

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
KANATLI HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI



BROYLER KARMA YEMLERİNE *SPİRULİNA PLATENSİS*
İLAVESİNİN PERFORMANS ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MELİKE KUTLU

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Handan ESER

BOLU, TEMMUZ - 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

MELİKE KUTLU tarafından hazırlanan “**Broyler karma yemlerine spirulina platensis ilavesinin performans üzerine etkisi**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Kanatlı Hayvan Yetiştiriciliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans olarak oy birliği/ oy çokluğuyla kabul edilmiştir. 23/07/2024

Jüri Üyeleri

Danışman
Prof. Dr. Handan ESER
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

İmza

.....

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Hayriye SOYTÜRK
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Sakine YALÇIN
Ankara Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

Bu çalışma için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulundan 2023/23 sayısı ile etik izin alınmıştır.

.....
MELİKE KUTLU

ÖZET

BROYLER KARMA YEMLERİNE *SPİRULİNA PLATENSİS* İLAVESİNİN PERFORMANS ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MELİKE KUTLU

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

KANATLI HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

KANATLI HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. HANDAN ESER)

BOLU, TEMMUZ - 2024

XII + 41

Bu araştırma; broyler civcivlerin karma yemlerine katılan değişik oranlarda *Spirulina platensis* 'in performans, iç organ ağırlıkları ile karkas randımanı üzerine olan etkilerini belirlemek için yapılmıştır. Çalışmada 144 adet Ross 308 broyler günlük erkek civciv kullanılmış ve araştırma 42 gün devam etmiştir. Her biri 48 adet olan kontrol ve iki deneme grubuna ayrılmıştır. Dönemlere göre yapılan karma yemlerde % 0,005, 0.1 düzeylerinde *Spirulina platensis* kullanılmıştır. Çalışma süresince broyler rasyonlarına farklı düzeylerde katılan *Spirulina platensis* ilavesinin dönemlere göre performans, karkas randımanı ve relatif iç organ ağırlıkları yüzdesi bakımından istatistik açıdan herhangi bir etkisi gözlenmemiştir. Sonuç olarak optimum koşulların sağlandığı ortamda yapılan bu denemede rasyonlara % 0.05 ve % 0.1 düzeylerinde *Spirulina platensis* ilavesinin broylerlerde performans üzerine herhangi bir etkisi görülmemiştir. Bununla birlikte stresli ortamlarda, saha koşullarında yetiştirilen broylerlerde rasyonlara *Spirulina platensis* ilavesinin etkisi araştırılmalıdır.

ANAHTAR KELİMELELER: Broyler, Performans, Spirulina, Karkas Randımanı

ABSTRACT

**EFFECT OF DIETARY *SPIRULINA PLATENSIS* ON PERFORMANCE
OF BROILER
MSC THESIS
MELİKE KUTLU
BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES
DEPARTMENT OF POULTRY SCIENCE
(SUPERVISOR: PROF. DR., HANDAN ESER)**

**BOLU, JULY 2024
XII + 41**

This research was conducted to determine the effects of different amounts of *Spirulina platensis* added to the diets of broiler chicks on the performance, internal organ weights and carcass yield. 144 Ross 308 broiler day-old male chicks were used in the study and the research continued for 42 days. It was divided into control and two experimental groups, each with 48 chicks. *Spirulina platensis* was used at 0, 0.05, 0.1% levels in diets in each period. During the study, no statistical effect was observed on the performance, carcass yield and the relative internal organ weight percentages with the dietary addition of *Spirulina platensis* at the different levels. As a result, in this trial conducted in an environment where optimum conditions were provided, the addition of *Spirulina platensis* to the diets at 0.05% and 0.1% levels did not have any effect on the performance of broilers. However, the effect of adding *Spirulina platensis* to the diets in broilers raised under field conditions or in stressful environments should be investigated.

KEYWORDS: Broiler, Performance, Spirulina, Carcass Yield

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ	x
FOTOĞRAF LİSTESİ	xi
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xii
TEŞEKKÜR	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1 Spirulina.....	5
2.1.1 <i>Spirulina platensis</i> 'in Yapısı.....	6
2.1.2 <i>Spirulina Platensis</i> 'in Etkileri.....	10
2.1.3 <i>Spirulina platensis</i> 'in Kanatlı Beslenmesinde Kullanımı.....	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM	20
3.1 Materyal	20
3.1.1 Hayvan Materyali.....	20
3.1.2 Yem Materyali	20
3.2 YÖNTEM	22
3.2.1 Deneme Ünitesi.....	22
3.2.2 Civciv Bakımı ve Deneme Süresi	24
3.2.3 Denemede Kullanılan Karma Yemin Hazırlanışı	24
3.2.4 Karma Yemlerin Besin Madde Miktarlarının ve Enerji Düzeylerinin Belirlenmesi	26
3.2.5 Canlı Ağırlık ve Canlı Ağırlık Artışının Belirlenmesi.....	26
3.2.6 Yem Tüketiminin Belirlenmesi.....	26
3.2.7 Yem Dönüşüm Oranının Tespit Edilmesi.....	27
3.2.8 Kesim İşlemi	27
3.2.9 Sıcak Karkas Randımanının Tespit Edilmesi	27
3.2.10 İç Organ Ağırlık Tespiti.....	27
3.2.11 Avrupa Üretim Etkinlik Faktörü (EPEF).....	27
3.2.12 Avrupa Broyler İndeksi (EBI)	28
3.2.13 İstatistik Analizler.....	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	29

4.1	Broyler Yemlerine Farklı Düzeylerde <i>Spirulina platensis</i> İlavesinin Performans Üzerine Etkisi	29
4.2	Broiler Rasyonlarına <i>Spirulina Platensis</i> İlavesinin Kesim Parametreleri Üzerine Etkisi	32
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	35
6.	KAYNAKLAR.....	36



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Spirulina platensis'in İmmun Yanıtı İyileştirme Mekanizması.....	13
Şekil 2.2 Spirulina platensis'in Verim Performansını Artırma Mekanizması El- Ghany, 2020'den modifiye edilmiştir.....	14



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. Dünya Et Üretimi, (milyon ton) (Besd-bir,2023)	2
Tablo 1.2. Türkiye Kanatlı Eti Üretimi (Ton) (TÜİK-2023).....	2
Tablo 2.1. <i>S.platensis</i> 'in kimyasal bileşimi, kuru maddede	8
Tablo 2.2 <i>Spirulina</i> 'nın sağlık üzerine olan etkileri.	11
Tablo 3.1 Denemede Kullanılan Bazal Rasyonların Bileşimi,%	25
Tablo 4.1. Denemede Kullanılan Bazal Karma Yemlerin Besin Madde Bileşimi	29
Tablo 4.2. Broyler Yemlerine Farklı Düzeylerde <i>Spirulina platensis</i>	30
Tablo 4.3. Broyler Yemlerine Farklı Düzeylerde <i>Spirulina platensis</i> İlavesinin Dönemlere Göre Canlı Ağırlık Artışı (G) Üzerine Etkisi	30
Tablo 4.4. Broyler Yemlerine Farklı Düzeylerde <i>Spirulina platensis</i> İlavesinin Dönemlere Göre Yem Tüketimi (G) Üzerine Etkisi	31
Tablo 4.5. Broyler Yemlerine Farklı Düzeylerde <i>Spirulina platensis</i> İlavesinin Dönemlere Göre YDO (Kg Yem/Kg Canlı Ağırlık Artışı) Üzerine Etkisi.....	31
Tablo 4.6. Broyler Yemlerine Farklı Düzeylerde <i>Spirulina platensis</i> İlavesinin EPEF ve EBI Üzerine Etkisi	31
Tablo 4.7. Broyler Yemlerine Farklı Düzeylerde <i>Spirulina platensis</i> İlavesinin Karkas Randımanı ve Relatif İç Organ Ağırlıkları Üzerine Etkisi	32

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 2.1. <i>Spirulina Platensis</i>	6
Fotoğraf 2.2. <i>Spirulina platensis</i> Mikroskopik Görüntüsü	7
Fotoğraf 3.1. Deneme Hayvan Materyali	20
Fotoğraf 3.2. Yem Materyali.....	21
Fotoğraf 3.3. Denemede kullanılması için hazırlan karma yem	21
Fotoğraf 1.4. Deneme Ünitesi 1.....	23
Fotoğraf 1.5. Deneme Ünitesi 2.....	23
Fotoğraf 1.6. Canlı Ağırlık.....	26



KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

%	: Yüzde
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AOAC	: Association of Official Analytical Chemists
C	: Karbon
CA	: Canlı Ağırlık
CAA	: Canlı Ağırlık Artışı
CO₂	: Karbondioksit
g	: Gram
HCO₃	: Bikarbonat
HP	: Ham protein
KM	: Kuru Madde
ME	: Metabolize Olabilir Enerji
NPN	: Protein Niteliğinde Olmayan Azotlu Bileşik
NPU	: Net Protein Yararlanabilirlik Değeri
OH⁻	: Hidroksit
PER	: Protein Etkinlik (Yararlanılabilirlik) Değer
ppb	: Parts per billion
PUFA	: Çoklu doymamış yağ asidi
SP	: Spirulina Platensis
TÜİK	:Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
YDO	: Yem Dönüşüm Oranı
YT	: Yem Tüketimi
YYO	: Yemden Yararlanma Oranı

TEŞEKKÜR

Tez sürecimin her aşamasında desteğini esirgemeyen, engin bilgisinden yararlandığım, işine ve hayatına duyduğum pozitif enerjisinden ilham aldığım, her zaman ulaşabildiğim, kapısını çaldığım her zaman samimi ve güler yüzüyle beni karşılayan danışmanım, Prof. Dr. Handan ESER hocama üzerimdeki büyük emeği için çok teşekkür ederim. Tez sürecimin daha etkin olmasını sağlayan desteğini esirgemeyen, bu süreçte bana yol gösteren değerli hocalarım Prof. Dr. Sakine YALÇIN ve Dr. Öğr. Üyesi Hayriye SOYTÜRK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tez sürecim içerisinde çalışma materyalimin temininde yardımcı olan Beypiliç firmasına, ekipman ve laboratuvar desteği veren BAİBÜ Kanatlı Hayvan Yetiştiriciliği Bölümüne ve emeği geçen tüm BAİBÜ Ziraat Fakültesi çalışanlarına teşekkür ederim.

Lisans hayatımda tanıştığım, hayatımın her anına ortak olan, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, vaktini ayıran, kendisinden her konu da ilham alabildiğim canım arkadaşım Bihter Gökçe ÇELİK 'e, önerileriyle fikirleriyle bana yol gösteren, hayat enerjisine, sabrına hayran kaldığım, her zaman yanımda olduğunu hissettiğim ve aynı yolun yolcusu olduğuma inandığım can yoldaşım Mehmet İlker GÖKÖZALP'e ve hayatım boyunca koşulsuz sevgi ve desteğini eksiltmeyen her zaman arkamda duran canım aileme sonsuz teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Dünyada nüfusun günden güne çok hızlı artması buna karşılık doğal kaynaklarının yok olma tehlikesi insan beslenmesini daha önemli hale getirmiştir. Dünyadaki nüfusun 2050 yılına kadar 7.6 milyardan 9 milyara çıkacağı beklentisi ve bu artan nüfusla orantılı olarak besin değeri yüksek olan gıdalara ve sağlıklı olan ürünlere olan taleplerde de büyük artış beklenmektedir (Martin-Girela, 2020). Sağlıklı ve dengeli beslenmenin olması için de günlük belli oranlarda hayvansal kökenli gıda tüketmek gereklidir. Dünya Sağlık Örgütü, %42 oranında hayvansal protein olması şartı ile sağlıklı olan bir insanın her kg vücut ağırlığı için günde 1 gr protein tüketilmesini öneri olarak sunmaktadır (Tigem, 2020).

Artan nüfusun hayvansal protein gereksiniminin karşılanmasında beyaz et, yumurta gibi kanatlı ürünleri öne çıkmaktadır. Tavuk, hindi, bıldırcın, ördek, kaz ve keklik gibi kanatlı hayvanlardan elde edilmiş, beyaz et olarak tabir edilen kanatlı etleri kırmızı etle mukayese edildiğinde ucuz ve yüksek protein kaynağı oluşu düşük kalori ve kolesterol içermesinin yanısıra ayrıca yüksek sindirim oranına sahip olmasıyla öne çıkmaktadır (Yücesoy ve Kaya, 2022). Kanatlı eti, insanların sağlıklı beslenmesine olan katkısı, ekonomik ve istikrarlı besin kaynağı oluşu, özellikle de dar gelirli olan nüfusun yeterli ve dengeli beslenmesindeki durumu göz önüne alındığında daima vazgeçilmez öneme sahip bir gıda olarak karşımıza çıkmaktadır (Besd-bir,2024).

Kanatlı eti bugün dünyada 136 milyon ton üretim ve yüzde 40 pay ile en çok üretilen et konumundadır. ABD, Çin ve Brezilya dünya tavuk üretiminde açık ara önde olan ülkelerdir. Tavuk eti üretiminde ülkemiz ise dünyada 10. sırada yerini almıştır. 2022 yılı verilerine göre Türkiye 2.417.995 ton piliç eti üretimi ve 53.646 ton hindi eti üretimi olmak üzere toplamda 2.471.641 ton kanatlı eti üretimi gerçekleştirmiştir (Besd-bir, 2024). Dünya et üretimi Tablo 1.1’de; Türkiye kanatlı eti üretimi Tablo 1.2’ de gösterilmiştir.

Tablo 1.1. Dünya Et Üretimi, (milyon ton) (Besd-bir,2023)

	2020	2021	2022
Büyükbaş Hayvan Eti	72,0	72,5	72,1
Kanatlı Eti	136,0	134,0	135,9
Domuz Eti	109,8	117,8	120,8
Küçükbaş Hayvan Eti	16,1	15,9	16,1
Toplam Et Üretimi	340,3	338,5	345,1

Tablo 1.2. Türkiye Kanatlı Eti Üretimi (Ton) (TÜİK-2023)

Yıl	Tavuk (Kesilen adet)	Tavuk Eti (Ton)	Hindi (Kesilen adet)	Hindi Eti (Ton)
2010	843 897 793	1 444 059	3 656 578	31 965
2011	963 245 455	1 613 309	4 043 525	36 331
2012	1 047 782 683	1 723 919	4 764 322	41 931
2013	1 060 673 395	1 758 363	4 574 443	39 627
2014	1 109 742 317	1 894 669	5 174 055	48 662
2015	1 118 719 413	1 909 276	5 359 763	52 722
2016	1 101 571 912	1 879 018	4 663 446	46 501
2017	1 228 444 095	2 136 734	5 218 613	52 363
2018	1 228 533 262	2 156 671	6 778 909	69 536
2019	1 207 088 021	2 138 451	6 188 060	59 640
2020	1 200 706 595	2 136 263	6 063 967	58 212
2021	1 243 408 593	2 245 770	5 170 017	51 301
2022	1 347 726 670	2 417 995	5 593 282	53 646

Hayvan yetiştiriciliğinde önemli bir yol kat etmek için yüksek verimli ırkların kullanılması ayrıca bu hayvanların besin madde gereksinimlerini karşılayacak yeterli ve dengeli rasyonların verilmesi gerekmektedir. Hayvanlardan yüksek verim elde edilmesi ve sağlıklarının korunması için ihtiyaç duydukları enerji, protein, yağ, vitamin ve minerallerin eksiksiz karşılanması önemlidir. Bunun yanı sıra normal şartlarda gereksinim duymadıkları ancak yemlere katıldıklarında fizyolojik yararlar sağlayan, hastalık riskini azaltan, bağışıklık sistemini güçlendiren, besin maddelerinin sindirilmesi emilmesi ve taşınmasına yardımcı olan besin maddelerinin bozulmalarını engelleyen, verim miktarını arttıran ve ekonomik yarar sağlayan yem katkı maddelerinin önemi de oldukça büyüktür (Tufan ve Kutlu, 2022).

Hayvan beslemede büyütme faktörü olarak kullanılan antibiyotiklerin yasaklanmasıyla yerini alabilecek alternatif doğal yem katkı maddelerine yönelim başlamıştır. Probiyotikler, prebiyotikler, aromatik bitki ve ekstraktları, enzimlerin bağırsak sağlığı, immunité ve büyüme performansını pozitif yönde etkilemesinden dolayı katkı maddesi olarak kullanılmalarında son yıllarda artış görülmüştür. Bu alternatif yem katkılarından birisi de insanlarda da gıda takviyesi olarak kullanılan alglerdir. Algler kanatlı hayvanlar için aynı zamanda potansiyel protein kaynaklarıdır (Yalçinkaya, 2022).

Küresel iklim değışikliklerinin olması gıda kaynaklarının kullanımı ve erişebilirliği konusunda ciddi etkiler oluşturmakta bu durum ise günümüz koşullarında protein kaynaklarının hem insan hem de hayvan beslenmesinde ekonomik kullanımının önemini ortaya koymaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kanatlı hayvan beslenmesinde doğal yem katkı maddelerine son yıllarda yönelim olması ve bunların hayvan sağlığının korunmasında, performanslarını arttırmasında bağışıklığın güçlenmesi ve hastalıkların önlenmesinde etkili olduklarının bilimsel olarak ortaya konulmasıyla bu maddelere olan ilgi artmıştır.

Bu doğal alternatif maddelerden birisi olan alglere olan ilginin artmasıyla önemli gelişmeler kaydeden algeal biyoteknoloji alanındaki çalışmalar temel olarak klasik tarım ile aynıdır. Yani biyomas üretilmesi için fotosentetik mekanizmaların kullanılması; yem, gıda, enerji ve kimyasal bakımdan önemli bir kaynak olmaktadır. Nüfusun yoğun artışıyla birlikte geniş kitleler tarafından ulaşılabilir, ekonomik ve dengeli esansiyel amino asit kaynağı gıda üretilmesi zorlaşmaktadır (Yalçinkaya, 2022).

Algal biyoteknolojinin ilerlemesine paralel olarak alg çeşitleri yakın zamanlarda biyoaktif bileşen kaynağı, sağlıklı besin kaynağı, farmasötik, özel kimyasal madde eldesi, aquakültür, atık su arıtımı, hayvanlar için yem katkı maddesi, insan gıdası ve biyoyakıt kaynağı olarak da kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle de Spirulina, Chlorella, Dunaliella ve Haematococcus gibi oldukça değerli bileşenleri içeren mikroalg çeşitleri üzerine yoğun araştırma ve uygulamalar yapılmaktadır (Tufan ve Kutlu, 2021).

Genellikle ototrofik olarak yaşayan mikroalgler, pigmentlerini kullanarak fotosentez yaparlar. Fotosentez olayı ile karbondioksit, su ve güneş ışınlarını biyokütleye dönüştürürler. Mikroalg türleri spesifik özelliklerine göre ototrofik şartlar dışında, heterotrofik ve miksotrofik olarak da gelişim gösterebilirler. Heterotrofik mikroalgler, karanlık koşullarda C kaynağı olarak organik C'ü kullanırlar. Miksotrofik algler, ototrofik ve heterotrofik beslenmenin birleşimi olan bir özellik gösterirler, C kaynağı olarak hem organik hemde inorganik C'ü kullanırlar. Heterotrofik ve miksotrofik üretimde çoğunlukla organik C kaynağı olarak glikoz, mannoz, sükroz, galaktoz, laktoz ve fruktoz kullanılmaktadır. Organik C'dan elde edilen enerji, hücre sentezinde kullanımı söz konusu iken, ışık enerjisinden dönüştürülen enerji ise depolanmaktadır. Ototrofik mikroalgler,

inorganik C'u kullanarak OH⁻ üreterek pH'yı yükseltirler. Heterotrofik mikroalgler ise organik C'u kullanarak CO₂ üreterek pH'yı düşürürler. Miksotrofik mikroalgler ise eş zamanlı olarak hem organik hem de inorganik C'u kullandıklarından pH değeri değişkenlik göstermektedir (Elcik ve Çakmakçı, 2017).

Mikroalglerin tahminen 50.000'den fazla türünün olduğu ifade edilmektedir. Bu mikroalglerden belirlenenen 30.000 türünden 10'dan az türü ticari olarak üretimdedir (Gouveia ve ark., 2008). Bunlardan *Spirulina* (*Arthrospira*) *platensis* yüksek düzeyde protein miktarı (%55-70) ve soya fasulyesine benzer amino asit profili ile mikroalgler arasında zengin besin değeri, sağlık üzerine olumlu etkileri, farmakolojik değeri ve biyokütlenin toksik bileşen içermemesi gibi özellikleri dikkate alındığında da üzerinde çalışmaların yoğunlaştığı bir alg türü olmaktadır (Yalçinkaya, 2022; Mercan, 2022).

2.1 *Spirulina*

Spirulina, evrimsel kökeni 3,5 milyon yıl evveline dayanan, yaşam döngüsünü devam ettirebilmek için sucul ortamdaki CO₂ kullanan sucul fotosentetik bir alg türüdür. Bu Cyanophyceae (Mavi-Yeşil Alg) sınıfında olan fotosentetik canlı, büyüme ve çoğalma amacı için yüksek güneş ışığına, yüksek sıcaklığa ve alkali su ortamına gereksinim duymaktadır (Belay, 2013).

Spirulina yirmi birinci yüzyılın gıdası olarak tanıtılsada tarihçesi çok gerilere doğru gitmektedir. Aztek'lerin Texcoco gölünden toplayarak tükettikleri bilinmektedir. Ayrıca Afrika'da Çad gölü etrafında yaşamlarını sürdüren Kanembu kabilesinin Dihe ismini verdikleri *Spirulina*'yı gölden toplayıp kurutup ekmek olarak sattıkları kaydedilmiştir (Ciferri, 1983). *S. platensis* 1963 yılında Fransa'da ilk üretimi gerçekleştirilmiştir. NASA bilimsel anlamdaki ilk çalışmalara öncü olmuş astronotlar için hazırlanan besin tableti yapımında bu madde kullanmıştır. Ülkemizde ise bu alg ile tanışma 2000'li yıllarda olmuş ve özellikle Marmara ve Ege bölgelerinde üretimine başlanılmıştır (Seyidoğlu, N., Galip N. 2013).

Spirulina, başlıca ABD, Tayland, Tayvan, Meksika, Kaliforniya, Çin ve İsrail ülkelerinde çeşitli amaçlarla kullanılmak üzere üretilmektedir (Kendirli, 2010). *Spirulina* büyümek için bazik ortama ihtiyaç duymaktadır. *Spirulina* kültürleri için

8.5-11 aralığında optimum pH değeri olup, bu pH değerinin ortamdaki HCO₃ ve karbonatta mevcut olan CO₂'den kaynaklanmaktadır. Bunlar bulanık durgun sularda, akarsularda, tatlı ve acı sular gibi çok değişik su ortamlarında yaşayabilmektedirler. Spirulina kültürleri için 30-35 °C arasında optimum sıcaklık değeridir. Uyum gösterdiği minimum sıcaklık değeri 18°C, maksimum sıcaklık değeri ise 39°C olarak belirlenmiştir (Fox, 1996).

2.1.1 *Spirulina platensis*'in Yapısı

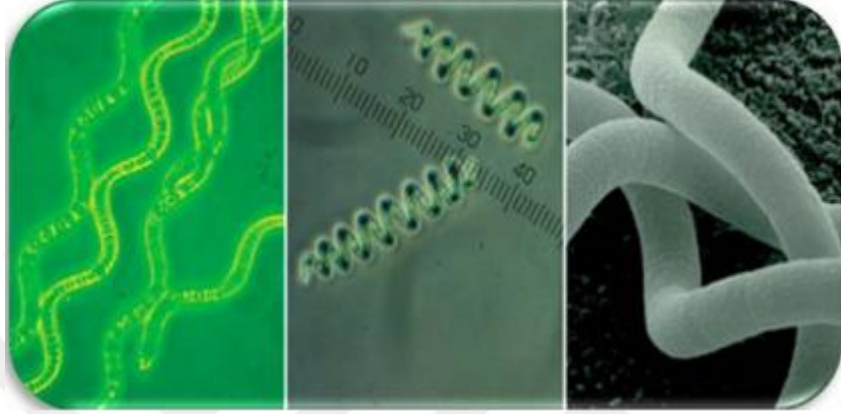
Arthrospira platensis olarak da adlandırılan *Spirulina platensis* mikroalg türündendir. *Spirulina platensis*, bakteri aleminden, Cyanobacteria şubesinde, Cyanophyceae sınıfında ve Oscillatoriaceae ailesinden *Spirulina* cinsinin en önemli türüdür. *Spirulina* çoğu kaynakta mavi-yeşil algler olarak isimlendirilmektedir. Siyanobakteriler grubunda yer almış olan *Spirulina platensis* fotosentetik özelliktedir ve çok geniş bir yayılıma sahiptir (Genç, 2019).

Spirulina (*Arthrospira*) *platensis*, Cyanophyceae sınıfında silindirik gibi şekillenmiş filamentli yapıda olan çok hücreli bir mikro algdir.



Fotoğraf 2.1. *Spirulina Platensis*

Spiralli hücre yapısında olması nedeniyle Spirulina olarak isimlendirilmektedir. Spirulina platensis' in mikroskop görüntüleri Fotoğraf 2.2 de gösterilmiştir (F. Mercan, 2022).



Fotoğraf 2.2. *Spirulina platensis* Mikroskopik Görüntüsü

Spirulina, besin değeri açısından ve biyokimyasal kompozisyonu bakımından oldukça zengin bileşenleri içermektedir. Yetiştirildiği ortama bağlı olarak kuru madde de %55-70 oranında ham protein kapsamaktadır. Metionin, sistin ve lizin gibi esansiyel aminoasitleri hayvansal kaynaklı proteinlerden daha az içermesine karşın bu oran bitkisel kaynaklı proteinlerden özellikle soya küspesinden fazladır (Phang ark., 2000). Spirulina platensis'in kimyasal bileşimi Tablo 2.1'de verilmektedir.

Tablo 2.1. *S.platensis*'in kimyasal bileşimi, kuru maddede

	%	Aminoasitler	%
Kül	3-11	Treonin	1.72-5.41
Ham selüloz	1-7	Valin	1.14-6.86
Ham protein	55-70	Metiyonin	0.87-2.75
Toplam karbonhidrat	10-20	Izolöysin	1.0-4.19
Toplam lipid	2.6-16	Löysin	2.88-8.37
Nükleik asitler	3.9-4.95	Tirozin	1.44-3.42
RNA	2.2-4.0	Fenilalanin	1.39-4.10
DNA	0.6-1.0	Lizin	1.61-4.63
		Triptofan	0.19-0.3
Mineraller	%	Aspartik asit	4.52-6.20
Kalsiyum	0.12-0.7	Serin	2.12-7.21
Toplam fosfor	0.8-1.45	Glutamik asit	5.36-8.6
Magnezyum	0.28-0.90	Prolin	2.4-5.35
Potasyum	0.99-2.6	Glisin	2.52-7.78
Sodyum	0.45-2.2	Alanin	3.42-9.76
Demir	0.1-1.15	Histidin	0.53-1.87
		Sistin	0.15-0.72
Vitaminler	mg/kg	Arjinin	2.61-4.56
Provitamin A	840	Asparajin	7.38
Tokoferol	120	Glutamin	6.44
Tiamin	34-50	Glisin	3.56
Riboflavin	30-46		
Pridoksin	3-8	Yağ asitleri	g/100 g toplam yağ asidi
Vitamin B ₁₂	1.5-7	Palmitik asit	15.5-46.07
Biotin	0.05-0.3	Stearik asit	1.7-3.2
Inositol	380	Palmitoleik asit	0.7-1.26
Folik asit	0.1-0.50	Oleik asit	5.26-32.5
d-Ca-pantotenat	13	Linoleik asit	11.10-22.7
Niasin	130-150	γ-linolenik asit	4.07-22.51
Askorbil asit	80	Gadoleik asit	0.44-1.34
	%		
Klorofil a	0.76-1	Antioksidan aktivite, %	64.38±0.08
Total karotenoidler	0.17-0.37	Fenolik bileşikler, mg gallik asit eşdeğeri/ml	47.11±0.05
Fikosiyenin	0.8-1.40	Flavonoid bileşikler, mg rutin eşdeğeri/ml	44.4±0.1

(Saxena ve ark., 1938; Ross ve Dominy, 1990; Venkataraman ve ark., 1994; Otle ve pire, 2001; Sanchez ve ark., 2003; Babadzhanov ve ark., 2004; Diraman ve ark., 2009; Mata ve ark., 2010; Alvarenga ve ark., 2011; Abdel-Daim, 2014; Zeweil ve ark., 2016; Park ve ark., 2018)

Yüksek sindirilme derecesine sahip olduğu vurgulanan *Spirulina* proteininin net protein yararlanılabilirlik değeri (NPU) %53-92, protein etkinlik oranı (PER, protein verimlilik oranı) ise 1,8-2,6 arasında kaydedilmiştir (Bermejo ve ark., 1997

ve Romay ve ark., 2003). PER değeri mısır, buğday, saf kazein ve pirinçde sırasıyla 1,23, 1,15, 2,5, ve 2,2 olarak tespit edilmiştir (Henrikson, 2009). Spirulina proteininin ana bileşenleri fikobiliproteinle, fikosiyanin C ve allofikosiyanindir. Kurumadde de proteinin %15-25'ini fikosiyaninler oluşturmaktadır ve doğal, güvenilir gıda renklendirici olarak asidik olmayan gıdalarda kullanıldığı bildirilmiştir (Bermejo ve ark., 1997 ve Downham ve Collins, 2000).

Spirulina platensis, %13,6 oranında karbonhidrat içermekte ve bunların bir kısmı mannoz, ramnoz, galaktoz ve ksilozdan oluşmaktadır. Spirulina da 'Immulina' ismi verilen immunostimulatör aktiviteye sahip olan yüksek molekül ağırlığında suda çözünebilen bu polisakkarit %0,5-2 seviyesinde bulunmaktadır. Spirulina platensis de 2645 kcal/kg kanatlılar için metabolize olabilir enerji (ME) değeri bildirilmiştir (Raach-Moujahed ve ark. 2011). Spirulina platensis'in KM de teorik ME 2906 kcal/kg ve azota göre düzeltilmiş olan teorik ME 2502 kcal/kg düzeyindedir. Soya küspesinin enerji seviyesi ise sırasıyla 2646 ve 2340 kcal/kg olarak bildirilmiştir (Alvarenga ve ark. 2011).

Spirulina yağ asitleri bakımından zengin bir kaynaktır. γ -linolenik asiti (toplam PUFA'nın %36'sı) özellikle yüksek oranda içerip linoleik asit, eikosapentaenoik asit, stearidonik asit, dokosahekzaenoik asit ve araşidonik asit bakımından oldukça zengindir. (Hudson ve Karis, (1974), esansiyel yağ asidi eksikliğinde Spirulina'nın önemli bir kaynak olduğunu kaydetmişlerdir.

Spirulina demir bakımından zengin olup emilimi de demir sülfat ve diğer benzeri demir bileşiklerinden daha yüksek durumdadır. Bunun dışında potasyum bakımından da oldukça iyi durumda olan spirulina kalsiyum, krom, fosfor, magnezyum, bakır, manganez, selenyum, sodyum ve çinkoyu yeterli seviyede içermektedir. Vitamin B12 içeriği bakımından Spirulina iyi bir kaynaktır (Sanchez ve 7 ark., 2003). Ayrıca spirulina tokoferol bakımından da oldukça iyi durumdadır. Bünyesinde klorofil, ksantofil, beta karoten, kantaksantin, zeaksantin, gibi fotosentetik pigmentleri de içermektedir. Spirulinada karotenoidlerin %80'nini beta-karoten oluşturmaktadır (Fox, 1983). Spirulina platensis bileşiminde bulunan zeaksantinden varlığından dolayı broylerlerde sarılık ve kırmızılık artmaktadır (Sanchez ve ark., 2003).

Protein düzeyleri bazı gıdalar ile mukayese edildiğinde protein seviyesinin oldukça yüksek olması dikkati çekmektedir. Spirulina, yumurta, et, süt gibi hayvansal kaynaklı proteinlere göre lizin, metiyonin, sistin gibi esansiyel aminoasit açısından biraz düşük düzeyde, ancak baklagiller gibi bitkisel protein kaynaklarına mukayesede ise esansiyel amino asitleri daha yüksek seviyede içeren bir protein kaynağıdır. Kükürtlü amino asitler açısından ise soya küspesinden daha iyi durumda olduğu bildirilmiştir (Fox, 1983). Spirulina'nın yapısında protein niteliğinde olmayan azotlu bileşiğin (NPN) %11,5 oranında olduğu kaydedilmiştir. Bu NPN bileşikler ise hücre duvarındaki azotlu maddeler, nükleik asitler, glukozamin, ve diğer aminlerdir (Becker, 2007).

2.1.2 *Spirulina Platensis*'in Etkileri

Mikro alg türlerinden birisi olan *S. platensis*'in etkileriyle ilgili insan ve hayvanlar üzerinde birçok araştırma yapılarak olumlu etkileri ortaya konulmuştur. Hücre duvarında selüloz içermemesi *S. Platensis*'in bağırsaklardan emilimini artırmaktadır (Richmond, 1992). Bundan dolayı araştırmalardan elde edilen sonuçlarda bağırsak fonksiyonlarını ve sindirim hızını artırdığı görülmüştür.

S. platensis Lactobasillus ve Bifidobacteria gibi yararlı olan mikroorganizmaların çoğalmasını desteklerken *E.coli* ve *Candida* gibi zararlı olanları ise baskılamaktadır (Pulz ve Gross, 2004). Tsuchihashi ve ark. (1987), Spirulina içeren karma yemlerin Lactobacilli popülasyonlarında ve vitamin emilimlerinde artış sağladığı kaydedilmiştir. Bhowmik ve ark. (2009), probiyotikler gibi Spirulina platensis'in Lactobacilli ve Streptococcus thermophilus bakterilerinin gelişimini uyardığını bildirmişlerdir. Kulshreshtha ve ark. (2008), Spirulina'nın yararlı bağırsak mikrobiyotasını desteklediğini kaydetmişlerdir. Fathi ve ark. (2018), %0,07 ve 0,09 düzeyinde Spirulina platensis içeren karma yemi tüketen broylerlerde *Escherichia coli* sayısında ve bağırsaklarda toplam bakteri sayısında azalma, Lactobacillus sayısında ise önemli artış gözlemlenmiştir. Benzer olarak Shanmugapriya ve ark. (2015), tavuklarda Spirulina platensis tüketmeleri neticesinde bağırsakta *Escherichia coli* sayısında azalma olduğunu laktik asit bakteri sayısında ise artış olduğunu tespit etmişlerdir. Park ve ark., (2018), %1 düzeyinde Spirulinanın

broyler karma yemlerine ilavesi sonucunda sekal *Lactobacillus* bakteri sayısında artış, dışkı amonyak gaz emisyonunda ise lineer bir şekilde azalma sağladığını göstermişlerdir. Başka bir çalışmada ise *Spirulina platensis*'in %1 ilavesinin, sekal ve ileal *Lactobacilli* popülasyonunda herhangi değişim yapmadığını kaydetmişlerdir (Sugiharto ve ark. 2018).

Spirulina protein içeriğinin yüksek olması antiviral, antibakteriyel, antioksidan, antikarsinojenik ve ağır metal zehirlenmelerini engelleyici etkileri tablo 2.2'de bildirilmiştir (Hoseini ve ark., 2013 ve Wu ve ark., 2016). *Spirulina platensis*'in alkoloid ve fenolik maddeleri bileşiminde barındırmasından dolayı antikanserojenik etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Akbarizare ve ark. ,2020).

Tablo 2.2 *Spirulina*'nın sağlık üzerine olan etkileri.

Etkileri	Fonksiyonu	Biyoaktif Unsuru
Antikanserojenik	DNA hasarının onarımı	Polisakkaritler
	Siklooksijenaz -2'nin selektif inhibisyonu	C-fikosiyenin
	MCF-7 insan meme kanser hücrelerinin çoğalmasını baskılamak	Selenyumca zenginleştirilmiş <i>Spirulina</i>
Antiviral	Vero hücrelerine virüs geçişini engellemesi	Kalsiyum spirulan(Sülfatlı polisakkeritler)
Antibakteriyel	DNA polimeraz aktivitesinin inhibisyonu	Sülfolipidler
		Yağ asitleri, örneğin gama linoleik asit
Ağır metallerden koruyucu	Metal-şelat oluşturma aktivitesi, lipid peroksidasyonunun inhibisyonu, serbest radikal uzaklaştırma, glutatyon peroksidaz ve süperoksit dismutaz enzimlerinin aktivitesinin artırılması	Antioksidan bileşikler, fikosiyenin
Antioksidan	Metal-şelat oluşturma aktivitesi, serbest radikal uzaklaştırma aktivitesi, lipid peroksidasyonunun azalması, oksidatif strese azalma	Karetonoidler, vitamin E, fikosiyenin, sülfatlı polisakkaritler, gama-linolenik asit
İmmunmodülatör	IL-1 β , IL-4, ve interferon (IFN)- γ üretiminde artış	Sülfatlı polisakkaritler, fikosiyenin

(Hoseini ve ark., 2013 ve Wu ve ark., 2016)

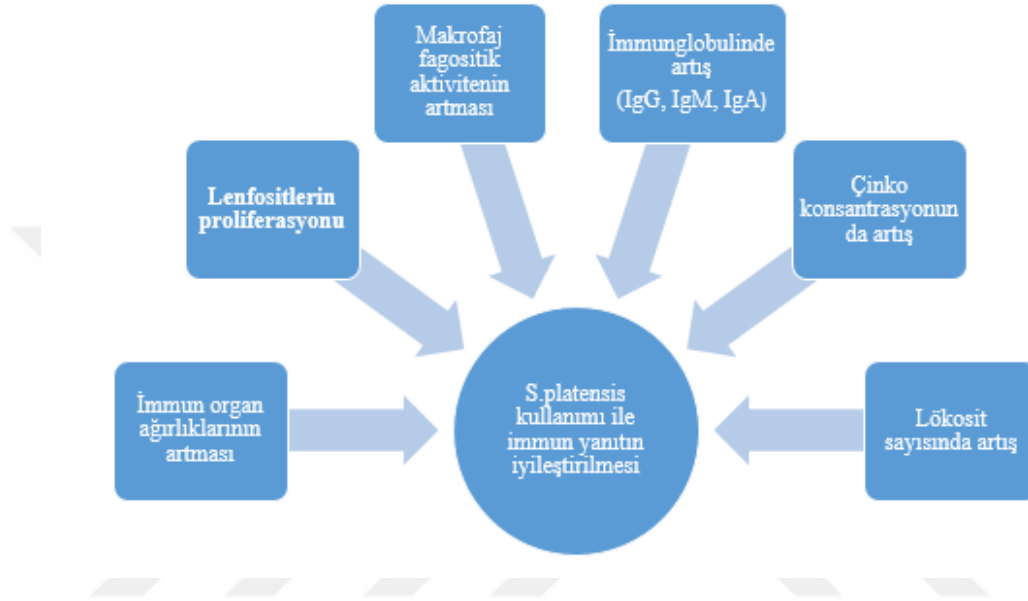
Spirulina'nin sağlıktaki faydaları yapısında bulunan karotenoidler, klorofil ve fikosiyeninler gibi antioksidan pigmentlerden kaynaklanmaktadır. Bunların dışında yapısında yer alan fenolik bileşikler ile tokoferollerde antioksidan özellik gösterir.

Wu ve ark., (2016), *S. platensis*'in serbest radikalleri temizlemesi ve antioksidan enzim düzeyini artırması sonucu oksidatif stres ve DNA hasarını önlediğini göstermişlerdir. Yapılan bir çalışmanın sonucunda *Spirulina*'nın hücreleri lipid peroksidasyon ve oksidatif DNA hasarından koruyarak faydalı olacağı ifade edilmiştir (Kim ve ark. 2010). Güçlü antioksidan potansiyeline sahip olması balık yemleri için etkili bir katkı maddesidir. *Spirulina*, fikosiyanin kapsamından dolayı kuvvetli bir antioksidan ve serbest radikal süpürücü özelliğine sahiptir. (Bermejo ve ark., 2008).

Spirulina ilavesi immun yanıtı artırarak hastalıklara karşı koruma sağlayıp, tavukların sağlık durumunu iyileştirmektedir (Holman ve Malau-Aduli, 2012). Broyler karma yemlerine bulaşmış olan Aflatoxin B1'in (300 ppb) %0.05 düzeyinde *S. platensis* ilavesi ile Aflatoxin B1'in dalak, timüs ve bursa üzerine olan negatif etkilerini azaltmaktadır (Raju ve ark., 2005). Bu etki, antijen sentezinin ve T hücre aktivitesini artırması ile açıklanmaktadır (El-Ghany, 2020). *S. platensis* ilavesinin lökosit hücre sayısında ve makrofaj fagositik aktivitede önemli artış sağlaması ile bağışıklık sistemi iyileştirdiği bildirilmiştir (Al-Batshan ve ark., 2001; Mariey ve ark., 2014) *S. platensis*'in immun yanıtı iyileştirme mekanizması Şekil 2.1'de gösterilmektedir (El-Ghany, 2020).

Spirulina platensis'in kanatlı sağlığı üzerine olan faydası, *Spirulina platensis*'in immun-modülatör anti-inflamatuvar, antioksidan ve antimikrobiyel etkilerinden kaynaklanmaktadır (Farag ve ark., 2016). *Spirulina* içeren yemlerin broylerlere verilmesiyle bursa Fabricius ve timusun absolut ve relatif ağırlıklarının arttığını bildirmişlerdir (Kaoud, 2012). Fathi ve ark. (2018), %0,07 ve 0,09 *Spirulina platensis*'in rasyonlara ilavesinin dalak, timüs ve bursa Fabriciusun ağırlıkları ile serum globülin seviyesinde önemli artışlar olduğunu kaydetmişlerdir. *Spirulina platensis* ilavesiyle akyuvar sayısında artış sağlaması Avian İnfluenza H5N1 etkenine karşı hasta civcivlerin bağışıklığını güçlendirmek amacıyla yem katkı maddesi olarak kullanılabileceği önerilmiştir (Lokapirnasari ve ark. 2016). Isı stresi altında olan broylere *Spirulina platensis*, %0,05 ve %0,1 ve vitamin E, 75 mg/kg miktarlarında kullanımında Newcastle hastalık aşısına karşı üretilen toplam antikor sayısında artış olduğu gözlenmiştir (Zeweil ve ark. 2016). Mobarez ve ark. (2018), %0,3 *Spirulina platensis* ilave edilmesinin kontrol grubuyla mukayesesinde

Avian Influence, Newcastle ve SRBC'ye karşı antikor titresinin yükseldiği, interferon protein konsantrasyonunda ise artış olduğu gösterilmiştir. Hücresel bağışıklıkta görülen artışın *Spirulina*'daki çinkonun yüksek oluşuyla ilişkilendirilmektedir (El-Ghany, 2020).



Şekil 2.1. *Spirulina platensis*'in immün yanıtı iyileştirme mekanizması (El-Ghany, 2020); Yalçınkaya,2022).

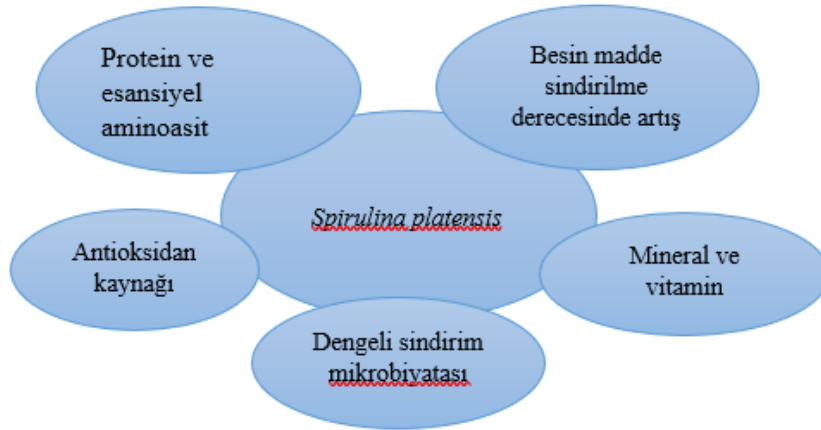
2.1.3 *Spirulina platensis* 'in Kanatlı Beslenmesinde Kullanımı

Kanatlı rasyonlarında kaliteli yem ham maddeleri özellikle kaliteli protein kaynaklarının kullanımı önemlidir. Rasyonda protein kaynağı olarak soya küspesi, tam yağlı soya gibi yüksek proteinli ham maddelerin yüksek oranda kullanılması ve bunların pahalı olması dikkate alınması gereken bir husustur. *Spirulina* kanatlı beslenmesinde protein oranının yüksek ve amino asit içeriğinin soya fasulyesine benzer olması nedeniyle alternatif protein kaynağı olarak düşünülmekte ve kanatlı karma yemlerinde protein kaynaklarının bir kısmı yerine kullanılabilir. Ayrıca *Spirulina platensis* sindirim kanalında mikroorganizma popülasyonunun dengeli olmasını desteklemesinden dolayı karma yemdeki mineral ve vitaminlerin emilimini artırmak suretiyle yemden yararlanmada artış sağlamasıyla pozitif bir

etki meydana getirmektedir. (Yalçinkaya,2022 ; Mariey ve ark., 2012 ve Tsuchihashi ve ark., 1987). Şekil 2.2 'de El-Ghany, 2020'den modifiye edilen SP'in verim performansını artırma mekanizması gösterilmektedir..

Bazı araştırmacılar broyler rasyonlarında spirulina platensis ilave ettikleri çalışmalarda CA, CAA ile YDO üzerinde olumlu etki yaptıklarını bildirmişlerdir (Kharde ve ark., 2012; Kaoud, 2012; Shanmugapriya ve Babu, 2014; Shanmugapriya ve ark., 2015 ve Park ve ark., 2018).

Shanmugapriya ve Babu (2014), broyler rasyonuna %0,5, 1,0 ve 1,5 oranında Spirulina platensis ilave ettikleri 36 gün süren çalışmada %1 düzeyindeki katkının performans değerlerinde, karkas randımanında ve bazı kan parametrelerinde pozitif bir etki oluşturduğunu ortaya koymuşlardır. Bunun dışında Shanmugapriya ve ark. (2015) yaptıkları araştırmada %1 Spirulina platensis broyler karma yemine ilave edilmiş, sonuçta jejunum villus yüksekliğinin önemli oranda arttırdığını saptamışlardır. Bu etkinin ortaya çıkmasında Spirulina platensis'in yüksek miktarda protein içermesi ayrıca esansiyel amino asit bakımından zengin olması sonucunu ortaya koymaktadır.



Şekil 2.2 Spirulina platensis'in verim performansını artırma mekanizması El-Ghany, 2020'den modifiye edilmiştir (Yalçinkaya ve Yalçın,2021).

Spirulina ile ilgili Saxena ve ark. (1983) yaptıkları çalışmada beyaz leghorn civcivlerin karma yemlerine Spirulinayı %11,1 ve %16,6 düzeylerinde yerfıstığı

küspesi yerine kullanmışlar ve CAA da iyileşme olduğunu tespit etmişlerdir. Günlük broyler civcivlerle yapılan başka bir çalışmada ise vitamin ve mineral ilavesi yapmadan *Spirulina platensis*'i %14 ve 17 oranlarında yerfıstığı küspesi ve balık unu yerine kullanmışlardır. ve bu çalışma sonucunda performans, karkas randımanı, organ ağırlıkları ile organların histopatolojisinin negatif yönde etkilemediğini, deri, göğüs ve but etlerinde ise daha koyu renk pigmentasyonunun olduğunu tespit etmişlerdir (Venkataraman ve ark. 1994). Kanatlı rasyonlarına %12 oranında SP'in katılması yemden yararlanma ve büyüme üzerinde pozitif bir etki oluşturduğunu bildirmişlerdir (Ross ve Dominy, 1990). *Spirulina* kullanımıyla ilgili Gruzauskas ve ark., 2004 yılında ki bildirişlerinde besin maddelerinin sindirilme derecelerinin, mineral madde emiliminin artırıldığını ve ishalden koruma sağladığını ifade etmişlerdir.

ElHady ve El-Ghalid (2018)'de broyler üzerinde yapılan 42 günlük çalışmalarında %6 oranında *Spirulina platensis* ilavesinin çalışma sonu CA, haftalık ağırlık kazancı ve yemden yararlanmanın %3 seviyesinde yapılan ilaveye göre daha fazla oranda iyileşme sağladığını tespit etmişlerdir. Park ve ark., 2018 yılında yaptıkları 35 günlük broyler çalışmasında *Spirulina platensis* %0.25, 0.50, 0.75 ve 1.0 düzeylerinde rasyona ilave etmişlerdir. Bu çalışmada CAA, YY ve EPEF'in iyileştiğini bildirmişler, yaptıkları bu çalışmanın sonucunda ise *Spirulina platensis*'in %1 düzeyinin broylerlerin beslenmesinde verimi artırmak için iyi bir alternatif olduğunu belirtmişlerdir. Fathi ve ark (2018) yaptıkları araştırmalarında rasyonda %0.07, %0.09 düzeyde *Spirulina platensis* bulunması performans parametrelerini iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar % 0.07 *Spirulina platensis* oranını ekonomik olması bakımından tavsiye etmişlerdir. Yapılan başka bir araştırmada ise *Spirulina platensis*'in %1 ilavesinin toplam yem tüketimini azalttığını kontrol grubuyla karşılaştırmalarında ortaya koymuşlardır (Kanagaraju ve Omprakash,2016).

Mariey ve ark. 2014 yılında broyler rasyonlarına %0,02-0,03 düzeylerinde *Spirulina* ilave ettikleri çalışmada elde edilen verilere göre performansı iyileştirdiği, karkas randımanı ve et renk skorunda artış sağladığı, relatif abdominal yağ ağırlığında ise azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada *Spirulina platensis*'in et kalitesindeki iyileşmeyi, kas liflerinin bütünlüğü

ve kasların su tutma kapasitesini arttırdığı tespit edilmiş ve bu durum ise spirulina platensisin antioksidan aktivitesi ile ilişkilendirmişlerdir (Dal Bosco ve ark. 2014).

Broyler civcivlerle 21 günden 35 güne kadar yapılan bir çalışmada Spirulina platensisin broyler rasyonlarına %15 seviyesinde katılması CAA ve YDO'nı olumsuz etkilediğini ve bunun ise istatistik bakımından önemli olduğunu bildirmişlerdir (Pestana ve ark. 2020). Bu durumun ise %10'dan fazla Spirulina'nın kullanılmasına sindirim içeriği viskozitesinin artmasına ve endojen enzimlerin ise besin maddelerine olan etkisini azaltmasına ve yemin sindirilme derecesini düşürmesine bağlamışlardır. Ayrıca endojen peptidazlara karşı Spirulina proteininin dirençli olduğunu bildirmişlerdir.

Toyomizu ve ark. (2001), broyler karma yemlerine Spirulinanın %0, %4, %8 düzeyde katılarak kullanılması CA, iç organ ağırlıklarında ve relatif ağırlık oranlarında bir farklılık görülmediğini belirtmişler ancak etin renginin etkilendiğini gözlemlemişlerdir.

Yumurta tavuk karma yemlerine Spirulina platensis'in %1,5, 2,0 ve 2,5 düzeyinde ilave edilmesinde kontrol gruba göre YT, YDO, yumurta verimi ve yumurta ağırlığı bakımından bir farklılık görülmediğini bildirmişlerdir. Spirulina platensis karma yemlere %1,5, 2,0 ve 2,5 oranında ilavesinde yumurta kabuk kalınlığı, yumurta sarı indeksi, Haugh birimi ve yumurta kolesterol seviyesini etkilememişken Spirulina platensis düzeyi arttıkça yumurta sarı renginde artış gözlenmiştir (Zahroojian ve ark. 2013).

Mariey ve ark. (2012), yumurta tavuk rasyonlarına Spirulina platensis %0,1-0,2 seviyesinde katılmasının kuluçka randımanı, yumurta sarı rengi ve yumurta verimini artırdığını kaydetmişlerdir. Bunların yanı sıra Spirulina platensis yumurta sarı yüzdesini artırırken yumurta akı, kabuk yüzdesi ve Haugh biriminde değişiklik meydana getirmemiştir. Spirulina platensis seviyesinin rasyonda arttıkça plazma ve yumurta sarı kolesterol düzeyinde düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir. Ginzberg ve ark. (2000), Spirulina ilavesinin yumurta kolesterolünü ve doymuş yağ asitleri seviyesini azaltarak omega 3 yağ asitleri seviyesini ise artırarak fonksiyonel yumurta özelliği kazandırdığı ve bu yumurtalarda fertilitenin ve kuluçka randımanının oldukça yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan başka bir

araştırmada %0.3 *Spirulina platensis* yumurta tavuğu rasyonlarına ilave edilmiş ve kontrol grubuna göre yumurta ağırlığının ve veriminin arttığı gözlemlenmiştir (Mobarez ve ark., 2018).

Wahyuni ve ark. (2023), Lohmann Brown 81 haftalık yumurtacı tavuk rasyonuna %0.3 SP katılması yumurta sarısı indeksi ve renginde iyileşme sağlarken eritrosit sayısındaki meydana gelen artışın bağırsak bakteri dengesinin korunmasında etkin rol oynadığını bildirmişlerdir.

Yumurta döneminde olan Japon bıldırcınlarla yapılan çalışmalarda (Ross ve Dominy, 1990) *Spirulina* rasyonlara % 1.5, 3.0, 6.0 ve 12.0 oranlarında ilave edilmesi yumurta kalitesi ve yumurta veriminde artış sağlamıştır. *Spirulina*, karotenoid ve ksantofil pigmentler için iyi bir kaynak olması ve yumurtanın sarı rengi koyuluğunda önemli bir yerinin olması bakımından yumurta sarı renginin optimum düzeyde sağlanması için %1 *Spirulina*'nın bıldırcın rasyonlarına eklenmesi yeterli olmaktadır (Anderson ve ark., 1991).

Kanatlı rasyonlarına ilave edilen *spirulina* kanatlı hayvanların genel sağlık durumlarını iyileştirmesinden dolayı mortaliteyi düşürmektedir (El-Ghany, 2020). Cheong (2014), %2 oranında bıldırcın rasyonlarına *Spirulina* katılmasının mortaliteyi önemli ölçüde az

Spirulina platensis'in karma yemlere katılması ve performansı pozitif yönde etkilemesi içerdiği protein oranının yüksek olması, sindirilebilir amino asit içeriğinin yüksek olması, karotenoid pigmentler, fikosiyenin, vitaminler, mikro-makro elementler ile çoklu doymamış yağ asitler gibi fizyolojik açıdan aktif maddeleri içermesi bu bakımdan da antioksidan, antimikrobiyel, antiinflamatuvar biyolojik özelliklerine sahip olması ve immunitiyi iyileştirici olarak görev almasına bağlanabilmektedir (Park ve ark., 2018)

Broylar rasyonlarının protein oranı düşürülerek *S. platensis* ilave edilerek yapılan birçok araştırma mevcuttur. Lemme ve ark. (2019), toplam yem proteininin %20,4'den %18,7'ye azaltarak yaptıkları kırk günlük çalışmada hayvanların performansında olumsuz bir tablo gözlemlenmemişler, protein tüketimine bağlı

olarak althığın azot ve nemi ile althığın miktar olarak ise etkilendiğini kaydetmişlerdir

Awad ve ark. (2014), broyler civcivlerde sıcak ve nemli çevre koşullarında ilk üç haftalık rasyon protein seviyesinin %22,2'den %16,2'ye düşürülmesinin CA, CAA ve YT'nde önemli miktarda azalmaya neden olduğu mortalitenin ve protein etkinlik oranının arttığı ve YDO'nun olumsuz yönde etkilendiğini kaydetmişlerdir. Bu çalışmanın sonunda aşırı düşük ham protein içeren rasyonlara esansiyel olmayan amino asitlerin katılması broylerlerin performansının düşmesini önlediği fakat ihtiyacından fazla esansiyel amino asit katılmasının ise optimum performans için şart olmadığını bildirmişlerdir.

Yapılan bir araştırmada broylerin başlangıç rasyonlarına esansiyel aminoasitler ilave edilerek HP seviyesi %24'den %18'e indirilerek farklı HP içeren 8 rasyon hazırlanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre HP seviyesinin fazla düşürülmesi CA, YDO, tibia külü ve çapını olumsuz etkilemişken yaşama gücü ve tibia uzunluğu farklı protein seviyelerinden etkilenmemiştir. Kalp, karaciğer ve taşlık relatif ağırlık yüzdeleri farklı protein seviyelerinden etkilenmemiştir (Yuan ve ark. 2012).

Yalçınkaya (2022), düşük protein içeren broyler karma yemlerine *S.platensis* ilave edilmesinin performans ve antioksidan kapasiteye etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılan çalışmada; normal HP'li gruplar ile %10 düzeyinde düşürülmüş düşük HP'li gruplar oluşturulmuştur. Denemenin her bir HP grubu karma yemlerine ise % 0, 0,1 ve 0,2 seviyelerinde *Spirulina platensis* ilave edilmiştir. 41 gün sürmüş olan çalışmada Karma yemlerde yalnızca HP'in %10 seviyesinde düşürülmesi performansı negatif yönde etkilemiştir. *S. Platensis* ilavesi YDO'nı pozitif yönde etkilemiş, karaciğer ve ette oksidatif stres indeksini azaltmış, toplam antioksidan ve antioksidan enzim aktivite seviyelerini artırmış, serum trigliserit düzeyini azaltmıştır. *Spirulina platensis* ilavesinden ise karkas randımanı, iç organ ağırlıkları relatif yüzdesi ile kan serum biyokimyasal parametreleri etkilenmemiştir. Sonuç olarak da %10 HP'i düşürülen karma yemlere, % 0,1 *Spirulina platensis* ilavesinin broylerlerde performans ve antioksidan aktivitesini arttırdığını bu düzeyin kullanılabileceği bildirilmiştir.

Spirulina platensis'in etkilerinin ortaya konulmasıyla ilgili çok sayıda araştırma yapılmaktadır. Literatürlerde Spirulina platensis kullanılmasıyla ilgili farklı sonuçların elde edilmesi Spirulina platensis'in yapısı, biyoaktif madde bileşimi, kullanılan doz oranı, rasyonun bileşimi ve deneme süresi gibi faktörlerden kaynaklanabilir. Bu çalışmada da ülkemizde üretilen Spirulina platensis'in farklı dozlarda kullanılması ile elde edilecek sonuçların broyler yetiştiriciliğinde ve bilimsel alanda faydalı olması amaçlanmıştır



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Hayvan Materyali

Denemede ticari bir firmadan alınan 144 adet günlük Ross 308 (Aviagen Inc.) erkek broyler civciv hayvan materyali olarak kullanıldı. Her biri 48 civcivden oluşan 3 grup oluşturuldu. Grupların her biri 6 civcivden oluşan 8 alt gruba bölünmüştür. Denemede toplam 144 adet günlük civciv kullanıldı. Araştırmanın yürütülmesi için etik kurul izni BAİBÜ Hayvan Araştırmaları Yerel Etik Kurulu'ndan 02.08.2023 tarih ve 2023/23 numaralı karar ile alınmıştır.



Fotoğraf 3.1. Deneme Hayvan Materyali

3.1.2 Yem Materyali

Deneme rasyonlarında başlıca mısır, mısır glütenu, soya küspesi ve tımyağılı soya kullanıldı. Kontrol grubuna %0, birinci deneme grubuna %0,05 *Spirulina platensis* ikinci deneme grubuna %0.1 *Spirulina platensis* katıldı. *Spirulina platensis* (%1,2 klorofil, %0,41 toplam karotenoid, %13 toplam fikosiyanın) ise bir üretici ticari firmadan temin edildi.



Fotoğraf 3.2. Yem Materyali



Fotoğraf 3.3. Denemede kullanılması için hazırlan karma yem

3.2 YÖNTEM

3.2.1 Deneme Ünitesi

Çalışma, BAİBÜ Ziraat Fakültesi bünyesinde bulunan Deney Hayvanları Merkezine bağlı Kanatlı Araştırma Birimi'nde yapılmıştır. Araştırma süresince kullanılan kafesler plastik malzemeden yapılmış olup içerisinde yemlik ile nipel suluk bulunmaktadır. Kafeslerin her kat bölümü içerisinde 0-40°C aralığında hayvan gelişimine göre ayarlanabilen termostatlı 125 w gücünde korunaklı bir ısıtıcı ile aydınlatma için bir tane E 27 led ampul kullanılmıştır.

Civcivlerin büyütme döneminde kullanılan kafeslerin ebatları 100 × 60 × 20 cm'dir. Kafes içerisinde her bölümde yükselebilen bir nipel suluk ile kafesin her bölümünde kafes boyunca ön tarafta hayvanların rahat bir şekilde kullandıkları bir yemlik bulunmaktadır. Civcivlerin herhangi bir sorunla karşılaşmamaları için ilk günlerde alışma sürecinde yedek civciv yemlik ve suluk konulmuştur. Civciv yetiştirme kafesleri ise 40 × 60 × 40 cm ebatlarında olup kafes içerisinde ayarlanabilen bir nipel suluk ile kafesin ön kısmında kafes boyunca uzanan bir yemlik vardır. Hayvanlar deneme sürecinde kafes içerisinde herhangi bir sorunla karşılaşmadan yem ve sularını rahat bir şekilde tüketmişlerdir.

Civcivler deneme ünitesine geldikleri ilk gün tek tek tartılarak her kafes bölmesine 6 adet civciv düşecek şekilde beş katlı civciv büyütme kafeslerine yerleştirilmişlerdir. Her deneme grubu için 8 alt grup oluşturularak 5 katlı büyütme kafeslerinin 24 bölmesine civcivler yerleştirilmiştir. Büyüyen 21 günlük olan piliçler kesim gününe kadar (21-42. gün) 4 katlı broyler büyütme kafeslerine her bir bölmeye 2 adet piliç düşecek şekilde deneme tekerrür grupları yerleştirilmiştir.

Civcivler ilk günlerinde ihtiyaç duydukları 35°C sıcaklık kafeslerde sağlanmış daha sonra civcivlerin büyüme gelişimlerine göre sıcaklık değerleri kademeli olarak düşürülerek üç haftalık sürede 25°C'ye indirilmiştir. Hayvanların barındırıldıkları ortamın sıcaklık ile havalandırması ayarlanabilen sistemler ile kontrol altında alınmış olup kesim gününe kadar sıcaklık 22°C'ye kadar kademeli olarak indirilmiştir. Kullanılan yemlikler ise yem saçımına engel olacak bir biçimde tasarlanmıştır.



Fotoğraf 3.4. Deneme Ünitesi 1. (Civcivlerin 0-21.günler arası büyütme kafesleri)



Fotoğraf 3.5. Deneme Ünitesi 2. (Piliçlerin 21-42.günler arası yetiştirme kafesleri)

3.2.2 Cıvciv Bakımı ve Deneme Süresi

Araştırma 5 katlı apartman tipi büyütme ile 4 katlı yetiştirme kafesinde barındırılan cıvcivlere günlük yiyecekleri yem önlerine konularak ad libitum besleme yapılmıştır. Her kafes bölümünde iki tane nipel sulukla sulamaları yapılan cıvcivlerin günlük su ihtiyaçları giderildi. Hayvanların içtikleri suyun kafes üzerinde bulunan depoları günlük kontrol edilerek hayvanların temiz sağlıklı su içmeleri sağlanmıştır. Hayvanların büyümelerine paralel olarak suluk seviyeleri ayarlanmıştır. Kafeste barındırılan cıvcivlerin dışkıları kafes altında bulunan tablolarda toplanmış günlük kontrolleri yapılarak temizlenmiştir. Böylelikle ortamda havalandırmayı bozacak gazların birikimi önlenmiştir.

Kafes bölmelerinde bulunan cıvcivlerin yemleri deneme gruplarına göre ayrı ayrı yapılmış bu yemlerden her alt grup için tartılarak hayvanların önüne günlük yemleri konularak yem tüketimleri takip edilmiştir. Kafes üzerinde bulunan su depolarına su konularak günlük su tüketimleri de kontrol edilmiştir. Deneme 42 gün sürmüştür. Deneme hayvanların bulunduğu ortam 24 saat aydınlatmaya tabi tutulmuştur.

3.2.3 Denemede Kullanılan Karma Yemin Hazırlanışı

Deneme rasyonlarında başlıca mısır, mısır gluteni, soya küspesi ve tımyağı soya kullanıldı. Deneme rasyonu Ross 308 kataloğunda bildirilen (Aviagen, 2022) cıvcivlerin besin madde gereksinimlerini karşılayacak şekilde hazırlandı. Kontrol grubuna % 0, birinci deneme grubuna % 0,05 ve ikinci deneme grubuna % 0,1 düzeyinde *Spirulina platensis* top dressed olarak ilave edildi. Bütün gruplarda aynı olmak üzere cıvciv başlangıç evresinde (0-10. günlerde) %23 ham protein ve 3000 kcal/kg metabolize olabilen enerji, pilicin büyütme evresinde (11-24. gün) %21,5 ham protein ve 3100 kcal/kg metabolize olabilen enerji ve pilicin bitirme evresinde (25-42. gün) %19,5 ham protein ve 3200 kcal/kg metabolize olabilen enerji içrikli rasyonlar düzenlendi (Aviagen, 2022). Rasyonların bileşimi Tablo 3.1’de verilmiştir. Karma yemler BAİBÜ Ziraat Fakültesi Kanatlı Araştırma Biriminde hazırlanmıştır.

Tablo 3.1 Denemede Kullanılan Bazal Rasyonların Bileşimi,%

Ham madde	Broyler Başlangıç 0-10 gün	Broyler Büyütme 11-24 gün	Broyler Bitirme 25-42 gün
Mısır	52,55	54,82	59,05
Soya küspesi	22,65	20,13	15,95
Tam yağlı soya	18,5	19,7	19,17
Mısır glütene	2	0,55	0,23
Bitkisel yağ	0,95	0,90	2
Kireç taşı	0,9	0,8	0,7
Dikalsiyum fosfat	2,3	2,0	1,8
Tuz	0,25	0,25	0,25
Vitamin- Mineral Premiksi*	0,10	0,10	0,10
Treonin	0,10	0,10	0,10
Metiyonin	0,35	0,35	0,35
Lizin	0,20	0,20	0,20
Soda	0,10	0,10	0,10
Toplam	100	100	100
Hesapta bulunan bileşim			
Ham Protein %	23,01	21,50	19,50
Metabolik Enerji Kcal/kg	3023	3100	3200

*Her bir kg vitamin mineral premiksinde 7 000 000 IU vitamin A, 4000 000 IU vitamin D3, 40 g vitamin E, 1.750 mg vitamin K3, 1500 mg vitamin B1, 4000 mg vitamin B2, 3000 mg vitamin B6, 10 mg vitamin B12, 40 g niasin, 10 000 mg kalsiyum-D-pantotenat, 1.200 mg folik asit, 100 mg D-biotin, 500 g kolin klorür, 120.000 mg Mn, 110.000 mg Zn, 40.000 mg Fe, 20.000 mg Cu, 1.500 mg I, 300 mg Se.

3.2.4 Karma Yemlerin Besin Madde Miktarlarının ve Enerji Düzeylerinin Belirlenmesi

Karma yemlerin ham besin madde miktarı analizi AOAC (2000)'de bildirilen metotlara göre Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarlarında yapılmıştır. Metabolize olabilir enerji ise Carpenter ve Clegg (1956) formülü ile belirlenmiştir.

3.2.5 Canlı Ağırlık ve Canlı Ağırlık Artışının Belirlenmesi

Civcivler çalışmanın başında (0. gün), yemin değiştiği zamanlarda (10., 24. gün) ve deneme sonunda (42. gün) bireysel olarak tartılan civcivlerin canlı ağırlıkları belirlendi. Canlı ağırlık artışları, her bölme (alt grup) için iki ağırlık tartımı arasındaki farktan hesaplandı.

3.2.6 Yem Tüketiminin Belirlenmesi

Araştırmada her bir bölmenin 0, 10, 24 ve 42. günlerdeki koyulan ve artan yemler arası farktan o bölmedeki tekrar grubun o dönem içerisinde tükettiği yem miktarı bulundu. Her alt grup için yem dönüşüm oranı (bir kg canlı ağırlık artışı için tüketilen yem miktarı (kg) olarak), iki tartım aralığındaki yem miktarı, alt grupların her biri için söz konusu tartım aralıklarında belirlenen canlı ağırlık artışlarına bölünerek bulundu.



Fotoğraf 3.6 Canlı Ağırlık

3.2.7 Yem Dönüşüm Oranının Tespit Edilmesi

YDO 0, 10, 24 ve 42. günlerdeki yem tüketiminin haftalık canlı ağırlık artışına oranı ile belirlenmiştir.

$$YDO = \frac{\text{Yem tüketim miktarı (g)}}{\text{Canlı Ağırlık Değişimi (g)}}$$

3.2.8 Kesim İşlemi

Denemenin 42. gününde etlik broyler piliçler tartılıp kesilmiştir. Kesim, kanatlı biriminde kesimi yapacak ekipte birlikte piliç kesim standı, tüy yolma kazanı, iç çıkarma ve parçalama tezgahı ve terazi ile uygun ortam ve koşullar oluşturularak kesim işlemleri yapılmıştır. Kesim kuralına uygun biçimde piliçin başının kesilerek gövdeden ayrılması usulüyle gerçekleştirilmiştir. Kesimden sonra piliçlerin ayakları kesilmiş, tüyleri dikkatlice yolunmuş, piliçlere ait iç organları ve abdominal yağ ayrılarak hassas terazide tartılıp ağırlıkları bulunmuştur.

3.2.9 Sıcak Karkas Randımanının Tespit Edilmesi

Yapılan 42 günlük denemenin sonunda kesim işlemi yapıldıktan sonra sıcak karkaslar tartılmış, çıkan ağırlık değeri kesimden önce tartılan hayvanın canlı ağırlığına bölünerek sıcak karkas randımanı belirlenmiştir.

3.2.10 İç Organ Ağırlık Tespiti

Araştırma sonlandırıldığında deneme grupların tekerrürlerinden kesilen hayvanların karaciğer, zarlı taşlık, bursa Fabricius ve abdominal yağ ağırlıkları tartılarak tespit edildi. Bu organların relatif ağırlık yüzdeleri, ağırlıkların kesim öncesi canlı ağırlıklara bölünmesiyle belirlendi.

3.2.11 Avrupa Üretim Etkinlik Faktörü (EPEF)

Araştırmanın sonu olan 42. günde her alt grubun Avrupa Üretim Etkinlik Faktörü (European Production Efficiency Factor-EPEF)'nün hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Kryeziu vd.,2018).

$$EPEF, \% = (CA, \text{ kg} \times \text{Yaşama gücü, \%}) / (\text{Yaş, gün} \times YDO, \text{ kg yem/kg CAA}) \times 100$$

3.2.12 Avrupa Broyler İndeksi (EBI)

Araştırma sonu olan 42. günde her alt grubun Avrupa Broyler İndeksi (European Broiler Index-EBI)'nin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Kryeziu vd., 2018).

$$EBI = \{((\text{Günlük CAA, g/civciv-gün}) \times (\text{Yaşama gücü, \%}))\} / \{(10 \times (\text{YDO, kg yem/kg CAA}))\}$$

3.2.13 İstatistik Analizler

İstatistik analizler SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) ile yapıldı. Verilerin dağılımı Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak kontrol edildi. Farklı düzeylerde kullanılan *Spirulina platensis* 'in farklı değişkenler üzerine etkilerini belirlemek için Tek Yönlü Varyans Analizi yapılarak Polynomial Kontrasts kullanılarak lineer ve quadratik etkilere de bakıldı. Gruplar arasındaki farklılıkların önemliliğinde Tukey testi kullanıldı. (Dawson ve Trapp, 2001). Önemlilik düzeyi $P < 0.05$ olarak alındı.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Denemede dönemlere göre yapılan karma yemlere %0, 0.05, 0.1 düzeylerinde *Spirulina platensis* ilavesinin etkileri incelenerek farklılıkları ortaya konulmuştur. Denemede kullanılan bazal karma yemlerin besin madde bileşimi ve metabolize olabilir enerji değerleri Tablo 4.1’de de verilmiştir. *Spirulina platensis* katkısı %93,90 kuru made, %69,73 hamprotein %3,36 hamyağ ve %6,18 hamkül içermektedir.

Tablo 4.1. Denemede Kullanılan Bazal Karma Yemlerin Besin Madde Bileşimi

	Kuru madde, %	Ham protein,%	Ham selüloz, %	Ham yağ, %	Ham kül, %	Ca,%	P, %	ME, kcal/kg
Etlik Cıvcıv Başlangıç Yemi	89,42	22,14	3,01	4,90	6,18	0,99	0,79	3062
Etlik piliç büyütme yemi	89,89	21,09	3,04	5,95	5,48	0,94	0,74	3120
Etlik piliç bitirme yemi	88,47	20,00	3,13	8,02	5,12	0,90	0,70	3195

4.1 Broyler Yemlerine Farklı Düzeylerde *Spirulina platensis* İlavesinin Performans Üzerine Etkisi

Deneme süresince broyler yemlerine farklı düzeylerde *Spirulina platensis* ilavesinin dönemlere göre CA (g) üzerine etkisi Tablo 4.2’ de CAA etkisi Tablo 4.3’te verilmiştir. Yapılan değerlendirmelerde karma yemlere % 0, 0.05, 0.1 düzeylerinde *Spirulina platensis* ilavesinin gruplar arasında CA ve CAA üzerinde istatistik açıdan önemli bir etkisi gözlenmemiştir.

Broyler rasyonlarına farklı düzeylerde *Spirulina platensis* ilavesinin yem tüketimi (g) üzerine etkisi Tablo 4.4’ de, yem dönüşüm oranına etkisi ise Tablo 4.5’te gösterilmiştir. Denemede elde edilen verilerle yapılan değerlendirme

sonucunda *Spirulina platensis*'in istatistiksel olarak gruplar arasından önemli bir etki yaratmadığı gözlemlenmiştir.

Yapılan 42 günlük araştırma süresince takip edilen hayvanlarda ölüm görülmemiş sağlıklı bir şekilde çalışma sonuçlanmıştır. Bu elde edilen sonuca göre tüm deneme gruplarında yaşama gücü %100 olarak hesaplanmıştır.

Broyler rasyonlarına farklı düzeylerde *Spirulina platensis* ilavesinin EPEF ve EBI etkisi Tablo 4.6'da gösterilmiştir. Yapılan bu denemede broyler rasyonlarına ilave edilen *Spirulina platensis* 'in deneme sonunda EPEF ve EBI üzerine etkisi istatistik açıdan değerlendirildiğinde herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir.

Tablo 4.2. Broyler Yemlerine Farklı Düzeylerde *Spirulina platensis* İlavesinin Dönemlere Göre Canlı Ağırlık (g) Üzerine Etkisi

Gün	<i>Spirulina platensis</i> , %			SEM	P (Önemlilik)		
	0	0,05	0,1		Kombine	Lineer	Kuadratik
0	45,36±0,33	45,29±0,25	45,23±0,33	0,170	0,955	0,765	0,988
10	209,52±3,64	210,50±3,17	211,98±3,78	1,965	0,885	0,628	0,954
25	991,06±28,31	992,16±15,19	997,97±25,21	13,022	0,976	0,838	0,936
42	2607,88±20,80	2611,17±19,10	2614,17±19,01	11,746	0,978	0,837	0,996

Gruplar arasında önemli bir farklılık görülmemiştir.

Tablo 4.3. Broyler Yemlerine Farklı Düzeylerde *Spirulina platensis* İlavesinin Dönemlere Göre Canlı Ağırlık Artışı (g) Üzerine Etkisi

Dönem	<i>Spirulina platensis</i> , %			SEM	P (Önemlilik)		
	0	0,05	0,1		Komb	Lineer	Kuadratik
0-10	164,16±3,63	165,20±3,11	166,75±3,59	1,915	0,867	0,600	0,954
10-25	781,54±24,93	781,66±12,99	785,99±22,54	11,486	0,985	0,881	0,935
25-42	1616,83±24,5	1619,01±18,24	1616,20±15,45	11,417	0,995	0,983	0,922
0-25	945,70±23,27	946,87±20,12	952,74±25,11	12,987	0,975	0,834	0,936
0-42	2562,52±21,00	2565,88±14,12	2568,94±23,90	11,757	0,978	0,833	0,996

Gruplar arasında önemli bir farklılık görülmemiştir.

Tablo 4.4. Broyler Yemlerine Farklı Düzeylerde *Spirulina platensis* İlavesinin Dönemlere Göre Yem Tüketimi (g) Üzerine Etkisi

Dönem	<i>Spirulina platensis</i> , %			SEM	P (Önemlilik)		
	0	0,05	0,1		Kombine	Lineer	Kuadratik
0-10	204,90±0,88	206,11±1,43	206,89±1,79	0,800	0,612	0,331	0,905
10-25	1178,4±14,2	1191,1±10,4	1191,5±14,1	7,283	0,724	0,484	0,705
25-42	2809,3±22,4	2819,4±25,6	2803,8±30,2	14,976	0,919	0,887	0,703
0-25	1383,3±14,2	1397,2±11,0	1398,4±14,5	7,480	0,677	0,431	0,702
0-42	4192,6±29,4	4216,6±27,9	4202,2±36,4	17,816	0,869	0,834	0,631

Gruplar arasında önemli bir farklılık görülmemiştir.

Tablo 4.5. Broyler Yemlerine Farklı Düzeylerde *Spirulina platensis* İlavesinin Dönemlere Göre YDO (kg Yem/kg Canlı Ağırlık Artışı) Üzerine Etkisi

Dönem	<i>Spirulina platensis</i> , %			SEM	P (Önemlilik)		
	0	0,05	0,1		Kombine	Lineer	Kuadratik
0-10	1,252±0,027	1,251±0,024	1,244±0,022	0,014	0,968	0,810	0,937
10-25	1,516±0,038	1,526±0,020	1,523±0,038	0,018	0,977	0,882	0,880
25-42	1,741±0,025	1,742±0,017	1,735±0,022	0,012	0,974	0,864	0,884
0-25	1,470±0,035	1,478±0,019	1,474±0,033	0,017	0,984	0,934	0,875
0-42	1,636±0,007	1,644±0,012	1,636±0,012	0,006	0,859	0,989	0,586

Gruplar arasında önemli bir farklılık görülmemiştir.

Tablo 4.6. Broyler Yemlerine Farklı Düzeylerde *Spirulina platensis* İlavesinin EPEF ve EBI Üzerine Etkisi

	<i>Spirulina platensis</i> , %			SEM	P (Önemlilik)		
	0	0,05	0,1		Kombine	Lineer	Kuadratik
EPEF, %	379,56±4,43	378,46±3,54	380,64±6,13	2,666	0,951	0,876	0,785
EBI, %	372,96±4,43	371,90±3,50	374,06±6,08	2,649	0,951	0,873	0,787

Gruplar arasında önemli bir farklılık görülmemiştir.

4.2 Broiler Rasyonlarına *Spirulina Platensis* İlavesinin Kesim Parametreleri Üzerine Etkisi

Broyler rasyonlarına farklı düzeylerde *Spirulina platensis* ilavesinin karkas randımanı (%) ve relatif iç organ ağırlıkları yüzdesi (%) üzerine etkisi Tablo 4.7’de gösterilmiştir. Deneme sonunda elde edilen verilere göre broyler yemlerine %0, 0.05, 0.1 düzeylerinde *Spirulina platensis* ilavesinin karkas randımanı (%) ve relatif iç organ ağırlıkları yüzdesi (%) üzerine olan etkisinin deneme grupları arasında herhangi bir etkisi ortaya konulmamış ve istatistik açıdan da önemsiz bulunmuştur.

Tablo 4.7. Broyler Yemlerine Farklı Düzeylerde *Spirulina platensis* İlavesinin Karkas Randımanı ve Relatif İç Organ Ağırlıkları Üzerine Etkisi

	<i>Spirulina platensis</i> , %			SEM	P (Önemlilik)		
	0	0,05	0,1		Kombine	Lineer	Kuadratik
Karkas randımanı, %	74,00±0,47	74,21±0,45	74,76±1,27	0,253	0,465	0,235	0,754
Taşlık ağırlığı, %	1,26±0,01	1,26±0,01	1,24±0,02	0,008	0,575	0,488	0,432
Kalp ağırlığı, %	0,46±0,01	0,45±0,01	0,49±0,02	0,009	0,295	0,307	0,236
Karaciğer ağırlığı, %	1,51±0,05	1,57±0,08	1,64±0,05	0,035	0,339	0,145	0,980
Bursa fabricius ağırlığı, %	0,17±0,01	0,20±0,01	0,17±0,02	0,009	0,225	0,916	0,087
Abdominal yağ ağırlığı, %	0,86±0,05	0,85±0,03	0,79±0,05	0,025	0,516	0,272	0,756

Gruplar arasında önemli bir farklılık görülmemiştir.

Broyler rasyonlarında artan düzeyde *Spirulina platensis* ilavesinin yetiştirme dönemleri ve tüm deneme periyodu dikkate alındığında CA, CAA YT, YDO, karkas randımanı ve relatif iç organ ağırlıkları yüzdesi üzerinde önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Yapılan *Spirulina platensis* ile ilgili araştırmalarda bu çalışmayla benzer sonuçları olan araştırmalar olduğu gibi farklı sonuçları olan çalışmalar da bulunmaktadır.

Bazı araştırmacılar rasyonlarda *Spirulina platensis* kullanımının broylerlerde CA, CAA ve YDO’nı pozitif yönde etkilediğini bildirmişlerdir (Kaoud,

2012; Kharde ve ark., 2012; Park ve ark., 2018; Shanmugapriya ve Babu, 2014 ve Shanmugapriya ve ark., 2015).

ElHady ve El-Ghalid (2018)'de broyler üzerinde yapılan 42 günlük çalışmalarında %6 oranında *Spirulina platensis* ilavesinin çalışma sonu CA, haftalık ağırlık kazancı ve yemden yararlanamının %3 seviyesinde yapılan ilaveye göre daha fazla oranda iyileşme sağladığını tespit etmişlerdir.

Park ve ark., 2018 yılında yaptıkları 35 günlük broyler çalışmasında *Spirulina platensis* %0.25, 0.50, 0.75 ve 1.0 düzeylerinde rasyona ilave etmişlerdir. Bu çalışmada CAA, YY ve EPEF'in iyileştiğini bildirmişler, yaptıkları bu çalışmanın sonucunda ise *Spirulina platensis*'in %1 düzeyinin broylerlerin beslenmesinde verimi artırmak için iyi bir alternatif olduğunu belirtmişlerdir.

Fathi ve ark (2018) yaptıkları araştırmalarında rasyonda %0.07, %0.09 düzeyde *Spirulina platensis* bulunması performans parametrelerini iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar % 0.07 *Spirulina platensis* oranını ekonomik olması bakımından tavsiye etmişlerdir. Yapılan başka bir araştırmada ise *Spirulina platensis* 'in %1 ilavesinin toplam yem tüketimini azalttığını kontrol grubuyla karşılaştırmalarında ortaya koymuşlardır (Kanagaraju ve Omprakash, 2016).

Mariey ve ark. 2014 yılında broyler rasyonlarına %0,02-0,03 düzeylerinde *Spirulina* ilave ettikleri çalışmada elde edilen verilere göre performansı iyileştirdiği, karkas randımanı ve et renk skorunda artış sağladığı, relatif abdominal yağ ağırlığında ise azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada *Spirulina platensis*'in et kalitesindeki iyileşmeyi, kas liflerinin bütünlüğü ve kasların su tutma kapasitesini arttırdığı tespit edilmiş ve bu durum ise *spirulina platensis*in antioksidan aktivitesi ile ilişkilendirmişlerdir (Dal Bosco ve ark. 2014).

Broyler civcivlerle 21 günden 35 güne kadar yapılan bir çalışmada *Spirulina platensis*in broyler rasyonlarına %15 seviyesinde katılması CAA ve YDO'nı olumsuz etkilediğini ve bunun ise istatistik bakımından önemli olduğunu bildirmişlerdir (Pestana ve ark. 2020).

Shanmugapriya ve Babu (2014), yaptıkları 36 günlük çalışmalarında % 0.5, 1.0 ve 1.5 oranında *Spirulina platensis* ticari broyler karma yemlerine ilave etmişler ve sonuç olarak *Spirulina platensis*'in %1 seviyesinin performans parametreleri, karkas randımanı ve bazı kan parametrelerini iyileştirdiğini tespit etmişlerdir.

Toyomizu ve ark. (2001), broyler karma yemlerine *Spirulina*'nın %0, %4, %8 düzeyde katılarak kullanılması CA, iç organ ağırlıklarında ve relatif ağırlık oranlarında bir farklılık görülmediğini belirtmişlerdir. Ancak etin renginin etkilendiğini gözlemlemişlerdir. Kaoud (2012), 42 gün süren %0,1 *Spirulina platensis* broyler rasyonuna ilave ettiği broyler denemesinin sonucunda canlı ağırlık, ağırlık kazancı ile karkas randımanında artış ve yemden yararlanmada ise iyileşme tespit etmiştir. Ayrıca *Spirulina*'nın rasyona ilavesiyle taşlık ve karaciğer relatif ağırlık yüzdesinde bir düşüş, bursa Fabricius ve timus relatif ağırlık yüzdesinde ise bir artış kaydedilmiştir.

Spirulina platensis'in etkisinin ortaya konulması için hayvanlarla yapılan araştırmalarda farklı sonuçların elde edildiği görülmektedir. Yapılan araştırmalarda farklı sonuçların elde edilmesi *S. platensis*'in bileşimi, kullanılan düzeyi, deneme süresi ve rasyon bileşiminden kaynaklanabilir. *S. platensis*'in hayvanlar üzerine olan birçok etkisini ortaya koymak için bu alandaki çalışmaların genişletilerek artırılması faydalı olacaktır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Küresel iklim değişikliklerinin gıda kaynaklarının kullanımı ve erişilebilirliği üzerine ciddi etkiler oluşturduğu günümüz koşullarında protein kaynaklarının hem insan hem hayvan beslenmesinde ekonomik kullanımı oldukça önemli bir hal almıştır. Bu koşullarda *Spirulina* gibi algler zengin protein içeriği ve antioksidan kapasitesi nedeniyle yem hammaddesi ve yem katkısı alternatifi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bir mikroalg olan *Spirulina platensis* protein ve esansiyel amino asitler bakımından oldukça zengindir. Ayrıca yağ asitleri, pigmentler, vitaminler, mineraller ve antioksidanlar bakımından da zengin kaynaklardır. Sp'in kapsamında bulunan bileşikler kanatlı hayvanların beslenmesinde performans ve karkas özelliklerinin iyileştirilmesinde oldukça önemlidir. Bunların dışında yine besin madde sindirilme derecesinin artırılmasında, bağırsakta yararlı bakterilerinin korunmasında, immunitenin iyileştirilmesinde ve ürün kalitesinin artırılmasında da önemi oldukça fazladır.

Bu araştırma da dönemlere göre yapılan karma yemlerde farklı gruplara uygulanan *Spirulina platensis* ilavesinin performans, karkas randımanı ve relatif iç organ ağırlıkları yüzdesi bakımından tesirini belirlemek amacıyla yapılmıştır

Karma yemlere dönemlere uygun % 0, 0.05, 0.1 düzeylerinde *Spirulina platensis* ilavesinine canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, relatif iç organ ağırlıkları yüzdesi ve karkas randımanı bakımından istatistik açıdan herhangi bir etkisi gözlenmemiştir

Sonuç olarak optimum koşulların sağlandığı ortamda yapılan bu denemede rasyonlara %0.05 ve % 0.1 düzeylerinde *Spirulina platensis* ilavesinin broylerlerde performans üzerine herhangi bir etkisi görülmemiştir. Bununla birlikte stresli ortamlarda, saha koşullarında yetiştirilen broylerlerde rasyonlara *Spirulina platensis* ilavesinin etkisi araştırılmalıdır.

6. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA atıf sistemi kullanılmıştır.)

- Akbarizare M, Ofoghi H, Hadizadeh M, Moazami N (2020). In vitro assessment of the cytotoxic effects of secondary metabolites from *Spirulina platensis* on hepatocellular carcinoma. *Egyptian Liver Journal*, 10:11. <https://doi.org/10.1186/s43066-020-0018-3>.
- ALVARENGA RR, RODRIGUES PB, CANTARELLI VS. (2011). Energy values and chemical composition of spirulina (*Spirulina platensis*) evaluated with broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40: 992-996
- Anderson Dw, Tang Cs, Ross E (1991). The xanthophylls of *Spirulina* and their effect on egg yolk pigmentation. *Poultry Science* 70: 115-119.
- AOAC (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17th Ed., AOAC International, Maryland, USA.
- AVIAGEN Inc. (2022). Ross 308. Erişim Adresi: [Http://tr.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/rossbroilernutritionspecs2022-EN.pdf]. Erişim Tarihi: 19/07/2024.
- AWAD EA, ZULKIFLI I, FARJAM AS, CHWEN LT (2014). Amino acids fortification of low-protein diet for broilers under tropical climate. 2. Nonessential amino acids and increasing essential amino acids. *Italian Journal of Animal Science*, 13(3): 3297
- Becker, E. W. (2013). Microalgae for human and animal nutrition. *Handbook of microalgal culture: applied phycology and biotechnology*, 461-503.
- Becker, E., and L. Venkataraman, 1982. Pages 96-176 in: *Biotechnology and Exploitation of Algae-The Indian Approach*. German Agency for Technical Cooperation, Eschborn, West Germany
- Belay A. 2013. Biology and industrial production of *Arthrospira* (*Spirulina*). *Handbook of microalgal culture: applied phycology and biotechnology*, John Wiley & Sons. s. 339- 358. ISBN:9781118567166
- Bermejo P, Pinero E, Villar Am (2008). Iron-chelating ability and antioxidant properties of phycocyanin isolated from a protean extract of *Spirulina platensis*. *Food Chemistry*, 110: 436-445.
- Besd-bir (2024). Türkiye kanatlı eti sektörü. <https://besd-bir.org/tr/retim>
- Besd-bir (2023). 6. Uluslararası Beyaz Et Kongresi Kitabı Yayın no:35 https://besd-bir.org/assets/uploaded/Ubek6_Proceedings.
- Bhowmik D, Dubey J, Mehra S (2009). Probiotic efficiency of *Spirulina platensis*

- stimulating growth of lactic acid bacteria. *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 4: 160-163.
- CARPENTER K, CLEGG K (1956). The metabolizable energy of poultry feeding stuffs in relation to their chemical composition. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 7: 45-51.
- Ciferi O (1983). *Spirulina*, the edible microorganism. *Microbiology Reviews*, 47, 551-578.
- Cheong Dsw (2014). Effect of supplementing microalgae diet on growth performance and carcass characteristic of Japanese quail. MSc thesis submitted to the University Putra, Malaysia.
- Dal Bosco A, Gerencser Z, Szendro Z Mugnai C, Cullere M, Kovacs M, Ruggeri S, Mattioli S, Castellini C, Dalle Zotte A (2014). Effect of dietary supplementation of *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) and Thyme (*Thymus vulgaris*) on rabbit meat appearance, oxidative stability and fatty acid profile during retail display. *Meat Science*, 96: 114-119.
- Dawson, B., Trapp, R.G. (2001). *Basic and Clinical Bioistatistics*. 3rd edn. Lange Medical Books/McGraw-Hill Medical Publishing Division, New York.
- ELCİK H, ÇAKMAKCI M (2017). Mikroalg üretimi ve mikroalglerden biyoyakıt eldesi. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 32: 795-820
- El-Ghany Waa (2020). Microalgae in poultry field: a comprehensive perspectives. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 8: 888-897.
- Elhady Am, El-Ghalid Oah (2018). *Spirulina platensis* algae (SPA): A novel poultry feed additive - Effect of SPA supplementation in broiler chicken diets on productive performance, lipid profile and calciumphosphorus metabolism. VI Mediterranean Poultry Summit
- Farag Mr, Alagawany M, Abd El-Hack Me, Dhama K (2016). Nutritional and healthical aspects of *Spirulina* (*Arthrospira*) for poultry, animals and human. *International Journal of Pharmacology*, 12: 36- 51
- Fathi Ma, Namra Mmm, Ragab Ms, Aly Mmm (2018). Effect of dietary supplementation of algae meal (*Spirulina platensis*) as growth promoter on performance of broiler chickens. *Egyptian Poultry Science Journal*, 38: 375-389.
- FOX DR (1983). *Algoculture*. These. L'Universit Louis Pauster de Strasburg pour obtenir le Doctorat D'univerite, France, p:336.
- FOX DR (1996). *Spirulina: Production and Potential*, p 232, Edisud-France.
- Funda M. (2022)*Spirulina* (*Arthrospira*) *platensis* biyokütlesinin laktik asit fermentasyonu için substrat olma potansiyelinin değerlendirilmesi, yüksek lisans teziBursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

- GENÇ CŞ (2019). Spirulina'nın toplam fenolik bileşenlerinin, antioksidan kapasitesinin ve antioksidan bileşenlerin biyoalınabilirliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniv, Fen Bilimleri Enst, Bursa.
- Ginzberg A, Cohen M, Sod-Moriah Ua, Shany S, Rosenstrauch A, Arad Sm (2000). Chickens fed with biomass of the red microalga *Porphyridium* sp. have reduced blood cholesterol level and modified fatty acid composition in egg yolk. *Journal of Applied Phycology*, 12: 325-330.
- Gruzauskas R, Lekavicius R, Raceviciute-Stupeliene A, Sayste V, Tevelis V, Svirmickas G (2004). Viscuku broileriy virskinimo process optimizavimas simbiotinialis preparatais. *Vet Irzoote*, 28: 51-56.
- GOUVEIA L, BATISTA AP, SOUSA I, RAYMUNDO A, BANDARRA NM (2008). Microalgae in novel food products. *Food Chemistry Research Developments* (Ed: Papadopoulos KN) Nova Science Publishers, Inc. Chapter 2, 75-111.
- Henrickson, R. (1989). *Earth food spirulina*. Laguna Beach, CA: Ronore Enterprises, Inc, 187.
- Holman Bwb, Malau-Aduli Aeo (2013). Spirulina as a livestock supplement and animal feed. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97: 615-623
- Hoseini Sm, Khosravi-Darani K, Mozafari Mr (2013). Nutritional and Medical Applications of Spirulina Microalgae. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 13: 1231-1237.
- HUDSON BJB, KARIS IG (1974). The lipids of the alga *Spirulina*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 25: 759-763.
- Kanagaraju P, Omprakash Av (2016). Effect of *Spirulina platensis* algae powder supplementation as a feed additive on the growth performance of Japanese quails. *Indian Veterinary Journal*, 93: 31-33.
- Kaoud Ha (2012). Effect of *Spirulina platensis* as a dietary supplement on broiler performance in comparison with prebiotics. *Scientific Journal of Applied Research*, 1: 44-48.
- KENDİRLİ K (2010). Spirulina kültürlerinde besin elementlerinin farklı oranlarda kullanımının kurumadde, protein ve klorofil-A düzeyine etkisi. Yüksek Lisans Bitirme Tezi, Çukurova Üniv., Fen Bilimleri Enst. Adana
- Kharde S, Shirbhate R, Bahiram K, Nipane S (2012). Effect of *Spirulina* supplementation on growth performance of broilers. *Indian Journal of Veterinary Research*, 21: 66-69.
- Kim My, Cheong Sh, Lee Jh, Kim Mj, Sok De, Kim Mr (2010). Spirulina improves antioxidant status by reducing oxidative stress in rabbits fed a high-cholesterol diet. *Journal of Medicinal Food*, 13: 420-426.
- Kryziu, A.J., Mestani, N., Berisha, SH., Kamberi, M.A. (2018). The European

- performance indicators of broiler chickens as influenced by stocking density and sex. *Agron. Res.*, 16(2), 483-491.
- Kulshreshtha A, Jarouliya U, Bhadauriya P, Prasad Gbks, Bisen Ps (2008). Spirulina in health care management. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 9: 400-405.
- Kulshreshtha A, Jarouliya U, Bhadauriya P, Prasad Gbks, BISEN PS (2008). Spirulina in health care management. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 9: 400-405.
- Kutlu, H. R., & Şahin, A. (2017). Kanatlı Beslemede Güncel Çalışmalar ve Gelecek için Öneriler. *Hayvansal Üretim*, 58(2), 66-79.
- LEMME A, HILLER P, KLAHSEN M, TAUBE V, STEGEMANN J, SIMON I (2019). Reduction of dietary protein in broiler diets not only reduces n-emissions but is also accompanied by several further benefits. *Journal of Applied Poultry Research*, 28: 867-880.
- LOKAPIRNASARI WP, YULIANTO AB, LEGOWO D, AGUSTONO A (2016). The effect of Spirulina as feed additive to myocardial necrosis and leukocyte of chicken with avian influenza (H5N1) virus infection. *Chemistry Proceedings*, 18: 213-217.
- Mariey Y, Samak H, Abou-Khashba H, Sayed M, Abou Zeyid A (2014). 4. Effect of using Spirulina platensis algae as a feed additives for poultry diets: 2– Productive performance of broiler. *Egyptian Poultry Science Journal*, 34: 245-258. *Animal Health Prod and Hyg* (2013) 2(2) : 240 – 244.
- Mariey Ya, Samak Hr, Ibrahim Ma (2012). Effect of using Spirulina platensis algae as a feed additive for poultry diets. *Egyptian Poultry Science Journal*, 32: 201-215.
- Martin-Girela, I., Albero, B., Tiwari, B.K., Miguel, E., Aznar, R. (2020). Screening of Contaminants of Emerging Concern in Microalgae Food Supplements. *Separations*, 7(2), 28.
- Mobarez Sm, Rizk Am, Abdel Latif Am, Osama Ae (2018). Effect of supplementing diet with Spirulina platensis algae or turmeric on productive and reproductive performance of golden Montazah layers. *Egyptian Poultry Science Journal*, 38: 109-125.
- Phang SM, Miah MS, Yeoh BG, Hashim MA. 2000. Spirulina cultivation in digested sago starch factory wastewater. *Journal of Applied Phycology*, 12(3-5), 395-400. DOI:10.1023/A:1008157731731
- Park Jh, Lee Si, Kim Ih (2018). Effect of dietary Spirulina (*Arthrospira*) platensis on the growth performance, antioxidant enzyme activity, nutrient digestibility, cecal microflora, excreta noxious gas emission, and breast meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 97: 2451-2459
- Pestana J, Puerta B, Santos H, Madeira M, Alfaia C, Lopes P, Pinto R, Lemos J, Fontes C, Lordelo M, Prates J (2020). Impact of dietary incorporation of

- Spirulina (*Arthrospira platensis*) and exogenous enzymes on broiler performance, carcass traits, and meat quality. *Poultry Science*, 99: 2519-2532.
- Pulz O and Gross W (2004). Valuable products from biotechnology of microalgae. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 65, 635-48.
- Pulz O and Gross W (2004). Valuable products from biotechnology of microalgae. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 65, 635-48.
- RAACH-MOUJAHED A, HASSANI S, ZAIRI S, BOUALLEQUE M, DAREJ C, HADDAD B, DAMERGI C (2011). Effect of dehydrated *Spirulina platensis* on performances and meat quality of broilers. *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*, 1(8): 505-509.
- Raju Mvln, Rao Sv, Radhika K, Chawak M (2005). Dietary supplementation of *Spirulina* and its effects on broiler chicken exposed to aflatoxicosis. *Indian Journal of Poultry Science*, 40: 36-40.
- Richmond A (1992). Mass culture of cyanobacteria. 2nd edit, Mann N, Carr N, Photosynthetic prokaryotes, Plenum Press, New York, page 181-210
- Ross, E.; Dominy, W., 1990: The nutritional value of dehydrated, blue-green algae (*Spirulina plantensis*) for poultry. *Poultry Science* 69, 794– 800.
- SAXENA PN, AHMAD MR, SHYAM R, AMLA DV (1983). Cultivation of *Spirulina* in sewage for poultry feed. *Experientia*, 39: 1077-1083.
- Seyidoğlu, N., Galip, N (2013). *Spirulina platensis*'in Hayvanlarda Büyüme Performansı ve Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkisi *Animal Health Prod and Hyg* (2013) 2(2) : 240 - 244
- Shanmugapriya B, Babu Ss (2014). Supplementary effect of *Spirulina platensis* on performance, hematology and carcass yield of broiler chickens. *Indian Streams Research Journal*, 4: 1-7. 81
- Shanmugapriya B, Babu Ss, Hariharan T, Sivaneswaran S, Anusha Mb (2015). Dietary administration of *Spirulina platensis* as probiotics on growth performance and histopathology in broiler chicks. *International Journal of Recent Scientific Research*, 6: 2650-2653.
- Sugiharto S, Yudiarti T, Isroli I, Widiastuti E (2018). Effect of feeding duration of *Spirulina platensis* on growth performance, haematological parameters, intestinal microbial population and carcass traits of broiler chicks. *South African Journal of Animal Science*, 48: 98-107
- Sugiharto S, Yudiarti T, Isroli I, Widiastuti E (2018). Effect of feeding duration of *Spirulina platensis* on growth performance, haematological parameters, intestinal microbial population and carcass traits of broiler chicks. *South African Journal of Animal Science*, 48: 98-107.

- Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM) (2020). Hayvancılık sektör raporu. Ankara. Erişim Adresi (08.08.2023):
tigem.gov.tr/DosyaGaleriData/View/a374cc25-acc1-44e8- a546-63b4c8bce146
- Toyomizu M, Sato K, Taroda H, Kato T, Akiba Y (2001). Effects of dietary Spirulina on meat colour in muscle of broiler chickens. British Poultry Science, 42: 197-202
- Tsuchihashi N, Watanabe T, Takai Y (1987). Effect of Spirulina platensis on caecum content in rats. Bulletin of Chiba Hygiene College, 7: 27-30.
- Tufan M., Kutlu HR. (2021). Spirulina (Arthrospira): Kanatlı Kümes Hayvanlarında Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanılma Potansiyeli. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 9(7): 1264-1269.
- Venkataraman, L. V.; Somasekaran, T.; Becker, E. W., 1994: Replacement value of bluegreen alga (Spirulina platensis) for fishmeal and a vitamin-mineral premix for broiler chicks. British Poultry Science 35, 373– 381.
- Wahyuni, H. I., Yudiarti, T., Widiastuti, E., Sartono, T. A., Agusetyaningsih, I. & Sugiharto, S. (2023). Dietary supplementation of Spirulina platensis and Saccharomyces cerevisiae on egg quality, physiological condition and ammonia emission of hens at the late laying period. Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture, 48(1). DOI: 10.14710/jitaa.48.1. 47-57
- Wu Q, Liu L, Miron A, Klimova B, Wan D, Kuca K (2016). The antioxidant, immunomodulatory, and anti-inflammatory activities of Spirulina: an overview. Archives of Toxicology, 90: 1817-1840.27-30.
- Yalçinkaya, H. (2022). Düşük proteinli karma yemlere Spirulina platensis ilavesinin broylerlerde performans ve antioksidan kapasite üzerine etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı. Ankara, Türkiye.
- Yalçinkaya H., Yalçın, S.(2021) Spirulina Platensis: Özellikleri ve Kanatlı Hayvanların Beslenmesinde Önemi. Türkiye yem sanayicileri birliği derneği dergisi, 29:43-50.
- Yücesoy, F., Kaya, H. (2022). Kanatlı et kalitesi üzerine beslemenin etkisi. Palandöken Journal of Animal Sciences Technology and Economics, 1(1), 42-53
- Zahroojian N, Moravej H, Shivazad M (2013). Effects of dietary marine algae (Spirulina platensis) on egg quality and production performance of laying hens. Journal of Agricultural Science and Technology,15: 1353-1360.
- ZEWEIL H, ABAZA IM, ZAHRAN SM, AHMED MH, HAIAM M, ASMAA AS (2016). Effect of Spirulina platensis as dietary supplement on some biological traits for chickens under heat stress condition. Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences, 6: 8-12