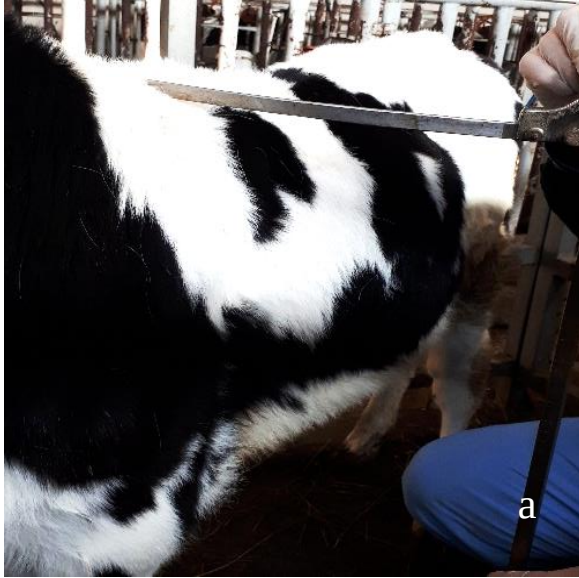
- c) Göğüs çevresi; ön bacakların hemen gerisinden başlayarak göğüsün en dar kısmından alınan dairesel mesafe,
- d) Göğüs derinliği; göğüsün en dar yerinin üst ve alt noktasından alınan dikey mesafe,
- e) Ön incik çevresi; metatarsal kemiğin çevresinden alınan dairesel mesafe,

olarak tespit edilmiştir (Özhan vd. 2015). Buzağılardan vücut ölçülerinin alındıkları bölgeler Şekil 15’te gösterilmiştir. Buzağılardan vücut ölçülerinin alınmasında kullanılan ölçü bastonu ve mezuranın kullanımı Şekil 16 ve 17’de sunulmuştur.



Şekil 15. Buzağların vücut ölçülerinin alındığı bölgeler

a. Cidago Yüksekliği, b. Vücut Uzunluğu, c. Göğüs Çevresi, d. Göğüs Derinliği, e. Ön İncik Çevresi



Şekil 16. Ölçü bastonu kullanılarak buzağların vücut ölçümlerinin yapılması

a. Cidago Yüksekliği, b. Göğüs Derinliği



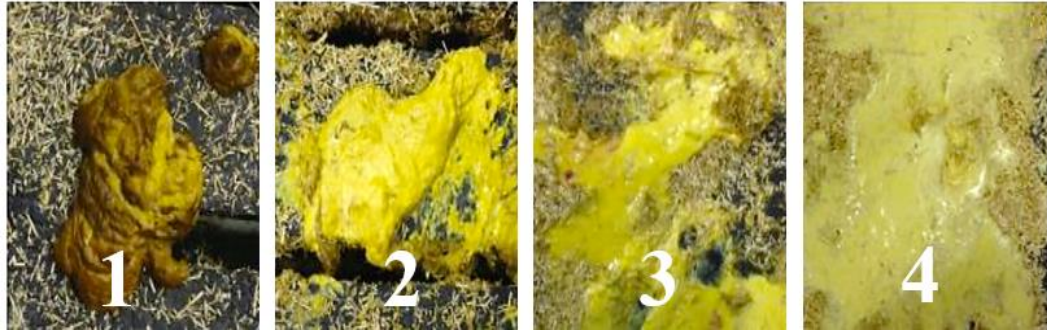
Şekil 17. Mezura kullanılarak buzağların vücut ölçümlerinin yapılması
a. Göğüs Çevresi, b. Ön İncik Çevresi

Buzağların dışkı kıvam skorlarının belirlenmesi

Çalışma süresince buzağların dışkı kıvam skorları takip edilmiştir. Buzağların dışkı kıvam skorları Larson *et al.* (1977) tarafından bildirilen sınıflandırmaya göre puanlanarak değerlendirilmiştir (Tablo 4; Şekil 18).

Tablo 4. Buzağların Dışkı Kıvam Skorlarının Belirlenmesi

Dışkı Kıvamı	Puan
Normal, yumuşak katı kıvamda, akışkan değil	1
Yumuşak, yarı katı, çoğunluğu katı	2
Akışkan, yarı katı, çoğunluğu akışkan	3
Sulu, tamamı akışkan	4



Şekil 18. Buzağların dışkı görünümlerinin puanlanması

Yemden yararlanmanın belirlenmesi

Yemden yararlanma değerleri, kuru madde cinsinden buzağların kesif yem, süt ve *Spirulina platensis* tüketimleri ve canlı ağırlık artışları kullanılarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Özhan vd. 2015). Buzağların tükettikleri toplam süt miktarı ve verilen *Spirulina platensis*'in kuru maddeleri hesaplanarak, toplam kuru madde tüketimine ilave edilmiştir.

$$\text{Yemden Yararlanma Değeri} = \frac{\text{Tüketilen toplam kuru madde miktarı (kg)}}{\text{Canlı ağırlık artışı (kg)}}$$

Kan örneklerinin alınması

Deneme süresince, tüm buzağılardan 4 günlük yaştan 120 günlük yaşa kadar, 30 gün aralıklarla kan alımı (hayvan başına 5 kez) gerçekleştirilmiştir. Kan alma işlemi, GHUAM Sığırcılık İşletmesi Veteriner Hekimi tarafından yapılmıştır (Şekil 19). Tek kullanımlık enjektör kullanılarak, buzağının boyun toplar damarından (*vena jugularis*) alınan kan örnekleri antikoagülanlı (K2EDTA) (3 ml) ve antikoagülanlı jelli serum tüplerine (8 ml) aktarılmıştır. Her kan alımında 2 adet EDTA'lı ve 2 adet antikoagülanlı jelli serum tüpü olmak üzere toplam 4 adet kan tüpü kullanılmıştır (Şekil 18). Alınan 1 adet EDTA'lı kan tüpü gen ekspresyonu analizinde kullanılmak üzere -80°C ultra derin dondurucu içerisinde saklanmıştır. Diğer 1 adet EDTA'lı kan tüpü aynı gün içerisinde Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalında hematolojik analizleri yapılmıştır.



Şekil 19. Buzağılardan kan alma işlemi

Serum örneklerinin hazırlanması

Serum örneklerinin elde edilmesi için jelli kan tüpleri, Zootečni Bölümü Laboratuvarında bulunan santrifüj cihazı kullanılarak 3500 rpm devirde 10 dakika süreyle santrifüj işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 20). Elde edilen serum örnekleri, 2 ml eppendorf mikrosantrifüj serum tüplerine aktararak -20°C'de derin dondurucu içerisinde 24 saat bekletilmiş, daha sonra -80°C ultra derin dondurucu içerisinde analizlerin yapılacağı tarihe kadar saklanmıştır (Şekil 20).



Şekil 20. Kan serumu eldesi için kullanılan santrifüj cihazı

Hematolojik analizler

Buzağılardan alınan ve EDTA'lı kan tüplerine aktarılmış taze kan örnekleri, aynı gün içerisinde Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarına ulaştırılmış ve hemogram cihazı kullanılarak hematolojik analizler yapılmıştır (Şekil 21). Yapılan hemogram analizinde, lenfosit (LY), monosit (MO), nötrofil (NE), eozinofil (EO) ve hematokrit (HCT) yüzdeleri ile beyaz kan hücresi (WBC), kırmızı kan hücresi (RBC) ve hemoglobin (HGB) değerleri belirlenmiştir.



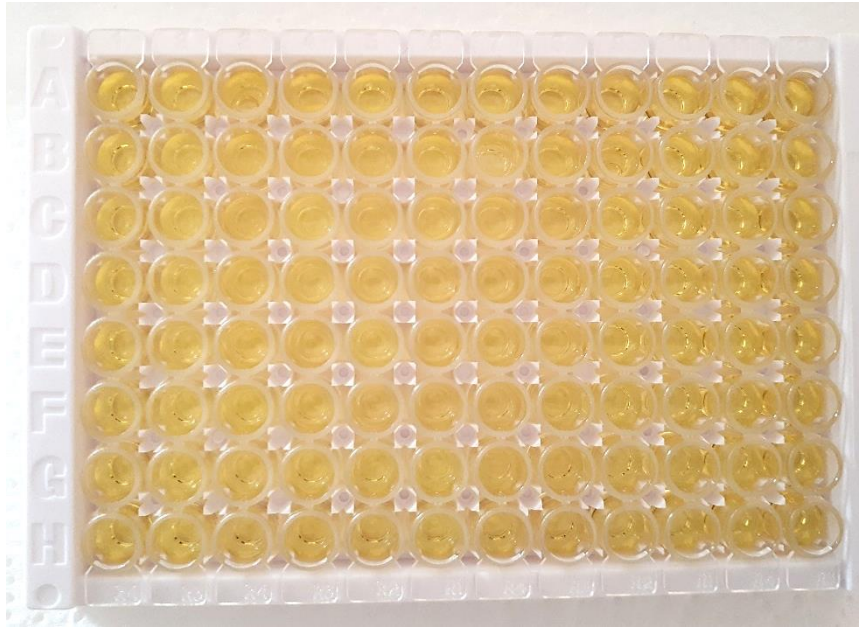
Şekil 21. Hematolojik analizler için kullanılan hemogram cihazı

Serum immünoglobulin analizleri

Serum immunoglobulin analizleri, Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Daha önceden jelli kan tüplerinin santrifüjü ile hazırlanan ve -80°C ultra derin dondurucu içerisinde saklanan serum örnekleri, -20°C derin dondurucu içerisine alınmış ve 24 saat bekletilmiştir. Sonrasında çözülmesi için, örnekler -20°C derin dondurucudan $+4^{\circ}\text{C}$ buzdolabına aktarılmıştır. Analizlerin yapılması için örnekler,

buzdolabından çıkarılmış ve oda sıcaklığına getirilmiştir. İmmunoglobulin analizlerinin yapılmasında, Bovine İmmünoglobulin G ve M kitleri (BT LAB, Çin) kullanılmıştır (IgG Cat.No: E0010Bo; IgM Cat.No: E0313Bo). Bütün kitlere, üretici firmanın belirttiği prosedür uygulanmış ve kitlerden güvenilir (<%1 hata payı) sonuç alınmıştır.

Analiz öncesi serum örnekleri buzağı grubu ve numune günleri dikkate alınarak sınıflandırılmıştır. Serum örnekleri 2000-3000 rpm devirde 20 dakika süresince santrifüj edilmiştir. Kitlerde bulunan standartlar, üretici firmanın belirttiği şekilde eppendorf tüpler içerisinde standart seyreltici solüsyon ile seyreltilerek hazırlanmıştır. Kitin içerisinde bulunan 96 kuyucuklu plakanın 16 tanesi standartlar için ayrılmıştır (Şekil 22). Plakadaki kuyucuklara, standartlar 50 µl ve serum örnekleri ise 40 µl koyularak yerleştirilmiştir. Örneklerin üzerine 10 µl biyotin eklenmiştir. Tüm kuyucuklara 50 µl streptavidin-HRP ilave edilmiş ve hafifçe karıştırıldıktan sonra 37°C’de 60 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresinin sonunda plaka, plaka yıkama cihazında 0,35 ml yıkama solüsyonu ile 5 kez yıkanmıştır (Şekil 23).



Şekil 22. İmmünoglobulin analizleri için kullanılan plaka (96 kuyucuklu)



Şekil 23. İmmünoglobulin analizleri için kullanılan plaka yıkama cihazı

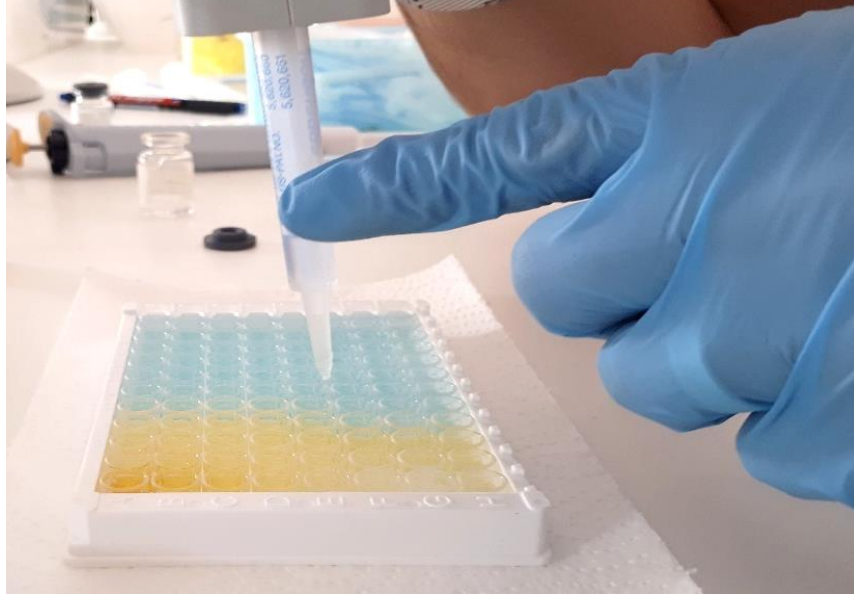
Daha sonra tüm kuyucuklara 50 µl kromojen A ve 50 µl kromojen B solüsyonları eklenmiştir. Bu aşamada örnekler ışıktan etkilenmemesi için, karanlık ortam sağlanmıştır. Plaka hafifçe karıştırılıp, üstü kapatılarak 37°C’de 10 dakika süresince inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 24).



Şekil 24. İmmünoglobulin analizleri için kullanılan inkübasyon makinesi

İnkübasyonun ardından tüm kuyucuklara 50 µl durdurma (stop) çözeltisi eklenmiştir. Bu anda kuyucuklardaki renk anında maviden sarıya dönmektedir (Şekil 25). Son olarak ELISA

okuyucuda 450 nm'de absorbans ölçümü yapılarak sonuç kaydedilmiştir (Şekil 26). Standartların konsantrasyonlarına karşılık gelen absorbans değerleri ile standart lineer regresyon eşitliği elde edilmiş ve bu eşitlik ile örneklerin absorbans değerleri üzerinden immünoglobulin-G (IgG) ve immünoglobulin-M (IgM) konsantrasyonları hesaplanmıştır.



Şekil 25. İmmünoglobulin analizinde plakadaki serum örneklerinin renk değiştirme aşaması



Şekil 26. İmmünoglobulin analizleri için kullanılan ELISA absorbans okuyucu cihaz

Oksidatif Stres Analizleri

Oksidatif stres derecesi, toplam antioksidan durumu (TAS) ve toplam oksidan durumu (TOS) analizleri yapılarak değerlendirilmiştir. Analizler Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Daha önceden jelli kan tüplerinin santrifüjü ile hazırlanmış ve -80°C ultra derin dondurucu içerisinde saklanan serum örnekleri, -20°C derin dondurucu içerisine alınmış ve 24 saat bekletilmiştir. Sonrasında örneklerin çözülmesi için, +4°C buzdolabına aktarılmıştır. Analize hazırlanan örnekler, buzdolabından çıkarılmış ve oda sıcaklığına alınmıştır. Toplam antioksidan durumu (TAS) ve toplam oksidan durumu (TOS) analizleri yapılmasında, TAS ve TOS kolorimetrik kitleri (Elabscience, ABD) kullanılmıştır. Bütün kitler, üretici firmanın belirttiği prosedüre tabi tutulmuştur.

Toplam antioksidan durumu (TAS) analizi

Analiz öncesi serum örnekleri buzağı grubu ve numune günleri dikkate alınarak sınıflandırılmıştır. Serum örnekleri 3000 rpm devirde 20 dakika süresince santrifüj edilmiştir. Kitlerde bulunan standartlar, üretici firmanın belirttiği şekilde eppendorf mikrosantrifüj tüpler içerisinde standart seyreltici solüsyon ile seyreltilerek hazırlanmıştır. Standartların olduğu kuyucuğa farklı konsantrasyonlarda 10 µl standart solüsyon eklenmiştir. Numune kuyucuklarına 10 µl serum örnekleri yerleştirilmiştir. Daha sonra tüm kuyucuklara 200 µl tampon çözeltisi eklenerek 5-10 saniye hafifçe çalkalanmıştır. ELISA okuyucuda 660 nm'deki absorbans ölçümü yapılarak sonuç A1 olarak kaydedilmiştir. Sonrasında her kuyucuğa 20 µl kromojenik ajan eklenmiştir. Plaka hafifçe karıştırılıp, üstü kapatılarak 37°C'de 5 dakika süresince inkübasyona bırakılmıştır. ELISA okuyucuda 660 nm'deki absorbans ölçümü yapılarak sonuç A2 olarak kaydedilmiştir. Örneklerin absorbans değerleri A2'den A1 çıkarılarak hesaplanmıştır (Elabscience, Cat.No: E-BC-K801-M)

Toplam oksidan durumu (TOS) analizi

Serum örnekleri 3000 rpm devirde 20 dakika süresince santrifüj edilmiştir. Kitlerde bulunan standartlar, üretici firmanın belirttiği şekilde eppendorf mikrosantrifüj tüpler içerisinde standart seyreltici solüsyon ile seyreltilerek hazırlanmıştır. Standartların olduğu kuyucuğa farklı konsantrasyonlarda 20 µl standart solüsyon eklenmiştir. Numune kuyucuklarına 20 µl serum örnekleri yerleştirilmiştir. Daha sonra tüm kuyucuklara 200 µl kromojenik ajan eklenerek 5-10 saniye hafifçe çalkalanmıştır. ELISA okuyucuda 590 nm'deki absorbans ölçümü yapılarak sonuç A1 olarak kaydedilmiştir. Sonrasında her kuyucuğa 50 µl substrat eklenmiştir. Plaka hafifçe karıştırılıp, üstü kapatılarak 37°C'de 5 dakika süresince inkübasyona

bırakılmıştır. ELISA okuyucuda 590 nm'deki absorbans ölçümü yapılarak sonuç A2 olarak kaydedilmiştir. Örneklerin absorbans değerleri A2'den A1 çıkarılarak hesaplanmıştır (Elabscience, Cat.No: E-BC-K802-M)

Gen Ekspresyon Analizleri

Gen ekspresyon analizleri, Atatürk Üniversitesi Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yapılmıştır. Deneme süresince buzağılardan EDTA'lı kan tüplerine alınan ve -80°C ultra derin dondurucu içinde saklanan kan örnekleri, analizleri yapılmak üzere oda sıcaklığına çıkarılmış ve kitlere ait üretici firmanın protokolüne uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

RNA izolasyonu ve cDNA sentezi

mRNA izolasyonu, Nucleogene Tri Reagent (Nucleogene, Türkiye) ile üretici firma protokolüne uygun olarak yapılmıştır. RNA konsantrasyonu ve saflığı, spectrophotometre (BioTek Epoch, USA) ve %1'lik jel elektroforez ile belirlenmiştir. cDNA sentezi, ABT cDNA Sentez Kiti (ABT, Türkiye) ile üreticinin protokolüne uygun olarak gerçekleştirilmiştir. cDNA'lar daha sonra kullanılıncaya kadar -20°C'de saklanmıştır.

Real-Time PCR

Gen ekspresyonu Real-Time PCR cihazı (CFX96 Touch Real-Time PCR Detection System, Bio-Rad, ABD) kullanılarak yapılmıştır. RT-PCR işlemi; 2,5 µl cDNA, 1,5 µl forward ve reverse primer, 10µl SYBR Green PCR Master Mix (ABT, Türkiye) ve 4,5 µl PCR-grade water eklenerek her bir reaksiyon için toplam hacim 20 µl olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. PCR programı; başlangıç denatürasyonu için 5 dakika 1 döngüyü takiben 40 döngü 95°C'de 30 s. denatürasyon ve 60°C de 1 dk. bağlanma-uzama ve erime eğrisi için 1 döngü 65-95°C 2-5 s./step şeklinde yapılmıştır.

Real-Time PCR verileri, kontrol grubu ve kontrol genine karşı hedef genin ekspresyonundaki değişimin belirlendiği efficiency ($e^{(-\Delta\Delta C_t)}$) metoduna göre analiz edilmiştir (Pfaffl, 2001). Hedef insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1), interlökin-1Beta (IL-1 β), interlökin-6 (IL-6), interlökin-18 (IL-18) ve nükleer faktör kappa-B (NF- κ B) genleri ile referans (GAPDH) genler için spesifik primer sekansları ve erişim kodları (accession number) Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Primer Sekansları ve Erişim Kodları

Primerler		Sekanslar	Erişim Kodları
GAPDH	F	5'-AGGAGCACGAGAGGAAGAGTT-3'	XM_015462071.1
	R	5'-TCAGGGCCCTTAGAGATGGAA-3'	
IGF-1	F	5'-CCAAGGCTCAGAAGGAAGTACA-3'	NM_001077828.1
	R	5'-GGTAACTCGTGCAGAGCGAA-3'	
IL-1 β	F	5'-AAAAGCTTCAGGCAGGTGGT-3'	NM_174093.1
	R	5'-AACTCGTCGGAGGACGTTTC-3'	
IL-6	F	5'-CTTCACAAGCGCCTTCACTC-3'	NM_173923.2
	R	5'-GCGCTTAATGAGAGCTTCGG-3'	
IL-18	F	5'-CCAATGCTTTCAGCGCTCC-3'	NM_174091.2
	R	5'-GCCATCTTTATGCCTGTGCTC-3'	
NF- κ B	F	5'-GGCAAGAACGCAGACCTTTG-3'	NM_001192970.1
	R	5'-CAGCTGTTGTTTCAGGGACATTG-3'	

IGF-1: İnsülin benzeri büyüme faktörü-1, IL-1 β : İnterlökin-1Beta, IL-6: İnterlökin-6, IL-18: İnterlökin-18, NF- κ B: Nükleer faktör kappa-B

İstatistiksel Analizler

Çalışmada toplanan veriler, SPSS V29.0 istatistik paket programı kullanılarak incelenmiştir (SPSS, 2023). Verilerin normal dağılış gösterip göstermediğini test etmek amacıyla Shapiro-Wilk normallik testi uygulanmış ve ilgili test sonucu veriler normal dağılım göstermiştir.

Canlı ağırlıklar, vücut ölçüleri, günlük ortalama canlı ağırlık artışları, yemden yararlanma oranı, dışkı skorları, immunoglobulin değerleri, hematolojik analiz verileri ve oksidatif stres değerleri faktöriyel düzenlemede tam şansa bağlı deneme planına göre aşağıdaki matematiksel modele göre analiz edilmiştir. Modele muameleler (kontrol ve *Spirulina platensis*) ile cinsiyetler (erkek ve dişi) faktör olarak dâhil edilmiştir.

Başlangıçta matematik modele dahil edilen interaksyonlar (muamele x cinsiyet) önemsiz olduğu için modelden çıkarılmış ve nihai model aşağıda belirtilen şekilde oluşturulmuştur.

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + e_{ijk}$$

Modelde;

Y_{ijk} = i'inci muamele grubunda, j'inci cinsiyet grubunda, k'inci bireye ait gözlem değeri.

μ = Genel ortalama

a_i = Muamele grubunun etkisi [i=1 (kontrol), i=2 (*Spirulina platensis*)]

b_j = Cinsiyetin etkisi [j=1 (erkek), j=2 (dişi)]

e_{ijk} = Varyansı σ^2 olan şansa bağlı hatayı göstermektedir.

Ayrıca gen ekspresyonları üzerine muamele gruplarının (kontrol ve *Spirulina platensis*), cinsiyet ve ölçüm dönemlerinin etkisinin belirlenmesi amacıyla aşağıda verilen istatistiksel model kullanılmıştır.

$$Y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + e_{ijkl}$$

Modelde;

Y_{ijkl} = i'inci muamele grubunda, j'inci cinsiyet grubunda, k'inci ölçüm döneminde, l'inci bireye ait gözlem değeri.

μ = Genel ortalama

a_i = Muamele grubunun etkisi [$i=1$ (kontrol), $i=2$ (*Spirulina platensis*)]

b_j = Cinsiyetin etkisi [$j=1$ (erkek), $j=2$ (dişi)]

c_k = Ölçüm döneminin etkisi [$k=1$ (30.gün), $k=2$ (60.gün), $k=3$ (90.gün), $k=4$ (120.gün)]

e_{ijkl} = Varyansı σ^2 olan şansa bağlı hatayı göstermektedir.

Kontrol ve *Spirulina platensis* gruplarında IGF-1, IL-1 β , IL-6, IL-18 ve NF- κ B genlerinin 30, 60, 90 ve 120 günlük dönemlerdeki gen ekspresyon değerleri Bağımsız Örneklem T Testi ile istatistiksel olarak SPSS V29.0 istatistik programı yardımıyla karşılaştırılmıştır. Buzağılara ait grup ile cinsiyetleri birlikte faktör olarak değerlendirilerek, kontrol ve *Spirulina platensis* grubu erkek ve dişilere ait verilerin gen ekspresyon değerleri ayrı bir şekilde Bağımsız Örneklem T Testi ile belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan istatistiksel analizlerde önem seviyesi $p<0,05$ olarak belirlenmiştir (SPSS, 2023).

ARAŞTIRMA BULGULAR VE TARTIŞMA

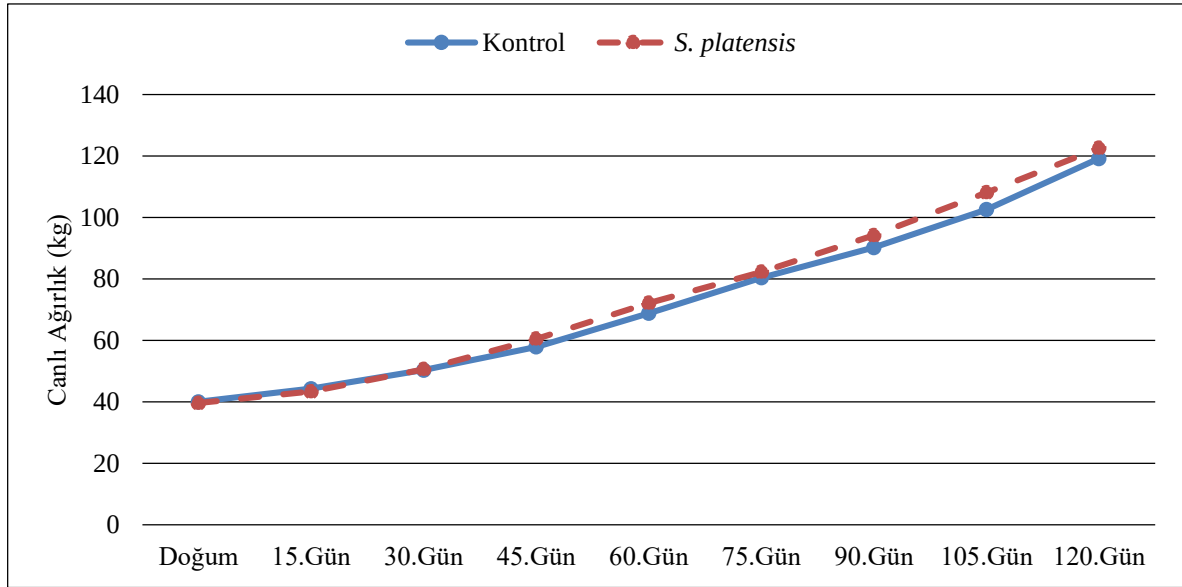
Buzağların Farklı Dönemlerdeki Canlı Ağırlıkları

Çalışmada kontrol ve *Spirulina platensis* (S) gruplarına ait Siyah Alaca ırkı buzağların farklı dönemlerinde tespit edilen ortalama canlı ağırlıkları Tablo 6’da ve canlı ağırlıklarındaki değişimler Şekil 27’de verilmiştir.

Tablo 6. *Spirulina platensis* ve Cinsiyetin Buzağların Canlı Ağırlık (kg) Üzerine Etkisi

Ölçüm Dönemleri	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	S. <i>platensis</i> $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD
Doğum	40,04±1,17	39,65±1,14	ÖS	40,83±1,30	39,00±0,96	ÖS
15.Gün	44,35±1,47	43,38±0,96	ÖS	45,13±1,43	42,79±0,99	ÖS
30.Gün	50,38±1,57	50,62±1,15	ÖS	52,00±1,57	49,21±1,09	ÖS
45.Gün	57,92±1,88	60,50±1,40	ÖS	61,75±1,66	57,04±1,47	*
60.Gün	68,88±2,06	72,19±2,03	ÖS	74,71±1,99	66,96±1,59	**
75.Gün (SK)	80,42±2,28	82,31±2,55	ÖS	86,00±2,31	77,39±1,91	*
90.Gün	90,27±2,76	94,23±3,49	ÖS	99,63±2,92	85,93±2,16	**
105.Gün	102,62±3,56	108,12±3,41	ÖS	112,58±3,06	99,18±2,96	**
120.Gün	119,19±3,82	122,57±4,09	ÖS	129,21±3,41	113,75±3,23	**

ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, SK: Sütten Kesim, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata, *: $p < 0,05$



Şekil 27. Kontrol ve *Spirulina platensis* grubu buzağların canlı ağırlıklarındaki değişim

Doğum ve sonraki süreçlerde tespit edilen canlı ağırlıklar bakımından gruplar arasında gözlemlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. 45. günden sonraki canlı ağırlıklar bakımından S grubu daha yüksek ortalamaya sahip olmasına rağmen, ilgili farklılıklar önemsizdir (Tablo 6, Şekil 27).

Buzağların doğum ağırlıkları

Kontrol ve S grubunda yer alan buzağların doğum ağırlıkları sırasıyla; $40,04 \pm 1,17$ ve $39,65 \pm 1,14$ kg olarak tespit edilmiş ve gözlenen farklılık önemsiz bulunmuştur. Erzurum ili şartlarında yetiştirilen Siyah Alaca ırkı buzağların ortalama doğum ağırlıkları çeşitli araştırmacılar tarafından; Bayram vd. (2004) 35 kg, Yanar *et al.* (2010) 35,5 kg, Aydın vd. (2018) 36,64 kg, Çoban vd. (2021) 39,06 kg, Bayram ve Akbulut (2022) 35,2 kg, Koçyiğit *et al.* (2023) 36,35 kg ve Özdemir (2023) 36 kg olarak bildirmişlerdir. Türkiye'nin farklı bölgelerinde yetiştirilen Siyah Alaca ırkı buzağların ortalama doğum ağırlıklarını; Aksaray ili şartlarında Karabulut vd. (2012) 37,73 kg; Kayseri ilinde Ülger (2018) 40,85 kg; Aydın ilinde Doğan and Koç (2014) kış mevsimi için 43,99 kg ve ilkbahar mevsimi için 40,90 kg; Adana ilinde Ayaşan vd. (2015) 42,24 kg; Hatay ilinde Demir vd. (2020) 36,08 kg; Selvi and Tapkı (2019) 38,7 kg ve Konya ilinde Gürdal ve Zülkadir (2019) 37,94 kg olarak bildirmişlerdir.

Çalışmada, kontrol ve S grubu buzağlara ait doğum ağırlıkları sırasıyla; 40,04 ve 39,65 kg olmuş ve bu ortalama değerler Ülger (2018) ve Çoban vd. (2021) ortalamaları ile benzer; Bayram vd. (2004), Yanar *et al.* (2010), Karabulut vd. (2012), Aydın vd. (2018), Gürdal ve Zülkadir (2019), Selvi and Tapkı (2019), Demir vd. (2020), Bayram ve Akbulut (2022), Koçyiğit *et al.* (2023) ve Özdemir (2023) tarafından bildirilen ortalamalarından yüksek ve Doğan and Koç (2014) ve Ayaşan vd. (2015) tarafından bildirilen ortalamadan düşüktür.

Çalışmada, erkek ve dişi buzağların doğum ağırlıkları sırasıyla; $40,83 \pm 1,30$ ve $39,00 \pm 0,96$ kg olarak tespit edilmiş ve erkek buzağlar lehine 1,83 kg'lık fark (%4,7) istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 6). Bu sonuç, Bilgiç ve Alıç (2004), Koçyiğit *et al.* (2023) ve Özdemir (2023) tarafından bildirilen çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bilgiç ve Alıç (2004) cinsiyetin buzağı doğum ağırlığı üzerine etkisi araştırdıkları çalışmada, cinsiyetin etkisinin önemsiz olduğunu belirlemişler, erkek ve dişi buzağların doğum ağırlıklarını sırasıyla 36,17 ve 37,33 kg olarak bildirmiştir. Mevcut çalışma ile aynı işletmede yürütülmüş çalışmada, Esmer ve Siyah Alaca buzağlarda erkek ve dişi buzağların doğum ağırlıkları sırasıyla 38,03 ve 36,45 kg olarak tespit edilmiş ve cinsiyetin buzağı doğum ağırlığı üzerine etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir (Koçyiğit *et al.* 2023). Aynı işletmede yürütülmüş başka bir çalışmada, erkek ve dişi buzağların doğum ağırlıklarını sırasıyla 36,02 ve 35,90 kg olarak ölçülmüş ve cinsiyetin buzağı doğum ağırlığı üzerine etkisinin önemsiz olduğunu bildirilmiştir. (Özdemir, 2023). Bu sonuçlardan farklı şekilde Aksakal and Bayram (2009), Yanar *et al.* (2010), Karabulut vd. (2012), Doğan and Koç (2014), Ayaşan vd. (2015), Aydın vd. (2018) ve Bayram ve Akbulut (2022) Siyah Alaca ırkı buzağlarda, erkek buzağların ortalama doğum ağırlıklarını sırasıyla 43,97; 38,4; 38,23; 45,76; 43,08; 39,02; 39,2 kg ve dişi

buzağların ortalama doğum ağırlıklarını ise sırasıyla 41,28; 32,6; 37,15; 39,12; 41,34; 34,26; 34,7 kg olarak tespit etmişler ve cinsiyetin doğum ağırlığı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Mevcut çalışmada elde edilen erkek buzağı doğum ağırlığı ortalaması (40,83 kg); Aydın vd. (2018) (39,02 kg) ve Bayram ve Akbulut (2022) (39,2 kg) tarafından bildirilen ortalamalara yakın; Bilgiç ve Alıç (2004) (36,17 kg), Yanar *et al.* (2010) (38,4 kg), Karabulut vd. (2012) (38,23 kg) ve Özdemir (2023) (36,2 kg) tarafından bildirilen ortalamalardan yüksek, Aksakal and Bayram (2009) (43,97 kg), Doğan and Koç (2014) (45,76 kg) ve Ayaşan vd. (2015) (43,08 kg) tarafından bildirilen ortalamalardan ise düşüktür. Dişi buzağlarda ortalama doğum ağırlığı (39,00 kg) karşılaştırıldığında ise; Doğan and Koç (2014) (39,12 kg)'un bildirmiş oldukları ortalama ile benzer; Bilgiç ve Alıç (2004) (37,33 kg), Yanar *et al.* (2010) (32,6 kg), Karabulut vd. (2012) (37,15 kg) Aydın vd. (2018) (34,26 kg), Bayram ve Akbulut (2022) (34,7 kg) ve Özdemir (2023) (35,9 kg)'in bildirmiş olduğu ortalamalarından yüksek ve Aksakal and Bayram (2009) (41,28 kg) ve Ayaşan vd. (2015) (41,34 kg)'nın belirledikleri ortalamalarından düşük bulunmuştur. Mevcut deneme sonuçları ile yukarıda belirtilen literatür bildirişleri arasında Siyah Alaca ırkı buzağların doğum ağırlıkları arasında görülen bu farklılıklar, buzağların anne ve babalarının genetik potansiyeli, yetiştirildikleri bölgelerin coğrafik koşulları ile birlikte işletmelerin bakım, besleme ve yetiştirme şartlarının değişiklik göstermesinden kaynaklanması ile açıklanabilir. Karasal iklim özelliğinin hâkim olduğu işletmede, soğuk iklim stresinin buzağların doğum ağırlığını olumsuz etkilediği söylenebilir.

Buzağların 30 günlük yaştaki canlı ağırlıkları

Kontrol ve S grubunda yer alan buzağlarda, 30 günlük yaştaki ortalama canlı ağırlıkları sırasıyla $50,38 \pm 1,57$ ve $50,62 \pm 1,15$ kg olarak ölçülmüştür (Tablo 6). Kontrol ve S grubunda yer alan buzağlara ait 30 günlük yaştaki ortalama canlı ağırlıkları ortalamalarının birbirine yakın olduğu tespit edilmiş ve aradaki farklılık önemsiz bulunmuştur.

Mevcut çalışma ile aynı işletmede Siyah Alaca ırkı buzağlar üzerinde yürütülen çalışmada Özdemir (2023), 30 günlük yaştaki buzağların ortalama canlı ağırlığı 41,2 kg olarak bildirilmiştir. Aydın ilinde Siyah Alaca ırkı buzağlar üzerinde yürütülen çalışmada Doğan and Koç (2014), 3 haftalık yaştaki buzağlarda kış mevsiminde ortalama 50,19 kg ve ilkbahar mevsiminde ise 51,15 kg olarak bildirilmiştir. Hatay ilinde yürütülen çalışmada Selvi and Tapkı (2019), 3 haftalık yaştaki Siyah Alaca buzağlarda canlı ağırlık ortalaması 41,4 kg olarak bildirilmiştir.

Çalışma sonucuna göre, kontrol ve S grubu buzağılara ait tespit edilen 30 günlük yaştaki ortalama canlı ağırlıklar sırasıyla; 50,38 ve 50,62 kg olmuş ve bu değerler aynı yaştaki buzağılar için bildirilen ortalamadan (Özdemir, 2023) yüksektir. Mevcut çalışma bulguları, 3 haftalık yaşıta bulunan buzağılarla yapılan çalışmalarda karşılaştırıldığında ise, Doğan and Koç (2014) tarafından bildirilen değerler ile benzer ve Selvi and Tapkı (2019) tarafından bildirilen ortalamalardan yüksektir.

Çalışmada, erkek ve dişi buzağılar için 30 günlük yaştaki canlı ağırlıkları sırasıyla; 52,00±1,57 ve 49,21±1,09 kg olarak tespit edilmiş ve erkek buzağılar lehine 2,79 kg'lık fark (%5,7) istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 6).

Buzağının 60 günlük yaştaki canlı ağırlıkları

Kontrol ve S grubunda yer alan 60 günlük yaştaki buzağının canlı ağırlıkları sırasıyla; 68,88±2,06 ve 72,19±2,03 kg olarak tespit edilmiştir (Tablo 6). S grubunda yer alan buzağılarda görülen 3,31 kg'lık (%4,8) fark istatistiksel olarak önemsizdir.

Mevcut çalışma ile aynı işletmede daha önce yürütülmüş olan çalışmalarda, 60 günlük yaştaki Siyah Alaca buzağının canlı ağırlıkları, 57,86 kg ve 55,90 kg olarak bildirilmiştir (Çoban vd. 2021; Özdemir, 2023). Farklı coğrafik koşullarda yürütülmüş olan çalışmalardan, Doğan and Koç (2014) 60 günlük yaştaki Siyah Alaca buzağılarda kış mevsiminde canlı ağırlık ortalaması 63,98 kg ve ilkbahar mevsiminde ise 73,14 kg; Gürdal ve Zülkadir, (2019) 77,34 kg olarak bildirilmiştir. 9 haftalık yaştaki Siyah Alaca buzağının ağırlığı ise 58,1 kg olarak bildirilmiştir (Selvi and Tapkı, 2019).

Mevcut çalışma bulguları, 60 günlük yaşıta bulunan buzağılarla yapılan çalışmalarda karşılaştırıldığında ise, Doğan and Koç (2014) tarafından bildirilen değerler ile benzer, Gürdal ve Zülkadir (2019) tarafından bildirilen sonuçlardan düşük ve Selvi and Tapkı (2019) tarafından bildirilen sonuçlardan yüksektir.

Çalışmada, erkek ve dişi buzağının 60 günlük yaştaki canlı ağırlıkları sırasıyla; 74,71±1,99 ve 66,96±1,59 kg olarak tespit edilmiştir. Bu dönemde erkek buzağılar, dişi buzağılara göre 7,75 kg (%11,6) üstünlük sağlamış ve bu fark istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Tablo 6).

Buzağının sütten kesim dönemi canlı ağırlıkları

Kontrol ve S grubunda yer alan buzağılara ait sütten kesim dönemi ağırlıkları sırasıyla; 80,42±2,28 ve 82,31±2,55 kg olarak tespit edilmiştir (Tablo 6). Sütten kesim döneminde S grubu

buzağılar kontrol grubuna göre 1,89 kg (%2,4) daha fazla canlı ağırlığa sahip olmasına rağmen bu farklılık önemsiz bulunmuştur.

Spirulina platensis ile yürütülmüş bir çalışmada, %1, %2 ve %3 oranında *S. platensis* verilen Siyah Alaca buzağılarının, sütten kesim dönemi (75 günlük yaşta) canlı ağırlıkları sırasıyla 92,16, 92,66 ve 95,33 kg ve kontrol grubunda ise 85,50 kg olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada kontrol ve *Spirulina* grubu arasındaki farkın tüm seviyelerde önemli olduğu ve en fazla artış miktarının %3 oranında *S. platensis* eklenen grupta olduğu bildirilmiştir (Chesmberah *et al.* 2023).

Mevcut çalışma ile aynı işletmede Siyah Alaca buzağılarda yürütülmüş olan çalışmalarda; Yanar *et al.* (2010), sütten kesim dönemi (7 haftalık yaşta) canlı ağırlık ortalaması 47,2 kg, Aydın vd. (2018), sütten kesim dönemi (49 günlük yaşta) canlı ağırlık ortalaması 51,17 kg, Bayram ve Akbulut (2022) sütten kesim dönemi (ortalama 55 günlük yaşta) canlı ağırlığı 56,9 kg ve Özdemir (2023) sütten kesim dönemi (60 günlük yaşta) ortalama canlı ağırlığı 55,90 kg olarak bildirilmiştir. Aynı işletmede Esmer ırkı buzağılar üzerinde yürütülmüş çalışmada, sütten kesim dönemi (35 günlük yaşta) canlı ağırlık ortalaması 45,9 kg (Bayram *et al.* 2007) olarak bildirilmiştir.

Türkiye’de farklı coğrafi bölgelerinde yetiştirilen Siyah Alaca buzağılarının sütten kesim ortalama canlı ağırlıklarıyla ilgili yürütülen çalışmalarda; Aydın ilinde 5. ve 8. hafta sütten kesilen buzağılarda sırasıyla 68,91 ve 68,21 kg (Doğan and Koç, 2014), Adana ilinde sütten kesim dönemi (75 günlük yaşta) ağırlık ortalaması 79,10 kg (Ayaşan vd. 2015) ve Kayseri ilinde sütten kesim dönemi (56 günlük yaşta) ağırlık ortalaması 70,35 kg (Ülger, 2018) olarak bildirilmiştir. Hatay ilinde yürütülmüş iki ayrı çalışmada ise; Demir vd. (2020) tarafından sütten kesim dönemi (ortalama 64,77 günlük yaşta) ağırlık ortalaması 65,15 kg ve Selvi and Tapkı (2019) tarafından sütten kesim dönemi (ortalama 68,6 günlük yaşta) ağırlık ortalaması 61 kg olarak bildirilmiştir.

Mevcut çalışma ile yürütülmüş diğer çalışmalar arasında, buzağılarının sütten kesim dönemlerinin farklı yaşlarda yapılması ve işletmelerin yetiştirme-bakım-besleme şartlarında görülen farklılıklar nedeniyle farklı sonuçlar elde edilmiştir.

Sütten kesim ağırlığı cinsiyete göre değerlendirildiğinde, erkek buzağılar ($86,00 \pm 2,31$ kg) dişi buzağılara göre ($77,39 \pm 1,91$ kg) 8,61 kg daha yüksek (%11,1) canlı ağırlığa sahip olmuş ve ilgili fark istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur (Tablo 6).

Buzağların 90 günlük yaştaki canlı ağırlıkları

Kontrol ve S grubunda yer alan buzağlara ait 90 günlük yaşta canlı ağırlıkları sırasıyla; 90,27±2,76 ve 94,23±3,49 kg olarak ölçülmüştür (Tablo 6). Bu dönemde S grubu buzağlar kontrol grubuna göre 3,96 kg (%4,4) daha fazla canlı ağırlığa sahip olmuş, fakat bu farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Literatürde yer alan bazı çalışmalarda ise, 90 günlük yaştaki Siyah Alaca buzağların ortalama canlı ağırlık değerleri, Aydın vd. (2018) tarafından 78,0 kg, Çoban vd. (2021) tarafından 73,78 kg ve Özdemir (2023) tarafından 71,40 kg olarak bildirilmiştir. Aydın ilinde yürütülen bir çalışmada ise, 90 günlük yaştaki buzağlarda kış mevsiminde ortalama 71,29 kg ve ilkbahar mevsiminde ise 82,16 kg olarak bildirilmiştir (Doğan and Koç, 2014).

Çalışmada, erkek ve dişi buzağların 90 günlük yaştaki canlı ağırlıkları sırasıyla; 99,63±2,92 ve 85,93±2,16 kg olarak tespit edilmiştir. Bu dönemde erkek buzağlar, dişi buzağlara göre 13,7 kg (%15,9) üstünlük sağlamış ve bu fark istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Tablo 6).

Buzağların 120 günlük yaştaki canlı ağırlıkları

Kontrol ve S grubunda yer alan buzağların 120. gün (deneme sonu) canlı ağırlıkları sırasıyla; 119,19±3,82 ve 122,57±4,09 kg olarak ölçülmüştür (Tablo 6). S grubu buzağların kontrol grubuna göre 3,38 kg (%2,84) daha fazla canlı ağırlığa ulaştıkları, ancak bu farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Önceki yıllarda aynı işletmede Siyah Alaca buzağlar kullanılarak yürütülmüş olan çalışmalarda, 120 günlük yaştaki ortalama canlı ağırlıkları; 87,8 kg (Yanar *et al.* 2010), 108,95 kg (Koçyiğit *et al.* 2023) ve 88,10 kg (Özdemir, 2023) olarak bildirilmiştir. Aynı işletmede Esmer ırkı buzağlar kullanılarak yürütülmüş olan çalışmada, 120 günlük yaş canlı ağırlığı; 87,3 kg (Bayram *et al.* 2007) ve 114,53 kg olarak (Koçyiğit *et al.* 2023) bildirilmiştir.

Ülkemizin diğer bölgelerinde yürütülmüş çalışmalarda ise, Siyah Alaca buzağların 120 günlük yaştaki ağırlıkları kış mevsimi şartlarında 80,28 kg ve ilkbahar mevsimi şartlarında 92,03 kg olarak bildirilmiştir (Doğan and Koç, 2014). Konya ilinde yürütülmüş diğer bir çalışmada ise, 120 günlük yaştaki buzağların ortalama ağırlığı 123,58 kg olarak bildirilmiştir (Gürdal ve Zülkadir, 2019). Mevcut çalışma bulguları, 120 günlük yaşta bulunan buzağlarla yapılan çalışmalarda karşılaştırıldığında, Gürdal ve Zülkadir (2019) tarafından bildirilen değerler ile benzer, Bayram *et al.* (2007), Yanar *et al.* (2010), Doğan and Koç, (2014), Koçyiğit *et al.* (2023) ve Özdemir (2023) tarafından bildirilen sonuçlardan yüksektir.

Çalışmada, erkek ve dişi buzağların 120 günlük yaştaki canlı ağırlıkları sırasıyla; 129,21±3,41 ve 113,75±3,23 kg olarak tespit edilmiştir. Bu dönemde erkek buzağlar, dişi buzağlara göre 15,5 kg (%13,6) üstünlük sağlamış ve bu fark istatistiksel olarak çok önemli (p<0,01) bulunmuştur. Çalışma bütün olarak değerlendirildiğinde, çalışma süresince erkek buzağların canlı ağırlıkları dişi buzağlara göre daha yüksek olmuş ve aradaki farklılıklar 45 günlük yaştan deneme sonuna kadar (120 gün) istatistiksel olarak önemli (p<0,05) ve çok önemli seviyede (p<0,01) bulunmuştur (Tablo 6).

Buzağların canlı ağırlık artışları

Bu çalışmada çeşitli dönemlerdeki canlı ağırlıklar kullanılarak, dönemsel canlı ağırlık artışları hesaplanmıştır. S grubunda yer alan buzağlar kontrol grubuna göre, doğum ile 30 gün dönem aralığında 0,61 kg daha yüksek (%5,9) canlı ağırlık artışı sağlamış, fakat gerçekleşen bu farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Buzağların 30 ile 60 günlük dönemi arasında, S grubunda yer alan buzağlar 3,08 kg daha yüksek (%16,6) canlı ağırlık artışı sağlamış ve bu farklılık önemli (p<0,05) olmuştur. 60 ile 90 gün arası dönemde ise, S grubu kontrol grubuna göre 0,66 kg daha fazla (%3,1) canlı ağırlık artışına sahip olmuş, fakat gerçekleşen bu farklılık önemsizdir (Tablo 7).

Tablo 7. Buzağların Farklı Dönemlerdeki Ortalama Canlı Ağırlık Artışları (kg)

Dönem Aralıkları	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD
Doğum-30.Gün	10,35±0,69	10,96±0,49	ÖS	11,17±0,49	10,21±0,65	ÖS
30-60.Gün	18,50±0,96	21,58±1,57	*	22,71±1,34	17,75±1,04	**
60-90.Gün	21,38±1,60	22,04±1,60	ÖS	24,92±1,17	18,96±1,47	**
90-120.Gün	28,92±2,53	28,35±1,81	ÖS	29,58±1,98	27,82±2,31	ÖS
Doğum-SK	40,38±1,66	42,65±2,15	ÖS	45,17±1,47	38,39±1,82	**
SK-120.Gün	38,77±2,69	40,27±2,55	ÖS	43,21±2,55	36,36±2,33	*
Doğum-120.Gün	79,15±3,63	82,92±3,89	ÖS	88,38±2,91	74,75±3,47	**

ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, SK: Sütten Kesim, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata, *: p<0,05; **: p<0,01

Mevcut çalışmada çeşitli dönemlere ait canlı ağırlık artışları incelendiğinde, *Spirulina platensis* verilen buzağlar kontrol grubuna göre, doğum ile sütten kesim yaşına kadar %5,6 (2,27 kg) ve sütten kesim ile deneme sonuna kadar (120. gün) %3,9 (1,5 kg) daha fazla canlı ağırlık kazanımı sağlamıştır. Çalışma süresi boyunca ise (doğum ile 120. gün arası) *S. platensis* verilen buzağlar, ortalama %4,8 (3,77 kg) daha fazla canlı ağırlık artışı sağlamış, fakat S grubu lehine olan bu farklılık önemsiz bulunmuştur (Tablo 7).

Dönemler arası canlı ağırlık artışları cinsiyete göre değerlendirildiğinde ise, erkek buzağlar dişilere göre, tüm ölçüm dönemleri boyunca (90-120. gün hariç), daha fazla canlı ağırlık kazancı elde etmişlerdir. Erkek buzağlar lehine canlı ağırlık kazancındaki bu üstünlük, 30 ile 60. gün arası, 60 ile 90. gün arası, doğum ile sütten kesim (75. gün) arasında, sütten kesim

ile 120. gün ve deneme süresi boyunca (4 ile 120. gün) istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$ ve $p<0,01$) bulunmuştur (Tablo 7).

Mevcut çalışma ile aynı işletmede yürütülmüş diğer bir çalışmada, Siyah Alaca buzağılarda canlı ağırlık artışı, doğum ile sütten kesim arası dönemde (sütten kesim yaşı 45 gün) 14,62 kg ve doğum ile 6 aylık yaş arası dönemde 98,21 kg olarak bildirilmiştir (Koçyiğit *et al.* 2015). Siyah Alaca buzağılarda canlı ağırlık artışının incelendiği diğer bir çalışmada ise, doğum ile sütten kesim arası dönemde (ortalama sütten kesim yaşı 64,77 gün) canlı ağırlık artışı 29,08 kg olarak bildirilmiştir (Demir vd. 2020).

Buzağıkların günlük canlı ağırlık artışları

Çalışma süresince 15 gün aralıklarla yapılan tartım işlemi sonucu buzağıkların tespit edilen canlı ağırlıkları kullanılarak bazı dönemlere ait günlük ortalama canlı ağırlık artışları hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 8’de gösterilmiştir. Kontrol ve S grubunda yer alan buzağıkların doğum ile 30 gün arası dönemde günlük ortalama canlı ağırlık artışları sırasıyla $0,39\pm0,03$ ve $0,42\pm0,02$ kg olarak gerçekleşmiştir. S grubundaki buzağıkların günlük canlı ağırlık artışları kontrol grubuna göre %7,1 ($0,03$ kg) oranında daha yüksek olarak gerçekleşmesine rağmen, bu farklılık önemsiz bulunmuştur.

Tablo 8. Buzağıkların Ortalama Günlük Canlı Ağırlık Artışları (kg)

Dönem Aralıkları	Kontrol $\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$	ÖD
Doğum-30.Gün	$0,39\pm0,03$	$0,42\pm0,02$	ÖS	$0,43\pm0,02$	$0,39\pm0,02$	ÖS
30-60.Gün	$0,62\pm0,03$	$0,72\pm0,05$	ÖS	$0,76\pm0,04$	$0,59\pm0,03$	**
60-90.Gün	$0,71\pm0,05$	$0,73\pm0,05$	ÖS	$0,83\pm0,04$	$0,63\pm0,04$	**
90-120.Gün	$0,96\pm0,08$	$0,94\pm0,06$	ÖS	$0,99\pm0,07$	$0,93\pm0,07$	ÖS
Doğum-SK	$0,57\pm0,02$	$0,60\pm0,03$	ÖS	$0,64\pm0,02$	$0,54\pm0,02$	**
SK-120.Gün	$0,86\pm0,06$	$0,89\pm0,06$	ÖS	$0,96\pm0,06$	$0,81\pm0,05$	*
Doğum-120.Gün	$0,68\pm0,03$	$0,71\pm0,03$	ÖS	$0,76\pm0,02$	$0,64\pm0,03$	**

ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, SK: Sütten Kesim, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata, *: $p<0,05$; **: $p<0,01$

Denemede 30 ile 60. gün ve 60 ile 90. gün dönemleri arasında günlük ortalama canlı ağırlık artışları incelendiğinde, *Spirulina platensis* verilen grupta kontrol grubuna kıyasla sırasıyla %16,1 ve %2,8 oranında artış hesaplanmıştır. Benzer şekilde *S. platensis* verilen buzağıklar, doğum ile sütten kesim arasında %5,3 ve sütten kesim ile deneme sonu (120. gün) arası dönemde ise %3,5 daha fazla günlük canlı ağırlık kazanmıştır. Deneme süresince, *S. platensis* verilen buzağıklar, %4,4 daha fazla günlük canlı ağırlık kazanmıştır. Buzağıkların erken dönem için hesaplanan günlük ortalama canlı ağırlık artışları, *S. platensis* ile beslenen buzağıkların büyüme performanslarının sayısal değer olarak kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu göstermesine rağmen, grup ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 8).

Bu çalışmada elde edilen sonuç ile uyumlu olarak, *Spirulina platensis* ile yapılan çalışmada, Siyah Alaca buzağuların doğum ile sütten kesim dönemi (75. gün) arasında, rasyona *S. platensis* ilavesinin günlük canlı ağırlık artışını artırdığı ancak bu artışın istatistiksel olarak önemsiz olduğu bildirilmiştir, en fazla canlı ağırlık artışı %3 *S. platensis* eklenen grupta (0,775 kg) gözlemlendiği bildirilmiştir (Chesmberah *et al.* 2023).

Mevcut çalışma ile aynı işletmede yürütülmüş olan çalışmada, günlük canlı ağırlık artışı doğum ile sütten kesim arası dönemde (sütten kesim yaşı 49 gün) 0,296 kg ve sütten kesim ile 3 aylık yaş arası dönem için 0,654 kg olarak bildirilmiştir (Aydın vd. 2018). Başka bir çalışmada ise, günlük canlı ağırlık artışı doğum ile sütten kesim arası dönemde (sütten kesim yaşı 60 gün) 0,332 kg, sütten kesim ile 4 aylık yaş arası dönemde 0,536 kg ve doğum ile 4 aylık yaş arası dönem için 0,435 kg olarak bildirilmiştir (Özdemir, 2023).

Günlük canlı ağırlık artışı cinsiyete göre incelendiğinde, erkek buzağular dişilere göre tüm ölçüm dönemlerinde (90-120 gün hariç) aralıklarında daha fazla canlı ağırlık kazancı elde etmişlerdir. İstatistiksel olarak 30-60. gün, 60-90. gün, doğum ile sütten kesim arasında, sütten kesim ile 120. gün ve deneme süresi boyunca (4 ile 120. gün) oluşan bu farklılıklar önemlidir ($p<0,05$ ve $p<0,01$) (Tablo 8). Göncü *et al.* (2023), Siyah Alaca buzağularda 8 haftalık yaşa kadar erkek buzağuların günlük ortalama canlı ağırlık artışının dişilerden daha yüksek olduğunu ancak aradaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğunu bildirmiştir. Özdemir (2023), süt içme ve sütten kesimden sonraki dönemde, cinsiyetin günlük canlı ağırlık artışına etkisinin önemsiz olduğunu bildirmiştir.

Buzağuların farklı dönemlerdeki vücut ölçüleri

Çalışmada kontrol ve S grubunda yer alan buzağuların farklı dönemlerde tespit edilen bazı vücut ölçüleri Tablo 9'da verilmiştir. Tüm dönemlere ait interaksiyonlar hesaplanmış ve 105 gün cıdago yüksekliği hariç (grup x cinsiyet) diğer interaksiyonların etkisi önemsiz bulunmuştur. Çeşitli dönemlerde tespit edilen vücut ölçüleri bakımından S grubu daha yüksek ortalamaya sahip olmuşlar, ancak bu farklılıklar önemsiz bulunmuştur.

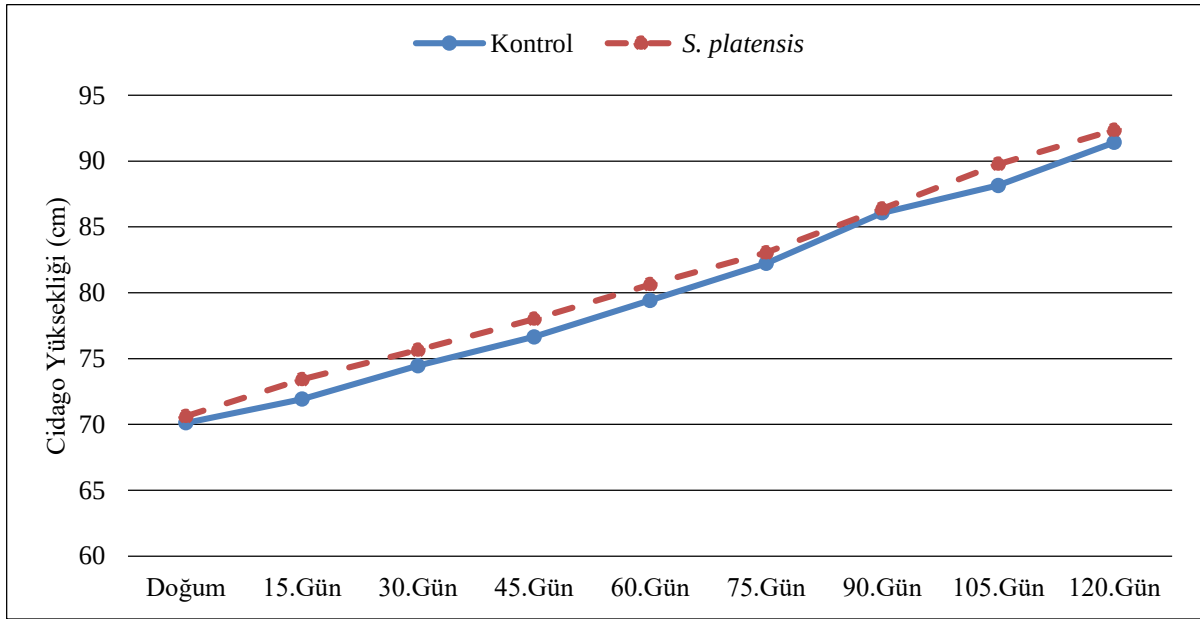
Tablo 9. *Spirulina platensis* ve Cinsiyetin Buzağların Vücut Ölçüleri Üzerine Etkisi

Vücut Ölçüleri (cm)	Ölçüm Dönemleri	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD
Cıdago Yüksekliği	Doğum	70,12±0,96	70,62±0,71	ÖS	71,08±0,99	69,75±0,68	ÖS
	15.Gün	71,92±0,86	73,42±0,75	ÖS	73,83±0,82	71,68±0,73	*
	30.Gün	74,46±0,91	75,65±0,58	ÖS	76,17±0,76	74,11±0,69	*
	45.Gün	76,65±0,92	78,00±0,62	ÖS	78,58±0,76	76,25±0,71	*
	60.Gün	79,42±1,22	80,62±0,61	ÖS	81,38±1,06	78,86±0,78	*
	75.Gün(SK)	82,23±1,14	83,04±0,51	ÖS	84,04±0,90	81,43±0,72	*
	90.Gün	86,07±1,01	86,37±0,62	ÖS	87,21±0,92	85,32±0,68	ÖS
	105.Gün	88,15±1,13	89,77±0,58	ÖS	90,00±0,74	88,07±0,97	ÖS
	120.Gün	91,42±0,77	92,35±0,69	ÖS	92,67±0,72	91,21±0,71	ÖS
Göğüs Derinliği	Doğum	27,69±0,54	28,85±0,65	ÖS	27,75±0,71	26,86±0,49	ÖS
	15.Gün	28,92±0,41	29,15±0,58	ÖS	29,25±0,56	28,86±0,45	ÖS
	30.Gün	30,23±0,39	30,77±0,49	ÖS	30,50±0,46	30,50±0,45	ÖS
	45.Gün	31,19±0,36	32,27±0,42	*	31,83±0,47	31,69±0,38	ÖS
	60.Gün	33,54±0,48	34,00±0,33	ÖS	34,13±0,45	33,46±0,36	ÖS
	75.Gün(SK)	35,23±0,48	36,04±0,34	ÖS	36,04±0,44	35,29±0,39	ÖS
	90.Gün	37,08±0,58	37,65±0,39	ÖS	37,92±0,50	36,89±0,45	ÖS
	105.Gün	38,88±0,62	40,04±0,65	ÖS	40,00±0,51	39,00±0,71	ÖS
	120.Gün	41,00±0,74	41,69±0,66	ÖS	42,21±0,69	40,61±0,64	ÖS
Göğüs Çevresi	Doğum	75,04±1,11	76,73±1,09	ÖS	76,21±1,24	75,61±1,03	ÖS
	15.Gün	78,58±1,07	79,96±1,12	ÖS	79,88±1,26	78,75±0,97	ÖS
	30.Gün	81,54±1,13	81,69±1,36	ÖS	82,83±1,30	80,57±1,13	ÖS
	45.Gün	86,58±1,26	88,27±1,02	ÖS	88,17±1,29	86,79±1,03	ÖS
	60.Gün	92,77±1,17	94,04±1,29	ÖS	94,75±1,57	92,25±0,81	ÖS
	75.Gün(SK)	98,65±1,41	99,04±1,16	ÖS	100,38±1,36	97,54±1,12	ÖS
	90.Gün	102,65±1,34	103,77±1,39	ÖS	104,50±1,48	102,11±1,21	ÖS
	105.Gün	107,04±1,27	109,42±1,13	ÖS	109,04±1,45	107,54±1,04	ÖS
	120.Gün	112,88±1,28	114,31±1,23	ÖS	114,67±1,54	112,68±0,96	ÖS
Ön İncik Çevresi	Doğum	17,18±0,25	17,36±0,23	ÖS	17,74±0,22	16,87±0,19	**
	15.Gün	17,51±0,24	17,71±0,25	ÖS	18,12±0,23	17,17±0,18	**
	30.Gün	17,85±0,25	18,08±0,25	ÖS	18,51±0,24	17,50±0,18	**
	45.Gün	18,28±0,26	18,55±0,25	ÖS	18,99±0,25	17,92±0,17	**
	60.Gün	18,82±0,27	19,17±0,27	ÖS	19,67±0,25	18,42±0,17	**
	75.Gün(SK)	19,52±0,32	19,85±0,26	ÖS	20,43±0,29	19,04±0,14	**
	90.Gün	19,95±0,32	20,52±0,25	*	20,88±0,31	19,67±0,16	**
	105.Gün	20,40±0,32	21,04±0,26	ÖS	21,42±0,31	20,12±0,18	**
	120.Gün	20,88±0,32	21,49±0,25	*	21,85±0,30	20,62±0,19	**
Vücut Uzunluğu	Doğum	69,81±1,06	71,58±0,83	ÖS	71,21±1,03	70,25±0,93	ÖS
	15.Gün	74,88±0,78	76,54±1,02	ÖS	76,38±1,16	75,14±0,69	ÖS
	30.Gün	79,54±0,89	80,50±0,82	ÖS	80,79±1,09	79,36±0,59	ÖS
	45.Gün	84,08±0,97	86,15±0,79	ÖS	85,54±1,05	84,75±0,81	ÖS
	60.Gün	90,19±1,25	92,42±1,10	ÖS	92,96±1,33	89,89±0,97	*
	75.Gün(SK)	96,00±1,36	97,65±1,16	ÖS	97,67±1,11	96,11±1,36	ÖS
	90.Gün	98,65±1,44	101,19±1,41	ÖS	101,38±1,34	98,68±1,47	ÖS
	105.Gün	102,12±1,54	104,88±1,58	ÖS	105,29±1,53	101,96±1,53	ÖS
	120.Gün	106,27±1,69	108,58±1,99	ÖS	109,75±1,79	105,43±1,75	ÖS

ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, SK: Sütten Kesim, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata, *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$

Buzağların cidago yüksekliği ölçüsündeki değişim

Çalışmada, kontrol ve S grubunda yer alan buzağların farklı dönemlerde ölçülen ortalama cidago yüksekliği ölçüsündeki değişime ait grafik Şekil 28’de verilmiştir. Cidago yüksekliği bakımından tüm ölçüm dönemlerinde, kontrol ve S grubunda yer alan buzağların ortalama değerleri birbirine yakın olmuştur. Çalışma süresi boyunca ölçülen tüm dönemlerde, erkek buzağlar dişi buzağlara göre, daha yüksek cidago yüksekliğine sahip olmasına rağmen, 15, 30, 45, 60 ve 75 günlük yaşa ait farklılıklar önemli seviyede ($p<0,05$) bulunmuştur (Tablo 9).



Şekil 28. Kontrol ve *Spirulina platensis* grubu buzağların cidago yüksekliğindeki değişim

Spirulina platensis ile yapılmış bir çalışmada, rasyona %1 oranında *S. platensis* ilavesi 30 günlük yaşta ve sütten kesim günü (75. gün) yapılan ölçümlerde, buzağların cidago yüksekliğini önemli düzeyde artırdığı bildirilmiştir (Chesmberah *et al.* 2023).

Buzağların cidago yüksekliği ölçüsündeki artışlar

Çalışma süresince 15 gün aralıklarla tespit edilen vücut ölçülerinden cidago yüksekliği ölçüsü kullanılarak bazı dönemlere ait artışlar hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 10’da gösterilmiştir. Kontrol ve S grubunda yer alan buzağların doğum ile 30 gün dönem arasında cidago yüksekliği artışları sırasıyla; $4,35\pm0,56$ ve $5,04\pm0,57$ cm olarak gerçekleşmiştir. S grubundaki buzağların cidago yüksekliği artışı, kontrol grubuna göre %15,9 (0,69 cm) oranında daha yüksek olarak gerçekleşmiş, ancak bu farklılık önemsiz bulunmuştur.

Tablo 10. Buzağların Cidago Yüksekliğindeki Artışlar (cm)

Dönem Aralıkları	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD
Doğum-30.Gün	4,35±0,56	5,04±0,57	ÖS	5,08±0,69	4,36±0,44	ÖS
30-60.Gün	4,96±0,63	4,96±0,42	ÖS	5,21±0,57	4,75±0,49	ÖS
60-90.Gün	6,62±0,52	5,73±0,53	ÖS	5,83±0,59	6,46±0,49	ÖS
90-120.Gün	5,38±0,74	6,00±0,69	ÖS	5,46±0,82	5,89±0,63	ÖS
Doğum-SK	12,12±0,77	12,42±0,69	ÖS	12,96±0,56	11,68±0,79	ÖS
SK-120.Gün	9,19±0,75	9,31±0,64	ÖS	8,63±0,85	9,79±0,52	ÖS
Doğum-120.Gün	21,31±0,86	21,73±0,60	ÖS	21,58±0,57	21,46±0,85	ÖS

ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, SK: Sütten Kesim, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata

Çalışmada, 30 ile 60. gün buzağların cidago yüksekliği artışları, kontrol ve S grubunda eşit miktarda gerçekleşmiştir. 60 ile 90. gün ve 90 ile 120. gün dönemleri arasında buzağların cidago yüksekliği artışları, kontrol grubunda S grubuna göre sırasıyla %15,5 (0,89 cm) ve %11,5 (0,62 cm) oranında daha yüksek gerçekleşmiş fakat farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Buzağların sütten kesim öncesi ve sonrası dönemi ve deneme süresi boyunca, kontrol ve S grubunda yer alan buzağların ortalama cidago yüksekliği artışı benzer olarak gerçekleşmiştir (Tablo 10).

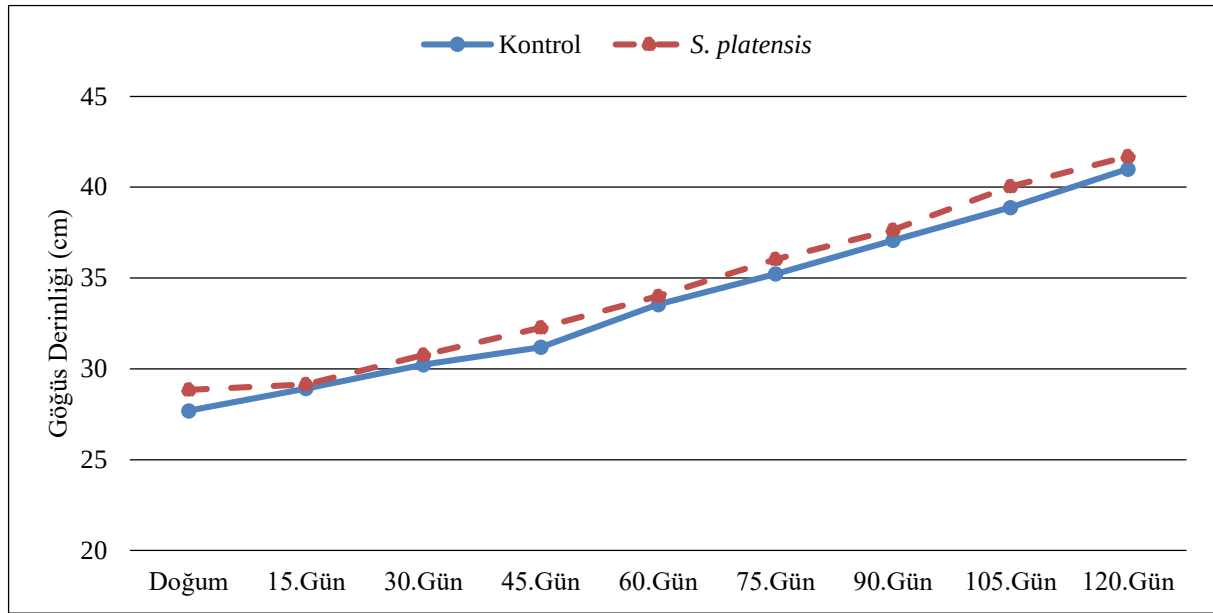
Daha önce aynı işletmede yürütülmüş olan çalışmalarda, Siyah Alaca buzağlarda cidago yüksekliği artışı, doğum ile sütten kesim arası dönemde 10,6 cm ve 8,6 cm, sütten kesim ile 4 aylık yaş arası dönemde 8,6 cm ve 9,4 cm ve doğum ile 4 aylık yaş arasında 19,1 cm ve 18,0 cm olarak bildirilmiştir (Koçyiğit *et al.* 2023; Özdemir, 2023). Siyah Alaca buzağların doğum ile 6 aylık yaş arasındaki cidago yüksekliği artışı 26,4 cm olarak bildirilmiştir (Aydın vd. 2018). Yine aynı işletmede Esmer buzağlarda ise; doğum ile sütten kesim arası dönemde 3,2 cm, sütten kesim ile 6 aylık yaş arasında 19,3 cm (Güler *et al.* 2006) ve doğum ile 6 aylık yaş arası dönemde 21,7 cm (Bayram *et al.* 2007) cidago yüksekliği artışı olduğu bildirilmiştir.

Cinsiyet düzeyinde cidago artışı incelendiğinde, hesaplanan tüm dönem aralıklarında, erkek ve dişi buzağlarda cidago yüksekliği artışlarının benzer ortalamaya sahip olmuştur (Tablo 10). Elde edilen sonuçlar Güler *et al.* (2006), Bayram *et al.* (2007), Aydın vd. (2018), Koçyiğit *et al.* (2023) ve Özdemir, (2023) bildirişleriyle uyumludur.

Buzağların göğüs derinliği ölçüsündeki değişim

Kontrol ve S grubunda yer alan buzağların farklı dönemlerde ölçülen ortalama göğüs derinliği ölçüsündeki değişim grafiği Şekil 29'da gösterilmiştir. Çeşitli dönemlerde tespit edilen göğüs derinliği bakımından S grubu daha yüksek ortalamaya sahip olmuştur. Buzağların 45 günlük yaşta tespit edilen göğüs derinliği ölçüsü, S grubu buzağlarda kontrol grubuna göre 1,08 cm daha yüksek (%3,5) gerçekleşmiş ve ilgili fark istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$)

bulunmuştur. Çeşitli dönemlerde tespit edilen göğüs derinliği bakımından cinsiyetin etkisi de önemsizdir (Tablo 9).



Şekil 29. Kontrol ve *Spirulina platensis* grubu buzağlarının göğüs derinliğindeki değişim

Buzağlarının göğüs derinliği ölçüsündeki artışlar

Çalışmada, buzağlarının tespit edilen göğüs derinliği ölçüleri kullanılarak bazı dönemlere ait artışlar hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 11’de gösterilmiştir. Kontrol ve S grubunda yer alan buzağlarının doğum ile 30 gün dönem arasında göğüs derinliği artışları sırasıyla; $2,54 \pm 0,33$ ve $3,92 \pm 0,62$ cm olarak gerçekleşmiştir. S grubundaki buzağlarının göğüs derinliği artışı kontrol grubuna göre 1,38 cm daha yüksek (%54,3) olmuş ve ilgili farklılık istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Tablo 11. Buzağlarının Göğüs Derinliğindeki Artışlar (cm)

Dönem Aralıkları	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	S. platensis $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD
Doğum-30.Gün	$2,54 \pm 0,33$	$3,92 \pm 0,62$	*	$2,75 \pm 0,42$	$3,64 \pm 0,58$	ÖS
30-60.Gün	$3,31 \pm 0,52$	$3,23 \pm 0,25$	ÖS	$3,63 \pm 0,19$	$2,96 \pm 0,49$	ÖS
60-90.Gün	$3,54 \pm 0,27$	$3,65 \pm 0,33$	ÖS	$3,79 \pm 0,23$	$3,43 \pm 0,34$	ÖS
90-120.Gün	$3,92 \pm 0,49$	$4,04 \pm 0,51$	ÖS	$4,29 \pm 0,52$	$3,71 \pm 0,47$	ÖS
Doğum-SK	$7,54 \pm 0,63$	$9,19 \pm 0,54$	*	$8,29 \pm 0,48$	$8,43 \pm 0,72$	ÖS
SK-120.Gün	$5,77 \pm 0,59$	$5,65 \pm 0,56$	ÖS	$6,17 \pm 0,53$	$5,32 \pm 0,59$	ÖS
Doğum-120.Gün	$13,31 \pm 0,72$	$14,85 \pm 0,92$	ÖS	$14,46 \pm 0,39$	$13,75 \pm 1,06$	ÖS

ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, SK: Sütten Kesim, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata

Çalışmada 30 ile 60. gün ve 60 ile 90. gün dönemleri arasında buzağlarının göğüs derinliği artışları, kontrol ve S grubunda benzer gerçekleşmiştir. 90 ile 120. gün dönemleri arasında buzağlarının göğüs derinliği artışı, S grubunda kontrol grubuna göre %3,1 (0,12 cm) oranında daha yüksek gerçekleşmiş ancak ilgili farklılık önemsiz olmuştur. Sütten kesim öncesi

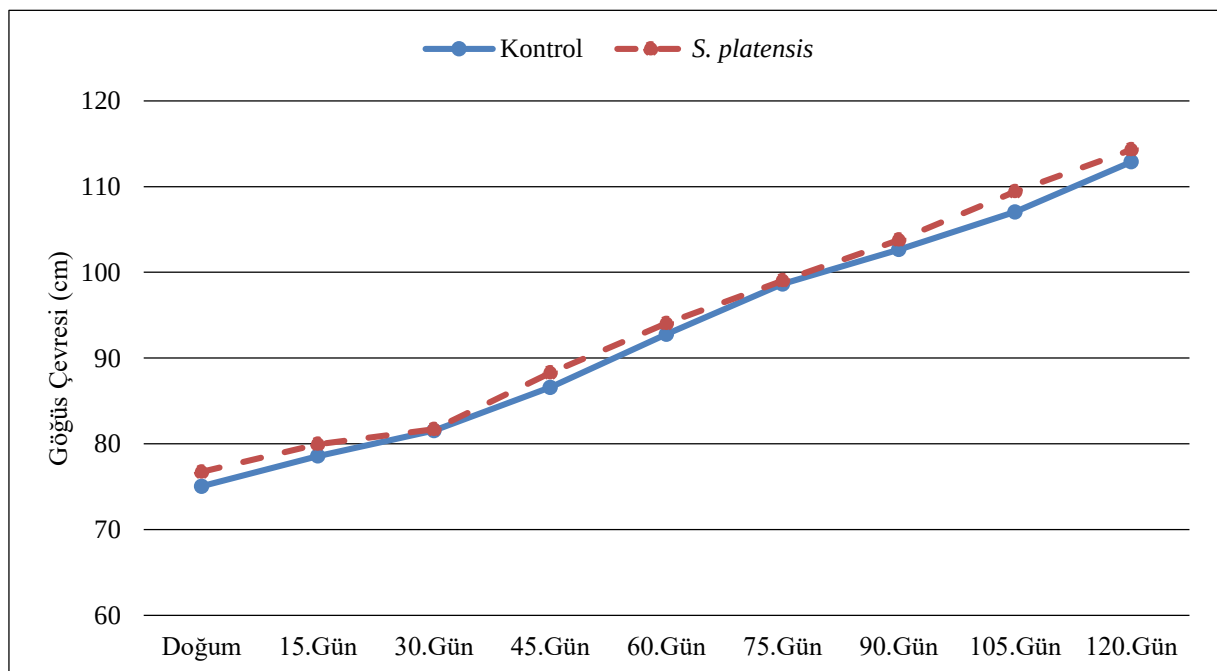
S grubunda yer alan buzağların ortalama göğüs derinliği artışı, kontrol grubuna göre 1,65 cm daha yüksek (%21,9) gerçekleşmiş ve ilgili farklılık önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Çalışma süresi boyunca S grubundaki buzağların göğüs derinliği artışı kontrol grubuna göre 1,54 cm daha yüksek (%11,6) olmasına rağmen, aradaki farklılık önemsizdir (Tablo 11).

Daha önce yürütölmüş olan bazı çalışmalarda, Siyah Alaca buzağlarda göğüs derinliği artışı, doğum ile sütten kesim arası dönemde 6,3 cm, sütten kesim ile 4 aylık yaş arası dönemde 5,7 cm ve 5,3 cm ve doğum ile 4 aylık yaş arasında 12 cm ve 11,6 cm olarak bildirilmiştir (Koçyiğit *et al.* 2023; Özdemir, 2023). Başka bir çalışmada ise, Siyah Alaca buzağların doğum ile 6 aylık yaş arasındaki göğüs derinliği artışı 13,8 cm olduğı bildirilmiştir (Aydın vd. 2018).

Göğüs derinliği artışı cinsiyete göre incelendiğinde, hesaplanan tüm dönem aralıklarında, erkek ve dişi buzağlarda göğüs derinliği artışlarının benzer ortalamaya sahip olmuştur (Tablo 11). Elde edilen sonuçlar Güler *et al.* (2006), Bayram *et al.* (2007), Aydın vd. (2018) ve Koçyiğit *et al.* (2023) bildirişleriyle uyumludur. Çalışma sonuçlarından farklı olarak, Siyah Alaca buzağlarda doğum ile sütten kesim arası dönemde, erkek buzağların daha fazla göğüs derinliği artışı sağladığı ve bu artışın önemli olduğı bildirilmiştir (Özdemir, 2023).

Buzağların göğüs çevresi ölçüsündeki değişim

Kontrol ve S grubunda yer alan buzağların farklı dönemlerde ölçölen ortalama göğüs çevresi ölçüsündeki değişime ait grafik Şekil 30'da verilmiştir. Tespit edilen göğüs çevresi bakımından S grubu daha yüksek ortalamaya sahip olmasına rağmen, farklılıklar önemsizdir. Göğüs çevresi ölçüsüne cinsiyetin etkisi de önemsiz olarak tespit edilmiştir (Tablo 9).



Şekil 30. Kontrol ve *Spirulina platensis* grubu buzağların göğüs çevresindeki değişim

Siyah Alaca buzağılarda *Spirulina platensis*'in göğüs çevresine etkisi üzerine yapılmış bir çalışmada (Chesmberah *et al.* 2023), rasyona %1, %2 ve %3 oranında *S. platensis* ilavesinin 30 günlük yaş ve sütten kesim döneminde (75. gün) göğüs çevresi ölçüsünü önemli düzeyde artırdığı bildirilmiştir

Buzağların göğüs çevresi ölçüsündeki artışlar

Çalışmada, buzağların göğüs çevresi ölçüleri kullanılarak bazı dönemlere ait artış miktarları hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 12'de gösterilmiştir. Kontrol ve S grubunda yer alan buzağların doğum ile 30 gün dönem arasında göğüs çevresi artışları sırasıyla; $6,50 \pm 0,65$ ve $6,69 \pm 0,72$ cm olarak gerçekleşmiştir. Doğum ile 30. gün dönem arasında S grubundaki buzağların göğüs çevresi artışı kontrol grubuna göre %2,92 (0,19 cm) oranında daha yüksek olarak gerçekleşmiş, ancak ilgili farklılık önemsiz bulunmuştur.

Tablo 12. Buzağların Göğüs Çevresindeki Artışlar (cm)

Dönem Aralıkları	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD
Doğum-30.Gün	$6,50 \pm 0,65$	$6,69 \pm 0,72$	ÖS	$6,63 \pm 0,85$	$6,57 \pm 0,53$	ÖS
30-60.Gün	$11,23 \pm 0,71$	$10,62 \pm 0,74$	ÖS	$11,92 \pm 0,75$	$10,07 \pm 0,62$	*
60-90.Gün	$9,88 \pm 0,62$	$9,73 \pm 0,59$	ÖS	$9,75 \pm 0,37$	$9,86 \pm 0,73$	ÖS
90-120.Gün	$10,23 \pm 1,04$	$10,54 \pm 0,68$	ÖS	$10,17 \pm 0,84$	$10,57 \pm 0,90$	ÖS
Doğum-SK	$23,62 \pm 1,05$	$22,31 \pm 1,16$	ÖS	$24,17 \pm 1,17$	$21,93 \pm 0,99$	ÖS
SK-120.Gün	$14,23 \pm 1,12$	$15,27 \pm 0,84$	ÖS	$14,29 \pm 1,07$	$15,14 \pm 0,93$	ÖS
Doğum-120.Gün	$37,85 \pm 1,12$	$37,58 \pm 1,26$	ÖS	$38,46 \pm 1,00$	$37,07 \pm 1,28$	ÖS

ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, SK: Sütten Kesim, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata

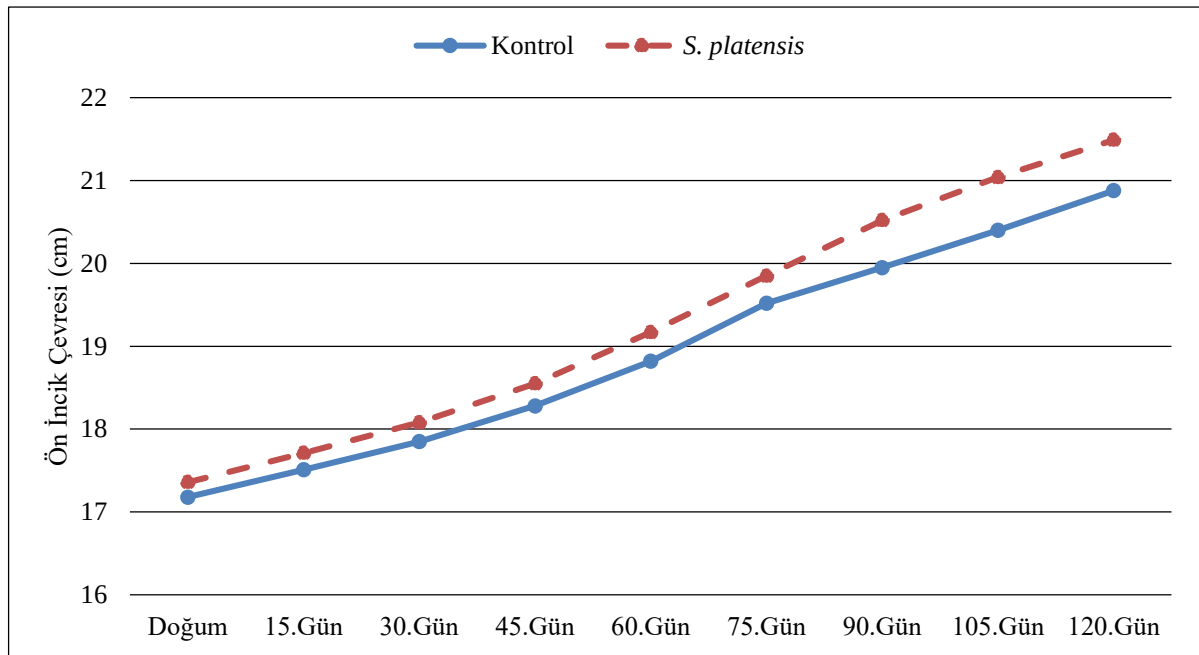
Mevcut çalışmada, 30 ile 60. gün, 60 ile 90. gün ve 90 ile 120. gün arasında kontrol ve S grubu buzağların göğüs çevresi artışları benzer şekilde gerçekleşmiş olup, iki grup arasında herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir. Sütten kesim sonrası S grubunda yer alan buzağların ortalama göğüs çevresi artışı kontrol grubuna göre 1,04 cm daha yüksek (%7,3) gerçekleşmiş ancak ilgili farklılık önemsiz bulunmuştur. Çalışma süresince (doğum ile 120. gün arası), kontrol ve S gruplarında yer alan buzağların göğüs çevresi artışları benzer gerçekleşmiş ve oluşan farklılık önemsiz olmuştur (Tablo 12).

Daha önce aynı işletmede yürütülmüş olan çalışmalarda, Siyah Alaca buzağlarında göğüs çevresi artışı, doğum ile sütten kesim arası dönemde 17,8 ve 15,5 cm, sütten kesim ile 4 aylık yaş arası dönemde 14,1 cm ve 11,6 cm ve doğum ile 4 aylık yaş arasında 31,9 cm ve 26,1 cm olarak bildirilmiştir (Koçyiğit *et al.* 2023; Özdemir, 2023). Siyah Alaca buzağların doğum ile 6 aylık yaş arasındaki göğüs çevresi artışı 45,1 cm olduğu bildirilmiştir (Aydın vd. 2018). Aynı işletmede Esmer buzağlarda ise; doğum ile sütten kesim arası dönemde 3,8 cm, sütten kesim ile 6 aylık yaş arasında 41,3 cm (Güler *et al.* 2006) ve doğum ile 6 aylık yaş arası dönemde 43,0 cm (Bayram *et al.* 2007) göğüs çevresi artışı olduğu bildirilmiştir.

Cinsiyete göre göğüs çevresindeki artış incelendiğinde, 30 ile 60 günlük dönem arasında erkek buzağılar, dişi buzağılara göre 1,85 cm (%18,4) üstünlük sağlamış ve bu fark istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Diğer dönemlerde, buzağı cinsiyetinin göğüs çevresi gelişimine etkisinin önemsiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Tablo 12). Elde edilen sonuçlar, cinsiyetin göğüs çevresi üzerinde etkisinin önemsiz olduğunu bildiren literatür sonuçlarıyla (Güler *et al.* 2006; Bayram *et al.* 2007; Aydın vd. 2018; Koçyiğit *et al.* 2023; Özdemir, 2023) uyumludur.

Buzağların Ön İncik Çevresi Ölçüsündeki Değişim

Ön incik çevresi ölçümü, buzağılarda kemik gelişimi hakkında bilgi vermektedir. Kontrol ve S grubunda yer alan buzağların farklı dönemlerde ölçülen ortalama ön incik çevresi ölçüsündeki değişime ait grafik Şekil 30'da verilmiştir. Çalışmada tespit edilen ön incik çevresi bakımından S grubu buzağılar kontrol grubuna göre, 90 ve 120 günlük yaşta daha yüksek ortalamaya sahip olmuş ve ilgili farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) olmuştur. Tespit edilen ön incik çevresi bakımından tüm dönemlerde, erkek buzağılar dişilere göre daha yüksek ortalamaya sahip olmuş ve aradaki farklılıklar çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Tablo 9).



Şekil 31. Kontrol ve *Spirulina platensis* grubu buzağların ön incik çevresindeki değişim

Buzağların ön incik çevresi ölçüsündeki artışlar

Çalışmada buzağların ön incik çevresi ölçüleri kullanılarak bazı dönemlere ait artışlar hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 13'te gösterilmiştir. Kontrol ve S grubunda yer alan buzağların doğum ile 30 gün dönem arasında ön incik çevresi artışları sırasıyla; $0,66\pm0,07$ ve $0,72\pm0,08$ cm olarak gerçekleşmiştir. S grubundaki buzağların ön incik çevresi artışı kontrol grubuna göre

0,06 cm (%9,1) daha yüksek olarak gerçekleşmesine rağmen, ilgili farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Tablo 13. Buzağların Ön İncik Çevresindeki Artışlar (cm)

Dönem Aralıkları	Kontrol $\bar{X} \pm S_x$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_x$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_x$	Dişi $\bar{X} \pm S_x$	ÖD
Doğum-30.Gün	0,66±0,07	0,72±0,08	ÖS	0,77±0,08	0,63±0,07	ÖS
30-60.Gün	0,98±0,11	1,08±0,14	ÖS	1,16±0,16	0,92±0,09	ÖS
60-90.Gün	1,12±0,16	1,35±0,16	ÖS	1,22±0,18	1,25±0,15	ÖS
90-120.Gün	0,94±0,06	0,98±0,08	ÖS	0,97±0,08	0,95±0,06	*
Doğum-SK	2,33±0,20	2,48±0,21	ÖS	2,69±0,23	2,16±0,16	*
SK-120.Gün	1,37±0,07	1,65±0,11	*	1,42±0,09	1,59±0,11	ÖS
Doğum-120.Gün	3,70±0,19	4,13±0,27	ÖS	4,11±0,25	3,75±0,22	ÖS

ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, SK: Sütten Kesim, $\bar{X}$: Ortalama, S_x : Standart Hata

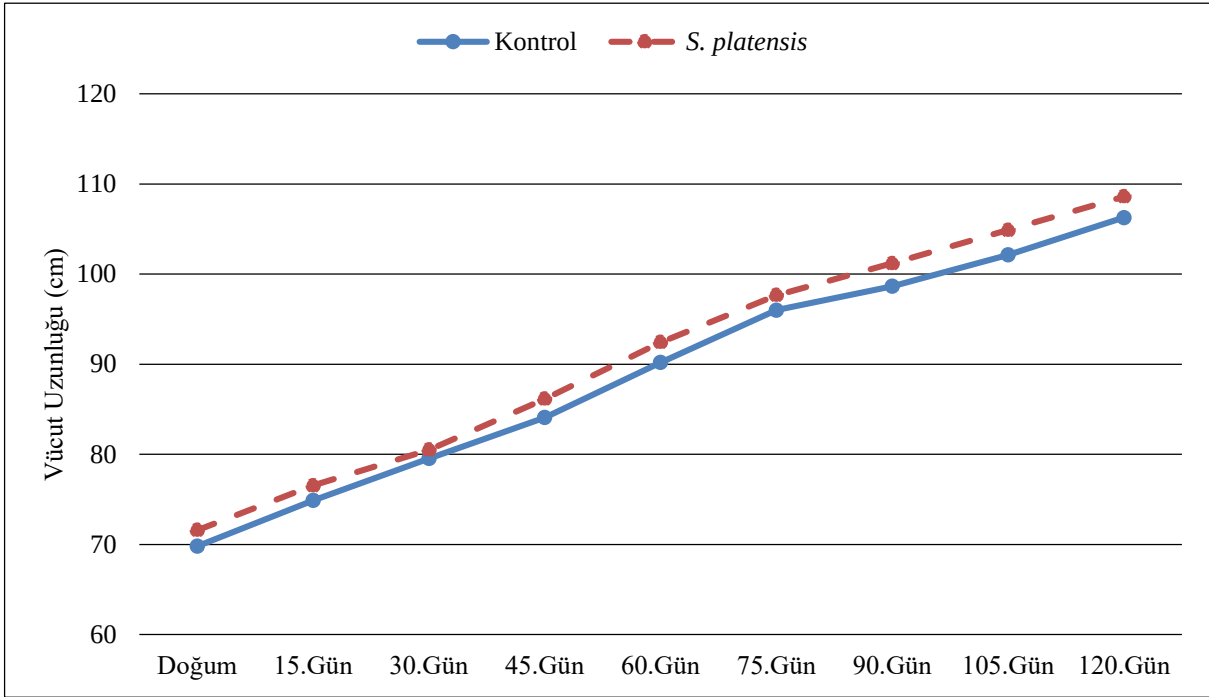
Mevcut çalışmada 30 ile 60. gün arası dönem için *S* grubundaki buzağların ön incik çevresi artışı kontrol grubuna göre 0,1 cm (%10,2) daha yüksek gerçekleşmiş, fakat iki grup arasında gözlenen farklılık önemsiz bulunmuştur. 60 ile 90. gün arası dönemde *S* grubundaki buzağların ön incik çevresi artışı kontrol grubuna göre 0,23 cm (%20,5) daha yüksek gerçekleşmiş ancak ortalamalar arasındaki farklılık önemsiz olmuştur. Sütten kesim sonrası dönemde, *S* grubunda yer alan buzağların ön incik çevresi artışı kontrol grubuna göre 0,28 cm daha yüksek (%20,4) gerçekleşmiş ve aradaki farklılık önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. Deneme süresince, *S* grubunda yer alan buzağların ön incik çevresi artışı kontrol grubuna göre %11,6 (0,43 cm) oranında daha yüksek gerçekleşmiş, fakat iki grup arasında gözlenen farklılık önemsizdir (Tablo 13).

Aynı işletmede daha önce yürütülmüş olan çalışmalarda, Siyah Alaca buzağlarda ön incik çevresi artışı, doğum ile sütten kesim arası dönemde 0,8 ve 0,35 cm, sütten kesim ile 4 aylık yaş arası dönemde 0,9 cm ve 0,85 cm ve doğum ile 4 aylık yaş arasında 1,7 cm ve 1,15 cm olarak bildirilmiştir (Koçyiğit *et al.* 2023; Özdemir, 2023). Diğer çalışmada, Siyah Alaca buzağların doğum ile 6 aylık yaş arasındaki ön incik çevresi artışı 3,3 cm olarak bildirilmiştir (Aydın *et al.* 2018).

Ön incik çevresi artışı cinsiyete göre değerlendirildiğinde, buzağların süt içme döneminde ve 90 ile 120 günlük dönem arasında, erkek buzağlar lehine görülen artış istatistiksel olarak önemli seviyede ($p < 0,05$) gerçekleşmiştir (Tablo 13). Çalışma sonuçlarından farklı olarak Aydın vd. (2018), Koçyiğit *et al.* (2023) ve Özdemir, (2023) tarafından buzağı cinsiyetinin ön incik çevresi gelişimine etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir.

Buzağların vücut uzunluğu ölçüsündeki değişim

Çeşitli dönemlerde tespit edilen vücut uzunluğu bakımından, S grubunda yer alan buzağlar, kontrol grubuna göre daha yüksek ortalamaoya sahip olmasına rağmen, farklılıklar önemsiz bulunmuştur (Şekil 32). Buzağlarda vücut uzunluğu ölçüsüne cinsiyete göre değerlendirildiğinde, 60 günlük yaşta erkek buzağlar, dişilere göre 3,07 cm daha yüksek (%3,4) ortalamaoya sahip olmuş ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) olmuştur (Tablo 9).



Şekil 32. Kontrol ve *Spirulina platensis* grubu buzağların vücut uzunluğundaki değişim

Siyah Alaca buzağlarda *Spirulina platensis*'in vücut uzunluğu üzerine etkisinin incelendiği çalışmada (Chesmberah *et al.* 2023), rasyona %1 oranında *S. platensis* ilavesinin 30 günlük yaşta buzağların vücut uzunluğunu önemli düzeyde artırdığı bildirilmiştir.

Buzağların vücut uzunluğu ölçüsündeki artışlar

Çalışmada, buzağların vücut uzunluğu ölçüleri kullanılarak bazı dönemlere ait artış miktarları hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 14'te gösterilmiştir. Kontrol ve S grubunda yer alan buzağların doğum ile 30 gün dönem arasında vücut uzunluğu artışları sırasıyla; $9,73\pm0,87$ ve $8,92\pm0,89$ cm olarak gerçekleşmiş, kontrol grubuna lehine olan farklılık önemsiz bulunmuştur. 30 ile 60. gün arası dönem için S grubundaki buzağların vücut uzunluğu artışı kontrol grubuna göre %11,9 (1,27 cm) oranında daha yüksek gerçekleşmiş, ancak bu farklılık önemsizdir. 60 ile 90. gün arası dönemde kontrol ve S grubunda yer alan buzağların vücut uzunluğu artışı benzer olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 14. Buzağuların Vücut Uzunluğundaki Artışlar (cm)

Dönem Aralıkları	Kontrol $\bar{X} \pm S_x$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_x$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_x$	Dişi $\bar{X} \pm S_x$	ÖD
Doğum-30.Gün	9,73±0,87	8,92±0,89	ÖS	9,58±1,07	9,11±0,72	ÖS
30-60.Gün	10,65±0,99	11,92±1,20	ÖS	12,17±1,33	10,54±0,88	ÖS
60-90.Gün	8,46±1,21	8,77±0,73	ÖS	8,42±0,77	8,79±1,13	ÖS
90-120.Gün	7,62±0,90	7,38±0,78	ÖS	8,38±0,87	6,75±0,76	ÖS
Doğum-SK	26,19±1,32	26,08±1,17	ÖS	26,46±0,79	25,86±1,48	ÖS
SK-120.Gün	10,27±1,27	10,92±1,08	ÖS	12,08±1,15	9,32±1,08	ÖS
Doğum-120.Gün	36,46±1,78	37,00±1,81	ÖS	38,54±1,50	35,18±1,87	ÖS

ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, SK: Sütten Kesim, $\bar{X}$: Ortalama, S_x : Standart Hata

Sütten kesim öncesi ve sonrası dönemde ve deneme süresi boyunca kontrol ve S grubunda yer alan buzağuların vücut uzunluğu artışı benzer olarak gerçekleşmiş ve aradaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur (Tablo 14).

Siyah Alaca buzağılarda vücut uzunluğu artışı, doğum ile sütten kesim arası dönemde 15,6 ve 9,3 cm, sütten kesim ile 4 aylık yaş arası dönemde 10,7 cm ve 11,7 cm ve doğum ile 4 aylık yaş arasında 26,3 cm ve 21,0 cm olarak bildirilmiştir (Koçyiğit *et al.* 2023; Özdemir, 2023). Aynı işletmede diğer bir çalışmada ise, Siyah Alaca buzağuların doğum ile 6 aylık yaş arasındaki vücut uzunluğu artışı 32,4 cm olduğu bildirilmiştir (Aydın vd. 2018). Diğer bir çalışmada ise, Esmer buzağılarda ise; doğum ile sütten kesim arası dönemde 5,4 cm, sütten kesim ile 6 aylık yaş arasında 24,8 cm (Güler *et al.* 2006) ve doğum ile 6 aylık yaş arası dönemde 29,7 cm (Bayram *et al.* 2007) vücut uzunluğu artışı olduğu bildirilmiştir.

Vücut uzunluğu artışı cinsiyete göre değerlendirildiğinde, hesaplanan tüm dönem aralıklarında, erkek ve dişi buzağılarda vücut uzunluğu artışlarının benzer ortalamaya sahip olduğu ve buzağı cinsiyetinin vücut uzunluğu gelişimine etkisinin önemsiz olduğu anlaşılmıştır (Tablo 14). Elde edilen sonuçlar Güler *et al.* (2006), Bayram *et al.* (2007), Koçyiğit *et al.* (2023) ve Özdemir, (2023) bildirişleriyle uyumludur. Çalışma sonuçlarından farklı olarak, doğum ile 6 aylık yaş arası dönemde Siyah Alaca ırkı dişi buzağuların daha fazla vücut uzunluğu artışı gösterdiği ve aradaki farklılığın önemli olduğu bildirilmiştir (Aydın vd. 2018).

Buzağuların yemden yararlanma oranları

Sığır yetiştiriciliğinde yemden yararlanma oranı, işletme ekonomisi ve sürdürülebilirlik açısından oldukça önemli bir parametredir. Yemden yararlanma oranı, belirli bir dönem içerisinde tüketilen yem kuru madde miktarı ile aynı dönemde hayvanın kazandığı canlı ağırlığa bölünmesi ile hesaplanır. Yemden yararlanmaya etki eden pek çok faktör olmakla birlikte, hayvan sağlığı en önemli etkenlerin başında gelmektedir. Buzağılarda ishal, solunum sistemi hastalıkları ve çeşitli enfeksiyonlar başta olmak üzere, buzağı sağlığını olumsuz etkileyen her türlü faktör yemden yararlanmayı olumsuz etkilemektedir. Sağlıklı buzağuların yemden

yararlanma oranları daha iyi olmakla birlikte, ekonomik ve sürdürülebilir sığırcılık açısından önemli bir yere sahiptir. Mevcut çalışmada buzağların doğum ile sütten kesim dönemi arasındaki yem, süt ve *Spirulina platensis* tüketimleri kuru madde bazında hesaplanarak, çeşitli dönem aralıklarındaki canlı ağırlıkları ile değerlendirilmiş ve yemden yararlanma oranları hesaplanmıştır (Tablo 15).

Tablo 15. Buzağların Yemden Yararlanma Oranları

Dönem Aralıkları	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD
Doğum-30.Gün	1,82±0,04	1,94±0,05	ÖS	1,94±0,10	1,84±0,11	ÖS
30.Gün-SK	3,94±0,15	3,76±0,09	ÖS	3,76±0,11	3,95±0,12	ÖS
Doğum-SK	2,88±0,29	2,85±0,35	ÖS	2,80±0,11	2,96±0,10	ÖS
Doğum- SK Arası Ortalama Tüketim (kg)						
	Kontrol	<i>S. platensis</i>				
Süt	362,5	362,5				
Kesif Yem	48,59	47,782				
<i>S. platensis</i>	-	0,523				

ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, SK: Sütten Kesim, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata

Yemden Yararlanma Oranı=Tüketilen Toplam Kuru Madde Miktarı (kg)/Toplam Canlı Ağırlık Artışı (kg)

Çalışmada kontrol ve S gruplarında yer alan buzağların doğum ile 30 günlük yaş arası dönem ile doğum ile sütten kesime kadar olan dönemde yemden yararlanma oranları benzer bulunmuştur (Tablo 15). *Spirulina platensis*'in süt içme dönemindeki buzağlarda yemden yararlanma üzerine etkisi önemsizdir. Bu çalışmada elde edilen sonuç ile uyumlu olarak, rasyona *Spirulina platensis* ilavesinin Siyah Alaca ırkı buzağların doğum ile sütten kesim yaşına kadar (75 gün) önemli bir değişime neden olmadığı bildirilmiştir (Chesmberah *et al.* 2023).

Siyah Alaca buzağlar üzerinde yürütülen bir çalışmada, yemden yararlanma oranı doğum ile sütten kesim dönemi arası 2,28 ve sütten kesim ile 3 aylık yaş arasında 3,10 olarak bildirilmiştir (Aydın vd. 2018). Esmer buzağlar üzerinde yürütülen diğer çalışmada, doğum ile sütten kesim dönemine kadar 2,60; sütten kesim ile 6 aylık yaş arasında 4,90 ve doğum ile 6 aylık yaş arası dönemde 4,71 olarak bildirilmiştir (Güler *et al.* 2006).

Cinsiyete göre yemden yararlanma oranı incelendiğinde, erkek buzağlar dişilere göre daha iyi yemden yararlanma oranına sahip olmasına karşın, tespit edilen farklılık önemsizdir (Tablo 15). Bu çalışmada elde edilen sonuç ile uyumlu olarak, Göncü *et al.* (2023), Siyah Alaca ırkı buzağlarda sütten kesim öncesi dönemde cinsiyetin yemden yararlanma üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığını bildirmişlerdir. Özdemir (2023), sütten kesim öncesi ve sonrası (4 aylık yaşa kadar) dönemde, cinsiyetin yemden yararlanma üzerine bir etkisinin bulunmadığını bildirmiştir.

Buzağılarda Görülen İshal Vakaları

Buzağı ishalleri (diyare), erken dönem buzağı hastalıklarının ve kayıplarının en önemli nedenlerinden biridir (Yanar, 2022). Buzağılarda görülen ishal vakaları, büyüme performansında gerilemeye neden olmasının sonucu olarak ilkinde buzağılama yaşında gecikmeye yol açtığı bildirilmiştir (Windeyer *et al.* 2014).

Deneme süresince sağlık açısından gözlemlenen buzağılarda, ishal vaka sayısına ilişkin veriler Tablo 16’da verilmiştir. Sütten kesim öncesi dönemde, kontrol grubunda iki farklı buzağıda ishal görülmüştür. Her iki buzağı için 4’er gün ishalli olarak geçmiştir. Deneme süresince ölen buzağı olmamıştır.

Tablo 16. Deneme Süresince Buzağılarda İshal Görülme Oranları

Gruplar	Sütten Kesim Öncesi		Sütten Kesim Sonrası	
	Kontrol	<i>S. platensis</i>	Kontrol	<i>S. platensis</i>
N	14	14	14	14
İshalli Buzağı Sayısı	2	0	0	0
Toplam İshalli Gün Sayısı	8	0	0	0
İshal Görülme Oranı (%)	14,28	0	0	0

Buzağıkların dışkı kıvam skorları

Çalışmada dışkının fiziksel görünümüne göre Larson *et al.* (1977) tarafından belirlenen dışkı (feka) kıvam skoru kullanılmıştır. Bu skora göre, 1 puan dışkının en katı ve 4 puan ise dışkının en sulu halini temsil etmektedir. Dışkı kıvam skorundaki artış, buzağıkların dışkı kıvamlarının daha akışkan olduğu göstermekte olup bu durum da ishal varlığına işaret etmektedir.

Deneme süresince buzağıkların dışkı kıvam skorları takip edilmiş ve haftalık olarak kaydedilmiştir. Kontrol ve S gruplarındaki buzağıkların ortalama dışkı kıvam skorlarının doğum ve sütten kesim arasındaki dönemde sırasıyla, $2,62 \pm 0,06$ ve $1,87 \pm 0,07$ olarak belirlenmiştir. Bu dönemde S grubundaki buzağıkların dışkı kıvam puanlarının kontrol grubundakilerden %40 daha düşük olduğu ve gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak çok önemli seviyede ($p < 0,01$) olduğu belirlenmiştir. Sütten kesim sonrası dışkı kıvam skorları her iki grupta da benzer seyretmiştir. Çalışma süresince (Doğum-120 gün) *Spirulina platensis*’in dışkı kıvam skoru puanını %27 oranında düşürdüğü ve bu farkın istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0,01$) olduğu sonucuna varılmıştır (Tablo 17).

Tablo 17. Deneme Süresince Buzağların Dışkı Kıvam Skorları

Dönem Aralıkları	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD
Doğum-SK	2,62±0,06	1,87±0,07	**	2,24±0,06	2,26±0,06	ÖS
SK-120.Gün	1,17±0,04	1,10±0,03	ÖS	1,15±0,03	1,13±0,03	ÖS
Doğum-120.Gün	1,89±0,03	1,49±0,03	**	1,66±0,05	1,72±0,05	ÖS

ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, SK: Sütten Kesim, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata, **:p<0,01

1 Puan: Normal, yumuşak katı kıvamda, akışkan değil; 2 Puan: Yumuşak, yarı katı, çoğunluğu katı;

3 Puan: Akışkan, yarı katı, çoğunluğu akışkan; 4 Puan: Sulu, tamamı akışkan

Çalışmada, buzağların dışkı kıvam skorları ile ishal durumları birlikte karşılaştırılmış ve *S* grubu buzağlarda ishal vakası çok önemli düzeyde ($p<0,01$) azalmıştır. *Spirulina platensis*'in dışkı skoru puanı üzerindeki bu etkisi, *S. platensis*'in bağırsak mikrobiyotasındaki yararlı bakteri sayısını artırması (Hanafy, 2023) ve IgG seviyesini yükselterek immünomodülatör etki oluşturmaya özelliklerinden kaynaklı olarak, neonatal dönemde buzağı ishalinin önlenmesinde faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

Larson *et al.* (1977) tarafından belirlenen dışkı kıvam skor puanlaması kullanılarak mevcut çalışma ile aynı işletmede yürütülmüş çalışmalarda dışkı kıvam skoru; Bayram *et al.* (2007) tarafından, Esmer ırkı buzağlarda doğum ile 35 günlük yaş arasında 1,66 olarak, Koçyiğit vd. (2015) tarafından, doğum ile sütten kesim dönemi arasında Siyah Alaca buzağlarda 1,97 ve Esmer buzağlarda 1,89 olarak ve Özdemir (2023) tarafından, Siyah Alaca buzağlarda doğum ile sütten kesim dönemi arasında 2,61 ve sütten kesim ile 4 aylık yaş arası dönemde 2,51 olarak bildirilmiştir.

Çalışmada sütten kesim öncesi ve sonrası dönemde, buzağı cinsiyetinin dışkı kıvam skoru üzerine etkisi olmamıştır (Tablo 17). Bu çalışmada elde edilen sonuç ile uyumlu olarak; Siyah Alaca buzağlar üzerinde yürütülen çalışmada, sütten kesim öncesi ve sonrası (4 aylık yaşa kadar) dönemde, cinsiyetin dışkı kıvam skoru üzerine etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir (Özdemir, 2023). Doğum ile 35 günlük yaşlar arasında Esmer ırkı buzağlarda cinsiyetin dışkı kıvam skoru üzerine etkisinin incelendiği diğer bir çalışmada, cinsiyetin dışkı kıvam skoru üzerine etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir (Bayram *et al.* 2007). Yurtdışında yapılan bazı çalışmalarda da, buzağı cinsiyetinin dışkı kıvam skoru üzerine etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir (Uhde *et al.* 2008; Ali *et al.* 2015).

İmmünoglobulin Değerleri

Kazanılmış bağışıklığın temeli, bazı hücrelerin antijeni tanınması ve bunlara karşı spesifik yanıt vermesidir (Diker, 2005). Serum immünoglobulin seviyesi, yüksek ölüm riski barındıran pasif bağışıklık dönemi ile pasif bağışıklıktan aktif bağışıklığa geçiş döneminde, buzağların sağlıklı büyümesi için çok önemli bir yere sahiptir. Mevcut çalışmada *Spirulina*

platensis verilen Siyah Alaca ırkı buzağılarda doğum ile 120. gün arasında, serum immünoglobulin (IgG ve IgM) analizleri yapılmış ve elde edilen analizler, sonucunda, IgG ve IgM ortalamaları arasında kontrol grubu ve S grubu arasında farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 18).

IgG seviyesi cinsiyete göre değerlendirildiğinde, 60 günlük yaşta dişi buzağılar erkeklerle %27,7 daha fazla IgG ortalamasına sahip olmuş ve aradaki farklılık istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Serum IgM seviyelerinde, kontrol ve S grubundaki erkek ve dişi buzağılarının farklı yaşam dönemlerinde tespit edilen farklılıklar önemsizdir (Tablo 18).

Tablo 18. *Spirulina platensis* ve Cinsiyetin Serum İmmünoglobulin Üzerine Etkisi

İmmüno- globulinler	Ölçüm Dönemleri	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD
İmmünoglobulin-G (IgG) ($\mu\text{g/ml}$)	Doğum	56,78 $\pm$ 5,49	53,71 $\pm$ 5,70	ÖS	49,37 $\pm$ 5,84	59,89 $\pm$ 5,06	ÖS
	30.Gün	63,85 $\pm$ 5,83	68,82 $\pm$ 6,49	ÖS	61,38 $\pm$ 7,02	70,58 $\pm$ 5,23	ÖS
	60.Gün	57,18 $\pm$ 4,27	56,93 $\pm$ 7,12	ÖS	49,88 $\pm$ 5,27	63,69 $\pm$ 5,48	*
	90.Gün	62,02 $\pm$ 6,31	61,52 $\pm$ 5,29	ÖS	58,21 $\pm$ 7,04	64,55 $\pm$ 4,64	ÖS
	120.Gün	52,83 $\pm$ 6,65	51,27 $\pm$ 4,74	ÖS	49,79 $\pm$ 5,65	54,08 $\pm$ 5,68	ÖS
İmmünoglobulin-M (IgM) (mg/ml)	Doğum	4,70 $\pm$ 0,61	5,15 $\pm$ 0,49	ÖS	5,19 $\pm$ 0,50	4,75 $\pm$ 0,57	ÖS
	30.Gün	5,69 $\pm$ 0,49	5,56 $\pm$ 0,54	ÖS	5,43 $\pm$ 0,53	5,79 $\pm$ 0,49	ÖS
	60.Gün	5,25 $\pm$ 0,49	5,84 $\pm$ 0,59	ÖS	5,65 $\pm$ 0,48	5,43 $\pm$ 0,60	ÖS
	90.Gün	5,17 $\pm$ 0,43	5,36 $\pm$ 0,55	ÖS	5,19 $\pm$ 0,44	5,33 $\pm$ 0,44	ÖS
	120.Gün	5,44 $\pm$ 0,47	5,62 $\pm$ 0,48	ÖS	5,96 $\pm$ 0,46	5,15 $\pm$ 0,46	ÖS

ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata, μg : mikrogram, mg : miligram, ml : mililitre

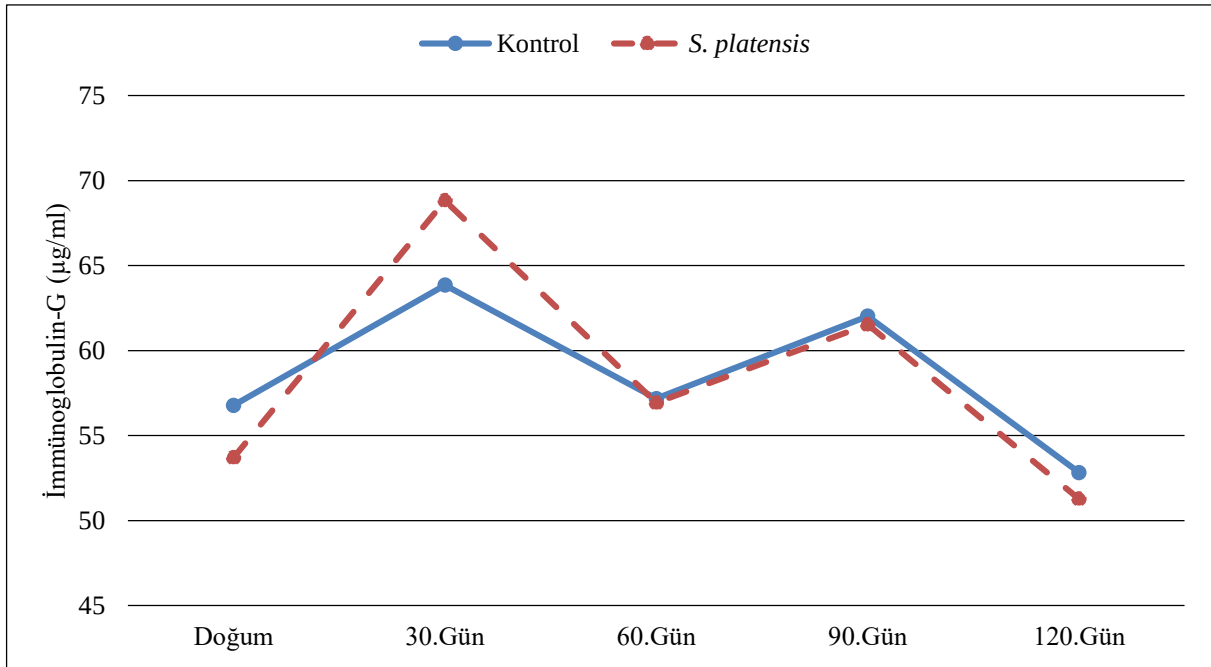
Tablo 18 incelendiğinde, Ig seviyeleri bakımından dönemsel dalgalanmalar olduğu gözlenmektedir. Bazı dönemlerde kontrol, bazı dönemlerde ise S grubu daha yüksek ortalamaya sahip olmuştur.

İmmünoglobulin-G (IgG) değerleri

İmmünoglobulin-G (IgG), kanda en yüksek konsantrasyonda bulunan immünoglobulin sınıfıdır. Sığır kanlarında yaklaşık %85 oranında bulunur. IgG'nin en önemli fonksiyonları, mikroorganizmaları etkisiz hale getirilmesi ve toksinleri nötralize etmesidir. Bu sayede organizmanın enfeksiyonlara karşı uzun süreli korumasında çok önemli bir role sahiptir (Diker, 2005).

Mevcut çalışmada kontrol ve S grubunda yer alan buzağılarının doğum ile 120. gün arası IgG seviyesi aylık periyotlarla tespit edilmiştir. Doğum döneminde serum IgG seviyeleri ortalama olarak kontrol ve S gruplarında sırasıyla; 56,78 ve 53,71 $\mu\text{g/ml}$ olarak belirlenmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık önemsiz çıkmıştır (Tablo 18). Buzağılar 30 günlük yaşa ulaştıklarında, S grubunda 68,82 $\mu\text{g/ml}$ olarak tespit edilen IgG seviyesinin kontrol grubuna (63,85 $\mu\text{g/ml}$) göre %7,8 daha yüksek olmakla birlikte aradaki fark önemsiz bulunmuştur (Şekil

33). Buzağılarda bağışıklığının tam gelişmediği ve buna bağlı olarak buzağı ölümlerinin yüksek seviyede görüldüğü neonatal dönem (0-28 gün) içerisindeki, oluşan farklılık *Spirulina platensis*'in immünomodulator etkisinden kaynaklandığı söylenebilir.



Şekil 33. Kontrol ve *Spirulina platensis* grubu buzağıkların serum immünoglobulin-G değerleri (µg/ml)

Kontrol ve S grubunda yer alan buzağıkların 60, 90 ve 120. gün serum IgG seviyesi ortalamaları birbirine oldukça yakın olmuştur (Şekil 32). Buzağılarda aktif bağışıklığının geliştiği bu dönemler boyunca *Spirulina platensis*'in etkisi önemsiz bulunmuştur.

Spirulina platensis'in sığır türünde serum immünoglobulin seviyesine etkisinin araştırıldığı çalışmalar oldukça sınırlıdır. Süt içme dönemindeki Siyah Alaca buzağılara 45 gün boyunca, günlük 6 g/baş olacak şekilde *Spirulina platensis* takviyesi yapıldığı çalışmada, *S. platensis*'in serum immünoglobulin seviyesi (IgG ve IgM) üzerine etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir (Ghattas *et al.* 2019). Sağmal ineklerde yürütülen bir çalışmada, sığırların vücut kondisyon skorlarına göre günlük hayvan başına 15 g ve 30 g *Spirulina platensis* ilavesinin laktasyona geçiş süreci boyunca, serum IgG konsantrasyonu üzerine etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir (Garcès *et al.* 2019). Siyah Alaca buzağılarda günlük 6 g/baş *S. platensis* eklenmesi, kan globulin seviyesinde %7,9 artış sağlamış ancak bu etkinin önemsiz olduğu bildirilmiştir (Heidarpour *et al.* 2011). *S. platensis*'in tavşanlar üzerinde kan immünoglobulin etkisinin incelendiği diğer bir çalışmada, *S. platensis*'in kan immünoglobulin seviyesi üzerine belirgin bir etkisi olmadığı bildirilmiştir (Adel *et al.* 2017). Bu çalışmada elde edilen serum IgG seviyesi sonuçları, literatürde bildirilen (Ghattas *et al.* 2019; Garcès *et al.* 2019; Adel *et al.* 2017) sonuçlarıyla uyumludur.

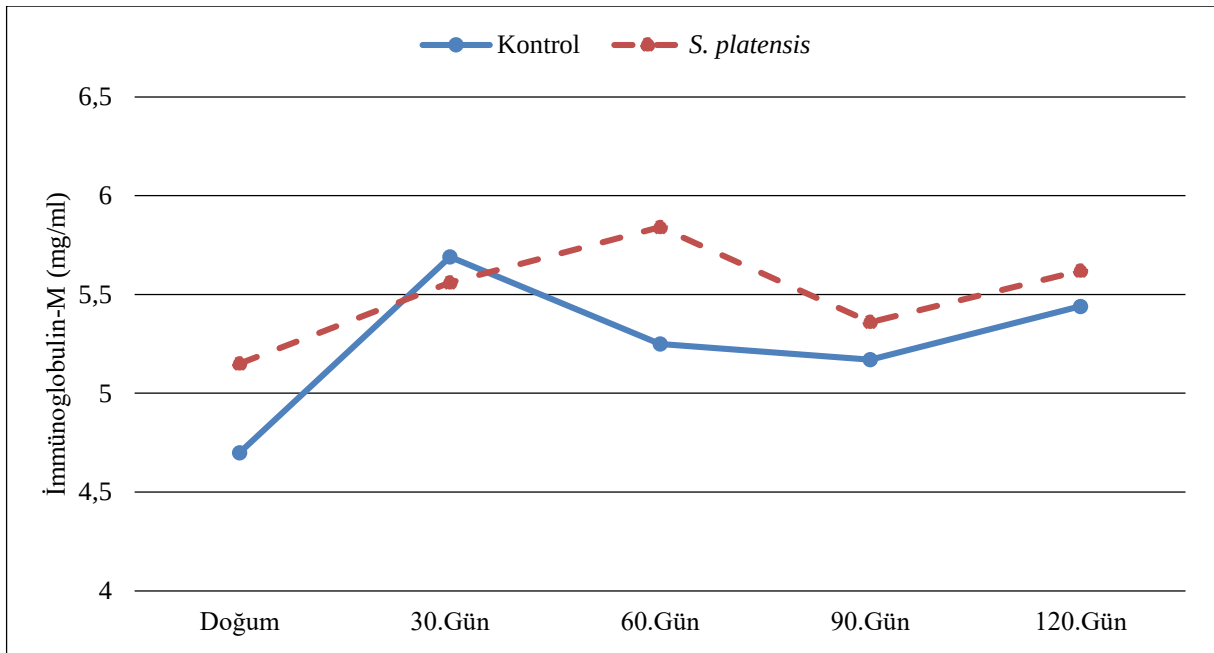
Spirulina platensis'in fare ve keçi türleri üzerinde, immünoglobulin seviyesine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda ise, sığır ve tavşan türlerinin aksine, *S. platensis*'in toplam immünoglobulin konsantrasyonunu önemli düzeyde artırdığı ve bağışıklık tepkisini iyileştirdiği bildirilmiştir (Hayashi *et al.* 1998; Yadav ve Kumar, 2018).

Bu çalışmada elde edilen sonuç ile daha önce aynı işletmede Siyah Alaca buzağlarının serum IgG seviyesinin tespit edildiği çalışmada (Akbulut *et al.* 2003), doğum, 1 aylık, sütten kesim ve 4 aylık yaştaki buzağlarda IgG seviyesi sırasıyla; 18,13, 19,99, 17,56 ve 17,57 mg/ml olarak bildirilmiştir. Siyah Alaca buzağlarda Gümüşhane ilinde yürütülen diğer çalışmada, doğumda ve 14 günlük yaştaki ölçümlerde IgG seviyesi sırasıyla 1,64 ve 70,5 mg/ml olarak bildirilmiştir (Bayram *et al.* 2016). Yurtdışında yapılan bir çalışmada, 1 ve 4 haftalık yaşta bulunan Siyah Alaca buzağlarda IgG seviyesi sırasıyla 26,23 ve 20,55 mg/ml olarak bildirilmiştir (Ježek *et al.* 2012).

İmmünoglobulin M (Ig-M) değerleri

İmmünoglobulin M (IgM), büyük pandemilere neden olan viral patojenler de dâhil olmak üzere yabancı istilacı mikroorganizmalara ilk yanıt veren ve tüm omurgalı hayvanlarda bulunan tek antikor sınıfıdır. IgM, viral enfeksiyonlarda ilk antikor yanıtı olduğundan, bu immünoglobulin sınıfı tanı açısından önemli bir değere sahiptir (Gong and Ruprecht, 2020).

Buzağların doğum döneminde tespit edilen serum IgM seviyeleri ortalama olarak kontrol ve S gruplarında sırasıyla; $4,70 \pm 0,61$ ve $5,15 \pm 0,49$ mg/ml olduğu belirlenmiş ve S grubundaki %9,6'lık yüksek değer istatistiksel olarak önemsizdir (Tablo 18). Buzağların neonatal dönemde (0-30 gün) kontrol ve S gruplarında serum IgM seviyeleri birbirine yakın bulunmuştur. 60, 90 ve 120. gün serum IgM seviyesi S grubunda yüksek olmasına karşılık bu farklılık önemsiz bulunmuştur (Şekil 34).



Şekil 34. Kontrol ve *Spirulina platensis* grubu buzağların serum immünoglobulin-M değerleri (mg/ml)

Siyah Alaca buzağların serum IgM seviyesi üzerine yapılan çalışmada, doğum, 1 aylık, süttten kesim ve 4 aylık yaştaki buzağlarda IgM seviyesi sırasıyla; 3,18, 3,30, 4,24 ve 4,45 mg/ml olarak bildirilmiştir (Akbulut *et al.* 2003). Siyah Alaca buzağlarda yürütölen başka bir çalışmada, doğumda ve 14 günlük yaştaki ölçömlerde IgM seviyesi sırasıyla 0,28 ve 4,30 mg/ml olarak bildirilmiştir (Bayram *et al.* 2016).

Hemogram Değerleri

Doğum sonrası ortaya çıkan hastalıklar ve neonatal ölümler, hayvancılıkta ekonomik kaybın önemli bir nedenidir. Bu nedenle, özel hematolojik ve serum biyokimyasal referans aralıkları, klinik patoloji verilerini daha doğru yorumlayabilme ve neonatal hastalıklarını teşhis edebilme becerisine yardımcı olabilmektedir (Mohri *et al.* 2007).

Kan hemogram analizi (tam kan sayımı), kan örnekleri üzerinde yapılan ve kanı oluşturan hücresel elemanları gösteren kan tahlilidir. Hemogram parametre değerlerinin referans aralıklarının dışına çıkması, vücutta bazı hastalık veya enfeksiyonların varlığına işaret etmektedir. Bu yüzden hemogram analizi, buzağlarda hastalıkların erken teşhisinde ve tanı, takip ve gelecekteki seyri hakkında değerli bilgiler sağlamaktadır (Roland *et al.*, 2014; Özdemir, 2023). Mevcut çalışmada tüm buzağlardan doğumdan itibaren 30 günlük aralıklarla alınan kablarda hemogram analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 19’da gösterilmiştir.

Tablo 19. *Spirulina platensis* ve Cinsiyetin Kan Hematolojik Parametreler Üzerine Etkisi

Parametreler	Ölçüm Dönemleri	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Referans Değerler
Beyaz kan hücresi (WBC) ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	Doğum	9,66 $\pm$ 0,88	9,03 $\pm$ 0,74	ÖS	9,14 $\pm$ 0,79	9,53 $\pm$ 0,84	ÖS	4-12
	30.Gün	11,39 $\pm$ 1,07	12,79 $\pm$ 1,27	ÖS	11,97 $\pm$ 1,55	12,23 $\pm$ 0,92	ÖS	
	60.Gün	12,19 $\pm$ 1,13	11,71 $\pm$ 1,50	ÖS	10,75 $\pm$ 0,86	13,55 $\pm$ 1,64	ÖS	
	90.Gün	12,01 $\pm$ 0,79	13,03 $\pm$ 1,14	ÖS	11,09 $\pm$ 0,79	14,04 $\pm$ 1,05	*	
	120.Gün	12,89 $\pm$ 0,76	11,33 $\pm$ 0,74	ÖS	11,35 $\pm$ 0,73	12,76 $\pm$ 0,77	ÖS	
Lenfosit (LY) (%)	Doğum	45,98 $\pm$ 3,99	40,13 $\pm$ 3,42	ÖS	48,09 $\pm$ 3,94	39,30 $\pm$ 3,36	ÖS	45-75
	30.Gün	54,41 $\pm$ 2,74	50,05 $\pm$ 3,04	ÖS	52,05 $\pm$ 4,00	52,22 $\pm$ 2,08	ÖS	
	60.Gün	59,36 $\pm$ 4,97	57,20 $\pm$ 3,70	ÖS	58,21 $\pm$ 3,49	58,37 $\pm$ 5,61	ÖS	
	90.Gün	68,07 $\pm$ 3,53	64,62 $\pm$ 3,43	ÖS	68,40 $\pm$ 2,75	64,00 $\pm$ 2,75	ÖS	
	120.Gün	64,49 $\pm$ 3,06	68,27 $\pm$ 3,32	ÖS	61,67 $\pm$ 2,85	70,42 $\pm$ 3,07	*	
Monosit (MO) (%)	Doğum	2,37 $\pm$ 0,90	4,01 $\pm$ 1,13	ÖS	1,60 $\pm$ 0,73	4,38 $\pm$ 1,06	*	2-7
	30.Gün	2,99 $\pm$ 1,03	5,86 $\pm$ 1,05	ÖS	3,40 $\pm$ 1,09	5,34 $\pm$ 1,07	ÖS	
	60.Gün	4,53 $\pm$ 1,61	4,20 $\pm$ 1,40	ÖS	5,34 $\pm$ 1,46	3,07 $\pm$ 1,34	ÖS	
	90.Gün	8,54 $\pm$ 0,79	8,03 $\pm$ 0,66	ÖS	8,18 $\pm$ 0,69	8,35 $\pm$ 0,75	ÖS	
	120.Gün	7,94 $\pm$ 1,15	6,72 $\pm$ 1,11	ÖS	6,76 $\pm$ 1,20	7,81 $\pm$ 1,07	ÖS	
Nötrofil (NE) (%)	Doğum	50,60 $\pm$ 3,81	55,12 $\pm$ 2,96	ÖS	49,69 $\pm$ 3,77	55,19 $\pm$ 3,77	ÖS	15-65
	30.Gün	41,99 $\pm$ 2,45	43,60 $\pm$ 3,24	ÖS	43,96 $\pm$ 3,78	41,94 $\pm$ 2,16	ÖS	
	60.Gün	35,64 $\pm$ 4,19	37,79 $\pm$ 2,93	ÖS	35,80 $\pm$ 2,90	37,93 $\pm$ 4,58	ÖS	
	90.Gün	22,75 $\pm$ 3,32	26,63 $\pm$ 3,54	ÖS	22,64 $\pm$ 2,96	27,04 $\pm$ 3,87	ÖS	
	120.Gün	26,85 $\pm$ 2,13	24,43 $\pm$ 3,59	ÖS	30,90 $\pm$ 2,79	21,14 $\pm$ 2,48	*	
Eozinofil (EO) (%)	Doğum	1,08 $\pm$ 0,23	0,77 $\pm$ 0,14	ÖS	0,71 $\pm$ 0,10	1,07 $\pm$ 0,21	ÖS	1-8
	30.Gün	0,52 $\pm$ 0,08	0,36 $\pm$ 0,04	ÖS	0,45 $\pm$ 0,07	0,42 $\pm$ 0,06	ÖS	
	60.Gün	0,47 $\pm$ 0,08	0,77 $\pm$ 0,09	*	0,61 $\pm$ 0,11	0,63 $\pm$ 0,09	ÖS	
	90.Gün	0,62 $\pm$ 0,05	0,69 $\pm$ 0,13	ÖS	0,74 $\pm$ 0,14	0,58 $\pm$ 0,05	ÖS	
	120.Gün	0,69 $\pm$ 0,12	0,54 $\pm$ 0,05	ÖS	0,63 $\pm$ 0,14	0,60 $\pm$ 0,05	ÖS	
Kırmızı kan hücresi (RBC) ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	Doğum	8,29 $\pm$ 0,38	8,45 $\pm$ 0,45	ÖS	8,10 $\pm$ 0,31	8,58 $\pm$ 0,45	ÖS	5-10
	30.Gün	11,59 $\pm$ 0,86	11,73 $\pm$ 1,10	ÖS	10,35 $\pm$ 0,99	12,69 $\pm$ 0,84	ÖS	
	60.Gün	11,68 $\pm$ 0,31	11,82 $\pm$ 0,33	ÖS	11,77 $\pm$ 0,30	11,73 $\pm$ 0,34	ÖS	
	90.Gün	12,59 $\pm$ 0,32	12,60 $\pm$ 0,23	ÖS	12,75 $\pm$ 0,19	12,44 $\pm$ 0,32	ÖS	
	120.Gün	12,95 $\pm$ 0,23	11,89 $\pm$ 0,34	*	12,33 $\pm$ 0,37	12,49 $\pm$ 0,33	ÖS	
Hemoglobin (HGB) (g/dl)	Doğum	8,72 $\pm$ 0,38	9,10 $\pm$ 0,47	ÖS	8,62 $\pm$ 0,42	9,12 $\pm$ 0,41	ÖS	8-15
	30.Gün	9,39 $\pm$ 0,29	10,03 $\pm$ 0,46	ÖS	9,36 $\pm$ 0,34	10,01 $\pm$ 0,41	ÖS	
	60.Gün	10,51 $\pm$ 0,42	10,76 $\pm$ 0,52	ÖS	10,70 $\pm$ 0,45	11,73 $\pm$ 0,34	ÖS	
	90.Gün	12,09 $\pm$ 0,33	12,48 $\pm$ 0,31	ÖS	12,33 $\pm$ 0,37	12,28 $\pm$ 0,27	ÖS	
	120.Gün	12,08 $\pm$ 0,19	11,68 $\pm$ 0,34	ÖS	11,75 $\pm$ 0,36	12,00 $\pm$ 0,23	ÖS	
Hematokrit (HCT) (%)	Doğum	28,77 $\pm$ 1,61	29,48 $\pm$ 1,64	ÖS	27,38 $\pm$ 1,40	30,46 $\pm$ 1,64	ÖS	24-46
	30.Gün	32,83 $\pm$ 1,81	32,74 $\pm$ 3,10	ÖS	29,79 $\pm$ 2,24	35,13 $\pm$ 2,58	ÖS	
	60.Gün	32,79 $\pm$ 0,81	32,10 $\pm$ 0,89	ÖS	32,30 $\pm$ 0,80	32,64 $\pm$ 0,94	ÖS	
	90.Gün	35,30 $\pm$ 1,02	35,96 $\pm$ 0,89	ÖS	36,40 $\pm$ 1,16	34,92 $\pm$ 0,63	ÖS	
	120.Gün	36,67 $\pm$ 0,81	33,83 $\pm$ 1,11	*	34,50 $\pm$ 1,23	35,89 $\pm$ 0,86	ÖS	

ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata, μl : mikrolitre, g: gram, dl: desilitre, *: $p < 0,05$

Buzağların doğum dönemindeki hemogram değerleri

Buzağların kolostral dönem sonrası 4 günlük yaşta alınan kanlar üzerinde yapılan hemogram analizi sonucunda, kontrol ve S gruplarında WBC, LY, MO, NE, EO, RBC, HGB ve HCT değerleri için grup ortalamaları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemsizdir. Bu dönemde cinsiyetin sadece monosit (MO) değerleri üzerinde dişi buzağlarda referans değerleri sınırları içerisinde daha yüksek bulunmuş ve bu farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 20). Dişi buzağlarda MO seviyesindeki artış, bağışıklık sisteminin daha aktif

olduğunu göstermekte, immünoglobulin açısından daha zengin kolostrum içeriği ile beslenmiş olmasından kaynaklanmış olabilir.

Tablo 20. Buzağların Doğuma Ait Kan Hematolojik Parametre Değerleri

Parametreler	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Referans Değerler
WBC ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	9,66 $\pm$ 0,88	9,03 $\pm$ 0,74	ÖS	9,14 $\pm$ 0,79	9,53 $\pm$ 0,84	ÖS	4-12
LY (%)	45,98 $\pm$ 3,99	40,13 $\pm$ 3,42	ÖS	48,09 $\pm$ 3,94	39,30 $\pm$ 3,36	ÖS	45-75
MO (%)	2,37 $\pm$ 0,90	4,01 $\pm$ 1,13	ÖS	1,60 $\pm$ 0,73	4,38 $\pm$ 1,06	*	2-7
NE (%)	50,60 $\pm$ 3,81	55,12 $\pm$ 2,96	ÖS	49,69 $\pm$ 3,77	55,19 $\pm$ 3,77	ÖS	15-65
EO (%)	1,08 $\pm$ 0,23	0,77 $\pm$ 0,14	ÖS	0,71 $\pm$ 0,10	1,07 $\pm$ 0,21	ÖS	1-8
RBC ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	8,29 $\pm$ 0,38	8,45 $\pm$ 0,45	ÖS	8,10 $\pm$ 0,31	8,58 $\pm$ 0,45	ÖS	5-10
HGB (g/dl)	8,72 $\pm$ 0,38	9,10 $\pm$ 0,47	ÖS	8,62 $\pm$ 0,42	9,12 $\pm$ 0,41	ÖS	8-15
HCT (%)	28,77 $\pm$ 1,61	29,48 $\pm$ 1,64	ÖS	27,38 $\pm$ 1,40	30,46 $\pm$ 1,64	ÖS	24-46

WBC: Beyaz kan hücresi, LY: Lenfosit, MO: Monosit, NE: Nötrofil, EO: Eozinofil, RBC: Kırmızı kan hücresi, HGB: Hemogloblin, HCT: Hematokrit, ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata, μl : mikrolitre, g: gram, dl: desilitre, *: $p < 0,05$

Buzağların 30 günlük yaştaki hemogram değerleri

Kontrol ve S grubunda yer alan buzağlar, 30 günlük yaşa ulaştıklarında, alınan kan örneklerine ait hemogram analiz sonuçları Tablo 21’de verilmiştir. Bu dönemde, buzağlarda incelenen kan parametreleri değerleri arasında, monosit (MO) seviyeleri hariç diğer parametrelerde kontrol ve S gruplarında ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsizdir. MO oranı bakımından *Sp* grubundaki buzağların (%5,86) kontrol grubundan (%2,99) referans değeri aralığında iki katına yakın (%96) bir seviyede daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). S grubundaki MO seviyesindeki artış, *Spirulina platensis*’in immünomodulator etkisinden kaynaklı olarak antijen sunan hücre elemanları oranında artış olduğunu göstermektedir. Toplam beyaz kan hücresi (lökosit, akyuvarlar, WBC) sayısı bakımından, S grubundaki buzağların ($12,79 \times 10^3/\mu\text{l}$) kontrol grubundan ($11,39 \times 10^3/\mu\text{l}$) %12,3 daha yüksek olmuş ancak bu farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışma sonuçları, 7-8 aylık yaşta besiye alınan koyunlarda, günlük hayvan başına 0,1 g/kg CA *Spirulina platensis* ilavesi yapılan çalışmada, WBC sayısında önemli seviyede artış görüldüğü ve bu artışın *Spirulina platensis* içeriğinde bol miktarda bulunan fikosiyanın ve polisakkarit bileşenlerinden kaynaklanmış olabileceği bildirilmiştir (Hanafy, 2023).

Çalışmada lenfosit (LY), nötrofil (NE), eozinofil (EO), kırmızı kan hücresi (RBC), hemogloblin (HGB) ve hematokrit (HCT) değerleri için, kontrol ve S grupları arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu tespit edilmiştir. 30 günlük yaş döneminde cinsiyet faktörünün kan profili üzerine etkisinin önemsiz olduğu, erkek ve dişi buzağlarda incelenen tüm kan değerleri ortalamalarının birbirine yakın olduğu gözlenmiştir (Tablo 21).

Tablo 21. Buzağuların 30 Günlük Yaştaki Kan Hematolojik Parametre Değerleri

Parametreler	Kontrol $\bar{X} \pm S_x$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_x$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_x$	Dişi $\bar{X} \pm S_x$	ÖD	Referans Değerler
WBC ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	11,39 $\pm$ 1,07	12,79 $\pm$ 1,27	ÖS	11,97 $\pm$ 1,55	12,23 $\pm$ 0,92	ÖS	4-12
LY (%)	54,41 $\pm$ 2,74	50,05 $\pm$ 3,04	ÖS	52,05 $\pm$ 4,00	52,22 $\pm$ 2,08	ÖS	45-75
MO (%)	2,99 $\pm$ 1,03	5,86 $\pm$ 1,05	*	3,40 $\pm$ 1,09	5,34 $\pm$ 1,07	ÖS	2-7
NE (%)	41,99 $\pm$ 2,45	43,60 $\pm$ 3,24	ÖS	43,96 $\pm$ 3,78	41,94 $\pm$ 2,16	ÖS	15-65
EO (%)	0,52 $\pm$ 0,08	0,36 $\pm$ 0,04	ÖS	0,45 $\pm$ 0,07	0,42 $\pm$ 0,06	ÖS	1-8
RBC ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	11,59 $\pm$ 0,86	11,73 $\pm$ 1,10	ÖS	10,35 $\pm$ 0,99	12,69 $\pm$ 0,84	ÖS	5-10
HGB (g/dl)	9,39 $\pm$ 0,29	10,03 $\pm$ 0,46	ÖS	9,36 $\pm$ 0,34	10,01 $\pm$ 0,41	ÖS	8-15
HCT (%)	32,83 $\pm$ 1,81	32,74 $\pm$ 3,10	ÖS	29,79 $\pm$ 2,24	35,13 $\pm$ 2,58	ÖS	24-46

WBC: Beyaz kan hücresi, LY: Lenfosit, MO: Monosit, NE: Nötrofil, EO: Eozinofil, RBC: Kırmızı kan hücresi, HGB: Hemogloblin, HCT: Hematokrit, ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, $\bar{X}$: Ortalama, S_x : Standart Hata, μl : mikrolitre, g: gram, dl: desilitre, *: $p < 0,05$

Besiye alınan kuzularda *Spirulina platensis* uygulamasında, 35 günlük yaştaki kuzularda beyaz kan hücresi ve hemogloblin oranında *S. platensis* grubunun kontrol grubuna göre daha yüksek bulunduğu ve bu artışın önemli olduğu bildirilmiştir (EL-Sabagh *et al.* 2014).

Buzağuların 60 günlük yaştaki hemogram değerleri

Buzağılardan 60 günlük yaşta alınan kanların hemogram analizleri sonucunda belirlenen ortalama kan değerlerine ait sonuçlar Tablo 22’de sunulmuştur. Eozinofil (EO) ortalamaları, kontrol ve S grubunda referans değer aralıklarının alt sınırına yakın olarak sonuçlanmasıyla birlikte, S grubundaki buzağular (%0,77) kontrol grubundan (%0,47) %64 daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve bu farklılık istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,05$). Kemik iliğinde üretilen eozinofil hücreleri, daha çok parazitlere karşı savunma ve alerjik reaksiyonlara tepki görevi üstlenirler. Alerjenlerle aktive edilen T-lenfositlerinin oluşturduğu faktörlerle EO üretimi artmaktadır (Şentürk, 2017). Bu sebeple, S grubu buzağular için, T-lenfositleri sayısının artması sonucunda immün sistemin daha iyi olduğu şeklinde ifade edilebilir. Diğer kan parametrelerine ait ortalamalar (WBC, LY, MO, NE, RBC, HGB ve HCT) kontrol ve S gruplarında birbirlerine oldukça yakın olarak bulunmuştur.

Tablo 22. Buzağuların 60 Günlük Yaştaki Kan Hematolojik Parametre Değerleri

Parametreler	Kontrol $\bar{X} \pm S_x$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_x$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_x$	Dişi $\bar{X} \pm S_x$	ÖD	Referans Değerler
WBC ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	12,19 $\pm$ 1,13	11,71 $\pm$ 1,50	ÖS	10,75 $\pm$ 0,86	13,55 $\pm$ 1,64	ÖS	4-12
LY (%)	59,36 $\pm$ 4,97	57,20 $\pm$ 3,70	ÖS	58,21 $\pm$ 3,49	58,37 $\pm$ 5,61	ÖS	45-75
MO (%)	4,53 $\pm$ 1,61	4,20 $\pm$ 1,40	ÖS	5,34 $\pm$ 1,46	3,07 $\pm$ 1,34	ÖS	2-7
NE (%)	35,64 $\pm$ 4,19	37,79 $\pm$ 2,93	ÖS	35,80 $\pm$ 2,90	37,93 $\pm$ 4,58	ÖS	15-65
EO (%)	0,47 $\pm$ 0,08	0,77 $\pm$ 0,09	*	0,61 $\pm$ 0,11	0,63 $\pm$ 0,09	ÖS	1-8
RBC ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	11,68 $\pm$ 0,31	11,82 $\pm$ 0,33	ÖS	11,77 $\pm$ 0,30	11,73 $\pm$ 0,34	ÖS	5-10
HGB (g/dl)	10,51 $\pm$ 0,42	10,76 $\pm$ 0,52	ÖS	10,70 $\pm$ 0,45	11,73 $\pm$ 0,34	ÖS	8-15
HCT (%)	32,79 $\pm$ 0,81	32,10 $\pm$ 0,89	ÖS	32,30 $\pm$ 0,80	32,64 $\pm$ 0,94	ÖS	24-46

WBC: Beyaz kan hücresi, LY: Lenfosit, MO: Monosit, NE: Nötrofil, EO: Eozinofil, RBC: Kırmızı kan hücresi, HGB: Hemogloblin, HCT: Hematokrit, ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, $\bar{X}$: Ortalama, S_x : Standart Hata, μl : mikrolitre, g: gram, dl: desilitre, *: $p < 0,05$

Siyah Alaca buzağılara günde 6 g/baş *Spirulina platensis* verildiği bir çalışmada, 45 günlük yaştaki buzağılarda beyaz kan hücresi, kırmızı kan hücresi ve hemoglobin değerlerinde, *S. platensis* grubunda artış olduğu ve bu artışın önemli olduğu bildirilmiştir (Ghattas *et al.* 2019).

Buzağların 90 günlük yaştaki hemogram değerleri

90 günlük yaşta kontrol ve *S* gruplarında yer alan buzağılardan alınan kanların hemogram analizleri sonucunda belirlenen ortalama kan parametrelerine ait sonuçlar Tablo 23'te verilmiştir. Bu dönemdeki kan parametrelerine ait ortalamalar (WBC, LY, MO, NE, RBC, HGB ve HCT) kontrol ve *S* gruplarında birbirlerine oldukça yakın sonuçlanmıştır (Tablo 23).

Cinsiyetin 90 günlük yaştaki buzağların kan parametreleri arasında, sadece toplam beyaz kan hücresi seviyesi (WBC) üzerindeki etkisi dışı buzağılarda %26,6 daha yüksek bulunmuş ve bu farklılık önemli ($p<0,05$) olmuştur (Tablo 23). Beyaz kan hücresi, spesifik olmayan veya doğuştan gelen bağışıklıkta önemli bir rol oynamaktadır. Beyaz kan hücresi sayısı, nispeten daha düşük hastalık duyarlılığının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Matanović *et al.*, 2007).

Tablo 23. Buzağların 90. Günlük Yaştaki Kan Hematolojik Parametre Değerleri

Parametreler	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Referans Değerler
WBC ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	12,01 $\pm$ 0,79	13,03 $\pm$ 1,14	ÖS	11,09 $\pm$ 0,79	14,04 $\pm$ 1,05	*	4-12
LY (%)	68,07 $\pm$ 3,53	64,62 $\pm$ 3,43	ÖS	68,40 $\pm$ 2,75	64,00 $\pm$ 2,75	ÖS	45-75
MO (%)	8,54 $\pm$ 0,79	8,03 $\pm$ 0,66	ÖS	8,18 $\pm$ 0,69	8,35 $\pm$ 0,75	ÖS	2-7
NE (%)	22,75 $\pm$ 3,32	26,63 $\pm$ 3,54	ÖS	22,64 $\pm$ 2,96	27,04 $\pm$ 3,87	ÖS	15-65
EO (%)	0,62 $\pm$ 0,05	0,69 $\pm$ 0,13	ÖS	0,74 $\pm$ 0,14	0,58 $\pm$ 0,05	ÖS	1-8
RBC ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	12,59 $\pm$ 0,32	12,60 $\pm$ 0,23	ÖS	12,75 $\pm$ 0,19	12,44 $\pm$ 0,32	ÖS	5-10
HGB (g/dl)	12,09 $\pm$ 0,33	12,48 $\pm$ 0,31	ÖS	12,33 $\pm$ 0,37	12,28 $\pm$ 0,27	ÖS	8-15
HCT (%)	35,30 $\pm$ 1,02	35,96 $\pm$ 0,89	ÖS	36,40 $\pm$ 1,16	34,92 $\pm$ 0,63	ÖS	24-46

WBC: Beyaz kan hücresi, LY: Lenfosit, MO: Monosit, NE: Nötrofil, EO: Eozinofil, RBC: Kırmızı kan hücresi, HGB: Hemoglobin, HCT: Hematokrit, μl : mikrolitre, g: gram, dl: desilitre, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata, ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, *: $p<0,05$

Buzağların 120 günlük yaştaki hemogram değerleri

Buzağılardan 120 günlük yaşta alınan kanların hemogram analizleri sonucunda, kontrol grubu buzağlar *S* grubuna göre, kırmızı kan hücreleri (eritrosit, alyuvarlar, RBC) sayısı üzerinde %9 ve hematokrit (HCT) oranı bakımından %8 daha yüksek ortalama sahip olmuş, ilgili farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 24). Her iki grupta da RBC değerleri, referans değer aralıkları üzerinde (eritrositoz) bulunmuştur. Bu durum HCT sonuçlarıyla birlikte ele alındığında, kontrol ve *Sp* grubu buzağılarda, HCT değerleri referans değerleri arasında olduğu için, anemik (kansızlık) bir durum olmadığını ve ciddi bir sıvı kaybının yaşanmadığını göstermektedir (Şentürk, 2017). Çalışmada kullanılan buzağların

sütten kesim sonrası ishal vakası durumları ile birlikte değerlendirildiğinde, bu durumu desteklemektedir. *Spirulina platensis* ile yapılmış bir çalışmada, laktasyonun 60 ile 120. günleri arasında sağmal inek başına 2 g *S. platensis* verilen çalışmada, *S. platensis* verilen ineklerde RBC seviyesinin %13,1 oranında yükseldiği ve bu artışın önemli olduğu bildirilmiştir (Simkus *et al.* 2007).

Cinsiyetler düzeyinde, dişi buzağılar lenfosit (LY) oranı bakımından erkek buzağılara göre %14 daha yüksek ortalamaya sahip olmuş ve bu farklılık önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Her iki cinsiyette de LY oranı referans sınırları içerisinde gerçekleşmiştir. Dişi buzağılarda, LY oranının daha yüksek olması, immün sistemin daha aktif olduğunu göstermektedir (Şentürk, 2017). Nötrofil (NE) oranı bakımından ise, erkek buzağılar dişi buzağılara göre %46 daha yüksek ölçülmüş ve aradaki bu fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 24). Her iki cinsiyette de NE oranı referans sınırları içerisinde gerçekleşmiştir. NE sonucu, çalışmada bulunan tüm buzağılar için, EO ve MO değerleriyle birlikte karşılaştırıldığında, stres durumu olmadığını göstermektedir (Şentürk, 2017). Cinsiyetin etkisi diğer kan parametrelerinde (WBC, MO, EO, RBC, HGB ve HCT) benzer sonuca sahip olmuştur (Tablo 24).

Tablo 24. Buzağılarının 120 Günlük Yaştaki Kan Hematolojik Parametre Değerleri

Parametreler	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Referans Değerler
WBC ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	12,89 $\pm$ 0,76	11,33 $\pm$ 0,74	ÖS	11,35 $\pm$ 0,73	12,76 $\pm$ 0,77	ÖS	4-12
LY (%)	64,49 $\pm$ 3,06	68,27 $\pm$ 3,32	ÖS	61,67 $\pm$ 2,85	70,42 $\pm$ 3,07	*	45-75
MO (%)	7,94 $\pm$ 1,15	6,72 $\pm$ 1,11	ÖS	6,76 $\pm$ 1,20	7,81 $\pm$ 1,07	ÖS	2-7
NE (%)	26,85 $\pm$ 2,13	24,43 $\pm$ 3,59	ÖS	30,90 $\pm$ 2,79	21,14 $\pm$ 2,48	*	15-65
EO (%)	0,69 $\pm$ 0,12	0,54 $\pm$ 0,05	ÖS	0,63 $\pm$ 0,14	0,60 $\pm$ 0,05	ÖS	1-8
RBC ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	12,95 $\pm$ 0,23	11,89 $\pm$ 0,34	*	12,33 $\pm$ 0,37	12,49 $\pm$ 0,33	ÖS	5-10
HGB (g/dl)	12,08 $\pm$ 0,19	11,68 $\pm$ 0,34	ÖS	11,75 $\pm$ 0,36	12,00 $\pm$ 0,23	ÖS	8-15
HCT (%)	36,67 $\pm$ 0,81	33,83 $\pm$ 1,11	*	34,50 $\pm$ 1,23	35,89 $\pm$ 0,86	ÖS	24-46

WBC: Beyaz kan hücresi, LY: Lenfosit, MO: Monosit, NE: Nötrofil, EO: Eozinofil, RBC: Kırmızı kan hücresi, HGB: Hemogloblin, HCT: Hematokrit, ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata, μl : mikrolitre, g: gram, dl: desilitre, *: $p<0,05$

6 aylık yaştaki buzağılar üzerinde yapılan bir çalışmada, buzağılarda cinsiyetin beyaz kan hücresi (WBC), kırmızı kan hücresi (RBC) ve hemogloblin (HGB) parametreleri üzerine etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir (Abera *et al.* 2021).

***Spirulina platensis*'in bazı genlerin ekspresyonları üzerine etkisi**

Gen ekspresyonu, bir genin taşıdığı genetik bilginin aktif hale gelmesiyle fonksiyonel ürün üretme sürecidir. Organizmaların işlevi, gelişimi ve çevresel streslere yanıt verme şekilleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Son yıllarda gen ekspresyonu çalışmaları, farklı koşullar altında gen bilgisinin nasıl değiştiğini anlamak için geniş bir araştırma alanı haline gelmiştir. Gen ekspresyon çalışmaları, hastalıkların tanı ve tedavisi, bitki/hayvan yetiştirme ve geliştirme, biyoteknoloji ve gen mühendisliği gibi disiplinlerde önemli uygulama alanlarına sahiptir (Frye *et al.* 2018; Shahsavari *et al.* 2023).

Çalışmada *Spirulina platensis*'in buzağılarda büyüme, gelişme ve bağışıklık sistemiyle ilişkili bazı genlerin ekspresyonları üzerine etkileri Tablo 25'te verilmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre, buzağılara *S. platensis* uygulanmasının IGF-1, IL-18 ve NF-κB genleri üzerinde mRNA transkripsiyon düzeylerinin, ölçülen tüm dönemlerde etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Cinsiyetin etkisi de IL-1β, IL-6, IL-18 ve NF-κB genleri için ölçülen tüm dönemlerde farklılığın önemsiz olduğu ve IGF-1 mRNA transkripsiyon düzeyinin ise 120 günlük yaştaki erkek buzağılarda etkisinin önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p<0,05$). Erkek buzağılarda IGF-1 gen ekspresyon seviyesinin yüksek olması, testosteron hormonu ile büyüme hormonunun (GH) etkisiyle daha fazla kas kütlesi ve daha iri bir iskelet yapısı oluşturmaya başladığını göstermektedir.

Tablo 25. *Spirulina platensis* ve Cinsiyetin Gen Ekspresyonu Üzerine Etkisi

Genler	Ölçüm Dönemleri	Kontrol $\bar{X} \pm S_x$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_x$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_x$	Dişi $\bar{X} \pm S_x$	ÖD
İnsülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1)	30.Gün	0,90±0,07	0,95±0,09	ÖS	0,91±0,11	0,93±0,07	ÖS
	60.Gün	0,83±0,06	0,98±0,15	ÖS	0,90±0,15	0,91±0,09	ÖS
	90.Gün	0,87±0,07	1,07±0,12	ÖS	1,08±0,15	0,89±0,05	ÖS
	120.Gün	1,02±0,08	1,21±0,07	ÖS	1,18±0,05	0,91±0,05	*
İnterlökin-1β (IL-1β)	30.Gün	1,20±0,12	1,16±0,15	ÖS	1,38±0,18	1,03±0,08	ÖS
	60.Gün	1,02±0,03	0,99±0,12	ÖS	0,92±0,09	1,07±0,07	ÖS
	90.Gün	1,07±0,04	1,04±0,09	ÖS	0,99±0,11	1,10±0,02	ÖS
	120.Gün	1,15±0,08	0,85±0,08	*	0,98±0,15	1,00±0,05	ÖS
İnterlökin-6 (IL-6)	30.Gün	1,03±0,18	1,27±0,49	ÖS	1,66±0,58	0,77±0,04	ÖS
	60.Gün	0,88±0,04	1,07±0,17	ÖS	0,94±0,10	0,99±0,13	ÖS
	90.Gün	1,34±0,59	0,11±0,02	*	1,13±0,76	0,44±0,09	ÖS
	120.Gün	0,86±0,06	0,77±0,07	ÖS	0,79±0,11	0,83±0,04	ÖS
İnterlökin-18 (IL-18)	30.Gün	1,28±0,12	1,31±0,74	ÖS	1,48±0,25	1,16±0,09	ÖS
	60.Gün	1,10±0,08	0,85±0,09	ÖS	0,83±0,11	1,08±0,08	ÖS
	90.Gün	1,07±0,06	0,99±0,09	ÖS	1,05±0,12	1,02±0,04	ÖS
	120.Gün	1,16±0,18	1,11±0,15	ÖS	1,16±0,27	1,12±0,09	ÖS
Nükleer faktör kappa-B (NF-κB)	30.Gün	0,93±0,06	0,94±0,16	ÖS	1,05±0,19	0,86±0,05	ÖS
	60.Gün	0,82±0,04	0,87±0,10	ÖS	0,88±0,12	0,82±0,03	ÖS
	90.Gün	0,84±0,04	0,96±0,22	ÖS	1,03±0,26	0,80±0,04	ÖS
	120.Gün	0,81±0,08	0,74±0,06	ÖS	0,71±0,07	0,81±0,07	ÖS

$\bar{X}$: Ortalama, S_x : Standart Hata, ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, *: $p<0,05$

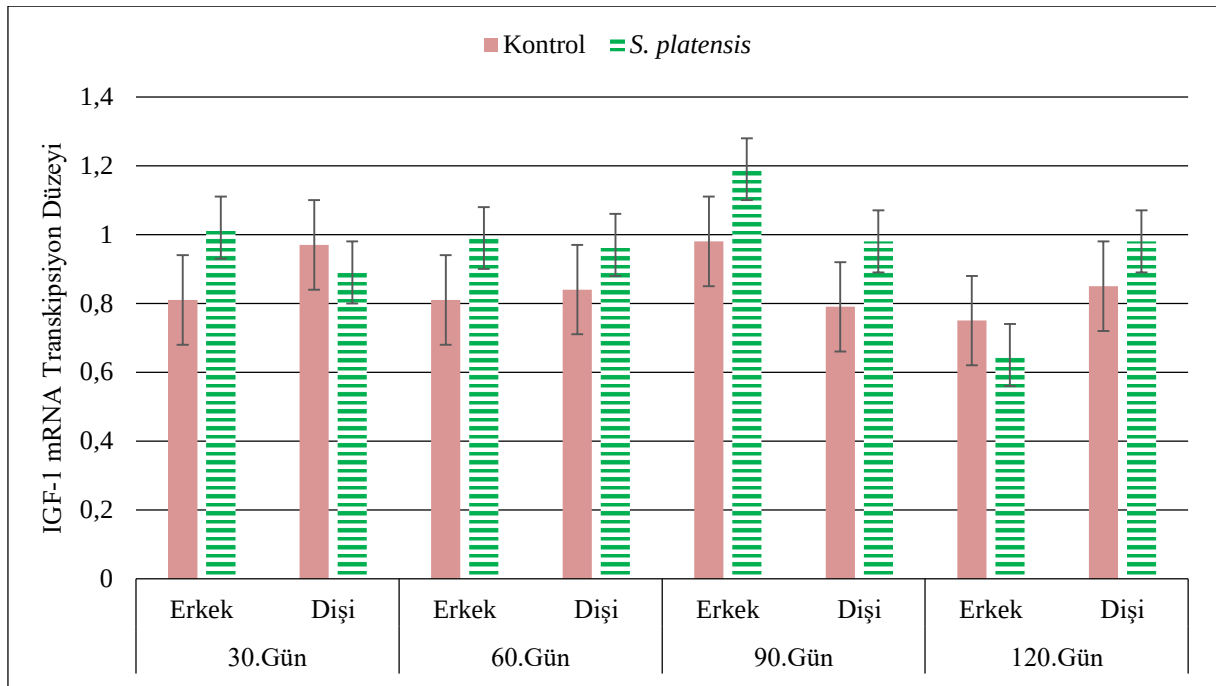
***Spirulina platensis*'in İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü-1 (IGF-1) Geni Üzerine Etkisi**

İnsülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1); hücrenin çoğalması, farklılaşması ve hayatta kalma süreçlerinde rol oynayan geniş bir büyüme faktörü, reseptör ve bağlayıcı protein ağının önemli bir parçasıdır. IGF-1, başlıca karaciğer tarafından salgılanır ve üretimi büyüme hormonu (GH) tarafından uyarılmaktadır. Büyüme hormonu, ön hipofiz bezi tarafından salgılanıp kan dolaşımına salınması ile birlikte, IGF-1'in üretimi için karaciğeri uyarır. Salgılanan ve kan dolaşımına katılan IGF-1, sistemik olarak vücut hücrelerinin hemen hemen hepsinde büyümeyi uyarıcı yönde etki oluşturarak, organizmada büyümeyi uyarır (Bailes and Soloviev, 2021).

Mevcut çalışmada, IGF-1 mRNA transkripsiyon düzeyinde, *Spirulina platensis* verilen buzağılarda kontrol grubuna göre 30, 60, 90 ve 120. günlerde sırasıyla; %6, %18, %23 ve %19 oranında daha yüksek bulunmuş ancak bu farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 25). Büyüme hormonu ile ilişkili olan IGF-1 geninin ekspresyon seviyelerinde görülen bu artış oranı, *S. platensis* verilen buzağıların canlı ağırlık ve vücut ölçüleri ortalamasının kontrol grubuna göre daha yüksek bulunması sonucunu desteklemektedir.

IGF-1 gen ekspresyon seviyesi, 30 ve 60. günlerde erkek ve dişi buzağılarda birbirlerine oldukça yakındır. Büyüme ve gelişme ile birlikte ele alındığında IGF-1 seviyesi, 90. günde erkek buzağılarda dişi buzağılara göre %21,3 artış göstermiş ancak bu artış oranı istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Buzağılar 120 günlük yaşa ulaştığında ise, IGF-1 seviyesi erkek buzağılarda dişi buzağılara göre %29,6 artış göstermiş ve bu artış oranı istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0,05$) (Tablo 25). Erkek buzağılarının 90 günlük yaştan sonra, eşeysel hormonların salınımı ile birlikte testosteron hormonu ve büyüme hormonunun (GH) etkisiyle daha fazla kas kütlesi ve daha iri bir iskelet yapısı oluşturma alt yapısına sahip olduğunu göstermektedir.

Cinsiyete göre kontrol ve S grubu buzağılar ayrı ayrı değerlendirildiğinde, IGF-1 seviyesi arasındaki farklar tüm dönemlerde önemsizdir (Şekil 35).



Şekil 35. *Spirulina platensis* uygulamasının insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1) gen ekspresyonu üzerine etkisi

***Spirulina platensis*'in İnterlökin-1Beta (IL-1 β) Geni Üzerine Etkisi**

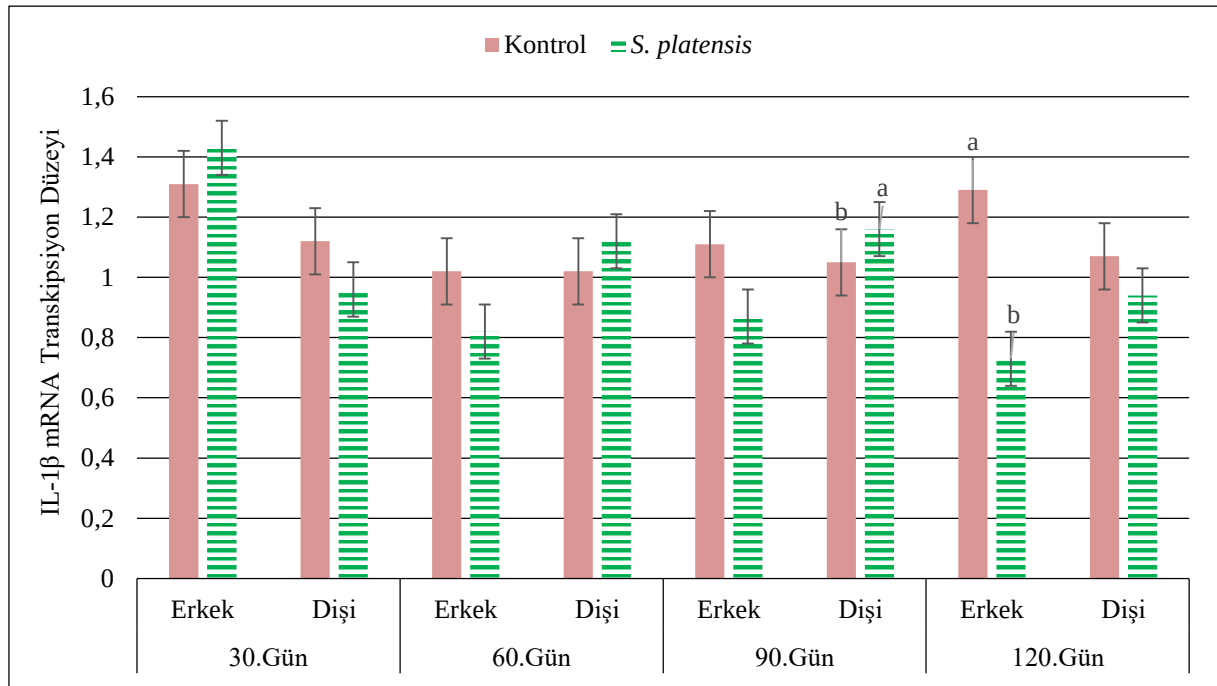
Sitokin ölçümlerinin buzağı ishaline neden olan enfeksiyöz etkenlerin tespiti için, ek bir araç olarak faydalı olabileceği bildirilmiştir (Ünal, 2024). Bu durum esas alınarak, mevcut çalışmada buzağılara *S* ilavesinin, sitokin alt sınıfları (IL-1 β , IL-6, IL-18) ile buzağı ishalleri arasında karşılaştırma yapılabilmesi açısından önemlidir.

İnterlökin-1Beta (IL-1 β), bağışıklık sisteminin en önemli ve güçlü pro-inflamatuar (iltihaplanmayı destekleyici) sitokinlerinden biridir. Vücuttaki hemen hemen tüm inflamasyon türlerinin başlangıcında ve sürdürülmesinde temel bir rol oynamaktadır. IL-1 β 'in temel görevi, enfeksiyon, hasar veya inflammatuar bir durum olduğunda makrofajlar, B hücreleri, monositler ve dentritik hücreler tarafından hızla salgılanarak, bağışıklık ve iltihaplanma sürecini başlatmaktır (Dinarello, 2010; Şen, 2021). IL-1 β genel olarak bağışıklık hücrelerinin bir bölümünü tetikleyerek inflammatuar reaksiyonu güçlendiren ve diğer sitokin üretimini uyaran temel bağışıklık düzenleyici sitokin olarak kabul edilmektedir (Sartor, 1994). Bundan dolayı, organizmanın genel sağlık düzeni açısından IL-1 β seviyenin düşük olması istenir. IL-1 β seviyesinin yükselmesi, çoğunlukla organizmada bir sorun olduğunun göstergesi olarak değerlendirilir. Kanda IL-1 β düzeylerinin düşük olması, genellikle o anda aktif ve şiddetli bir sistemik iltihaplanma sürecinin olmadığı anlamına gelmektedir (Dinarello, 2010).

Çalışmada IL-1 β seviyesi, *S* grubunda tüm ölçüm dönemlerinde (30., 60., 90. ve 120. gün) kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur. *S* grubunda 30., 60. ve 90. günlerde görülen bu farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş fakat 120. gün ortalamasındaki farklılığın önemli

($p<0,05$) olduğu sonucuna erişilmiştir (Tablo 25). Organizmadaki inflamasyona bağlı olarak üretilen IL-1 β seviyesinin S grubunda kontrol grubuna göre düşük seyretmesi ve 120. gün önemli ölçüde düşük bulunması, *Spirulina platensis*'in antiinflamatuvar etkisinin sonucu olarak genel bağışıklık durumunun iyileştirdiğini ve S grubu buzağların daha sağlıklı olduklarını ortaya koymaktadır. Aynı zamanda S grubunda bulunan buzağlarda deneme süresince ishal vaka görülmemesi ve daha düşük dışkı kıvam skoruna sahip olmaları da bu sonucu desteklemektedir.

Çalışmada IL-1 β seviyeleri cinsiyetlere göre incelendiğinde ise, 90. gün dişi buzağlar arasında ve 120. gün erkek buzağlar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur (Şekil 36). 90. gün S grubu dişi buzağlarda inflamasyon seviyesinin yüksek olduğu ve 120. gün S grubu erkek buzağlarda inflamasyon seviyesinin düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. *S. platensis*'in antiinflamatuvar etkisinin 120 günlük yaştaki erkek buzağlar üzerinde daha belirgin olduğu görülmektedir.



Şekil 36. *Spirulina platensis* uygulamasının interlökin-1Beta (IL-1 β) gen ekspresyonu üzerine etkisi (a-b: $p<0,05$)

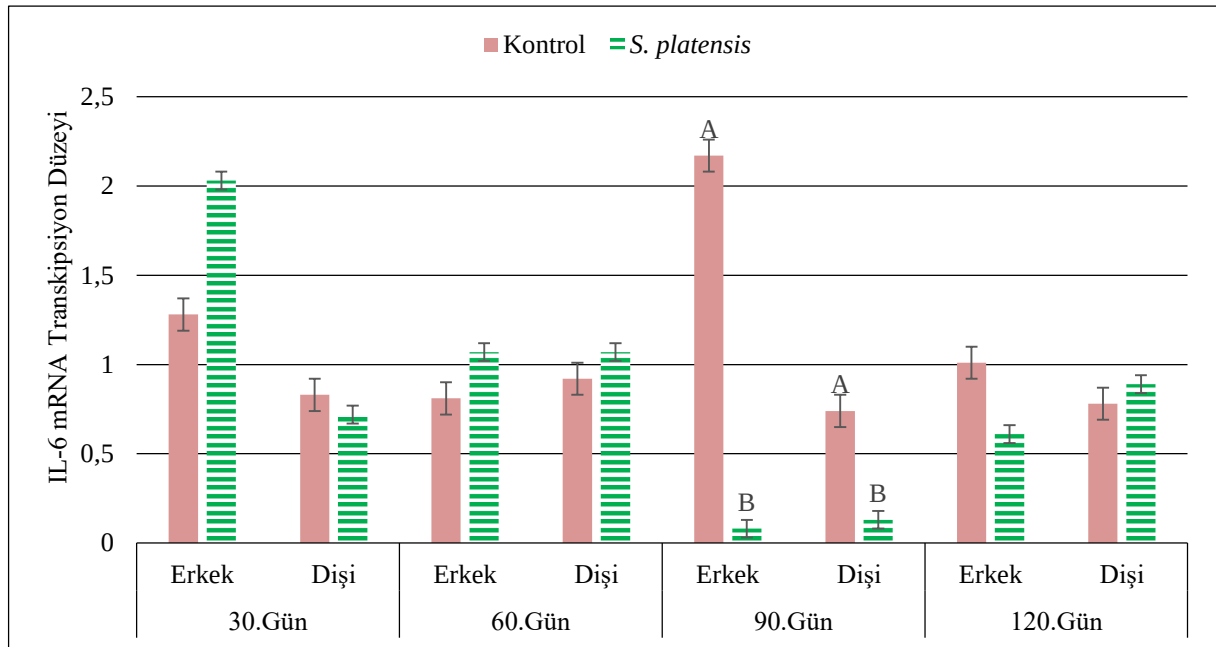
***Spirulina platensis*'in İnterlökin-6 (IL-6) Geni Üzerine Etkisi**

Monositler, makrofajlar, T ve B hücreleri, endotel hücreleri ve fibroblastlar gibi çok farklı hücreler tarafından sentezlenen interlökin-6 (IL-6) proinflamatuvar sitokini, doğuştan gelen (non-spesifik) ve kazanılmış (spesifik) bağışıklık yanıtlarında rol oynamaktadır. Çoğunlukla IL-1'in aktivasyonunun ardından, sistemik yanıtı devam ettirme görevini üstlenir (Hunter and Jones, 2015).

IL-6 inflamasyonun şiddetinin belirlenmesi ve tedavi yönetiminde kullanılmasının yanı sıra hastalığın seyri hakkındaki tahmin aracı olarak değerlendirilmektedir. İnflamatuvar durumlarda IL-6'nın birçok doku tarafından salgılandığı ve seviyelerinin arttığı bilinmektedir (Ünal, 2024). Yüksek IL-6 seviyesi, genellikle ciddi sistemik iltihaplanmaya işaret etmektedir (Hunter and Jones, 2015). Diğer bir ifade ile IL-6 seviyesinin yüksek olması, organizmada inflamasyon şiddetinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Çalışmada buzağların 30, 60, 90 ve 120. gün yaşlarında IL-6 seviyeleri tespit edilmiştir. 90 günlük yaşa erişmiş buzağlarda, S grubunda IL-6 ortalaması kontrol grubuna göre 12 kat daha düşük bulunmuş olup, bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 25). Proinflamatuvar sitokin üyesi olan IL-6 seviyesinin, S grubunda kontrol grubuna göre çok daha düşük olmasının *Spirulina platensis*'in antiinflamatuvar ve immünomodulator etkisinden kaynaklandığı ve dolayısıyla S grubundaki buzağların genel bağışıklık durumlarının daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Cinsiyete göre IL-6 seviyeleri incelendiğinde, 90. gün kontrol ve S gruplarına ait erkek ve dişi buzağlar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Şekil 37). 90 günlük yaştaki buzağlar üzerinde, *Spirulina platensis*'in antiinflamatuvar ve immünomodulator etkisi, organizmadaki enflamasyon düzeyinin kontrol altında tutulmasını daha belirgin olarak göstermiştir.

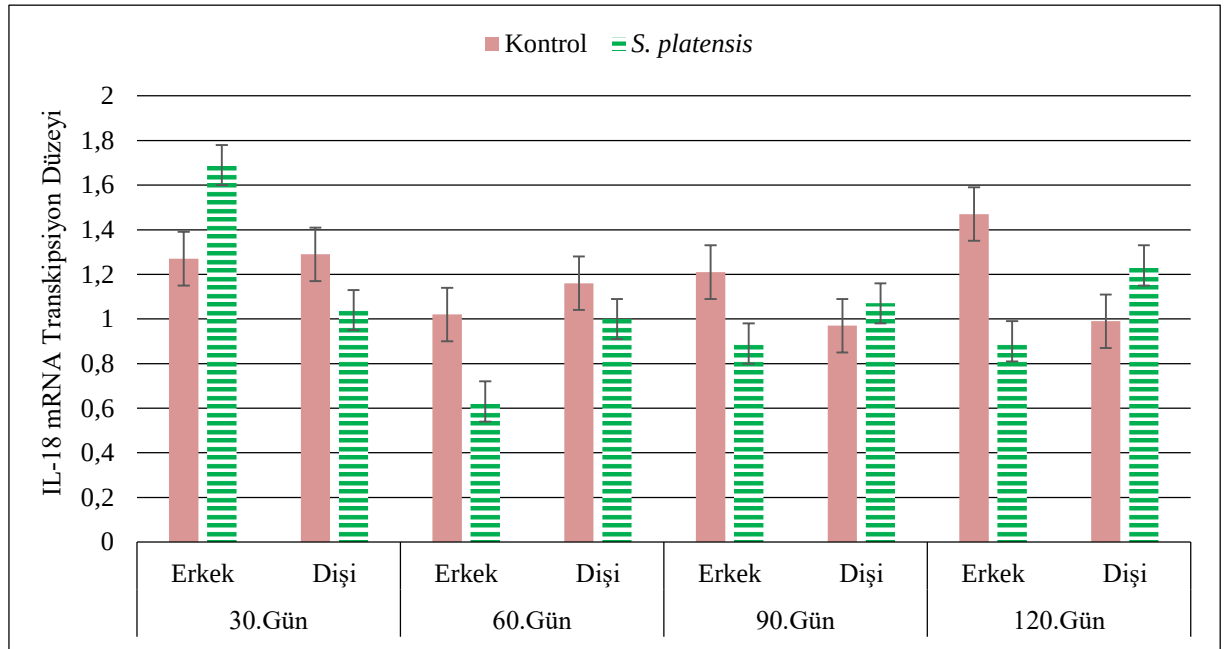


Şekil 37. *Spirulina platensis* uygulamasının interlökin-6 (IL-6) gen ekspresyonu üzerine etkisi (A-B: $p<0,01$)

***Spirulina platensis*'in İnterlökin-18 (IL-18) Geni Üzerine Etkisi**

İnterlökin-18 (IL-18), bağışıklık sistemi için kritik öneme sahip proinflamatuvar bir sitokin olup, IL-1 ailesinin bir üyesidir. (IL-18), yardımcı T tip1 hücrelerinden (T_H1), doğal öldürücü hücrelerinden (NK) ve aktive edilmiş makrofajlardan interferon-gama ($IFN-\gamma$) üretimini güçlü bir şekilde tetiklediği için çeşitli enfeksiyöz mikroorganizmalara karşı konak savunmasında önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir (Yasuda *et al.* 2019).

Çalışmada IL-18 mRNA transkripsiyon seviyesi, S grubunda kontrol grubuna göre 60., 90. ve 120. günlerde kısmen azalış göstermiştir ancak aradaki bu fark istatistiksel olarak önemsizdir (Tablo 25). Cinsiyete göre IL-18 seviyeleri incelendiğinde, tüm ölçüm dönemlerinde, kontrol ve S gruplarına ait erkek ve dişi buzağılar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Şekil 38).



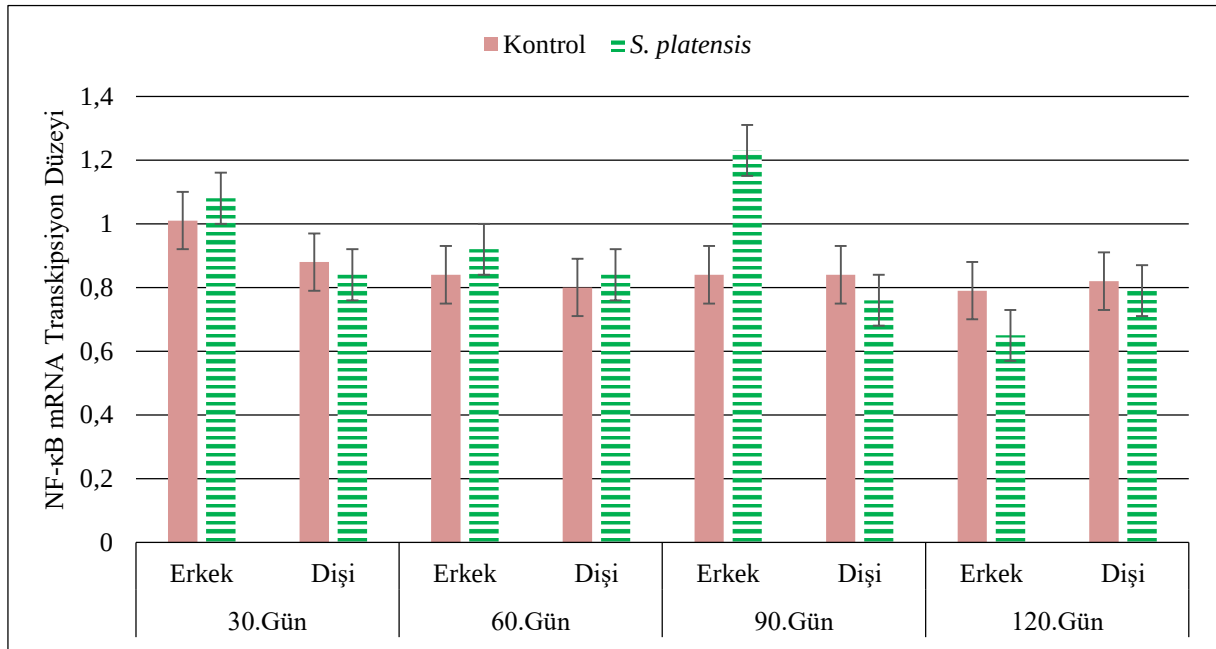
Şekil 38. *Spirulina* uygulamasının interlökin-18 (IL-18) gen ekspresyonu üzerine etkisi

***Spirulina platensis*'in Nükleer Faktör Kappa-B (NF- κ B) Geni Üzerine Etkisi**

Nükleer faktör kappa-B (NF- κ B), hemen hemen tüm hücre tiplerinde bulunan ve hücrenin stres, enfeksiyon ve inflamasyona verdiği yanıtları kontrol eden merkezi bir transkripsiyon faktörüdür. NF- κ B, DNA'ya bağlanarak sitokinleri ve kodlayan çeşitli proinflamatuvar genlerin ekspresyonunu düzenler ve ayrıca inflamasyon regülasyonunda önemli rol oynar (Liu *et al.* 2017).

Çalışmada NF- κ B faktörü üzerine, *Spirulina platensis*'in etkisi önemsizdir. *Spirulina* ve kontrol grubu arasındaki ortalamalar birbirine oldukça yakın şekillenmiştir (Tablo 25).

Cinsiyete göre tüm ölçüm dönemlerinde NF-κB faktörü düzeyi, kontrol ve *Sp* gruplarına ait erkek ve dişi buzağılar arasında oluşan farklar istatistiksel olarak önemsizdir (Şekil 39).



Şekil 39. *Spirulina platensis* uygulamasının nükleer faktör kappa-B (NF-κB) gen ekspresyonu üzerine etkisi

Buzağı Yaşına Göre Gen Ekspresyon Seviyelerinin Değerlendirilmesi

Çalışmada *Spirulina platensis*'in etkisi buzağılarının yaşlarına göre ayrıca değerlendirilmiş ve sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Buzağılarının 30 günlük yaştaki gen ekspresyon seviyeleri

Çalışmada yer alan buzağılar, 30 günlük yaştaki gen ekspresyon seviyeleri Tablo 26'da gösterilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, IGF-1, IL-1β, IL-6, IL-18 ve NF-κB gen ekspresyon seviyeleri üzerine kontrol ve *S* grubu arasındaki ortalamalar birbirine yakın düzeyde gerçekleşmiş ve aradaki farklılık istatistiksel olarak önemsizdir. Cinsiyet faktörünün incelenen genlerin ekspresyonu üzerinde etkisi de önemsiz bulunmuştur.

Tablo 26. Buzağılarının 30 Günlük Yaştaki Gen Ekspresyon Seviyeleri

Genler	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD
IGF-1	0,90±0,07	0,95±0,09	ÖS	0,91±0,11	0,93±0,07	ÖS
IL-1β	1,20±0,12	1,16±0,15	ÖS	1,38±0,18	1,03±0,08	ÖS
IL-6	1,03±0,18	1,27±0,49	ÖS	1,66±0,58	0,77±0,04	ÖS
IL-18	1,28±0,12	1,31±0,74	ÖS	1,48±0,25	1,16±0,09	ÖS
NF-κB	0,93±0,06	0,94±0,16	ÖS	1,05±0,19	0,86±0,05	ÖS

IGF-1: İnsülin benzeri büyüme faktörü-1, IL-1β: İnterlökin-1β, IL-6: İnterlökin-6, IL-18: İnterlökin-18, NF-κB: Nükleer faktör kappa-B, ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata

Buzağların 60 günlük yaştaki gen ekspresyon seviyeleri

Çalışmada kullanılan buzağların 60 günlük yaştaki gen ekspresyon seviyeleri Tablo 27’de gösterilmiştir. 60. günlük yaş buzağlarında, IGF-1 geni mRNA transkripsiyon seviyesi, S grubu kontrol grubuna göre %18 daha fazla tespit edilmesine rağmen, ilgili farklılık istatistiksel olarak önemsizdir. Bu dönemde IL-18 seviyesinde de S grubu buzağlar kontrol grubuna göre %29 azalma görülmüş fakat bu farklılık önemsizdir. IL- 1 β , IL-6 ve NF- κ B üzerine kontrol ve S grubu arasındaki ortalamalar benzer düzeyde gerçekleşmiş ve aradaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Cinsiyet faktörünün incelenen tüm genlerin ekspresyonu üzerinde etkisi de önemsiz bulunmuştur.

Tablo 27. Buzağların 60 Gün Yaştaki Gen Ekspresyon Seviyeleri

Genler	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD
IGF-1	0,83 $\pm$ 0,06	0,98 $\pm$ 0,15	ÖS	0,90 $\pm$ 0,15	0,91 $\pm$ 0,09	ÖS
IL-1 β	1,02 $\pm$ 0,03	0,99 $\pm$ 0,12	ÖS	0,92 $\pm$ 0,09	1,07 $\pm$ 0,07	ÖS
IL-6	0,88 $\pm$ 0,04	1,07 $\pm$ 0,17	ÖS	0,94 $\pm$ 0,10	0,99 $\pm$ 0,13	ÖS
IL-18	1,10 $\pm$ 0,08	0,85 $\pm$ 0,09	ÖS	0,83 $\pm$ 0,11	1,08 $\pm$ 0,08	ÖS
NF- κ B	0,82 $\pm$ 0,04	0,87 $\pm$ 0,10	ÖS	0,88 $\pm$ 0,12	0,82 $\pm$ 0,03	ÖS

IGF-1: İnsülin benzeri büyüme faktörü-1, IL-1 β : İnterlökin-1 β , IL-6: İnterlökin-6, IL-18: İnterlökin-18, NF- κ B: Nükleer faktör kappa-B, ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata

Buzağların 90 günlük yaştaki gen ekspresyon seviyeleri

Kontrol ve S grubunda yer alan buzağlar, 90 günlük yaştaki gen ekspresyon seviyeleri Tablo 28’de gösterilmiştir. Bu dönemde proinflamatuvar sitokinlerden olan IL-6 seviyesinde S grubu buzağlarda kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuş ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). IL-6 seviyesinde görülen önemli ölçüde azalma miktarı, *S. platensis* uygulamasının antiinflamatuvar etkisine bağlı olarak immün sistem üzerinde pozitif yönde etki ettiğini göstermektedir. İlgili dönemde IGF-1, IL-1 β , IL-18 ve NF- κ B değerleri her iki grupta birbirine yakın durumda seyretmiş ve aradaki farklılık önemsiz bulunmuştur.

Tablo 28. Buzağların 90 Gün Yaştaki Gen Ekspresyon Seviyeleri

Genler	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD
IGF-1	0,87 $\pm$ 0,07	1,07 $\pm$ 0,12	ÖS	1,08 $\pm$ 0,15	0,89 $\pm$ 0,05	ÖS
IL-1 β	1,07 $\pm$ 0,04	1,04 $\pm$ 0,09	ÖS	0,99 $\pm$ 0,11	1,10 $\pm$ 0,02	ÖS
IL-6	1,34 $\pm$ 0,59	0,11 $\pm$ 0,02	*	1,13 $\pm$ 0,76	0,44 $\pm$ 0,09	ÖS
IL-18	1,07 $\pm$ 0,06	0,99 $\pm$ 0,09	ÖS	1,05 $\pm$ 0,12	1,02 $\pm$ 0,04	ÖS
NF- κ B	0,84 $\pm$ 0,04	0,96 $\pm$ 0,22	ÖS	1,03 $\pm$ 0,26	0,80 $\pm$ 0,04	ÖS

IGF-1: İnsülin benzeri büyüme faktörü-1, IL-1 β : İnterlökin-1Beta, IL-6: İnterlökin-6, IL-18: İnterlökin-18, NF- κ B: Nükleer faktör kappa-B, ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata, *: p<0,05

Buzağların 120 günlük yaştaki gen ekspresyon seviyeleri

Buzağılara *Spirulina platensis* verilmesi ile 120 günlük yaşa erişmiş buzağılarda, önemli bir proinflatuar sitokin olan interlökin-1Beta (IL-1 β) seviyesinin önemli derecede düştüğü tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 29). IL-1 β seviyesinde görülen önemli ölçüde azalma miktarı, *S. platensis* uygulamasının antiinflatuar etkisine bağlı olarak immün sistem üzerinde pozitif yönde etki ettiğini göstermektedir. İlgili dönemde ölçülen diğer parametrelerde (IGF-1, IL-6, IL-18 ve NF- κ B) kontrol ve S grubunda ortalamalar birbirine yakın durumda seyretmiş ve aradaki farklılık önemsiz bulunmuştur.

Tablo 29. Buzağların 120 gün yaştaki gen ekspresyon seviyeleri

Genler	Kontrol $\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$	ÖD
IGF-1	1,02 $\pm$ 0,08	1,21 $\pm$ 0,07	ÖS	1,18 $\pm$ 0,05	0,91 $\pm$ 0,05	*
IL-1 β	1,15 $\pm$ 0,08	0,85 $\pm$ 0,08	*	0,98 $\pm$ 0,15	1,00 $\pm$ 0,05	ÖS
IL-6	0,86 $\pm$ 0,06	0,77 $\pm$ 0,07	ÖS	0,79 $\pm$ 0,11	0,83 $\pm$ 0,04	ÖS
IL-18	1,16 $\pm$ 0,18	1,11 $\pm$ 0,15	ÖS	1,16 $\pm$ 0,27	1,12 $\pm$ 0,09	ÖS
NF- κ B	0,81 $\pm$ 0,08	0,74 $\pm$ 0,06	ÖS	0,71 $\pm$ 0,07	0,81 $\pm$ 0,07	ÖS

IGF-1: İnsülin benzeri büyüme faktörü-1, IL-1 β : İnterlökin-1Beta, IL-6: İnterlökin-6, IL-18: İnterlökin-18, NF- κ B: Nükleer faktör kappa-B, ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata, *: $p<0,05$

Spirulina platensis'in Buzağılarda Oksidatif Stres Durumu Üzerine Etkisi

Oksidatif stres, organizmada hücre ve doku hasarına neden olan oksidasyonu arttıran maddeler (oksidan) ile oksidasyonu azaltan maddeler (antioksidanlar) arasındaki dengenin, oksidan maddeler lehine bozulması durumu olarak tanımlanmaktadır (Puppel *et al.*, 2015). Oksidan ile antioksidan maddeler arasındaki dengenin bozulması sonucu oluşan oksidatif stresin toplamı, toplam oksidan durumu (TOS) ölçümü ile belirlenmektedir. Organizmada dış etkenlere bağlı olarak ve vücuttaki metabolik süreçler sonucunda ortaya çıkan serbest radikallerden reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif nitrojen türleri (RNS) bileşiklerinin aşırı derecede üretilmesi oksidatif stresin başlıca kaynaklarıdır (Halliwell and Gutteridge, 1995).

Antioksidan bileşikler, serbest radikalleri indirgeyerek organizmada oluşacak hasarı önlemede önemli rol oynar (Kleczkowski *et al.* 2003). Total antioksidan kapasitesi (TAS), organizmada bulunan antioksidan maddelerin hücresel yapı elemanlarını, oksidan maddelerin hasarlarına karşı koruyabilme ve oksidan oluşumunu engelleyebilme kapasitesinin bir biyobelirtici olarak kullanılmaktadır (MacKinnon *et al.* 1999). TAS analizi, aşırı miktarda serbest radikaller ile bağışıklık sistemi baskılanmış hayvanlar ve hastalıklara duyarlılık arasında doğrudan bir ilişki olduğunu göstermektedir (Puppel *et al.*, 2015).

Oksidatif stres ve inflamasyon arasında yakın ilişki bulunmaktadır (Muri and Kopf, 2020). Sığırcılıkta yaygın görülen hastalıkları kontrol altında tutabilmek için hem inflamasyon

süreçlerinin hem de oksidatif stresin birlikte ele alınması gerekmektedir. Bu nedenle mevcut çalışmada, buzağılarda inflamasyon ölçütlerine ek olarak, güçlü bir antioksidan olan *Spirulina platensis* mikroalginin oksidatif stres düzeyine etkisi araştırılmıştır. Analiz sonucunda buzağılara verilen *S. platensis*'in tüm ölçüm dönemlerinde toplam antioksidan durumu ve toplam oksidan durumu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz olarak tespit edilmiştir. Ayrıca cinsiyetin de tüm ölçüm dönemlerinde etkisi önemsizdir (Tablo 30).

Tablo 30. *Spirulina platensis* ve Cinsiyetin Oksidatif Stres Durumu Üzerine Etkisi

Analizler	Ölçüm Dönemleri	Kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	<i>S. platensis</i> $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD	Erkek $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Dişi $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	ÖD
Toplam Antioksidan Durumu (TAS) (mmol TE/L)	Doğum	1,74±0,10	1,59±0,16	ÖS	1,53±0,16	1,79±0,09	ÖS
	30.Gün	1,79±0,09	1,84±0,11	ÖS	1,77±0,09	1,85±0,11	ÖS
	60.Gün	1,81±0,10	1,82±0,11	ÖS	1,79±0,10	1,84±0,10	ÖS
	90.Gün	1,77±0,11	1,79±0,10	ÖS	1,72±0,12	1,83±0,09	ÖS
	120.Gün	1,76±0,09	1,73±0,14	ÖS	1,65±0,15	1,83±0,09	ÖS
Toplam Oksidan Durumu (TOS) ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ /L)	Doğum	73,39±7,51	84,86±4,08	ÖS	80,96±4,31	77,55±7,31	ÖS
	30.Gün	87,73±2,89	78,70±7,85	ÖS	76,94±8,12	88,59±3,19	ÖS
	60.Gün	78,51±6,35	81,27±6,11	ÖS	75,69±7,47	83,49±4,91	ÖS
	90.Gün	85,77±3,53	75,15±7,71	ÖS	77,84±7,81	82,70±4,54	ÖS
	120.Gün	88,88±4,49	80,77±5,25	ÖS	85,72±5,73	84,05±4,41	ÖS

ÖD: Önem Durumu, ÖS: Önemsiz, $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata, mmol: milimol, μmol : mikromol, L: Litre, TE: Troloks Eşdeğeri, H_2O_2 : Hidrojen peroksit Eşdeğeri

Spirulina platensis'in toplam antioksidan durumu üzerine yapılan çalışmada, kontrol ve *S. platensis* grubu buzağılarda, 30 günlük yaşta birbirine benzer bulunduğu fakat sütten kesim döneminde (75. gün) %1 ve %3 *Spirulina* ilavesinin toplam antioksidan durumunu önemli düzeyde artırdığı bildirilmiştir (Chesmberah *et al.* 2023). Benzer şekilde diğer bir çalışmada, *Spirulina platensis*'in 30 ve 45 günlük yaşta bulunan buzağılarda toplam antioksidan durumuna etkisinin, *S. platensis* grubunda yüksek bulunduğu ve farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bildirilmiştir (Ghattas *et al.* 2019).

7-8 aylık yaşta besiye alınan koyunlarda, günlük hayvan başına 0,1 g/kg CA *Spirulina platensis* ilavesi yapılan çalışmada, oksidatif stres parametrelerinden melondialdehit (MDA) seviyesinde önemli seviyede azalma olduğu bildirilmiştir. Oksidatif stres parametrelerindeki bu iyileşmenin, *Spirulina platensis* içeriğinde çok miktarda bulunan fikosiyanin içeriğinden kaynaklanmış olabileceği bildirilmektedir (Hanafy, 2023).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Uzun yıllardır insan sağlığında kullanılan *Spirulina platensis*'in, hayvancılık sektöründe kullanılmaya başlaması yeni bir çalışma alanıdır. Son yıllarda organik hayvansal ürünlere talebin artması ve organik hayvancılıkta ürünlerde kalıntı oluşturan antibiyotik kullanımının kısıtlanması ile birlikte bağışıklığı artırıcı ve hayvansal ürünlere kalıntı oluşturmeyen doğal ürünlere olan ilgi artmıştır. Dünyada ve özellikle Türkiye'de sığır yetiştiriciliğinin kârlılığı ve sürdürülebilirliğini etkileyen en önemli problemlerinden biri olan buzağı kayıplarının azaltılmasında, *Spirulina platensis*'in kullanılabilirliği henüz tüm yönleri ile araştırılmamıştır. Mevcut çalışmada rasyona *Spirulina platensis* ilavesinin Siyah Alaca ırkı buzağılarda bağışıklık, genel sağlık durumu, ishal, büyüme-gelişme, yemden yararlanma, kan profili, gen ekspresyon seviyeleri ve oksidatif stres durumu üzerine etkileri çok yönlü olarak araştırılmıştır.

Yenidoğan buzağılarda aktif bağışıklığın henüz etkin olarak gelişmemiş olması ile birlikte kolostrum tüketimine bağlı olarak pasif bağışıklığın kısa süreli sağlanması, işletmelerde buzağı kayıplarının en önemli nedenleri arasındadır. Yenidoğan buzağı ölümleri oranı Avrupa ülkelerinde %10-15 civarında iken, ülkemizde %15-20 seviyelerinde gerçekleşmektedir. Buzağının neonatal dönem süreci, özellikle pasif bağışıklıktan aktif bağışıklığa geçiş dönemi, buzağı kayıpları açısından oldukça riskli bir dönemdir. Kolostral dönemde, buzağıya verilen kolostrum içeriğinde, kolostrumda en yüksek miktarda bulunan immünoglobulin olan immünoglobulin-G (IgG) seviyesinin 10 mg/ml'den düşük olmaması buzağının pasif bağışıklığı açısından hayati önem taşımaktadır. Mevcut çalışmada, rasyona *Spirulina platensis* ilavesi yapılan buzağılarda 30 günlük yaşta IgG seviyesi kontrol grubuna göre %7,8 daha yüksek tespit edilmiştir. Buzağının doğumu ile 28 günü kapsayan neonatal dönem içerisinde, buzağının aktif bağışıklıklarının oluşumu sürecinde, *Spirulina platensis* içeriğindeki aktif bileşiklerin (fikosiyenin, tokoferoller, fenoller vb) immünomodulator (bağışıklık sistemini düzenleyici) etki oluşturarak immünoglobulin üretimini artırdığı ifade edilebilir. *Spirulina platensis*'in buzağılarda aktif bağışıklığın daha erken oluşumuna katkı sağlayacağı ve neonatal dönem sürecinde pasif bağışıklık yetersizliğinden kaynaklanan buzağı hastalık ve kayıplarının azaltılmasında faydalı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Diğer bir immünoglobulin alt sınıfı olan immünoglobulin-M (IgM), enfeksiyon varlığında ilk antikor yanıtı oluşturmada bakımından önemli bir yere sahiptir. Mevcut çalışmada rasyona *Spirulina platensis* ilavesi yapılan buzağılarda 30 günlük yaşta IgM seviyesi 60 günlük yaşta kontrol grubuna göre %11,2 daha yüksek bulunmuştur. *Spirulina platensis* ilavesi yapılan

buzağların sütten kesim sonrası döneminde serum IgM seviyesi 90 ve 120 günlük yaşlarda, her ne kadar istatistiksel olarak önemsiz olsa da kontrol grubuna göre sırasıyla %3,7 ve %3,3 daha yüksek bulunmuştur. Süt içme dönemi ve sütten kesim sonrası dönemde IgG ve IgM birlikte değerlendirildiğinde, *Spirulina platensis*'in genel bağışıklık durumunda iyileşme sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Erken dönem buzağı kayıplarının en önemli nedenlerinden biri buzağı ishalleridir. Sütten kesim öncesi dönemde kontrol grubunda 2 baş buzağıda ishal vakası görülmesine karşın, *Spirulina platensis* verilen buzağılarda hem sütten kesim öncesi hem de hem sütten kesim sonrası dönemlerde ishal vakası görülmemiştir. Deneme süresi boyunca (4-120 gün) buzağılara *Spirulina platensis* verilmesiyle birlikte, dışkı kıvam skorlarının kontrol grubuna göre çok önemli seviyede ($p<0,01$) daha düşük seyrettiği sonucu elde edilmiştir. Özellikle ishal kaynaklı buzağı kayıplarının en yüksek görüldüğü süt içme döneminde, *S. platensis* grubundaki buzağılarda dışkı kıvam skorları kontrol grubuna göre %40 daha düşük ($p<0,01$) bulunmuştur. İshal vakaları ile dışkı kıvam skorlarının *S. platensis* grubunda daha düşük olması, *Spirulina platensis*'in immünoglobulin seviyesini artırarak genel bağışıklık durumunu iyileştirmesinin sonucu olarak değerlendirilmektedir. *S. platensis* grubunda bulunan buzağların kontrol grubuna göre daha güçlü bir bağışıklığa sahip olması, *Spirulina platensis*'in antiinflamatuvar özelliğinden dolayı oluşabilecek enfeksiyonlara karşı daha yüksek direnç göstererek, hastalık etmenlerinin enfeksiyon oluşturacak seviyelere gelmesini engellediği düşünülmektedir.

Çalışmada *Spirulina platensis*'in buzağı bağışıklık üzerine etkisi, moleküler düzeyde gen ekspresyon seviyelerinin belirlenmesi ile incelenmiştir. Bağışıklık sisteminin uyarılması ile aktif hale geçen proinflamatuvar (iltihaplanmayı destekleyici) sitokinlerinden interlökin-1Beta (IL1 β) seviyesi, tüm dönemlerde kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Deneme sonunda ise (120. gün) *Spirulina platensis* verilen buzağılarda IL1 β seviyesinin, önemli seviyede ($p<0,05$) düştüğü tespit edilmiştir. Proinflamatuvar sitokinlerinden interlökin-6 (IL6) seviyesi de, *Spirulina platensis* verilen buzağılarda 90 günlük yaşta önemli seviyede ($p<0,05$) düşük olduğu sonucuna erişilmiştir. *S. platensis* grubunda, proinflamatuvar sitokin seviyesinin düşük olması, *Spirulina platensis*'in genel bağışıklık durumunu iyileştirdiğini açıkça göstermektedir.

Çalışmada *Spirulina platensis* ilavesinin, buzağılarda kan profili üzerine etkisi araştırılmıştır. *Spirulina platensis* verilen buzağılarda, 60 günlük yaşta eozinofil seviyesinin, önemli seviyede ($p<0,05$) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca beyaz kan hücresi, lenfosit, nötrofil, monosit ve hemoglobin yoğunluğu parametreleri istatistiksel olarak önemsiz bulunmasına rağmen, bazı ölçüm dönemlerinde *Sp* grubunda daha yüksek bulunmuştur. Bu

durum, *Spirulina platensis*'in buzağılarda sağlık ve bağışıklık ile ilgili kan parametrelerini iyileştirici etki sağladığını göstermektedir.

Mevcut çalışmada buzağı rasyonuna *Spirulina platensis* ilavesinin bağışıklık ve sağlığa ilişkin parametrelerinin incelenmesinin yanı sıra, buzağılarda büyüme, gelişme ve yemden yararlanma değerleri araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, *Spirulina platensis* verilen buzağılarda canlı ağırlık ve vücut ölçüleri (cidago yüksekliği, göğüs derinliği, göğüs çevresi, ön incik çevresi ve vücut uzunluğu) kontrol grubuna kıyasla bazı ölçüm dönemlerinde (45 günlük yaşta göğüs derinliği, 90 ve 120 günlük yaşta ön incik çevresi) istatistiksel olarak önemli seviyede daha yüksek ($p<0,05$) bulunmuştur. *Spirulina platensis* verilen buzağılar kontrol grubuna göre doğum ile sütten kesim yaşına kadar %5,6 ve sütten kesim ile deneme sonuna kadar (120. gün) %3,9 daha fazla canlı ağırlık kazanımı sağlamıştır. Bununla birlikte *S. platensis* grubu buzağılarda, doğum ile 30 günlük yaş arası dönemde %54,3 ve süt içme döneminde %21,9 daha yüksek göğüs derinliği artışı görülmüş ve bu farklılık önemli ($p<0,05$) seviyede gerçekleşmiştir. Aynı şekilde sütten kesim sonrası dönemde ön incik çevresi artışı *S. platensis* grubu buzağılarda %20,4 oranında istatistiksel olarak önemli seviyede ($p<0,05$) daha yüksek (%20,4) olmuştur. Deneme süresi boyunca (4-120. gün) ise, göğüs derinliği ve ön incik çevresi ölçüsünde %11,6 oranında artış görülmüştür. Canlı ağırlık ve vücut ölçülerinde görülen bu artış, *Spirulina platensis*'in immünomodulator etkisini göstererek buzağılarda immünoglobulin seviyesinde yaşanan artışın sonucu olarak, daha hızlı büyüme ve gelişme göstermelerine katkı sağlamıştır. Aynı zamanda *Spirulina platensis*'in immünomodulator etkisi, buzağılarda tükettikleri yemlerden daha fazla yararlanmalarını sağlayarak yemden yararlanma oranının iyileşmesine katkıda bulunmuştur. Yenidoğan buzağılarda, yaşamlarının ilk dönemlerinde sağlıklı olması, buzağılarda büyüme ve gelişimleri ile ileriki yaşam dönemlerinde verimlerini gösterebilmesi açısından oldukça önemlidir.

Güçlü bir antioksidan kapasiteye sahip *Spirulina platensis*'in Siyah Alaca buzağılarda toplam antioksidan durumu ve toplam oksidan durumu üzerine etkisi önemsizdir. *Spirulina platensis*'in farklı seviyelerinin araştırılması antioksidan etkisinin değerlendirilmesi için daha net sonuçlar ortaya koyacaktır.

Araştırma sonuçları, *Spirulina platensis*'in buzağılarda bağışıklığın güçlenmesinde katkı sağlayarak immünite eksikliğinden kaynaklanan buzağı ölümlerinin önlenmesinde etkili olabileceğini göstermiştir. Özellikle neonatal dönemde (0-28 gün) pasif bağışıklıktan aktif bağışıklığa geçiş sürecinde, *Spirulina platensis*'in buzağılarda immünoglobulin (IgG ve IgM) seviyesini artırarak immün sistemi güçlendirmesinde önemli rol oynadığı görülmektedir. Bununla birlikte, *Spirulina platensis*'in süt içme döneminde buzağı ishallerini azaltarak buzağı

kayıplarının önüne geçilmesinde etkili olduğu görölmüştür. Bütün bu faydaları ile *Spirulina platensis*'in buzağılarda bağışıklığı güçlendirmede, ishal oranını düşürmede, büyüme ve gelişmeyi artırmada antibiyotiklere alternatif doğal bir ürün olabileceğı sonucuna ulaşılmıştır. *Spirulina platensis* kullanımının, sığır yetiştiriciliğinde sürdürülebilirlik, ekonomi ve kârlılığı doğrudan etkileyen ve işletmelerin geleceğı konumunda bulunan buzağıkların sağlıklı olarak yetiştirilmesinde etkin, alternatif ve doğal bir ürün olarak kullanılabileceğı sonucuna erişilmiştir. *Spirulina platensis*'in buzağılarda büyüme-gelişme, bağışıklık ve sağlık üzerindeki etkilerinin daha net ortaya konması için, *Spirulina platensis*'in farklı seviyelerinin kullanıldığı yeni çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Abd El-Baky, H.H., El Baz, F.K. and El-Baroty, G.S., 2009. Enhancement of antioxidant production in *Spirulina platensis* under oxidative stress. *Acta Physiol Plant*, 31, 623-631.
- Abdel-Daim, M.M., Abushouk, A.I., Alkhalf, M.I., Toraih, E.A., Fawzy, M.S., Ijaz, H., Aleya, L. and Bungau, S.G., 2018. Antagonistic effects of *Spirulina platensis* on diazinon-induced hemato-biochemical alterations and oxidative stress in rats. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 25, 27463-27470.
- Adel, E.M., Mohamed, M.N., Aziz, M.H., Yousef, Y.S. and Diaa, A.M., 2017. Effect of substitution soybean by blue green alga *Spirulina platensis* on performance and meat quality of growing rabbits, *Am. J. Food Technol.*, 12(1), 51-59.
- Abera, M., Yusuf Mammed, Y., Eshetu, M., Pilla, F. and Wondifraw, Z., 2021. Physiological, biochemical, and growth parameters of fogera cattle calves to heat stress during different seasons in sub-humid part of Ethiopia. *Animals*, 11(4), 1062.
- Akbulut, Ö., Bayram, B. and Yanar, M. 2003. Serum immunoglobulin concentrations of Brown Swiss and Holstein Friesian calves and their relationship with growth characteristics. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 34(2), 157-159.
- Aksakal, V. and Bayram, B., 2009. Estimates of genetic and phenotypic parameters for the birth weight of calves of Holstein Friesian cattle reared organically. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8(3), 568-572.
- Ali, S., Kabir, S.M., Ahmed, J.U., Juyena, N.S., Mojumder, M.L. and Hasan, J., 2015. A study on the occurrence of calf diseases in some selected dairy farms of Bangladesh. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 1, 39-46.
- Anonim, 2005a. Ban on Antibiotics as Growth Promoters in Animal Feed Enters into Effect (1831/2003/EC) In: Safety. Ef (Ed.), (European Union) Europa, Brussels.
- Anonim, 2005b. Karma yemlere katılması ve hayvanlara yedirilmesi yasak olan maddeler hakkında tebliğ. (Tebliğ No: 2005/24). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
- Anonim, 2014. World Health Organization, Antimicrobial resistance global report on surveillance. Geneva 27, Switzerland.
- Anonim, 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, (Erişim Tarihi: 25.09.2025).
- Anonim, 2025a. Birleşmiş Milletler, United Nations (UN), Küresel Sorunlar, Nüfus, <https://www.un.org/en/global-issues/population>, (Erişim Tarihi: 04.06.2025).
- Anonim, 2025b. Türkiye İstatistik Kurumu, Nüfus ve Demografi İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1>, (Erişim Tarihi: 04.06.2025).
- Anonim, 2025c. Hayvancılık İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>, Erişim tarihi: (25.09.2025).
- Anonim, 2025d. Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM), <https://www.tigem.gov.tr/Bilgi/Fiyatlar>, (Erişim Tarihi: 18.09.2025).
- AOAC, 1998. Official Method of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.

- Ayaşan, T., Hızlı, H., Asarkaya, A. ve Coşkun, M.A., 2015. Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde yetiştirilen Siyah Alaca buzağılarda büyüme performansı ve yaşama gücü. 9. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi, 718-725, 3-5 Eylül 2015, Konya, Türkiye.
- Aydın, R., Yanar, M., Diler, A., Koçyiğit, R., Güler, O. ve Avcı, M., 2018. Farklı yem sunum yöntemlerinin Siyah Alaca buzağılarda büyüme performansı, yem tüketimi ve bazı davranış özellikleri üzerine etkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg., 21(4), 607-614.
- Bailes, J. and Soloviev, M., 2021. Insulin-like growth factor-1 (IGF-1) and its monitoring in medical diagnostic and in sports. Biomolecules, 11(2), 217.
- Bayram, B., Akbulut, Ö., Yanar, M. ve Tüzemen, N., 2004. Esmer ve Siyah Alaca dişi sığırlarda büyüme özelliklerinin Richards Modeli ile analizi. Turk J. Vet. Anim. Sci., 28, 201-208.
- Bayram, B., Yanar, M., Güler, O. and Metin, J., 2007. Growth performance, health and behavioural characteristics of Brown Swiss calves fed a limited amount of Acidified whole milk. Italian Journal of Animal Science, 6(3), 273-279.
- Bayram, B., Aksakal, V., Turan, İ., Demir, S., Mazlum, H. and Çoşar, İ., 2016. Comparison of immunoglobulin (IgG, IgM) concentrations in calves raised under organic and conventional conditions. Indian Journal of Animal Research. 50(6): 995-999.
- Bayram, B. ve Akbulut, Ö., 2022. Esmer ve Siyah Alaca Buzağılarda Süt İçme Süresi ve Miktarının Bazı Büyüme ve Gelişme Özelliklerine Etkisi. Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi, 11(2), 94-102.
- Belay, A., Ota, Y., Miyakawa, K. and Shimamatsu, H., 1993. Current knowledge on potential health benefits of *Spirulina*. Journal of Applied Phycology, 5, 235-241.
- Belay, A., 1997. Mass culture of *Spirulina* outdoors. The Earthrise Farms experience. In: Vonshak A (ed) *Spirulina platensis (Arthrospira)*: Physiology, Cell-biology and Biotechnology, 1st edn. Taylor & Francis. London, pp. 131-158.
- Bilgiç, N. ve Alıç, D., 2004. Siyah Alaca buzağılarda doğum ağırlıklarına ait genetik ve fenotipik parametre tahminleri. Journal of Agricultural Sciences, 10(1), 72-75.
- Capelli, B. and Cysewski, G.R., 2010. Potential health benefits of *Spirulina* microalgae. Nutrafoods, 9(2), 19-26.
- Cheshmberah, K., Seifdavati, J., Abdi Benemar, H., Seyedsharifi, R. and Seifzadeh, S., 2023. The effects of using *Spirulina* algae on the growth performance, blood parameters and some enzymes of the immune system of Holstein suckling calves. Journal of Ruminant Research, 11(4), 53-72.
- Christaki, E., Karatzia M., Bonos, E., Florou-Paneri, P. and Karatzias C., 2012. Effect of dietary *Spirulina platensis* on milk fatty acid profile of dairy cows, Asian J. of Animal and Vet. Adv. 7(7), 597-604.
- Ciferri, O. 1983. *Spirulina*, the Edible Microorganism. Microbiol. Rev., 47(4), 551-578.
- Crampton, E.W. and Maynard, L.A., 1938. The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. The Journal of Nutrition, 15(4), 383-395.
- Çoban, Ö., Genç, M. ve Kesen, A.O., 2021. Esmer ve Siyah Alaca sığırlarda erken dönem büyüme. Atatürk Üniv. Vet. Bil. Derg., 16(1), 1-7.
- Demir, R., Tapkı, İ. ve Tapkı, N. 2020. Mama ve süt ile beslemenin Siyah Alaca buzağılarda gelişim performansı ile büyütme maliyetleri üzerine etkileri. EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences, 199-210.
- Diker, K.S. 2005. İmmunoloji. Medisan Yayın Serisi: 37, İkinci Baskı. ISBN:975-7774-34-0.

- Dinarello, C.A. 2010. IL-1: Discoveries, controversies and future directions. *European journal of immunology*, 40(3), 599-606.
- Doğan, Z. and Koç, A., 2014. Effects of different weaning age and housing system on the growth performances of Holstein-Friesian calves. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 2(Special Issue), 1646-1653.
- Dugmore, T.J., 1995. The chemical composition and nutritive value of selected KwaZulu-Natal feedstuffs. In *Dairying in KwaZulu-Natal*. Ed. Dugmore, T.J., KwaZulu-Natal Department of Agriculture, 211-226.
- El-Baz, F.K., El-Senousy, W.M., El-Sayed, A.B. and Kamel, M.M., 2013. In vitro antiviral and antimicrobial activities of *Spirulina platensis* extract. *J. Appl. Pharm. Sci.*, 3(12), 52-56.
- EL-Sabagh, M.R., Eldaim, M.A.A., Mahboub, D.H. and Abdel-Daim, M., 2014. Effects of *Spirulina platensis* algae on growth performance, antioxidative status and blood metabolites in fattening lambs, *Journal of Agricultural Science*, 6(3), 92-98.
- Ergün, O.F. ve Bayram, B., 2021. Türkiye’de hayvancılık sektöründe yaşanan değişimler. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 10(2): 158–175.
- Folarin, O. and Sharma, L., 2017. Algae as functional food. *Int. J. Home Sci.*, 3(2), 166-170.
- Fox, R.D., 1996. *Spirulina: Production and potential*. Edisud.
- Frye, M., Harada, B.T., Behm, M. and He, C., 2018. RNA modifications modulate gene expression during development. *Science*, 361(6409), 1346-1349.
- Gaafar, H.M.A., Riad, W.A., Elsadany, A.Y., El-Reidy, K.F.A. and Abu El-Hamd, M.A., 2017. Effect of *spirulina* (*Arthrospira platensis*) on productive and reproductive performance of Friesian cows, *Archiva Zootechnica*, 20(1), 19-36.
- Garcès, C.N., Vela, D., Mullo, A., Cabezas, V., Alvear, A. and Ponce, C.H., 2019. *Spirulina* supplementation during the transition period by grazing dairy cattle at tropical highland conditions, *Tropical Animal Health and Prod.*, 51, 477-480.
- Ghattas, T.A., Dawoud, E.N., Mahrous, A.F. and Elgabry, E.A., 2019. Effect of *Spirulina platensis* supplementation on growth, some biochemical and immunological parameters in suckling calves, *J. Egypt Vet. Med. Assoc.*, 79(2), 443-460.
- Gong, S. and Ruprecht, R.M., 2020. Immunoglobulin M: An ancient antiviral weapon-rediscovered. *Front. Immunol.* 11, 1943.
- Göncü, S., Gökçe, G. ve Koluman, N., 2014. Siyah Alaca ineklerde kolostrum kalitesinin buzağların sütten kesim öncesi ve sonrası performansları üzerine etkisi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1), 35-40.
- Göncü, S. 2020. *Sığırcılık*. Akademisyen Kitabevi, 716 s, ISBN: 978-625-7679-30-5, Ankara, Türkiye.
- Göncü, S., Yeşil, M. İ. and Görgülü, M., 2023. The effect of different milk replacers on Holstein calf performances, health, blood parameters, and economy. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, 12(2), 86-90.
- Guiry, M.D. and Guiry, G.M., 2010. *AlgaeBase*. World-Wide Electronic Publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org> Erişim tarihi: (16.12.2025).
- Güler, O., Yanar, M., Bayram, B. and Metin, J., 2006. Performance and health of dairy calves fed limited amounts of acidified milk replacer. *South African Journal of Animal Science*, 36(3), 149-154.

- Güler, Ç., Türkoğlu, Z., Salık, M.A., Türkmen, Ö. ve Arslaner, A., 2021. Fonksiyonel bir gıda katkısı olarak *Spirulina platensis*. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 52(3), 351-360.
- Günlü, A., 2020. Buzağı kayıpları ve buzağı hastalıklarının ekonomik değerlendirilmesi. Buzağı Kayıplarının Önlenmesinde Buzağı Sağlığı ve Yetiştiriciliği. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Konya Ovası Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 139-144.
- Gürdal, M. ve Zülkadir, U., 2019. Konya Ereğli’de özel bir işletmede yetiştirilen Siyah Alaca buzağılarda doğum-dört ay arası dönemdeki gelişimi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg., 22(Ek Sayı 1), 154-161.
- Halliwell, B. and Gutteridge, J.M., 1995. The definition and measurement of antioxidants in biological systems. Free Radic Biol Med., 18(1), 125-126.
- Hanafy, A., 2023. Enhancing fattening lamb performance with *Spirulina platensis*: insights into growth, blood metabolism and antioxidant status. Journal of Applied Life Sciences International, 26(1), 31-38.
- Hayashi, O., Hirahashi, T., Katoh, T., Miyajima, H., Hirano, T. and Okuwaki, Y., 1998. Class specific influence of dietary *Spirulina platensis* on antibody production in mice. J. Nutr. Sci. Vitaminol (Tokyo), 44(6), 841-51.
- Hassanien, H.A.M., Youssef, H.F.H., Mahrous, A.A., Hafez, Y.H., Phillip, Y.L. and Gaballah, M.M., 2015. Effect feeding of supplemented ration with algae on milk yield and its composition for Damascus goats, Egypt. J. Nutr. And Feeds, 18(1), 65-75.
- Heidarpour, A., Fourouzandeh-Shahraki, A.D. and Eghbalsaid, S., 2011. Effects of *Spirulina platensis* on performance, digestibility and serum biochemical parameters of Holstein calves. African Journal of Agricultural Research, 6(22), 5061-5065.
- Holman, B.W.B., Kashani, A. and Malau-Aduli, A.E.O., 2014. Effects of *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) supplementation level and basal diet on liveweight, body conformation and growth traits in genetically divergent Australian dual-purpose lambs during simulated drought and typical pasture grazing, Small Ruminant Research, 120, 6-14.
- Hue, D.T., Skirving, R., Chen, T., Williams, J.L., Bottema, C.D. and Petrovski, K., 2021. Colostrum source and passive immunity transfer in dairy bull calves. Journal of Dairy Science, 104(7), 8164-8176.
- Hunter, C.A., and Jones, S.A., 2015. IL-6 as a keystone cytokine in health and disease. Nature immunology, 16(5), 448-457.
- Ilona, G., Nikolai, B., Oksana, G., Alexey, G., Vitaliy, C., Anatoliy, K. and Vladimir, K., 2018. The use of *spirulina platensis* in cattle feeding, Entomol. Appl. Sci. Lett., 5(2), 78-85.
- Ježek, J., Malovrh, T. and Klinkon, M., 2012. Serum immunoglobulin (IgG, IgM, IgA) concentration in cows and their calves. Acta agriculturae Slovenica. Supplement, (3), 295-298.
- Karabulut, O., Mundan D. ve Sehar, Ö., 2012. Siyah Alaca buzağılarda doğum ağırlığının varyans unsurları ve damızlık değerleri. Harran Üniv. Vet. Fak. Derg., 1(1), 28-34.
- Karaca, M., 2020. Hendek İlçesi Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Buzağılarda Yaşama Gücü ile İlgili Yönetmelik Uygulamalar. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.
- Karlı, M.A. ve Evci, Ş., 2018. Buzağı kayıplarının önlenmesinde inek ve buzağı beslemesinin önemi. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 58(Özel Sayı), 23-34.
- Khan, Z., Bhadouria, P. and Bisen, P.S., 2005. Nutritional and therapeutic potential of *Spirulina*. Curr. Pharm. Biotechnol., 6 (5), 373-379.

- Kim, M.Y., Cheong, S.H., Lee, J.H., Kim, M.J., Sok, D.E. and Kim, M.E., 2010. *Spirulina* improves antioxidant status by reducing oxidative stress in rabbits fed a high-cholesterol diet. *Journal of Medicinal Food*, 13(2), 420-426.
- Kleczkowski, M., Kluciński, W., Sikora, J., Zdanowicz, M. and Dziekan, P., 2003. Role of the antioxidants in the protection against oxidative stress in cattle-nonenzymatic mechanisms (Part 2). *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 6(4), 301-308.
- Koçyiğit, R., Aydın, R., Yanar, M., Güler, O., Diler, A., Tüzemen, N., Avcı, M., Özyürek, S., Hirik, E. and Kabakçı, D., 2015. Farklı mikrobiyal yem katkı maddesi ile eksojenik fibrolitik enzim dozlarının Esmer ve Siyah Alaca buzağılarda büyüme, yemden yararlanma oranı ve dışkı kıvam indeksi üzerine etkileri. 9. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 186-195, 3-5 Eylül 2015, Konya, Türkiye.
- Koçyiğit, R., Özdemir, V.F., Yanar, M., Aydın, R., Güler, O., Diler, A. ve Aydın, M.A. 2023. Effect of weaning weight on growth performance, feed efficiency, and behavioral characteristics of Holstein-Friesian and Brown Swiss calves. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 36(4), 161-171.
- Koyuncu, M. ve Karaca, M., 2018. Buzağılarda Yaşama Gücünün Anahtarı: Kolostrum. *J. Anim. Prod.*, 59(1), 67-78.
- Kulpys, J., Paulauskas, E., Pilipavicius, V. and Stankevicius, R., 2009. Influence of cyanobacteria *arthrospira (Spirulina) platensis* biomass additive towards the body condition of lactation cows and biochemical milk indexes, *Agronomy Research*. 7, 823-835.
- Larson, L.L., Owen, F.G., Albright, J.L., Applemen, R.D., Lamb, R.C. and Muller, L.D., 1977. Guidelines toward more uniformity in measuring and reporting calf experimental data. *Journal of Dairy Science*, 60(6), 989-991.
- Liu, T., Zhang, L., Joo, D. and Sun, S.C., 2017. NF-κB signaling in inflammation. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 2(1), 1-9.
- Lopez, A.J. and Heinrichs, A.J., 2022. Invited review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf. *Journal of dairy science*, 105(4), 2733-2749.
- MacKinnon, K.L., Molnar, Z., Lowe, D., Watson, I. D. and Shearer, E., 1999. Measures of total free radical activity in critically ill patients. *Clinical biochemistry*, 32(4), 263-268.
- Matanović, K., Severin, K., Martinkovic, F., Šimpraga, M., Janicki, Z. and Barišić, J., 2007. Hematological and biochemical changes in organically farmed sheep naturally infected with *Fasciola hepatica*. *J. Parasitol. Res.*, 101, 1657-1661.
- Mohri, M., Sharifi, K. and Eidi, S., 2007. Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: Age related changes and comparison with blood composition in adults. *Research in Veterinary Science*, 83(1), 30-39.
- Moustafa, E.S., Alsanie, W.F., Gaber, A., Kamel, N.N., Alaqil, A.A. and Abbas, A.O., 2021. Blue-green algae (*Spirulina platensis*) alleviates the negative impact of heat stress on broiler production performance and redox status. *Animals*, 11, 1243-1256.
- Muri, J. and Kopf, M., 2020. Redox regulation of immunometabolism. *Nat. Rev. Immunol*, 1-19.
- Özhan, M., Tüzemen, N. ve Yanar, M., 2015. Büyükbaş Hayvan Yetiştirme. Düzeltilmiş Altıncı Baskı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 134, 604 s, Erzurum, Türkiye.

- Özdemir, V.F., 2023. Propolis Uygulamasının Siyah Alaca Buzağılarda Büyüme Performansı, Kan Profili ve Bazı Genlerin Ekspresyonları Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye.
- Pfaffl, M.W., 2001. A new mathematical model for relative quantification in real-time RT-PCR. *Nucleic Acids Research*, 29(9), 45.
- Piñero Estrada, J.E., Bermejo Bescòs, P. and Villar del Fresno, A.M. 2001. Antioxidant activity of different fractions of *Spirulina platensis* protean extract. *Il Farmaco* 56, 497-500.
- Puppel, K., Kapusta, A. and Kuczyńska, B., 2015. The etiology of oxidative stress in the various species of animals, a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(11), 2179-2184.
- Riad, W.A., Elsadany, A.Y. and EL-diahy, Y.M., 2019. Effect of *Spirulina platensis* microalga additive on performance of growing Friesian calves, *J. Animal and Poultry Prod.*, 10(2), 35-40.
- Roland, L., Drillich, M. and Iwersen, M., 2014. Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 26(5), 592-598.
- Sartor, R.B., 1994. Cytokines in intestinal inflammation: pathophysiological and clinical considerations. *Gastroenterology*, 106, 533-539.
- Saranraj, P. and Sivasakthi, S., 2014. *Spirulina platensis* food for future: A review. *Asian J. Pharm. Sci. Technol.*, 4 (1), 26-33.
- Selvi, M.H. and Tapkı, İ., 2019. The effects of oregano oil (*Origanum onites* L.) on the growth performance and some blood parameters of Holstein Friesian calves. *KSU J. Agric. Nat.* 22(6), 935-941.
- Sert F. ve Açık İ.P., 2020. Yeni doğan buzağların beslenmesinde ağız sütünün önemi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 193-198.
- Shahsavari, M., Mohammadabadi, M., Khezri, A., Asadi Fozı, M., Babenko, O., Kalashnyk, O., Oleshko, V. and Tkachenko, S., 2023. Correlation between insulin-like growth factor 1 gene expression and fennel (*Foeniculum vulgare*) seed powder consumption in muscle of sheep. *Animal Biotechnology*, 34(4), 882-892.
- Simkus, A., Oberauskas, V., Laugalis, J., Zelvyte, R., Monkeviciene, I., Sedervicius, A., Simkiene, A. and Pauliukas, K. 2007. The effect of weed *Spirulina platensis* on the milk production in cows. *Veterinarija ir Zootechnika*, 38(60), 74- 77.
- Sotiroudis, T.G. and Sotiroudis, G.T., 2013. Health aspects of *Spirulina (Arthrospira)* microalga food supplement. *J. Serbian Chem. Soc.*, 78 (3), 395-405.
- SPSS, 2023. IBM SPSS Statistics for Windows (Version 29.0). IBM Corp., Armonk, NY, USA.
- Şahal, M., Terzi, O.S., Ceylan, E. ve Kara, E., 2018. Buzağı ishalleri ve korunma yöntemleri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 58(Özel Sayı), 41-49.
- Şen, A., 2021. Veteriner İmmunoloji., Dora Basım-Yayın, 3. Baskı, 222 s., ISBN: 978-605-247-271-2
- Şentürk, S., 2017. Sığırlar İçin Pratik Laboratuvar. Sığırlarda Hangi Klinik Bulgularda Hangi Laboratuvar Parametrelerine Bakılmalı? Genişletilmiş 2. Baskı, Dora Basım-Yayın, 346 s., ISBN: 978-605-9666-71-8, Bursa, Türkiye.
- Tüzemen, N. and Yanar, M., 2013. Buzağı Yetiştirme Teknikleri. Düzeltilmiş Dördüncü Baskı, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Yayınları No:232, 266 s., Erzurum.

- Uhde, L.F., Kaufmann, T., Sager, H., Albini, S., Zanoni, R., Schelling, E. and Meylan, M., 2008. Prevalence of four enteropathogens in the faeces of young diarrhoeic dairy calves in Switzerland. *Veterinary Record*, 163(12), 362-366.
- Ülger, İ., 2018. Effects of pre-weaning probiotic treatments on growth performance and biochemical blood parameters of Holstein calves. *Indian Journal of Animal Research*, B-816,1-4.
- Ünal, C.N., 2024. İshalli Buzağlarda Etiyolojik Etkene Göre Serum Endokan Düzeyi İle İnterlökin-6, Prokalsitonin, E-Selektin Arasındaki İlişkinin Araştırılması. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye.
- Ünlü, H.B. ve Erkek, R., 2013. Kekik ve sarımsak uçucu yağlarının buzağı performansı ve bazı kan parametrelerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(3), 299-310.
- Vonshak, A. and Tomaselli, L., 2000. *Arthrospira (Spirulina)*: Systematics and ecophysiology. In the ecology of cyanobacteria, Springer, Dordrecht, 505-522.
- Windeyer, M.C., Leslie, K.E., Godden, S.M., Hodgins, D.C., Lissemore, K.D. and LeBlanc, S. J., 2014. Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. *Preventive Veterinary Medicine*, 113(2), 231-240.
- Yadav, J. and Kumar, R., 2018. Effect of *Spirulina (Spirulina platensis)* Supplementation on Antioxidant Status and Immunity in Growing Barbari Goats, *International Journal of Livestock Research*, 8(12), 252-257.
- Yanar, K.E., 2022. Yenidoğan buzağı ishallerinin nedenleri, tedavileri ve korunma yöntemleri. *Palandöken Journal of Animal Sciences Technology and Economics*, 1(1), 54-59.
- Yanar, M., Kartal T.Z., Aydın, R., Koçyiğit, R. and Diler, A., 2010. Effect of different floor types on the growth performance and some behavioural traits of Holstein Fresian calves. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 20(3), 175-179.
- Yasuda, K., Nakanishi, K., and Tsutsui, H., 2019. Interleukin-18 in health and disease. *International journal of molecular sciences*, 20(3), 649.
- Yüceer, B. 2008. Kolostrum almış buzağlarda bağışıklığın, büyüme, hastalık insidansı ve yaşama gücü üzerine etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 94 s., Ankara, Türkiye.
- Zhang, J., Miao, S., Huang, S., Li, S., Zhang, J.Z., Miao, S.J., Huang, S. and Li, S.L. 2010. Effect different levels of *Spirulina* on ruminal internal environment and degradation of fibre in dairy cows, *China Cattle Science*, 36, 32-36.

EKLER

EK-1 Etik Kurul Onayı



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Rektörlük



Sayı : E-75296309-050.01.04-2200295630
Konu : HADYEK Kararı.

27.09.2022

ZİRAAT FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

İlgi : 26.09.2022 tarihli ve E-75366018-020-2200294303 sayılı belge.

İlgide kayıtlı yazınız; Atatürk Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulumuzun 26.09.2022 tarihli ve 2022/10 sayılı Oturumunda Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Başvuru Formu ve ekli belgeleri, gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemler dikkate alınarak incelenmiş ve aşağıya çıkarılan 211 no'lu kararı ile sözkonusu proje çalışmasının yürütülmesinin etik kurallarına uygun olduğuna, mevcut oy birliği ile karar verilmiş olup, çalışmanın Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü, Gıda ve Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğünde (Deney Hayvanı Üretici/Kullanıcı/Tedarikçi Kuruluşlara Mahsus Çalışma İzni Belgeli) yürütülmesine ve taahhütname hükümlerine göre çalışmada kullanılan hayvanlara ait bilgilerin, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğünün, Hayvanları Koruma Bilgi Sistemi (HAYBİS)'ne girilebilmesi için ekte sunulan "HADYEK Sonuç Raporu"nun Başkanlığımıza gönderilmesi hususunda;

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu: 8344a3b3-21dc-4951-b3b1-85ae8779349f
Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi 25240 Erzurum
Tel: +90 442 2317222
Elektronik Ağ: <http://www.atauni.edu.tr/#/birim=veteriner-fakultesi>
Kep Adresi: atauni@hs01.kep.tr

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

Bilgi: Mehmet KOCA
Faks: +90 442 2317244
E-Posta: v.fak@atauni.edu.tr



TOPLANTI TARİHİ : 26.09.2022

TOPLANTI SAYISI : 2022/10

KARAR N0 211: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı, Zootečni Bölümü, Zootečni Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof.Dr.Bahri BAYRAM'ın yürütücülüğünde, Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü, Gıda ve Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğünde (Deney Hayvanı Üretici/Kullanıcı/Tedarikçi Kuruluşlara Mahsus Çalışma İzni Belgeli) yürütülecek olan **“Rasyona *Spirulina platensis* Mikroalgi İlavesinin Simental Irkı Buzağılarda Büyüme Performansı, Kan Profili, Oksidatif Stres, Büyüme, Gelişme ve Bağışıklık Sistemiyle İlgili Bazı Genlerin Ekspresyonları Üzerine Etkileri”** isimli proje çalışması ile ilgili Ziraat Fakültesi Dekanlığının 26.09.2022 tarihli ve E-75366018-020-2200294303 sayılı yazısı ile ekleri görüşüldü.

Yapılan görüşmelerden sonra; adı geçen proje çalışmasının yürütülmesinin etik kurallarına uygun olduğuna, taahhütname hükümleri gereğince çalışma sonucunun Başkanlığımıza bildirilmesine, mevcut oy birliği ile kabulüne; karar verildi.

Prof.Dr. Fikret ÇELEBİ
Kurul Başkanı

Ek : Sonuç Raporu. 1 Adet.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu: 8344a3b3-21de-4951-b3b1-85ae8779349f
Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi 25240 Erzurum
Tel: +90 442 2317222
Elektronik Ağ: <http://www.atauni.edu.tr/#!birim-veteriner-fakultesi>
Kep Adresi: atauni@hs01.kep.tr

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

Bilgi: Mehmet KOCA
Faks: +90 442 2317244
E-Posta: vettak@atauni.edu.tr



EK-2 Hayvan Kullanım İzni



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Gıda ve Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi
Müdürlüğü



Sayı : E-43216829-000-2200292959

26.09.2022

Konu : İzin Hk.

ZİRAAT FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

İlgi : 26.09.2022 tarihli ve E-43216829-903.07.01-2200292678 sayılı belge.

İlgi kayıtlı yazınız Müdürlüğümüzce değerlendirilmiş olup; **'Rasyona Spirulina Platensis Mikroalgi İlavesinin Simental Irkı Buzağılarda Büyüme Performansı, Kan Profili, Oksidatif Stres, Büyüme, Gelişme ve Bağışıklık Sistemiyle İlgili Bazı Genlerin Ekspresyonları Üzerine Etkileri'** başlıklı projeniz için Müdürlüğümüz Sığırcılık Birimlerinden 28 baş buzağı kullanımı uygun bulunmuş olup, Proforma bilahare hazırlanacaktır.

Bilgilerinizi arz ederim.

Prof.Dr. Bahri BAYRAM
Merkez Müdürü

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu: edocca2b-1970-4242-a080-afd247f7f750
Atatürk Üniversitesi Merkez Kampüsü Yakutiye/Erzurum

Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/ataturk-universitesi-ebys>
E-Posta: ayhan@atauni.edu.tr



EK-3 Tez Başlığı Değişimi Onayı



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



Sayı : E-83443830-300-2500405953
Konu : Tez Adı Değişikliği (Oğuz Fatih
ERGÜN)

04.12.2025

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : 24.11.2025 tarihli ve E-83443830-020-2500391648 sayılı belge.

Ana Bilim Dalınız doktora programı öğrencisi **Oğuz Fatih ERGÜN** (Danışman:Prof. Dr. Bahri BAYRAM), 24.11.2025 tarihinde tez konusu başlığının "*Rasyona Spirulina platensis Mikroalgi İlavesinin Siyah Alaca Irkı Buzağılarda Büyüme Performansı, Kan Profili, Oksidatif Stres, Büyüme, Gelişme ve Bağışıklık Sistemiyle İlgili Bazı Genlerin Ekspresyonları Üzerine Etkileri*" olarak değiştirilmesi Enstitümüzce uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Dr.Öğr.Üyesi Esra CİNAN
Müdür Yardımcısı

Dağıtım:

Gereği:
Zootečni Ana Bilim Dalı Başkanlığına
Sayın Prof.Dr. Bahri BAYRAM

Bilgi:
Öğrenci İşleri Bürosu
Sayın Emine NOKSAN

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu: 8e048fb8-3297-4e72-b04b-5f96c7e5bdc7
Atatürk Üniversitesi Enstitüler Binası Kat:2 25240 Erzurum
Tel: +90 442 2314745
Elektronik Ağ: <http://www.atauni.edu.tr/#!birim-fen-bilimleri-enstitusu>
Kep Adresi: atauni@hs01.kep.tr

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

Bilgi: Doğan DİKBAŞ
Faks: +90 442 2314741
E-Posta: fenbil@atauni.edu.tr



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	: Oğuz Fatih ERGÜN
Doğum Tarihi	
Doğum Yeri	
Uyruğu	
Adres	
Telefon	
E-posta	
Eğitim	
Lise	: Elbistan Mükrimin Halil Lisesi (2005)
Lisans	: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü (2011)
Yüksek Lisans	: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı (2016)
Doktora	: Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı (2026)
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce	: İyi
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Erzurum Zootečni Derneği	