

TARIM, ORMAN VE SU BİLİMLERİNDE TEORİK VE UYGULAMALI PERSPEKTİFLER

Editör: Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Esra HAKVERDİ



**TARIM, ORMAN VE
SU BİLİMLERİNDE
TEORİK VE UYGULAMALI
PERSPEKTİFLER**

Editör

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Esra HAKVERDİ



Tarım, Orman Ve Su Bilimlerinde Teorik Ve Uygulamalı Perspektifler
Editör: Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Esra HAKVERDİ

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan Balpetek

Kapak ve Sayfa Tasarımı: Duvar Design

Baskı: Mart 2025

Yayıncı Sertifika No: 49837

ISBN: 978-625-5551-87-0

© Duvar Yayınları

853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir

Tel: 0 232 484 88 68

www.duvar yayinlari.com

duvarkitabevi@gmail.com

İÇİNDEKİLER

Bölüm 11

Zeytinyağı Yan Ürünlerin Hayvansal Beslemede
Alternatif Yem Kaynağı Olarak Kullanımı
Yaşar Deray SAYGI

Bölüm 210

Duman Solüsyonu ile Priming Edilmiş Baklagil Karışımlarının
Hidroponik Ortamda Ot Verimi ve Kalitesi
Medine ÇOPUR DOĞRUSÖZ, Musa ÇEVİK

Bölüm 335

Acı Biberin (*Capsicum sp.*)
Kanatlı Hayvan Beslenmesinde Kullanımı ve Etkileri
Mehmet SARAÇOĞLU

Bölüm 461

Eğirdir Gölü ve Yöre Halkı İçin Önemi
Murat ÖZEN

Bölüm 1

Zeytinyağı Yan Ürünlerin Hayvansal Beslemede Alternatif Yem Kaynağı Olarak Kullanımı

Yaşar Deray SAYGI¹

1.Giriş

Günümüzde hayvanların besin madde gereksinimlerinin tam olarak karşılanamaması, özellikle yemlerin yüksek maliyetleri nedeniyle ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Çiftlik hayvanları yetiştiriciliğinde, yem giderleri toplam maliyetin %55-70'ini oluşturmakta, bu durum üreticiler için önemli bir ekonomik yük teşkil etmektedir. Bu maliyet baskıları, üreticilerin daha ekonomik yemleme yöntemleri geliştirmek amacıyla alternatif yem hammaddelerine yönelmelerine neden olmaktadır (Grasser ve ark., 1995).

Çeşitli endüstri yan ürünleri, hayvan yemlerinde ekonomik çözümler sağlamak amacıyla belirli oranlarda rasyonlarda kullanılabilir (Grasser ve ark., 1995). Nüfus artışının etkisiyle, hazır gıda ve konserve sanayisi hızla büyümekte ve bu durum, yem sektörü için önemli miktarda endüstri yan ürünü üretimine yol açmaktadır. Domates işleme, değirmencilik, makarna, fırıncılık, bisküvi, meyve suyu, mısır işleme, nişasta, süt ve süt ürünleri sanayi, alkol ve bira sanayi gibi alanlardan elde edilen yan ürünler, uygun miktarlarda rasyonlara dahil edildiğinde, hem yem maliyetlerini düşürmekte, hem de bu yan ürünlerin daha verimli bir şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır (Kutlu ve ark., 2014).

Ruminant hayvanların sindirim sistemi, tek mideli (monogastrik) hayvanlar ve kanatlıların sindiremediği selülozlu maddelerin tüketilmesine olanak sağlayan anatomik ve fonksiyonel farklılıklara sahiptir. Bu özellik, yoğun yemlerle birlikte yeşil, kuru kaba yemler ve silajların rasyonlarda yer almasını sağlayarak ekonomik ve verimli besleme yapılmasına imkân sağlamaktadır (Görgülü, 2002). Özellikle kış aylarında, ülkemizde çayır ve meraların yetersizliği ile yem bitkileri

¹ Öğr. Gör. Dr., Kayseri Üniversitesi Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksek Okulu

üretimindeki eksiklikler, endüstri yan ürünlerinin kullanımını daha da önemli hale getirmektedir.

Bu bağlamda, zeytinyağı üretimi sırasında ortaya çıkan, karasu ve prina gibi yan ürünler, ruminant hayvanlarda kullanılabilecek önemli kaynaklar sunmaktadır. Bu yan ürünlerin kullanımı, hem kaba yem açığının kapatılmasına ve rasyon maliyetlerinin düşürülmesine katkı sağlamakta hem de bu ürünlerin ekonomiye yeniden kazandırılmasına imkân tanımaktadır.

Bu derlemede, zeytinyağı üretimi sırasında elde edilen yan ürünler ve bu ürünlerin hayvan beslemede değerlendirilebilirliği ele alınacaktır.

2.Zeytinyağı Yan Ürünleri ve Üretim potansiyeli

Zeytin ağacı (*Olea europaea*), Akdeniz iklimine özgü, meyvesi tüketilen ve zeytingiller (Oleaceae) familyasına ait yaklaşık 25 cinsi ve 600 civarı türü olan bir ağaç çeşididir (Tokuşoğlu, 2010). Zeytin, genellikle 1-4 cm boyunda ve 0.6-2 cm çapında küçük meyveler verir. Zeytin meyvesi, perikarp (kabuk) ve endokarp (çekirdek) olmak üzere iki ana kısımdan oluşur. Perikarp, mezokarp (etli kısım) ve epikarp (kabuk) olarak ikiye ayrılır. Etli kısmı olan mezokarp, meyvenin % 68-83'ünü oluştururken, çekirdek % 13-30, meyve kabuğu ise % 1-2'lik bir oranı oluşturur. Zeytin meyvesi, zengin yağ içeriği ve besin değerleriyle dikkat çekmektedir. Zeytinin yağ içeriği, özellikle mezokarp kısmında yoğunlaşmış olup, zeytin meyvesindeki su oranı ortalama % 50, protein % 1.6, yağ % 20, karbonhidrat % 20, selüloz % 5-6 ve kül ise %1.5'tir (Tunalıoğlu, 2010).

Zeytin, kış sıcaklıklarının 7°C'nin altına düşmediği ve deniz seviyesinden 400 metreyi geçmeyen alanlarda, dağlık, bayırlı, engebeli ve ova gibi çeşitli arazi koşullarında yetişebilmektedir (Aksoy, 2012). Zeytin ağaçları, iklim ve toprak gereksinimleri sebebiyle dünya genelinde çoğunlukla Akdeniz kıyısı ülkelerinde (İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Tunus, Suriye, Fas, Fransa ve Portekiz) yetiştirilmektedir. Günümüzde dünya zeytin ağaç varlığının yaklaşık %93'ü bu ülkelerde bulunmaktadır. 2021 yılı verilerine göre dünya çapında yaklaşık 10,3 milyon hektar alanda toplamda 23 milyon ton zeytin üretimi yapılmaktadır (FAO, 2024).

Ülkemizde zeytin, özellikle Ege ve Marmara bölgeleri ilk sırada olmak üzere, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde de yoğun olarak yetiştirilmektedir. Ülkenin coğrafi konumu, toprak analizleri, zeytin üretimine yönelik çeşitli destekler, iyi tarım uygulamaları ve zeytin ile zeytinyağı ihracatı ve artan talep ile birlikte, Türkiye'deki zeytin üretimi devamlı olarak artmaktadır. Türkiye istatistik kurumu verilerine göre, 2000'de sofralık zeytin üretimi 490.000 ton, yağlık zeytin üretimi 1.310.000 ton iken, 2024'de sofralık zeytin üretimi

1.166.318 tona, yağlık zeytin üretimi ise 2.583.682 tona yükselmiştir. Aynı dönemde toplam zeytin ağaç sayısı 89.200'den 172.575'e çıkmıştır (TUİK, 2024).

Zeytinyağı üretiminde kullanılan ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak, prina, karasu, zeytin yaprakları ve dalları gibi yan ürünler oluşmaktadır (Keser ve Bilal, 2010). Geleneksel üretim yönteminde, zeytinler yıkandıktan ve sınıflandıktan sonra 600-1000 kg'lık granit değirmenlerde öğütülüp zeytin hamuru haline getirilir. Bu hamur, özel torbalara alınarak sıkma ünitelerine gönderilir ve soğuk sıkım işlemiyle yağ ve su elde edilir. Ardından, yağ-su karışımı santrifüj makinelerinde yoğunluk farkı ile karasuyundan ayrılır. Bu klasik yöntemde, yağ elde etme süresi uzun olup yan ürünlerde fazla yağ kalmaktadır. Günümüzde ise, zaman tasarrufu sağlamak ve daha fazla yağ elde etmek amacıyla sürekli (kontinü) sistemler geliştirilmiştir. Kontinü sistemleri iki ve üç fazlı olarak ikiye ayrılır. İki fazlı sistem, daha yeni bir teknoloji olup, karasu ve prina birlikte elde edilerek çevresel sorunların önüne geçilmesini sağlamaktadır (Malayoğlu ve Aktaş, 2011).

2.1.Karasu

Zeytinyağı üretimi sırasında elde edilen yan ürünler, zeytin meyvesinin özsuğu ve ekstraksiyon işlemi sırasında eklenen suğun birleşiminden oluşmaktadır. Bu yan ürünlerin oranı, kullanılan ekstraksiyon yöntemine göre değişiklik gösterir. Karasu, organik (örneğin polifenoller) ve inorganik maddeler içeren, koyu renkli ve zeytinyağına özgü bir kokusu olan sıvı bir atıktır (Arous ve ark., 2016). Ayrıca, pH değeri 3,0-5,9 arasında değişen, yüksek katı madde ve tuz içeriğine sahip bir bileşiktir. Karasu uygun şekilde işlenmezse, çevresel sorunlara yol açabilir. Özellikle, depolama havuzlarında sızdırmazlık sağlanmadığı takdirde yeraltı su kaynaklarının kirlenmesi, rahatsız edici kokuların yayılması, sinek üremesi ve görsel kirlilik gibi olumsuz etkiler ortaya çıkabilmektedir (Boğa, 2014).

Karasu miktarı, kullanılan zeytinyağı üretim yöntemine bağlı olarak değişebilmektedir; klasik (pressleme) yöntemiyle 1 ton zeytinden 400-500 litre, sürekli (continuous) yöntemle 1000-1300 litre ve iki fazlı continuous yöntemiyle 800-950 litre karasu elde edilmektedir. Zeytinyağı üretim bölgelerinde, büyük miktarlarda elde edilen bu fitotoksik atıklar, çevre kirliliğine neden olabilir. Ancak, bu atıklar gübre, kompost veya biyoenerji üretimi gibi çeşitli değerlendirme yöntemleriyle yeniden kullanılabilir (Çelik ve ark., 2008). Ayrıca, bu atık su, tek hücre biyokütle üretiminde kullanılarak protein eksikliğinin giderilmesine ve karasuyun değerlendirilmesine katkı sağlayabilir (Arous ve ark., 2016).Yapılan bir çalışmada, zeytin karasuyunun *Mentha spicata* yetiştiriciliğinde kullanıldığında bitkide esansiyel yağ oranını artırdığı

belirlenmiştir (El Hassani ve ark., 2010). Bu nedenle, zeytin yan ürünlerinin çevreye boşaltılmak yerine uygun alanlarda kullanılması, çevresel fayda sağlayarak geri kazanımı mümkün kılmaktadır.

Zeytinyağı üretiminin yapıldığı Akdeniz ülkelerinde, özellikle Aralık-Şubat ayları arasında önemli miktarda karasu yan ürünü olarak oluşmaktadır (Arous ve ark.,2016). Yüksek nem düzeyine bağlı olarak hızla bozulma riski taşıyan karasu, yüksek organik madde ve fenolik bileşikler içermesiyle de araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Karasu, konsantre edilerek veya kurutulularak hayvan beslemesinde kullanılabilir. Bu atık, özellikle ruminant hayvanlar için besin değeri sağlayabilecek potansiyele sahiptir ve uygun şekilde işlenerek hayvan yemlerine katılabilmektedir.

Karasuyun hayvan beslemesinde alternatif bir yem kaynağı olarak kullanımına ilişkin yapılan çalışmalar sınırlıdır. Koçlarla yapılan bir araştırmada, kuru ot ve kuru ot + konsantre karasu karışımıyla besleme yapılmış ve karasu verilen grupta, kuru madde sindirilebilirliğinin %54,6'dan %61,4'e, organik madde sindirilebilirliğinin ise %56,9'dan %61,9'a çıktığı tespit edilmiştir (Verna ve ark., 1988). Ayrıca, etlik piliç yemlerine 5 ve 10 g/kg düzeylerinde kurutulmuş karasu eklenmesinin performans verilerini etkilemediği, ancak et rengi ve pH'sının olumlu yönde değiştiği ve en önemlisi karasuyun etin raf ömrüne pozitif etkiler sağladığı bildirilmiştir (Durgut ve Akşit, 2008).

Yapılan başka bir çalışmada, rat yemlerine eklenen 10 mg/kg zeytin karasuyunun, ratlarda plazma antioksidan kapasitesini arttırdığı belirlenmiştir (Visioli ve ark., 2001). Keser ve Tanay (2010), besin değeri düşük kaba yemler (örneğin saman, kuru ot veya zeytin dalları) ile birlikte yeterli protein katkısı sağlandığında, karasu konsantresinin toplam yem karışımının % 60'ına kadar kullanılabileceğini, bu durumun en azından hayvanların yaşama oranını karşılayabileceğini ve canlı ağırlıkta az miktarda artışa yol açabileceğini belirtmişlerdir.

2.2.Prina (Zeytin Küspesi)

Zeytin küspesi, zeytinden yağ alındıktan sonra geriye kalan, yağ, çekirdek, kabuk ve etli kısmı içeren bir yan üründür. Yağ ekstraksiyonu sonrasında geriye kalan bu materyal, "pirina" olarak adlandırılmakta ve çeşitli alanlarda değerlendirilmekte olup, zeytinyağı üretiminden sonra bu atığın yüksek besin değeri hayvan beslemesinde kullanılmasına olanak tanımaktadır (Öksüz, 1998). Son yıllarda yapılan araştırmalar, pirinanın hayvan beslemesinde potansiyel bir yem kaynağı olarak kullanılabilceğini göstermektedir (Filya ve ark., 2006; Hadjipanayiotou, 2000; Gül ve ark., 2010). Pirinanın üretim metoduna bağlı olarak nem ve yağ içeriği değişiklik gösterse de, ortalama olarak %75-80 kuru

madde, %3-5 ham kül, %35-50 ham selüloz, %5-10 ham protein ve %8-15 ham yağ içermektedir (Amici ve ark.,1991). Günümüzde uygulanan modern teknolojiyle, pirinadaki yağ oranı %6'ya kadar düşürülmüş ve elekler aracılığıyla çekirdeklerin büyük bir kısmı ayrılarak pirinanın kalitesi artırılmıştır. Ayrıca, endüstriyel işlem sonrasında elde edilen pirinadaki yağ, kimyasal ekstraksiyon ile ayrılarak ham pirina yağı elde edilmektedir (Sadaghi ve ark.,2009).

Pirinanın hayvan beslemede kullanımı, diğer zeytin yan ürünlerine nazaran daha fazladır. Zeytinyağı üretiminde uygulanan yöntemler, zeytinlerin yetiştiği bölgenin coğrafi özellikleri, hasat zamanı ve çekirdeğin pirinadan ayrılma şekli gibi faktörler, pirinanın kimyasal içeriğini etkileyerek, bu yan ürünün hayvan beslemede kullanımını belirleyen önemli unsurlar arasında yer almaktadır (Amici ve ark.,1991).

Pirina, yüksek miktarda ham tanen, selüloz ve fenolik bileşikler içerdiği için besleyici değeri düşük olup, rumen mikroorganizmalarının selüloolitik aktivitelerini olumsuz etkileyebilir. Ancak, ruminant hayvanlar düşük besleyici değere sahip yemlerden yüksek verim alabilme kapasitesine sahip oldukları için bu yan üründen faydalanabilirler. Çiftlik hayvanlarında pirina kullanımını sınırlayan başlıca etken, pirinanın kimyasal bileşimindeki değişkenliktir. Bu değişkenliğin, yağ ekstraksiyon yöntemine, ekstraksiyon derecesine, hasat yılına ve zeytinin yetiştirildiği bölgenin coğrafi konumuna göre değişebileceği düşünülmektedir (Keser ve Tanay, 2010). Zeytin küspesinin %3 melas ile karıştırılarak silaj haline getirilmesi, yüksek kaliteli bir silaj elde edilmesini sağlamış ve bu işlem, ruminantlarda protein kullanımı ile mikrobiyel protein sentezini sınırlayan polifenol içeriğinde %40'lık bir azalma meydana getirmiştir. Bu da, zeytin küspesinin ruminant beslemede daha verimli bir şekilde kullanılabilmesini sağlamaktadır (Weinberg ve ark., 2008).

Pirinanın, laktasyondaki hayvanlar üzerindeki performansını incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada, Holstein inekleri, Sakız koyunu ve Şam keçilerinde zeytin küspesi silajının diğer kaba yemlerle birlikte kullanılabileceği belirtilmiş, en yüksek yararlanma oranının koyunlarda elde edildiği, koyun sütündeki yağ oranının önemli ölçüde arttığı ve zeytin küspesinden kaliteli silaj üretiminin mümkün olduğu ifade edilmiştir (Hadjipanayiotou, 1999). Bir başka çalışmada, keçilerin rasyonlarında %10 pamuk tohumu küspesi yerine %10 pirina kullanıldığında, süt kompozisyonunda olumsuz bir değişiklik gözlemlenmemiş ve pirinanın rasyon maliyetini düşürmesi nedeniyle kullanımının tavsiye edildiği vurgulanmıştır (Gül ve ark., 2010). Ayrıca, yapılan diğer tüm araştırmalar da pirinanın maliyetleri azaltması nedeniyle kullanımının önerildiğini göstermektedir (Hadjipanayiotou, 2000; Rowghani ve ark., 2008; Sadeghi ve ark., 2009; Gül ve ark., 2010).

Süt inekleri üzerinde yapılan bir araştırmada, toplam rasyonda %13 oranında çekirdeği alınmış peletlenmiş pirina kullanımının, kontrol grubuna göre daha yüksek yem tüketimi sağladığı belirlenmiştir. Buna karşılık, yemden yararlanma oranını kontrol grubunda daha yüksek olmuştur. Ancak, süt verimi ve sütteki yağ oranı açısından her iki grup arasında belirgin bir fark gözlemlenmemiştir. Araştırmacılar, az çekirdekli pirinanın süt inekleri rasyonlarında kullanılabileceği sonucuna (Cibik & Keleş, 2016).

Hadjipanayiotou (2000), ham pirinanın ruminant hayvanların beslenmesindeki etkinliğini incelemiştir. Araştırmada, laktasyondaki veya besi sığırına %20-25 oranında pirina verilmesinin, yüksek kalitedeki arpa samanına benzer yem değeri sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca, pirinanın tek başına ya da endüstriyel yan ürünler ve hayvansal atıklarla birlikte silolanmasının, besin madde içeriğini artırdığı ifade edilmiştir. Silolama sürecinde, pirinanın besin değerini yükseltmek amacıyla yem katkı maddelerinin (örneğin üre) kullanıldığı da vurgulanmıştır.

Mio ve arkadaşları (2007) gerçekleştirdikleri çalışmada, pirinanın kuzu etinin kimyasal kompozisyonu, karkas özellikleri ve canlı ağırlık üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında, 45 erkek kuzu 3 gruba ayrılarak 50 gün süreyle farklı yemlerle beslenmiştir. İkinci grup, %15 pirina katkılı konsantre yemle, üçüncü grup ise %30 pirina katkılı yemle beslenirken, birinci grup ticari konsantre yemle yemlenmiştir. Sonuçlar, %30 pirina içeren yemle beslenen grupta günlük canlı ağırlık artışının, deneme sonundaki canlı ağırlığın ve boş karkas ağırlığının azaldığını göstermiştir. Pirina ile beslenen kuzuların karkaslarındaki kasın kuru madde, protein ve yağ içeriği ise daha düşük olmuştur. Çalışmanın sonunda, kuzuların rasyonlarına %15 pirina eklenmesinin günlük canlı ağırlık artışı ve karkas ağırlığı üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığı belirtilmiştir.

Gül ve arkadaşları (2010), 23 Damaskus keçisi üzerinde yaptıkları bir çalışmada, pamuk tohumu küspesi yerine pirinanın kullanımını incelemişlerdir. Denemelerde, her grup için arpa %35, buğday kepeği %30, mısır %14,7, vitamin ve mineral katkı %0,1, tuz ise %0,2 sabit tutulmuş; farklı gruplarda sırasıyla pamuk tohumu küspesi (20, 10, 0) ve pirina (0, 10, 20) oranları değiştirilmiştir. Çalışma sonunda, pamuk tohumu küspesinin yerine pirina kullanımı, süt verimini etkilemeden süütün protein yüzdesinde (sırasıyla 4,5; 4,4; 4,1) ve süt yağında (sırasıyla 5,0; 4,1; 4,1) düşüşe neden olmuştur. Laktasyondaki Damaskus keçilerinde, süt verimi ve kompozisyonunda herhangi bir olumsuz etki gözlenmeden, %10 pamuk tohumu küspesi yerine pirina kullanılmasının uygun olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, pirina kullanımının yem maliyetini önemli ölçüde azalttığı vurgulanmış, %0, 10 ve 20 pirina kullanımı ile yem maliyetindeki

değişim sırasıyla 365, 340 ve 315 \$/ton olarak hesaplanmıştır (1\$ = 1,50 TL). Bu da ton başına 50 \$'lık bir tasarruf sağlandığını göstermektedir.

3.Sonuç

Hayvansal üretim maliyetlerini düşürmek, sürdürülebilir ve ekonomik bir tarım pratiği için kritik bir hedefdir. Bu amaç doğrultusunda, hem geleneksel yem maddelerinin etkin bir şekilde kullanılması hem de ucuz ve bol bulunan yeni yem kaynaklarının keşfi büyük önem taşımaktadır. Geleneksel yem maddelerinin etkin kullanımı için yapılan araştırmalar, bu yemlerin daha verimli bir şekilde işlenmesi ve besin değerlerinin artırılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Ancak, bu sürecin yanında, yeni alternatif yem kaynaklarının araştırılması, hayvansal üretim maliyetlerini daha da düşürebilecek ve sürdürülebilirliği artıracak bir yaklaşım sunmaktadır.

Zeytinyağı üretiminden elde edilen yan ürünler, özellikle zeytin küspesi ve karasu hayvansal besleme için potansiyel bir alternatif kaynak olarak öne çıkmaktadır. Zeytinyağı sanayisinden elde edilen bu yan ürünler, besleyici içerikleri ve düşük maliyetleriyle önemli bir yer tutmaktadır. Zeytin küspesi, yağsız ve çekirdekleri alınmış formuyla ruminantların rasyonlarına eklenebilirken, karasu da besleyici içerikleriyle hayvan beslemede kullanılabilir kaynaklar arasında yer almaktadır. Bu yan ürünlerin hayvansal beslemede kullanılması, hem çevre kirliliğini önleyecek hem de maliyetlerin düşürülmesine katkı sağlayacaktır.

Zeytinyağı ürünlerinin hayvan beslemedeki potansiyel faydalarının artırılabilmesi için bu kaynakların besin değeri, sindirilebilirlik ve hayvan üzerindeki etkileri üzerine daha fazla araştırma yapılmalıdır. Ayrıca, zeytinyağı endüstrisinde kullanılan yeni teknolojilerle bu yan ürünlerin kalitesi ve verimliliği artırılabilir. Sonuç olarak, zeytinyağı ürünleri, hayvansal üretim maliyetlerini düşürmek ve sürdürülebilir beslenme sağlamak amacıyla etkin bir şekilde değerlendirilebilir ve bu alanda yapılacak bilimsel çalışmalar, hayvan besleme pratiğinde bu alternatif kaynakların kullanımını yaygınlaştıracaktır.

Kaynaklar

- Aksoy, B.F. (2012). Organik zeytin ve zeytinyağı üretimi. http://www.undp.pff.org/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=70&Itemid=15 (Erişim: 13.09.2012).
- Amici, A., Verna, M., Martillotti, F. (1991). "Olive byproducts in animal feeding: Improvement and utilization.," Options Mediterraneennes- Serie Seminaires, 16: 149-152.
- Arous, F., Azabou, S., Jaouani, A., Zouari-Mechichi, H., Nasri, M., Mechichi, T. (2016). "Biosynthesis of single-cell biomass from olive mill wastewater by newly isolated yeasts", Environ Sci Pollut Res, 23: 6783–6792.
- Boğa, M. (2014). Zeytinyağı yan ürünlerinin ruminant beslemede kullanım olanakları. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(3), 137-143.
- Cibik, M., Keles, G. (2016). "Effect of stoned olive cake on milk yield and composition of dairy cows", Revue Méd. Vét., , 167 (5-6): 154-158.
- Çelik, G., Seven, Ü., Güçer, Ş. (2008). "Zeytin karasuyunun değerlendirilmesi", I. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, Edremit-Balıkesir, ss: 162-167.
- Durgut, G., Akşit, M. (2008). "Etlik piliç yemlerine karıştırılan zeytin karasuyunun piliçlerin bazı verim özellikleri ile et kalite özelliklerine etkisi", Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- El Hassani, F.Z., Zinedine, A., Mdaghri Alaoui, S., Merzouki, M., Benlemlih, M. (2010). "Use of olive mill wastewater as an organic amendment for *Mentha spicata* L.", Ind Crop Prod, , 2: 343–348.
- FAO (Food and Agriculture Organization), (2024). FAOSTAT veri tabanı, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.
- Filya, İ., Hanoğlu, H., Canbolat, Ö., Sucu, E. (2006). Kurutulmuş pirinanın yem değeri ve kuzu besisinde kullanıma olanakları üzerinde araştırmalar. 1. Yem Değerinin in situ Yöntemle Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, (2006) 20(1): 1-12.
- Görgülü, M. (2002). "Büyük ve küçükbaş hayvan besleme", Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü. Ders Kitabı. Genel Yayın No: 244. Yayın No: A-78.
- Grasser, L.A., Fadel, J.G., Garnett, I., Depeters, E. (1995). "Quantity and economic importance of 9 selected by-products used in California dairy rations", J. Dairy Sci., , 78: 962-971.
- Gül S, Keskin M, Kaya Ş. (2010). Olive cake usage as an alternative to cotton seed meal in dairy goat feeding. African Journal of Agricultural Research, 5: 1643-1646.

- Hadjipanayiotou, M. (1999). Feeding ensiled olivecake to lactating Chios ewes, Damascus goats and Friesian cows. *Livestock Production Science*, 59, 61–66.
- Hadjipanayiotou M. (2000). The use of crude olive cake silage as small ruminant feed in Cyprus: A review. *Cahires-Options Mediterraneennes*, 52: 51–54.
- Keser, O., & Bilal, T. (2010). “Zeytin sanayi yan ürünlerinin hayvan beslemede kullanım olanakları”, *Hayvansal Üretim*, , 51 (1): 64-72.
- Keser O., & Tanay B. (2010). Zeytin Sanayi Yan Ürünlerinin Hayvan Beslemede Kullanım Olanakları. *Hayvansal Üretim*, 51: 64-72.
- Kutlu, H.R., Serbester, U. (2014). “Ruminant beslemede son gelişmeler”, *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, , 2 (1): 18-37.
- Malayoğlu, H. B., & Aktaş, B. (2011). Zeytinyağı işleme yan ürünlerinden zeytin yaprağı ile zeytin karasuyunun antimikrobiyal ve antioksidan etkileri. *Hayvansal Üretim*, 52(1).
- Mioć B, Pavić V, Vnučec I, Prpić Z, Kostelić A, Sušić V. (2007). Effect of olive cake on daily gain, carcass characteristics and chemical composition of lamb meat. *Czech Journal of Animal Science*, 52: 31–36.
- Öksüz, E. (1998). Ülkemizde zeytin hasat mekanizasyon düzeyi, hasat edilebilirlik kriterleri ve üzerine bir maliyetinin belirlenmesi araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Adana.
- Sadeghi, H., Yansari, A.T., Ansari-Pirsarai, Z. (2009). “Effects of different olive cake by products on dry matter intake, nutrient digestibility and performance of Zel sheep”, *Int. J. Agric. Biol.*, 11: 39-43.
- Tokuşoğlu, Ö. (2010). Özel meyve: Zeytin. Kimyasi, kalite ve teknolojisi. Sidas Ltd. Şti., Manisa.
- TUİK, (2024). <https://data.tuik.gov.tr/Search/Search?text=zeytin>.
- Tunalıoğlu, R. (2010). “Türkiye zeytinciliğindeki gelişmeler” Mardin 7. ortak akıl ve güç birliği toplantısı.
- Verna, M., Martillotti, F., Puppo, S. (1988). “Composizione e valore nutritivo del residuo concentrato delle acque di vegetazione dei frantoi oleari”, *Ann. Ist. Sper. Zoot.*, 21: 147-156.
- Visioli, F., Caruso, D., Plasmati, E., Patelli, R., Mulinacci, N., Romani, A., Galli, G., Galli, C. (2001). “Hydroxytyrosol, as a component of olive mill waste water, is dose-dependently absorbed and increases the antioxidant capacity of rat plasma”, *Free Radic. Res.*, 34: 301-305.
- Weinberg, Z.G., Chen, Y., Weinberg, P. (2008). “Ensiling olive cake with and without molasses for ruminant feeding” *Bioresource Technology*, 99: 1526–1529.

Bölüm 2

Duman Solüsyonu ile Priming Edilmiş Baklagil Karışımlarının Hidroponik Ortamda Ot Verimi ve Kalitesi

Medine ÇOPUR DOĞRUSÖZ¹, Musa ÇEVİK²

Özet

Çalışma, yaygın fiği (*Vicia sativa* L.), yem bezelyesi (*Pisum sativum* spp. *arvense* L.) ve mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) tohumlarında duman solüsyonu ile priming işleminin hidroponik ortamda ot verimi ve kalitesi üzerine etkisini incelemek amacı ile yürütülmüştür. Bu amaçla hasat atıkları (findık ve haşhaş) kullanılarak iki farklı duman solüsyonu hazırlanmıştır. Çalışmada baklagil tohumları ikili karışımlar halinde 4 farklı tohum oranında (100:0, 75:25, 50:50, 25:75) ve üç türün eşit oranda karıştırıldığı oran ile toplamda 13 işlem oluşturulmuştur. Karışımlara kontrol olarak saf su ve her bir duman solüsyonunun %1 ve %10'luk oranları ile 18 saat 22 °C' de priming uygulanmıştır. Priming sonrası hidroponik kaplara alınan tohumlar iklim odasında 8 gün çimlenmeye bırakılmıştır. Hasat edilen örneklerde kuru ağırlık, ADF, NDF, ham protein oranı ve mineral madde (Ca, Mg, K ve P) içerikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda kullanılan baklagil tohumlarının hidroponik ortamda başarılı bir şekilde yetiştirilebileceği belirlenmiştir. Genel anlamda, her iki duman solüsyonu da ADF, NDF, ham protein oranı, mineral madde içeriğini teşvik ederek hidroponik sistemde yem kalitesini iyileştirmiştir. Ayrıca hidroponik sistemin olumsuz yönü olan kuru madde kaybı duman solüsyonu ile priming uygulanan işlemlerde daha düşük olmuştur. Elde edilen verilere göre, duman solüsyonu bakımından findık solüsyonu, konsantrasyon bakımından %1, karışım oranları bakımından ise mürdümüğün yüksek oranda bulunduğu karışımlar verim ve kalite bakımından daha ön plana çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hidroponik, Priming, Kuru madde, Baklagil, Duman solüsyonu

¹ Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, medine.copur@bozok.edu.tr; <https://orcid.org/0000-0002-9159-1699>

² Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, ankamucevik@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7634-2889>

Abstract

The study was conducted to investigate the effect of smoke solution priming of seeds of common vetch (*Vicia sativa* L.), forage pea (*Pisum sativum* spp. *arvense* L.) and grass pea (*Lathyrus sativus* L.) on the yield and quality of forage in a hydroponic system. For this purpose, two different smoke solutions were prepared from harvest residues (hazelnut and poppy). Legume seeds were mixed creating a total of 13 treatments, which included four different seed ratios (100:0, 75:25, 50:50, 25:75) for each species and triple mixture in equal proportions. These seed mixtures were also subjected to priming with pure water as control and each smoke solution at 1% and 10% concentrations for 18 hours at 22 °C. The primed seeds were then placed in hydroponic containers and grown for 8 days in a climate chamber. After harvest, dry weight, ADF, NDF, crude protein content, and mineral content (Ca, Mg, K, and P) were analyzed. As a result, it was determined that legume seeds could be successfully grown in a hydroponic environment. Generally speaking, both smoke solutions improved the feed quality in the hydroponic system by promoting ADF, NDF, crude protein ratio, mineral substance content. Additionally, the drawback of the hydroponic system, which is dry weight loss, was alleviated with both smoke solutions. According to the obtained data, the hazelnut solution, the 1% concentration, and the high presence of grass pea in the mixtures stood out in terms of yield and quality improvement.

Keywords: Hydroponics, Priming, Dry weight, Legume, Smoke solution

1. Giriş

İnsan nüfusunun hızla artması ile hayvansal gıdalara olan ihtiyaçta bu doğrultuda hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu bağlamda hayvan beslemede, kaba yemler hayvan sağlığına olumlu etkileri ve girdi maliyetlerinin düşük olması sebebi ile ön plana çıkmaktadır (Özkan, 2020).

Hayvanların kaba yem ihtiyacı, kış aylarında karşılanamamaktadır (Kılıç, 2016). Bu sebepten dolayı hayvanların yeşil taze kaba yeme ulaşmasını sağlayacak hidroponik yem sistemi, günümüzde yaygınlaşmaya başlamış ve hidroponik üretim sisteminin kaba yem üretimine önemli katkılar sağlayabileceği belirlenmiştir. Bu yöntemde 6-8 gün içerisinde tohumlar çimlenip hasat edilebilmekte olup üretim boyunca kullanılan su miktarı tarlada üretim için kullanılan suyun yalnızca % 3-5' i kadardır (Karaşahin, 2014; Baytekin 2015).Sistemde kuru ağırlığın azalması, sistemin en büyük sorunu olarak görülmektedir (Fazaeli ve ark. 2012). Sistemde kuru ağırlık kaybını en aza indirerek, elde edilecek üründe kaliteyi ve verimi artırabilmek için çimlenme ve fide gelişimi üzerine uygulanan birçok priming uygulaması (Yari ve ark., 2010) bu hidroponik üretimde de değerlendirilmektedir.

Hasat artıklarının yakılması ile dumanlarının suda tutulmasıyla elde edilen bu solüsyonlar ister tohuma priming olarak ister toprağa doğrudan uygulanabilirler (Doğrusöz ve ark. 2021). Çimlenme üzerindeki etkisinin içeriğindeki butenoloid (3-metil-2Hfuro [2,3-c] piran-2-on) ve yanmış selülozdan ileri geldiği bildirilmiştir (Van Staden ve ark. 2004; Flematti ve ark. 2004).

Elde edilen sonuçların etkinliğinin priming bekletme süresi ve kaynağından ayrıca bitki materyalinden kaynaklı olduğunu (Dogrusöz ve ark., 2020), duman solüsyonlarının yüksek dozlarda olumsuz düşük dozlarda ise olumlu sonuçlar ortaya koyduğu bildirilmiştir (De Lange ve Boucher, 1990).

Bu çalışmada; hidroponik yem üretim sisteminde yaygın olarak kullanılan bitkilerin aksine sistemde baklagil familyasından yaygın fiğ, yem bezelyesi ve mürdümük bitkileri yetiştirilmiştir. Bitkisel kaynaklı duman solüsyonlarının ve dozlarının priming için kullanımının hidroponik sistemin temel sorunu olan kuru ağırlık kaybını önleme ile ot verimi ve kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir.

2. Gereç ve Yöntemler

Çalışmada yaygın fiğin (*Vicia sativa* L.) “Tamkoç-2000”, yem bezelyesinin (*Pisum sativum* spp. *Arvense* L.) “Özkaynak” ve mürdümüğün (*Lathyrus sativus* L.) “Gürbüz-2001” çeşitlerine ait tohumlar kullanılmıştır. Çalışma Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde yer alan iklim odasında kontrollü şartlarda yürütülmüştür.

2.1. Duman Solüsyonun Hazırlanması

Tohumlara priming uygulaması için iki farklı bitkinin (haşhaş ve fındık) hasat artığı kullanılmıştır. Haşhaş ve fındık hasat artıkları kurutularak yakma işlemi için 1 kg tartılmıştır. Fındık artığı, fındık zurufu olarak bilinen dış yeşil kabuktur. Haşhaş artığı ise kapsül denilen dış kabuk ve bitkinin sap kısmından elde edilmiştir. Duman solüsyonu hazırlamada yakma ünitesi, vakum ünitesi ve su haznesinden oluşan özel yakma düzeneği kullanılmıştır (Başaran ve ark., 2019). Kurutulmuş materyal yakma ünitesinde yakılarak, vakum ünitesi yardımıyla çıkan dumanın 4 litre saf su içerisinde tutunması sağlanmıştır. Yakma işlemi tamamlandıktan sonra süzülerek stok duman solüsyonu hazırlanmıştır. Bu işlem hem haşhaş hem de fındık kalıntıları için ayrı ayrı yapılmıştır. Hazırlanmış duman solüsyonları saf su ile seyreltilerek %1 ve %10'luk iki farklı solüsyon hazırlanmıştır. Çalışma duman solüsyonu kaynağına göre iki farklı deneme şeklinde yürütülmüştür.

2.2. Priming Uygulaması ve Denemenin Kurulması

Yaygın fiği, yem bezelyesi ve mürdümük tohumlarının 4 farklı tohum oranında (100:0, 75:25, 50:50, 25:75) ikişerli olarak ve üç türün eşit oranda yer aldığı toplam

13 işlem oluşturulmuştur. Kullanılan tohum miktarı, 15×16×5 cm boyutlarındaki kaplara yalın mürdümük ve yem bezelyesi 120 gr, yaygın fiği ise 100 gram olarak ayarlanmış ve bu miktarlardan karışım oranları hesaplanmıştır. Tartılan tohumlar %5 sodyum hipoklorit solüsyonunda 30 dakika (Al-Karaki ve Al-Momani 2011) sterilize edildikten sonra priming işlemine hazır hale getirilmiştir (Erbaş Köse ve ark., 2019). Steril edilen tohumlar, 200 cc'lik saf su ile %1 ve %10'luk haşhaş ve fındık duman solüsyonlarında, kontrol işlemi ise yalnızca saf su ile 18 saat 22 °C' de bekletilerek priming edilmiştir. Daha sonra tekrar yıkanarak aynı kaplara yerleştirilmiş ve iklim odasına alınmıştır. Deneme iklim odasında 8 gün boyunca devam ettirilmiş ve ilk iki gün 25 °C' de karanlık şartlarda, kalan 6 günde ise 25 °C' de 16:8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot şartlarında tutulmuştur. Sulama günde 6 kez sprey halinde ve eşit miktarda yapılmıştır.

2.3. Yapılan gözlem ve ölçümler

Kuru ağırlık (g): Sekiz günün sonunda kaplardaki tüm bitki materyalleri alınarak 65 °C' de 48 saat kurutma kabininde kurutulularak kuru ağırlıkları gr cinsinden elde edilmiştir. Kuru ağırlık (KA) hesaplanırken işleme ait tüm kapta bulunan filizlerin ağırlığı eşitlenerek g/işlem cinsinden ifade edilmiştir.

Ham protein, ADF, NDF ve mineral madde (Ca, K, Mg ve P) içerikleri (%): Kurutulmuş örnekler ot değirmeni ile öğütülerek 1mm'lik elekten geçirilmiştir. Öğütülmüş örnekler NIRS (Foss 6500) cihazında (near infrared reflectance spectroscopy; Silver Spring, MD, USA), IC0904-FE programı ile ham protein (HP;%), ADF (acid detergent fiber,%), NDF (neutral detergent fiber ; %) ve mineral madde (Ca, P, K and Mg;%) analizleri yapılmıştır.

Her iki denemeden elde edilen sonuçlar ayrı ayrı SPSS 20.0 paket programı ile bölünmüş parseller deneme desenine göre analiz edilmiştir. Ayrıca ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testi ile incelenmiştir.

3. Bulgular

3.1. Fındık zurufu kaynaklı duman solüsyonu denemesi

Hidroponik ortamda farklı karışım oranları ile yetiştirilen mürdümük, yaygın fiğ ve yem bezelyesinde iki farklı oranda fındık zurufu kaynaklı duman solüsyonu ile ön işlem uygulamanın kuru ağırlık oranı, ADF, NDF, ham protein oranı ve mineral madde (Ca, Mg, K ve P) içeriklerine etkisi ve Duncan gruplandırması; Tablo 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, ve 4.8'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Hidroponik ortamda yetiştirilen baklagil karışımlarında fındık zurufu kaynaklı duman solüsyonunun kuru ağırlık (g/işlem) değişimi üzerine etkisi.

Karışım Oranları	Kuru Ağırlık **			Ortalama
	Kontrol	%1 Solüsyon	%10 Solüsyon	
Yaygın fiğ	89.33 mno	98.00 jk	114.00 efg	100.44
Mürdümük	102.93 ij	124.00 ab	122.00 abc	116.31
Yem bezelyesi	95.47 kl	115.00 d-g	115.00 d-g	108.48
25M-75F	78.40 p	119.00 a-f	116.00 c-g	104.46
50M-50F	85.07 no	115.00 d-g	118.00 b-f	106.02
75M-25F	89.07 mno	121.00 a-d	120.00 a-e	110.02
25B-75F	76.27 p	113.00 fg	114.00 efg	101.08
50B-50F	84.27 o	111.00 gh	113.00 fg	102.75
75B-25F	90.67 lmn	114.50 efg	113.00 fg	106.05
25M-75B	94.40 klm	116.00 c-g	114.00 efg	108.13
50M-50B	97.07 k	125.00 a	122.00 abc	114.68
75M-25B	96.00 kl	106.00 hı	114.00 efg	105.33
3'lü Karışım	86.40 no	118.00 b-f	114.00 efg	106.13
Ortalama**	89.64 B	115.04 A	116.08 A	

**.:p<0.01;Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur (p<0.05).

Hidroponik baklagil karışımlarında belirlenen kuru ağırlıklara solüsyon dozu ve solüsyon dozu X karışım oranını etkisi çok önemli (p<0.01) olmuş, ancak karışım oranlarının etkisi önemsiz bulunmuştur (Tablo 4.1). En yüksek kuru ağırlık %1'lik solüsyon ile priming işlemi uygulanmış 50M-50B (125.00 g/işlem) işleminde belirlenmiştir.

Tablo 3.2. Hidroponik ortamda yetiştirilen baklagil karışımlarında fındık zurufu kaynaklı duman solüsyonunun ham protein oranı (%) üzerine etkisi.

Karışım Oranları	Ham Protein Oranı (%)**			Ortalama **
	Kontrol	%1 Solüsyon	%10 Solüsyon	
Yaygın fiğ	32.29 f-j	33.15 c-h	30.71 klm	32.05 cd
Mürdümük	34.04 bcd	36.30 a	35.17 ab	35.17 a
Yem bezelyesi	30.14 lm	29.73 m	31.77 h-k	30.55 e
25M-75F	33.16 c-h	33.86 b-e	31.86 g-k	32.96 bc
50M-50F	32.90 d-ı	34.67 bc	33.20 c-h	33.59 b
75M-25F	33.32 c-g	35.23 ab	33.24 c-h	33.93 b
25B-75F	31.53 ı-l	31.79 g-k	30.10 lm	31.14 de
50B-50F	31.44 ı-l	31.18 j-m	30.33 klm	30.98 de
75B-25F	31.34 jkl	31.78 g-k	34.09 bcd	32.40 c

25M-75B	31.72 h-k	31.14 j-m	30.96 j-m	31.27 de
50M-50B	33.87 b-e	31.81 g-k	33.14 c-h	32.94 bc
75M-25B	34.30 bcd	33.76 b-f	32.95 d-ı	33.60 b
3'lü Karışım	33.14 c-h	32.47 e-j	33.82 b-e	33.15 bc
Ortalama	32.55	32.84	32.41	

**: $p<0.01$; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p<0.05$).

Bu uygulama da ise solüsyonların etkisi önemsiz bulunurken, doz X karışım interaksyonu çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 4.2).. En yüksek ham protein değeri %1'lik solüsyon uygulamasında yalın mürdümük (%36.30) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.3. Hidroponik ortamda yetiştirilen baklagil karışımlarında findık zurufu kaynaklı duman solüsyonunun ADF oranı (%) üzerine etkisi.

Karışım Oranları	ADF (%)**			Ortalama
	Kontrol	%1 Solüsyon	%10 Solüsyon	
Yaygın fiğ	15.01 h-l	19.27 a-e	20.19 a-d	18.16
Mürdümük	16.95 e-ı	19.93 a-e	20.16 a-d	19.01
Yem bezelyesi	13.83 j-m	18.54 b-e	20.34 a-d	17.57
25M-75F	13.31 j-m	17.76 d-h	18.42 c-f	16.49
50M-50F	13.72 j-m	19.22 a-e	21.57 ab	18.17
75M-25F	15.24 g-j	18.05 c-g	20.23 a-d	17.84
25B-75F	11.95 m	18.03 c-g	19.44 a-e	16.47
50B-50F	12.32 klm	19.90 a-e	20.32 a-d	17.51
75B-25F	12.25 ml	19.11 a-e	20.95 abc	17.44
25M-75B	15.47 f-j	17.71 d-h	18.31 c-f	17.16
50M-50B	13.47 j-m	22.04 a	18.86 b-e	18.12
75M-25B	14.22 ı-m	17.66 d-h	19.68 a-e	17.18
3'lü Karışım	13.49 j-m	18.56 b-e	18.48 cde	16.84
Ortalama **	13.94 C	18.90 B	19.76 A	

**: $p<0.01$; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p<0.05$).

Bu işlemde solüsyon dozu ve solüsyon X karışım interaksyonunun etkisi çok önemli ($p<0.01$) olmuştur (Tablo 4.3). En yüksek ADF oranı %1 solüsyon uygulanmış 50M-50B (%22.04) karışım oranı ile yapılan işlemde elde edilmiştir.

Tablo 3.4. Hidroponik ortamda yetiştirilen baklagil karışımlarında findık zurufu kaynaklı duman solüsyonunun NDF oranı (%) üzerine etkisi.

Karışım Oranları	NDF (%)**			
	Kontrol	%1 Solüsyon	%10 Solüsyon	Ortalama
Yaygın fiğ	22.57 efg	27.67 bcd	29.21abc	26.48
Mürdümük	22.01 fgh	27.23 bcd	26.36 bcd	25.20
Yem bezelyesi	19.30 ghi	26.72 bcd	28.61 a-d	24.88
25M-75F	21.14 ghi	26.66 bcd	26.81 bcd	24.87
50M-50F	19.59ghi	26.85 bcd	29.37 abc	25.27
75M-25F	20.62 ghi	25.44 c-f	28.38 bcd	24.81
25B-75F	19.33 ghi	27.34 bcd	28.93 a-d	25.20
50B-50F	18.52 hi	29.62 ab	30.02 ab	26.05
75B-25F	17.83 i	28.39 bcd	29.19 abc	25.14
25M-75B	19.92 ghi	25.59 cde	27.28 bcd	24.27
50M-50B	18.19 i	32.17 a	27.09 bcd	25.82
75M-25B	18.06 i	25.99def	19.50 ghi	23.59
3'lü Karışım	27.73 bcd	27.13 bcd	27.47 bcd	24.70
Ortalama **	19.74 B	27.37 A	28.19 A	

**: $p < 0.01$; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p < 0.05$).

Farklı duman solüsyonlarının uygulandığı çalışmamızda karışım oranlarının etkisi önemsiz bulunmuş olup doz X karışım interaksyonu ve solüsyon dozlarının etkisi çok önemli ($p < 0.01$) olmuştur (Tablo 4.4). Tabloya baktığımızda 50M-50B (%32.17) %1 ve 50B-50F (%30.02) %10 karışım ve solüsyon oranlarının en avantajlı işlemler olduğu görülmektedir.

Tablo 3.5. Hidroponik ortamda yetiştirilen baklagil karışımlarında findık zurufu kaynaklı duman solüsyonunun Ca oranı (%) üzerine etkisi.

Karışım Oranları	Ca (%)**			
	Kontrol	%1 Solüsyon	%10 Solüsyon	Ortalama**
Yaygın fiğ	0.36 klm	0.48 c-k	0.43 e-l	0.40 c
Mürdümük	0.66 ab	0.41 f-l	0.52 b-j	0.53 ab
Yem bezelyesi	0.49 c-k	0.36 j-m	0.48 c-k	0.44 bc
25M-75F	0.25 m	0.53 b-ı	0.41 f-l	0.39 c
50M-50F	0.51 b-j	0.50 c-j	0.49 c-k	0.50 abc
75M-25F	0.59 bcd	0.60 bc	0.38 h-l	0.52 ab
25B-75F	0.37 ı-m	0.46 c-k	0.42 f-l	0.42 bc
50B-50F	0.39 h-l	0.44 d-l	0.44 d-l	0.42 bc
75B-25F	0.34 klm	0.43 d-l	0.47 c-k	0.42 bc

25M-75B	0.46 c-k	0.46 c-k	0.48 c-k	0.47 abc
50M-50B	0.56 b-f	0.40 g-l	0.47 c-k	0.48 abc
75M-25B	0.55 b-g	0.58 b-e	0.53 b-h	0.55 a
3'lü Karışım	0.56 b-f	0.40 g-l	0.73 a	0.56 a
Ortalama **	0.46 B	0.46 B	0.48 A	

**: $p<0.01$; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p<0.05$).

Karışım oranlarının ve farklı duman solüsyonu dozlarının uygulandığı çalışmamızda karışımların etkisi çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Bununla birlikte baklagil karışımlarında doz X karışım ve solüsyon dozlarının etkisi çok önemli olmuştur ($p<0.01$), (Tablo 4.5). Tabloya göre işlemler sonucunda en yüksek Ca oranı %10'luk solüsyon uygulanan 3'lü karışımdan (% 0.73) elde edildiği görülmüştür. Karışım etkisi bakımından tabloyu incelediğimiz zaman en yüksek değer 3'lü karışımdan (%0.56) elde edildiği görülmektedir.

Tablo 3.6. Hidroponik ortamda yetiştirilen baklagil karışımlarında fındık zurufu kaynaklı duman solüsyonunun K oranı (%) üzerine etkisi.

Karışım Oranları	K (%)**			Ortalama
	Kontrol	%1 Solüsyon	%10 Solüsyon	
Yaygın fiğ	4.83 d-m	4.65 h-n	4.52 j-n	4.66
Mürdümük	4.96 c-ı	4.63 h-n	4.78 e-n	4.78
Yem bezelyesi	5.45 a	4.79 e-n	4.66 h-n	4.96
25M-75F	4.89 d-j	4.42 m-n	4.82 e-n	4.70
50M-50F	5.13 a-f	4.44 lmn	4.47 k-n	4.67
75M-25F	5.01 b-h	4.63 h-n	4.40 n	4.67
25B-75F	5.38 ab	4.96 c-ı	4.72 f-n	5.01
50B-50F	5.24 a-d	4.77 e-n	4.88 d-k	4.96
75B-25F	5.32 abc	4.78 e-n	4.64 h-n	4.91
25M-75B	5.05 b-h	4.94 c-j	4.70 g-n	4.89
50M-50B	5.19 a-e	4.88 d-k	4.56 ı-n	4.87
75M-25B	5.11 a-g	4.85 d-l	4.84 d-l	4.93
3'lü Karışım	5.48 a	4.82 e-n	4.90 d-j	5.06
Ortalama **	5.15 A	4.73 B	4.68 B	

**: $p<0.01$; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p<0.05$).

Baklagil karışımlarına, hidroponik ortamda, duman solüsyonu ile muamele yapılarak yürüttüğümüz çalışmalar sonucunda; K oranı üzerinde karışımların etkisi önemsiz olmuş buna karşılık solüsyon dozu X karışım oranlarının interaksyonu çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 4.6). İşlemler sonucunda en yüksek K değeri

kontrol grubunda bulunan 3'lü karışım (%5.48) işleminde gerçekleşmiştir. Solüsyon uygulamalarının K oranında pozitif bir etkisi görülmemiştir.

Tablo 3.7. Hidroponik ortamda yetiştirilen baklagil karışımlarında fındık zurufu kaynaklı duman solüsyonunun Mg oranı (%) üzerine etkisi.

Karışım Oranları	Mg (%)**			Ortalama
	Kontrol	%1 Solüsyon	%10 Solüsyon	
Yaygın fiğ	0.30 abc	0.27 b-1	0.29 b-e	0.29
Mürdümük	0.27 c-1	0.26 d-j	0.26 e-j	0.26
Yem bezelyesi	0.25 f-j	0.24 hij	0.28 b-h	0.25
25M-75F	0.27 c-1	0.31 ab	0.25 e-j	0.28
50M-50F	0.28 b-g	0.26 e-j	0.26 e-j	0.26
75M-25F	0.28 b-h	0.27 b-1	0.29 b-f	0.28
25B-75F	0.28 b-g	0.28 b-g	0.26 c-j	0.27
50B-50F	0.25 f-j	0.26 c-1	0.25 e-j	0.25
75B-25F	0.23 ij	0.27 c-1	0.29 b-f	0.26
25M-75B	0.22 j	0.26 d-j	0.25 e-j	0.25
50M-50B	0.24 g-j	0.25 e-j	0.30 a-d	0.26
75M-25B	0.24 g-j	0.27 b-1	0.27 b-1	0.26
3'lü Karışım	0.28 b-f	0.24 g-j	0.34 a	0.29
Ortalama	0.26	0.26	0.28	

**: $p < 0.01$; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p < 0.05$).

Duman solüsyonu ile priming uygulaması yaptığımız baklagil karışımlarının hidroponik ortamda Mg üzerindeki etkisini araştırdığımız bu çalışmamızda solüsyon dozu X karışım oranlarını interaksyonu çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuş, solüsyon ve karışımın etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Tablo 4.7). %10'luk solüsyonda 3'lü karışım (%0.34) işlemi sonucunda en yüksek Mg oranı elde edilmiştir.

Tablo 3.8. Hidroponik ortamda yetiştirilen baklagil karışımlarında fındık zurufu kaynaklı duman solüsyonunun P oranı (%) üzerine etkisi.

Karışım Oranları	P (%)**			Ortalama
	Kontrol	%1 Solüsyon	%10 Solüsyon	
Yaygın fiğ	0.50 ı	0.54 c-h	0.54 c-h	0.52 cde
Mürdümük	0.59 a	0.55 b-f	0.58 ab	0.57 a
Yem bezelyesi	0.54 c-h	0.55 b-f	0.57 abc	0.55 abc
25M-75F	0.49 ı	0.53 e-h	0.53 e-h	0.52 e
50M-50F	0.53 d-h	0.53 e-h	0.57 abc	0.54 bcd
75M-25F	0.54 c-g	0.55 b-f	0.53 fgh	0.54 bcd

25B-75F	0.51 ghi	0.53 fgh	0.51 hı	0.52 e
50B-50F	0.51 ghi	0.53 e-h	0.55 b-f	0.53 cde
75B-25F	0.51 ghi	0.55 b-f	0.56 a-e	0.54 bcd
25M-75B	0.54 c-h	0.55 b-f	0.54 c-h	0.54 bcd
50M-50B	0.55 c-f	0.58 ab	0.54 c-g	0.56 ab
75M-25B	0.54 c-h	0.56 a-d	0.57 abc	0.56 ab
3'lü Karışım	0.55 c-f	0.54 c-h	0.58 ab	0.55 ab
Ortalama **	0.53 B	0.55 A	0.55 A	

**: $p < 0.01$; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p < 0.05$).

Hidroponik sistemde farklı karışım ve solüsyon oranları uygulayarak yürüttüğümüz çalışmamız sonucunda karışım oranları, doz X karışım ve solüsyonların etkisi çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Tablo 4.8). İnteraksiyona baktığımız zaman en yüksek P oranı kontrol grubunda yalın mürdümük (%0.59) işleminden elde edilmiş olup Solüsyon ortalamalarına baktığımız zaman %1 ve %10'luk solüsyon uygulamalarında %0.55 değer ile kontrole göre daha yüksek bir sonuç elde edilmiştir.

3.2. Haşhaş duman solüsyonu denemesi

Hidroponik ortamda farklı karışım oranları ile yetiştirilen mürdümük, yaygın fiğ ve yem bezelyesinde iki farklı oranda materyal olarak haşhaş bitki artıklarından elde edilen duman solüsyonu ile ön işlem uygulamanın kuru ağırlık oranı, ADF, NDF, ham protein oranı ve mineral madde (Ca, Mg, K ve P) içeriklerine etkisi ve Duncan gruplandırması Tablo 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, ve 4.16'da verilmiştir.

Tablo 3.9. Hidroponik ortamda yetiştirilen baklagil karışımlarında haşhaş duman solüsyonlarının kuru ağırlık değişimi (g/işlem) üzerine etkisi.

Karışım Oranları	Kuru Ağırlık**			
	Kontrol	%1 Solüsyon	%10 Solüsyon	Ortalama **
Yaygın fiğ	89.33 jkl	94.00 h-k	97.00 e-ı	93.44 cd
Mürdümük	102.9 b-e	106.0 ab	112.0 a	106.9 a
Yem bezelyesi	95.47 f-k	96.00 f-j	105.0 bc	98.82 bc
25M-75F	78.40 m	102.0 b-f	101.0 b-g	93.80 cd
50M-50F	85.07 l	103.0 b-e	104.0 bcd	97.36 bc
75M-25F	89.07 kl	104.0 bcd	106.0 ab	99.69 abc
25B-75F	76.27 m	96.00 f-j	96.00 f-j	89.42 d
50B-50F	84.27 l	97.00 e-ı	97.00 e-ı	92.76 cd
75B-25F	90.67 ı-l	99.00 c-h	98.00 d-h	95.89 bcd
25M-75B	94.40 g-k	101.0 b-g	101.0 b-g	98.80 bc

50M-50B	97.07 e-1	98.00 d-h	104.0 bcd	99.69 abc
75M-25B	96.00 f-j	106.0 ab	104.0 bcd	102.0 ab
3'lü Karışım	86.40l	94.00 h-k	101.0 b-g	93.80 cd
Ortalama **	89.64 B	99.69 A	102.00 A	

**: $p<0.01$; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p<0.05$).

Materyal olarak haşhaş bitkisinden elde edilen duman solüsyonu ile priming uygulaması yaptığımız bu denemede, kuru ağırlık bakımından solüsyon dozu, karışım oranları etkisi ve doz X karışım etkisi çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 4.9). Tabloyu incelediğimiz zaman uygulanan tüm dozlar (%1 ve %10) kontrolün üzerinde kuru ağırlık oranlarına sahip olmuştur. Bu bağlamda en yüksek kuru ağırlık değeri %10 solüsyon işleminden yalın mürdümük (112.00 g/işlem) elde edilmiştir. Solüsyonların etkisine baktığımız zaman her iki doz uygulama ortalaması kuru ağırlık oranında kontrole göre pozitif etkide bulunmuştur.

Tablo 3.10. Hidroponik ortamda yetiştirilen baklagil karışımlarında haşhaş duman solüsyonlarının ham protein oranı (%) üzerine etkisi.

Karışım Oranları	Ham Protein Oranı (%) **			Ortalama
	Kontrol	%1 Solüsyon	%10 Solüsyon	
Yaygın fiğ	32.39 f-l	30.52 lmn	30.34 mn	31.05 fg
Mürdümük	34.04 b-f	35.23 ab	33.08 c-j	34.08 abc
Yem bezelyesi	30.15 mn	30.37 mn	31.14 j-n	30.52 g
25M-75F	31.70 h-n	33.26 c-ı	31.20 j-n	32.02 ef
50M-50F	32.44 e-k	34.77 abc	33.53 b-g	33.54 bcd
75M-25F	34.33 bcd	35.23 ab	33.44 b-h	34.33 ab
25B-75F	30.32 mn	31.96 g-m	30.50 lmn	30.90 fg
50B-50F	30.52 lmn	31.44 ı -n	29.90 n	30.62 g
75B-25F	31.34 ı-n	32.96 c-j	30.59 lmn	31.56 fg
25M-75B	30.64 k-n	31.72 g-n	31.79 h-n	31.35 fg
50M-50B	31.72 g-n	33.97 b-f	32.72 d-j	32.77 de
75M-25B	34.30 bcd	36.05 a	34.27 b-e	34.84 a
3'lü Karışım	31.60 h-n	33.14 c-ı	34.26 b-e	32.98 cde
Ortalama **	31.96 B	33.08 A	32.02 B	

**: $p<0.01$; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p<0.05$).

Bitkisel kaynaklı duman solüsyonunun ham protein değeri üzerindeki etkisini incelediğimiz tablomuzda karışım oranlarının, solüsyon oranlarının ile doz X karışım etkisi çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 4.10). Tablomuzu incelediğimizde en yüksek ham protein değerlerinin %1'lik solüsyon doz

uygulamasında olduğu belirlenmiş, bu sonuca göre en yüksek değer 75M-25B (%36.05) işleminden elde edilmiştir.

Tablo 3.11. Hidroponik ortamda yetiştirilen baklagil karışımlarında haşhaş duman solüsyonlarının ADF ağırlık oranı (%) üzerine etkisi.

Karışım Oranları	ADF (%)**			
	Kontrol	%1 Solüsyon	%10 Solüsyon	Ortalama
Yaygın fiğ	15.01 hı	18.38 efg	18.48 efg	17.29
Mürdümük	16.95 fgh	22.56 a-d	21.35 a-e	20.29
Yem bezelyesi	13.83 hı	24.02ab	19.43 def	19.09
25M-75F	21.44 a-e	13.31 hı	19.85 def	18.20
50M-50F	20.86 a-e	13.72 hı	19.33 def	17.97
75M-25F	24.09 ab	15.24 ghı	20.55 b-f	19.96
25B-75F	19.39 def	11.95 ı	19.88 def	17.07
50B-50F	20.74 a-e	12.32 ı	19.16 def	17.41
75B-25F	12.25 ı	20.27 c-f	19.79 ef	17.44
25M-75B	22.21 a-d	15.47 ghı	20.99 a-e	19.55
50M-50B	23.65 abc	13.47 hı	22.33 a-d	19.81
75M-25B	14.22 hı	22.42 a-d	20.74 a-e	19.13
3'lü Karışım	24.22 a	13.49 hı	20.00 def	19.24
Ortalama **	<i>19.14 A</i>	<i>16.66 B</i>	<i>20.14 A</i>	

**: $p<0.01$; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p<0.05$).

Haşhaş solüsyon uygulamasında ADF oranı arasındaki farklılıkları solüsyon dozları ve doz X karışım çok önemli olmuştur ($p<0.01$). Çalışmada karışım oranlarının etkisi ise önemsiz olmuştur (Tablo 4.11). Karışım oranları ve interaksyonu incelendiğinde en yüksek ADF oranı kontrol grubunda bulunan 3'lü karışım (%24.22) uygulamasından elde edilmiştir.

Tablo 3.12. Hidroponik ortamda yetiştirilen baklagil karışımlarında haşhaş duman solüsyonlarının NDF oranı (%) üzerine etkisi.

Karışım Oranları	NDF (%)**			
	Kontrol	%1 Solüsyon	%10 Solüsyon	Ortalama
Yaygın fiğ	22.57 f	30.07 de	31.40 b-e	28.01
Mürdümük	22.01 f	33.55 a-e	32.61 a-e	29.39
Yem bezelyesi	19.30 f	38.18 a	30.62 de	29.37
25M-75F	34.08 a-e	21.14 f	32.57 a-e	29.26
50M-50F	32.94 a-e	19.59 f	29.73 e	27.42
75M-25F	36.54 abc	20.62 f	31.61 b-e	29.59

25B-75F	30.90 cde	19.33 f	32.23 b-e	27.49
50B-50F	33.97a-e	18.52 f	30.91 cde	27.80
75B-25F	17.83 f	33.35 a-e	31.45 b-e	27.54
25M-75B	35.88 a-d	19.92 f	33.19 a-e	29.66
50M-50B	36.81 ab	18.19 f	33.43 a-e	29.48
75M-25B	18.06 f	34.31 a-e	31.81 b-e	28.06
3'lü Karışım	38.37 a	19.50 f	30.44 de	29.44
Ortalama **	29.17 A	25.10 B	31.69 A	

**: $p<0.01$; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p<0.05$).

Farklı karışım oranlarına farklı duman solüsyonlarının uygulandığı bu çalışmamızda, NDF oranı üzere karışım oranlarının etkisi önemsiz bulunurken, duman solüsyonlarının etkisi, doz X karışım etkisi çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 4.12). En yüksek NDF oranı, solüsyon uygulaması yapılmayan kontrol grubunda yer alan 3'lü karışım (%38.37) işleminden sağlanmıştır.

Tablo 3.13. Hidroponik ortamda yetiştirilen baklagil karışımlarında haşhaş duman solüsyonlarının Ca oranı (%) üzerine etkisi.

Karışım Oranları	Ca (%)**			
	Kontrol	%1 Solüsyon	%10 Solüsyon	Ortalama
Yaygın fiğ	0.30 m	0.66 c-h	0.70 c-g	0.55
Mürdümük	0.66 c-h	0.81 abc	0.67 c-h	0.71
Yem bezelyesi	0.49 ijk	0.67 c-g	0.73 a-f	0.63
25M-75F	0.86 ab	0.25 m	0.65 c-h	0.58
50M-50F	0.67 c-g	0.51 h-k	0.79 a-d	0.66
75M-25F	0.74 a-f	0.59 f-j	0.78 a-d	0.70
25B-75F	0.68 c-g	0.37 klm	0.80 abc	0.62
50B-50F	0.61 e-i	0.39 klm	0.66 c-h	0.55
75B-25F	0.34 lm	0.75 a-f	0.71 b-g	0.60
25M-75B	0.67 c-g	0.46 jkl	0.67 c-g	0.60
50M-50B	0.61 e-j	0.56 g-j	0.64 d-i	0.60
75M-25B	0.55 g-j	0.77 a-e	0.70 c-g	0.67
3'lü Karışım	0.64 d-i	0.56 g-j	0.87 a	0.69
Ortalama **	0.60 B	0.56 B	0.72 A	

**: $p<0.01$; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p<0.05$).

Hidroponik sistemde bitkisel kaynaklı duman solüsyonu Ca tablosuna göre solüsyonların etkisi ile solüsyon dozu ve doz X karışımı çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş, karışım oranları etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Tablo 4.13). Tablodaki Ca verilerine

göre; solüsyon ve karışım oranlarının interaksiyonu incelendiğinde en yüksek Ca değerinin %10'luk solüsyon uygulamasında 3'lü karışım (%0.87) işleminde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.14. Hidroponik ortamda yetiştirilen baklagil karışımlarında haşhaş duman solüsyonlarının K oranı (%) üzerine etkisi.

Karışım Oranları	K (%)**			Ortalama
	Kontrol	%1 Solüsyon	%10 Solüsyon	
Yaygın fiğ	4.83 h-l	4.78 ı-l	4.74 jkl	4.78 d
Mürdümük	4.96 e-l	4.89 f-l	4.73 jkl	4.86 d
Yem bezelyesi	5.45 ab	5.12 a-ı	5.47 a	5.35 a
25M-75F	4.66 l	4.89 f-l	4.96 e-l	4.84 d
50M-50F	4.86 g-l	5.13 a-ı	4.91 f-l	4.97 cde
75M-25F	4.73 kl	5.01 c-l	4.92 f-l	4.88 de
25B-75F	5.23 a-g	5.38 abc	4.78 ı-l	5.13 abc
50B-50F	5.25 a-f	5.24 a-f	5.34 a-d	5.28 ab
75B-25F	5.32 a-e	5.08 b-k	5.07 c-k	5.16 abc
25M-75B	4.96 e-l	5.05 c-k	5.23 a-g	5.08 bcd
50M-50B	5.08 b-k	5.19 a-h	5.15 a-ı	5.14 abc
75M-25B	5.11 a-j	4.84 h-l	4.98 d-l	4.97 cde
3'lü Karışım	4.90 f-l	5.48 a	5.09 b-k	5.16 abc
Ortalama **	5.03	5.08	5.03	

**: $p < 0.01$; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p < 0.05$).

Hidroponik ortamda ürettiğimiz baklagil karışımlarının, solüsyon X karışım interaksiyonu ile karışım oranlarının etkisi K oranı bakımından çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuş, diğer taraftan solüsyon oranının etkisi önemsiz bulunmuştur (Tablo 4.14). Solüsyon oranları, %1 dozda en yüksek (%5.08) ortalamaya sahiptir. Solüsyon ve karışım oranları interaksiyonunu incelediğimiz zaman en yüksek K değeri % 1 doz uygulamasında 3'lü karışım (%5.48) işleminde olduğu görülmektedir.

Tablo 3.15. Hidroponik ortamda yetiştirilen baklagil karışımlarında haşhaş duman solüsyonlarının Mg oranı (%) üzerine etkisi.

Karışım Oranları	Mg (%)**			Ortalama
	Kontrol	%1 Solüsyon	%10 Solüsyon	
Yaygın fiğ	0.30 ghı	0.33 c-h	0.36 bc	0.33
Mürdümük	0.27 kl	0.35 b-e	0.31 f-ı	0.31
Yem bezelyesi	0.25 klm	0.32 d-h	0.34 c-g	0.30
25M-75F	0.40 a	0.27 jkl	0.36 bc	0.34

50M-50F	0.36 bc	0.28 ijk	0.35 b-e	0.33
75M-25F	0.33 c-h	0.28 ijk	0.34 c-g	0.31
25B-75F	0.32 e-h	0.28 ijk	0.38 ab	0.33
50B-50F	0.34 c-f	0.25 klm	0.33 c-h	0.31
75B-25F	0.23 lm	0.35 b-e	0.35 bed	0.31
25M-75B	0.36 bc	0.22 m	0.32 d-h	0.30
50M-50B	0.30 hj	0.24 lm	0.32 d-h	0.29
75M-25B	0.24 lm	0.38 ab	0.32 d-h	0.31
3'lü Karışım	0.33 c-h	0.28 ij	0.38 ab	0.33
Ortalama **	0.31 B	0.29 B	0.34 A	

**: $p<0.01$; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p<0.05$).

Baklagil karışımlarının farklı dozlardaki bitkisel kaynaklı solüsyonlar ile hidroponik ortamda yetiştirildiği bu çalışmamızda, karışım oranlarının etkisi önemsiz, solüsyonların ve doz X karışımının etkisi çok önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.15). Tabloya göre solüsyon oranlarının etkisi %10 doz uygulamasında en yüksek %0.34 orana sahip olarak, %1 (%0.29) ve kontrol (%0.31) uygulamalarına oranla Mg açısından daha pozitif bir doz uygulaması olduğu belirlenmiştir. Kontrol ve %1 solüsyon uygulaması istatistiksel açıdan aynı grupta yer almıştır. İnteraksiyon açısından tabloyu incelediğimiz zaman en yüksek Mg değerine sahip işlem 25M-75F (%0.40) uygulamasıdır.

Tablo 3.16. Hidroponik ortamda yetiştirilen baklagil karışımlarında haşhaş duman solüsyonlarının P oranı (%) üzerine etkisi.

Karışım Oranları	P (%)**			Ortalama
	Kontrol	%1 Solüsyon	%10 Solüsyon	
Yaygın fiğ	0.50 m	0.54 jkl	0.53 kl	0.52 c
Mürdümük	0.59 c-g	0.62 a	0.58 d-g	0.59 a
Yem bezelyesi	0.54 jkl	0.62 a	0.62 a	0.59 a
25M-75F	0.58 d-g	0.49 m	0.56 g-j	0.54 bc
50M-50F	0.56 g-j	0.53 jkl	0.58 d-g	0.56 ab
75M-25F	0.62 a	0.54 h-k	0.60 a-e	0.59 a
25B-75F	0.57 f-ı	0.51 lm	0.56 g-j	0.55 bc
50B-50F	0.59 b-f	0.51 lm	0.57 e-h	0.56 ab
75B-25F	0.51 lm	0.61 abc	0.58 c-g	0.57 ab
25M-75B	0.58 d-g	0.54 ı-l	0.61 abc	0.58 ab
50M-50B	0.60 a-d	0.55 h-k	0.62 a	0.59 a
75M-25B	0.54 ı-l	0.62 a	0.60 a-d	0.59 a
3'lü Karışım	0.60 a-d	0.55 h-k	0.61 abc	0.59 a
Ortalama **	0.57 B	0.56 B	0.59 A	

**: $p<0.01$; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p<0.05$).

Farklı dozlarda duman solüsyonu ile priming edilmiş hidroponik baklagil karışımlarında karışım oranları X solüsyon interaksyonu ile solüsyon etkisi ve karışım oranlarının etkisi çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 4.16). P mineral değerlerinin incelemesini yaptığımız bu tabloda en yüksek interaksyon değeri uygulanan her iki doz (%1 ve % 10) ve kontrol grubunda da mevcut olduğu görülmektedir. Kontrol grubunda 75M-25F, %1 solüsyonda yalın mürdümük, yem bezelyesi, %10 solüsyonda 50M-50B, yalın yem bezelyesi işlemlerinden elde edilen %0.62 en yüksek P değeri olmuştur. Solüsyon etkisi ortalamaları incelendiğinde en yüksek oran %10 solüsyonunda (%0.59) elde edilmiştir.

4. Tartışma

Bu sistemde, yüksek su içeriğine sahip olan fidelerin yaş ağırlığı artmakta ancak kuru madde fotosentezle ikame edilemediğinden kuru ağırlık önemli ölçüde azalmaktadır. Benzer şekilde Dogrusoz (2022), Kantale ve ark. (2017), Snow ve ark. (2008), Al Karaki ve Al Momani (2011), Akbag ve ark. (2014), topraksız tarımda arpa ve buğdayda üretilen yemlerin kuru madde kaybının olduğu buna karşılık daha kaliteli kaba yem üretildiğini bildirmişlerdir. Bu kapsamda ruminant hayvanlar için yemden yararlanma oranı, kuru maddeden yararlanma oranı ile doğru orantılıdır (Budak,2014).

Hidroponik ortamda kuru ağırlık kaybını önlemek ve yaygın kullanımı değiştirmek için çalışmamızda hem farklı baklagil türleri ve karışımları hem de farklı bitki kaynaklı duman solüsyonları kullanılmıştır. Çalışmamız sonucunda kuru ağırlık üzerine her iki bitki kaynaklı duman solüsyonunun %1 ve 10 dozları kuru ağırlığı artırarak teşvik edici bulunmuştur. Karışım oranlarında ise haşhaş kaynaklı solüsyonda, yalın mürdümük ve mürdümüğün oranca yüksek olan karışımlar öne çıkmıştır. Tablolardaki kuru ağırlık değerine baktığımız zaman fındık zuru fu kaynaklı duman solüsyonu uygulamasının daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Çimlenme ve fide gelişimi üzerine birçok araştırmacı tarafından teşvik edici özelliğe sahip olduğu bilinen duman solüsyonu ile priming uygulamasının topraksız tarımda kuru ağırlığı artırdığı Dogrusoz (2022) tarafından da bildirilmiştir. Kuru ağırlık bakımından benzer sonuçlar daha önce de birçok araştırmacı tarafından yapılmıştır (Bautista 2002; Morgan ve ark. 1992; Naik ve ark. 2013; Fazaeli ve ark. 2012). Hidroponik ortamda yetiştirilen yulaf ve mürdümük kaynaklı duman solüsyonu uygulanan mürdümükte kuru ağırlık % 89.62 - 96.19 arasında değiştiği ve duman solüsyonunun kuru ağırlık üzerine etkili olmadığını bilirmişlerdir (Doğrusöz ve ark. 2021). Önceki yapılmış çalışmalar ile sonuçlarımız arasında bazı farklılık bulunması, yetiştirme şartları, kullanılan materyalin genetik farklılığından ve kullanılan solüsyonun kaynağından kaynaklanabilmektedir. Dogrusoz (2022) hidroponik ortamda yetiştirilen arpa bitkisi üzerinde mürdümük kaynaklı duman

solüsyonunun düşük dozda (%1) ham protein oranında artışlara sebep olduğunu bildirmiştir. Başaran ve ark. (2019), duman çözeltisi uygulamalarının, özellikle düşük dozların, mürdümükte protein içeriğini iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Jamil ve ark. (2020), düşük konsantrasyonlarda duman solüsyonu ile priming edilen pirinç tohumlarının daha yüksek protein ve karbonhidrat biriktirdiğini belirlemişlerdir. Dogrusoz ve ark. (2022) yaptıkları bir çalışmada uygulanan %10'luk duman solüsyonu işlemi sonucunda mürdümük filizlerinde ham protein oranının 6. günde (%36.27) en yüksek seviyeye ulaştığını ve bunu 7. günde (%36.09) %5 duman solüsyonu uygulamasının izlediğini bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışma sonucunda ise haşhaş solüsyonun %1'lik dozu protein içeriğini artırmış ancak fındık zuru kaynağı duman solüsyonun etkisi olmamıştır. Haşhaş kaynağı solüsyon uygulamasında mürdümüğün yalın hali ve karışımdaki oranının yüksek olduğu işlemlerde ham protein oranı yüksek bulunmuştur. En düşük ham protein ise %10 uygulamasından %29.90 oranında elde edilmiştir. Önceki yapılmış çalışmalar ile sonuçlarımız arasında bazı farklılık bulunması, yetiştirme şartları, kullanılan materyalin genetik farklılığından ve kullanılan solüsyonun kaynağından kaynaklanabilmektedir.

Kaba yemlerin içeriğinde bulunmakta olan yapısal karbonhidratlar NDF (selüloz, hemiselüloz ve lignin) ve ADF (selüloz, hemiselüloz) olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Ruminant sağlığını korumak ve hayvanların yemden yararlanmalarını artırmak amacı ile hayvan beslemede yapısal karbonhidratların (ADF, NDF) kullanımı çok önem arz etmektedir. Ruminantlarda tükürük salgısını teşvik eden ADF ve NDF rumen salgısının olması gereken sınırlar dahilinde kalmasını sağlayarak mikrobiyal sindirimde görev alan bakteri, protozoa ve mayalar için gerekli ortamı sağlarlar (Tekce 2014). Kaba yemlerde ADF oranı arttıkça buna bağlı olarak da sindirim oranı düşmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda hayvan beslemede gerek hayvanın sağlığı gerekse ekonomik açıdan ADF 'nin verilmesi gereken oranın bilinmesi çok önemlidir. Ateş, (2012) kaliteli kaba yemlerde ADF değerinin %30 dan daha düşük olması gerektiğini bildirmiştir. Yaptığımız çalışma sonucunda elde edilen sonuçların hepsi bu değer altında bulunmuş olup en iyi ve en yakın sonuç haşhaş solüsyonunun % 10 dozunda ve kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Fındık da ise her iki dozda ADF oranını artırmakla birlikte en üstün sonuç %10 uygulanan solüsyondan elde edilmiştir.

NDF (nötr deterjan selülozu), bitkinin hücre duvarı yapısında var olan hemiselüloz selüloz, lignin, kütin ve çözünmeyen protein miktarını ifade etmektedir. (Van Soest ve ark., 1991). Kaba yemde bulunan toplam NDF içeriği; kaba yemin sindirilebilirliği ve yemin genel kalitesini ortaya koyan bir değerdir. NDF miktarı arttıkça sindirilme oranı düşmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda yapılan çalışmalar sonucunda (Budak ve Budak 2014), kaba yemlerin kalite parametreleri bakımından

NDF oranının % 30 olması gerektiğini, Al Karaki ve Al Momani (2011) ise yonca bitkisi üzerinde yaptıkları bir çalışmada, kaba yemin NDF oranının % 40-45'ten küçük değer taşıması halinde besleyici değerinin üstün olduğunu, (Ateş, 2012) ise NDF oranının % 40 ve altında bir değer olması gerektiğini bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışma sonucunda; fındıktan elde edilen duman solüsyonu uygulamamızda her iki solüsyonunda olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Solüsyonların etkisi sonucu NDF değerlerinin kaliteli kaba yemde istenilen değerlere ulaştığı görülüp en iyi sonuç %1 solüsyon, %32.17 değeri olup, bu değerle aynı grupta olan %10 uygulamasında %30.02 değeri ikinci en yüksek NDF değeri olmuştur. Haşhaş uygulamasında ise kontrol grubunda yer alan %38.37 oranı ile en yüksek NDF değeri elde edilmiştir. Her iki bitkisel kaynaklı duman solüsyonu çalışmamızda da karışım oranlarının bir etkisi olmadığı gözlemlenmiştir. Çalışma sonuçları ile literatür arasında bulunan farklılıklar kullanılan materyalin genetik yapısı, çevre ve yetiştirme koşullarından kaynaklanmaktadır.

Mineral maddeler hayvanların beslenmesinde büyük bir önem sahiptir. Bununla birlikte mineraller hayvanların bünyesinde aynı miktarda bulunmazlar. Kutlu ve ark. (2005) Ca ve P'nin hayvan vücudundaki mineral madde oranının %70'ini oluşturduğunu bildirmişlerdir. Hayvan vücudunda bulunması gereken bu minerallerin fazla veya eksik olduğu durumlarda ise bir takım sağlık sorunları meydana geldiği Sarıççek, (1995) tarafından bildirilmiştir. Kalsiyum (Ca), Kemik ve dişlerin önemli bileşeni olup, kanın pıhtılaşmasında, ayrıca sinir impulslarının iletimi ve kas fonksiyonlarında, hücre yapısı ve kan basıncının idamesinde de görev almaktadır. Bizim yaptığımız mineral madde analizleri sonucuna göre her iki solüsyon denemesinde de (fındık ve haşhaş solüsyonu) %10'luk solüsyon uygulaması grubunda bulunan, 3'lü karışımından en yüksek sonuç elde edilmiştir. 25M-75F karışım oranı fındık solüsyonu kontrol grubunda, haşhaş solüsyonunda ise %1 solüsyon uygulanan grupta en düşük Ca oranı sahip olmuştur. Her iki uygulamada da %10 solüsyon işlemi en üstün Ca oranını elde etmemizi sağlamış olup, hidroponik sistemde yem bitkileri üretiminde solüsyon uygulamalarının Ca oranını artırmamızda faydalı olduğunu bize göstermiştir.

Fosfor (P) ; Kemik, diş ve vücut sıvılarının bileşeni, DNA, RNA ve Enerji metabolizması (ATP), Asit-Baz dengesi, metabolizmanın düzenlenmesi gibi fonksiyonlara sahiptir. P (fosfor) için yapılan analizler sonucunda fındık duman solüsyonu uygulamasında en yüksek sonuç kontrol grubunda %0.59 ile yalın mürdümük işleminden elde edilmiş olup karışım etkisi ortalamasında da en yüksek değer yine bu işlemde elde edilmiştir. Ancak duman solüsyonu etkisi ortalamasına baktığımız zaman her iki uygulamada aynı oranda olup kontrol grubundan daha üstün gözükmektedir. Haşhaş bitkisinden elde edilen duman solüsyonu işleminde ise her iki doz ve kontrol grubunda bulunan baklagil karışımlarının farklı

uygulamalarında en yüksek değer olan %0.62 değeri bulunmaktadır. Solüsyon etkisinde ise en verimli sonuç %10'luk solüsyon uygulamasında bulunmuştur. Karışım etkisi ortalamasında ise fiğ bitkisinin karışımında yoğun olarak bulunduğu işlemler haricindeki diğer işlemler yüksek oranda P değerine sahip olup istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır.

Mg fonksiyonları; kemik ve dış mineralizasyonu, Protein, yağ ve nükleik asit sentezi, fosfat gruplarının hidrolizi ve taşınımı, kas kasılımı ve kanın pıhtılaşmasını inhibe etme, sinirsel iletim, İmmün sistem etkinliğidir. Baklagil karışımlarının fındık solüsyonu ve haşhaş solüsyonu ile priming edilerek hidroponik ortamda üretilip mineral madde değerlerini analiz ettiğimiz çalışmamızda, haşhaş solüsyonu ile muamele uygulamasında en yüksek Mg oranı kontrol grubunda %0.40 ile elde edilmiş olup solüsyonların etkisi açısından en yüksek ortalama değer %10 solüsyonundan elde edilmiştir. Diğer deneme olan fındık solüsyonu ise en etkin sonuç %10 solüsyon uygulamasında %0.34 değeri olarak bulunmuştur.

Potasyum (K), hücre içi bir katyondur. Vücut içerisindeki en önemli fonksiyonu olan, kalp atışının sürdürülmesinde hayati bir öneme sahip olmakla birlikte, kas kasılımı, sinir iletimi, kan basıncını, sıvı dengesini, protein sentezini düzenlemek gibi hayati görevleri vardır. Çalışmamızda, fındık solüsyonunda K değerlerine baktığımız zaman her iki doz uygulaması da kontrol grubundan da daha düşük sonuçlar elde edilmiştir. Bu sebepten dolayı hidroponik baklagil karışımlarının K içeriğine duman solüsyonları olumsuz etki yapmıştır. Haşhaş solüsyonunda ise duman solüsyonlarının etkisi olmamıştır. Ancak karışımların etkisi ise önemli bulunmuştur.

Hidroponik sistem, düşük maliyet, toprak ve mekanizasyon gereksinimi olmayan, az miktarda su ile ürün elde edilebilen sürdürülebilir bir sistem olup hayvan beslemede rasyona katkı yapan bir sistem olarak son zamanlarda ön plana çıkmaktadır. Birçok araştırmacı bu sistemde üretilen hasılları incelemekte ve daha kaliteli ürün elde etmek adına çalışmalar yapmaktadır. Hidroponik sistemde üretilen filizler kaliteli yem olarak hayvanlara doğrudan verilebilmektedir. Üretilen bu filizlerde, Ca (kalsiyum), P (fosfor), K (potasyum), Fe (demir), Mg (magnezyum), Na (sodyum), S (kükürt), Zn (çinko), B (bor), Mn (manganez), Mo (molibden), Se (selenyum) ve 17 farklı amino asit içerdiği bildirilmiştir (Shukla et. 2009; Mujoriya ve Bodla 2011 ; Shah ve diğerleri 2011).

Doğrusoz (2021) iki farklı bitkiden (yulaf, mürdümük) elde ettiği duman solüsyonu ile priming işlemi yapılan mürdümük tohumlarını hidroponik ortamda yetiştirerek solüsyonların etkisini incelemiştir. Yaptığı çalışma sonucunda mineral madde içeriği bakımından mürdümük kaynaklı duman solüsyonundan olumlu sonuç elde etmesine karşın yulaf kaynaklı duman solüsyonunun ters etki yaptığını bildirmiştir. Sonuç olarak hidroponik ortamda baklagil ve karışımlarına uygulanan

duman solüsyonu ve dozları belirgin bir şekilde teşvik edici olmuştur. Ancak bu etki karışım oranına, incelenen özelliğe ve solüsyonda kullanılan bitki materyaline göre farklılıklar oluşturmuştur. Bu olumlu etkilerinin yanı sıra potasyum oranında fındık solüsyonu her iki dozu da, ADF, NDF, Ca, Mg ve P oranlarında ise haşhaş solüsyonunu %1'lik konsantrasyonu olumsuz etki yapmıştır. Bu sonuçlara göre hidroponik ortamda yaygın fiğ, mürdümük ve yem bezelyesi karışım oranlarının incelenen özellikler bakımından önemli olmadığını fakat duman solüsyonu kaynağının ve konsantrasyonunun önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Daha önce, duman solüsyonun yanan malzemeye ve konsantrasyona bağlı olarak farklı etkileri Kulkarni ve ark. (2007) tarafından rapor edilmiştir. Öte yandan aynı türün farklı duman solüsyonlarına farklı tepkiler verdiği de kaydedilmiştir (Ghebrehiwot ve ark. 2009 ; Mojzes ve Kalapos 2014 ; Aslam ve ark. 2015 ; Abu ve ark. 2016). Ren ve Bai (2016), yoncadan elde edilen konsantre duman çözeltilerinde priming sonrasında yaban otunun çimlenme ve kök uzunluğunun arttığını, ancak buğday samanından yapılan aynı konsantre duman solüsyonlarında azaldığını bildirmiştir. Abedi ve ark. (2018), duman çözeltileri konsantrasyonlarının (1:1000 ve 1:500, h/h), fonksiyonel gruba bağlı olarak farklı türler üzerinde farklı şekilde etkilendiğini belirtmiştir. Duman çözeltilerinin bazı bitkilerde etkisiz olduğu veya özellikle yüksek konsantrasyonlarda toksik olduğu bulunmuştur (Cataf ve ark., 2012).

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma ile hidroponik sistemde arpa, buğday ve mısır gibi yoğun olarak kullanılan bitkilere alternatif bitkiler ve karışımlar ile yem elde etmenin mümkün olabileceğini belirlenmiştir. Hidroponik sistemin olumsuz yönü olan kuru madde kaybı her iki duman solüsyonu ile nispeten giderilmiştir. Ayrıca bu olumsuzluk duman solüsyonları ile teşvik edilen ham protein ve mineral içeriğiyle telafi edilebilir durumdadır. Böylece, duman solüsyonları hidroponik sistemde kaba yemin verim ve kalitesini pozitif yönde teşvik ettiği sonucuna varılmıştır. Ancak duman çözeltilerinin hidroponik baklagil yemleri üzerindeki etkisi, çözelti kaynağı ve konsantrasyonlarıyla yakından ilişkili bulunmuştur. Sonuç olarak, incelenen özellikler bakımından, fındık solüsyonunun haşhaşa göre pozitif etkisinin daha yüksek olduğu ve %10 konsantrasyonun bazı özelliklerde olumsuz etki yapmasından dolayı %1'lik konsantrasyonunun daha uygun olduğu belirlenmiştir. Karışım oranları bakımından ise mürdümüğün yüksek oranda bulunduğu karışımlar kalite bakımından daha ön plana çıkmıştır.

Bitkiler genetik, ekolojik koşullar ve büyüme aşamalarının belirlediği kendine özgü kimyasal içeriklere sahiptir ve her bitki aynı miktarda bile yakıldığında farklı duman solüsyonu üretebilmektedir. Bu nedenle, duman solüsyonu çalışmalarında çok farklı sonuçlara ulaşmak mümkündür. Sonuç olarak, duman solüsyonlarının

bitki büyümesi üzerinde açıkça etkili olduğu ancak tarımın birçok alanında ve hidroponik üretimde kullanılacak duman çözümlerinin olası faydalarını keşfetmek için bitkiler üzerinde daha spesifik çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca çalışma, hem organik atıkların ekonomik olarak değerlendirilmesini hem de bitki gelişimini destekleyen organik kökenli ürünlerin kullanımını içermektedir. Bu açıdan mevcut araştırma sürdürülebilirlik ve çevre açısından önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Abedi, M., Zaki, E., Erfanzadeh, R., Naqinezhad, A. 2018. "Germination patterns of the scrublands in response to smoke: The role of functional groups and the effect of smoke treatment method", South African Journal of Botany, 115, 231-236.
- Abu, Y., Romo, JT, Bai, Y., ve Coulman, B. (2016). Priming of seeds in aqueous smoke solutions to improve seed germination and biomass production of perennial forage species. Canadian Journal of Plant Science, 96(4), 551-563.
- Akbag H.I., Türkmen OS, Baytekin H, Yurtman IY "Effects Of Harvesting Time On Nutritional Value Of Hydroponic Barley Production" Turkish Journal Of Agricultural And Natural Sciences. 1761-1765, 2014.
- Al-Karaki, G.N., Al-Momani, N. (2011). Evaluation of some barley cultivars for green fodder production and water use efficiency under hydroponic conditions. Jordan J Agric Sci 7(3):448-457.
- Aslam, M., Jamil, M., Khatoon, A., Salah, E.E.H., Nasser, A.A.S., Shakirullah, K.S., Ijaz, M., Shafiq, U.R., 2015. "Does weeds-derived smoke improve plant growth of wheat", Journal of Bio-Molecular Sciences, 3, 2, 86-96.
- Ateş, E. 2012. The Mineral, Amino Acid And Fiber Contents And Forage Yield Of Field Pea (*Pisum Arvense* L.), Fiddleneck (*Phacelia Tanacetifolia* Benth.) And Their Mixtures Under Dry Land . Romanian Agricultural Research.
- Başaran, U., Çopur Doğrusöz, M., Gülümser, E., Mut, H. (2019). Using smoke solutions in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) to improve germination and seedling growth and reduce toxic compound ODAP. Turkish Journal of Agriculture Forestry, 43: 518-526.
- Bautista SH., "Producción De Forraje Verde Hidropónico De Trigo *Triticum Aestivum* L. Para El Mantenimiento De Conejos Criollos *Oryctolagus Cuniculus*", Msc Thesis, Universidad Autónoma De Guerrero (UAG) Chilpancingo, Guerrero, México, 2002.
- Baytekin, H., (2015). Kaba yeme alternatif lazım. Erişim adresi: <http://bigagunlugu.com/yazarDetay.aspx?yazarID=5&haberID=3987> Erişim tarihi: 01.04.2015
- Budak, F. , Budak, F. 2014. Yem Bitkilerinde Kalite Ve Yem Bitkileri Kalitesini Etkileyen Faktörler Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 7 (1): 01-06, ISSN: 1308-0040, E-ISSN: 2146-0132, [Www.Nobel.Gen.Tr](http://www.Nobel.Gen.Tr)
- Catav, S.S., Bekar, I., Ates, B.S., Ergan, G., Oymak, F., Ulker, E.D., Tavsanoğlu, C., (2012). Germination response of five eastern Mediterranean woody species to smoke solutions derived from various plants. Turk J Bot 36: 480-487.

- De Lange, J.H., Boucher, C. (1990). Autecological studies on *Audouinia capitata* (*Bruniaceae*). I. Plant-derived smoke as a seed germination cue. *South African Journal of Botany* 56: 700-703.
- Doğrusöz M. Ç., Başaran U., Mut H., Gülümser E. (2020). Hidroponik Yeşil Yem Üretiminde Arpa, Buğday Ve Mürdümügün Verim Ve Kalitelerinin Zamana Bağlı Değişimi. 7:9, 158-167.
- Doğrusöz M. Ç., Başaran U., Gülümser E., Mut H. (2021). Hidroponik mürdümük üretimde bitkisel kaynaklı duman solüsyonlarının etkisi. *Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci*, 36, 227-233.
- Dogrusoz, M. Ç. (2022). Can plant derived smoke solutions support the plant growth and forage quality in the hydroponic system?. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19 (1), 299-306.
- Erbaş Köse, Ö.D., Kardeş, Y.M., Karaer, M., Mut, Z. (2019). Yeşil Mercimek (*Lens culinaris* Medik.) Çeşitlerinde Farklı Priming Uygulamalarının Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6. Cilt - Prof. Dr. Fuat SEZGİN Bilim Yılı Özel Sayısı, 247-255.
- Fazaeli H., Golmohammadi HA., Tabatabayee SN and Asgari- Tabrizi M., (2012). Productivity and nutritive value of barley green fodder yield of hydroponic system. *World of Applied Sciences Journal*, 16: 531-539.
- Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L., Dixon, K.W., Trengove, R.D., (2004). A compound from smoke that promotes seed germination. *Science*, 305:977.
- Ghebrehiwot H. M., Kulkarni M. G., Kirkman K. P. & J. Van Staden J. (2008). *Agronomy & Crop Science* ISSN 0931-2250 Smoke-Water and a Smoke-Isolated Butenolide Improve Germination and Seedling Vigour of *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter under High Temperature and Low Osmotic Potential.
- Ghebrehiwot, H.M., Kulkarni, G.M., Kirkman, K.P., Van Staden, J., 2009. Smoke Solutions And Temperature Influence The Germination And Seedling Growth Of South African Mesic Grassland Species, *Rangeland Ecology & Management*, 62(6):572-578.
- Jamil, M., Jahangir, M., Rehman, S.U., (2020). Smoke induced physiological, biochemical and molecular changes in germinating rice seeds. *Pak. J. Bot.*, 52 (3): 865-871.
- Kantale R.A., Halburge M.A., Deshmukh A.D., Dhok A.P., Raghuwanshiand D.S., Lende S.R., "Nutrient Changes With The Growth Of Hydroponics Wheat Fodder", *International Journal Of Science, Environment And Technology*, 6(3):1800-1803, 2017.

- Karaşahin M. (2014). Kaba Yem Kaynağı Olarak Hidroponik Arpa Çimi Üretiminde Kuru Madde ve Ham Protein Verimleri Üzerine Farklı Uygulamaların Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 9 (1):27-33
- Kılıç Ü., (2016). “Kaba Yem Üretiminde Hidroponik Tarım Sistemleri”, Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4 (9): 793-799.
- Kulkarni, M.G., Ascough, G.D., van Staden, J. 2007a. “Effects of foliar applications of smoke-water and a smoke-isolated butenolide on seedling growth of okra and tomato”, HortScience, 42, 179-182.
- Kutlu, H.R., Görgülü, M., Baykal Ç.L., 2005. Genel Hayvan Besleme. [Http://Www.Muratgorgulu.Com.Tr/Ckfinder/Userfiles/Files/GENEL%20HAYVAN%20BESLEME](http://Www.Muratgorgulu.Com.Tr/Ckfinder/Userfiles/Files/GENEL%20HAYVAN%20BESLEME).
- Mojzes, A., Kalapos, T., 2014. Plant-Derived Smoke Stimulates Germination Of Four Herbaceous Species Common In Temperate Regions Of Europe. Plant Ecol., 215:411–415.
- Morgan, J., Hunter, R.R., O'Haire, R., 1992. Limiting Factors In Hydroponic Barley Grass Production. In The Proceeding Of The 8th International Congress On Soil Less Culture, 241-261.
- Mujoriya, R., Bodla, R.B., 2011. A Study On Wheat Grass And Its Nutritional Value. Food Science And Quality Management, 2:1-8
- Naik P.K., Dhuri R.B., Karunakaran M., Swain B.K., Singh N.P., (2013). “Hydroponic technology for green fodder production”. Indian Dairyman, 65: 54-58.
- Özkan, U. (2020). Türkiye Yem Bitkileri Tarımına Karşılaştırmalı Genel Bakış ve Değerlendirme. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1), 29-43.
- Ren, L., Bai, Y.G. 2016. “Smoke originated from different plants has various effects on germination and seedling growth of species in fescue prairie”, Botany, 94, 1141-1150.
- Sarıççek, B.Z., 1995. Hayvan Besleme Biyokimyası. OMÜ. Zir.Fak. Yay. Ders Kitabı:15, Samsun, 149s
- Shah, K.V., Kapupara, P.K., Desai, T.R., (2011). Determination of sodium, potassium, calcium and lithium in a wheat grass by flame photometry. Pharma Science Monitor An International Journal of Pharmaceutical Sciences 900-909.
- Shukla, V., Vashistha, M., Singh, S.N., 2009. Evaluation Of Antioxidant Profile And Activity Of Amalaki (Embllica Officinalis), Spirulina And Wheat Grass. Indian Journal Of Clinical Biochemistry 24(1):70-75.
- Snow A.M., Ghaly A.E., Snow A., “A Comparative Assessment Of Hydroponically Grown Cereal Crops For The Purification Of Aquaculture Wastewater And

- The Production Of Fish Feed”, American Journal Of Agricultural And Biological Sciences, 3(1): 364-378, 2008.
- Tekce, E. , Gül, M. 2014. Ruminant Beslemede NDF ve ADF’ nin Önemi. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg. 2014; 9(1): 63-73
- Van Soest, P.J., J.D. Robertson And B.A. Lewis. 1991. Methods For Dietary Fibre, Neutral Detergent Fibre And Non-Starch Polysaccharides In Relation To Animal Nutrition. Journal Of Dairy Science 74: 3583–3597.
- Van Staden, J., Jäger, A.K., Light, M.E., Burger, B.V, (2004). Isolation of the major germination cue from plant-derived smoke. South African Journal of Botany 70, 654–659.
- Yari, L., Aghaalkhani, M, Khazaei., F. (2010). Effect of Seed priming duration and temperature on seed germination behavior of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. 5(1): 5-8.

Bölüm 3

Acı Biberin (*Capsicum sp.*) Kanatlı Hayvan Beslenmesinde Kullanımı ve Etkileri

Mehmet SARAÇOĞLU¹

1. Giriş

Kümes hayvanı eti üretimi, küresel et üretimi içerisinde en büyük paya sahip olmaya devam etmektedir (OECD-FAO, 2018) ve önümüzdeki yıllarda da bu artışın sürmesi öngörülmektedir (Van Limbergen vd., 2020). Bu durum, küresel gıda arzı açısından kanatlı eti üretiminin stratejik bir konumda olduğunu göstermektedir. Kanatlı eti, dünya genelinde yılda yaklaşık 66 milyar kanatlı hayvanın kesilmesiyle toplam et tüketiminin yaklaşık %70'ini oluşturmaktadır. Bu, kanatlı etinin dünya çapında giderek artan bir tüketim talebiyle karşı karşıya olduğunun göstergesidir ve bu artış, özellikle gelişen ekonomilerdeki beslenme alışkanlıklarının değişimi ile daha da hızlanmaktadır. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri, Çin ve Brezilya, küresel çapta en büyük kanatlı hayvan üreticisi ülkeler arasında yer almaktadır (Peric vd., 2009; Rahman vd., 2013; Elbaz vd., 2021). Bu ülkeler, büyük üretim kapasite ve gelişmiş üretim teknikleri sayesinde küresel kanatlı et piyasasında baskın bir konuma sahiptirler ve üretim süreçlerinde sürdürülebilirlik, biyoteknoloji ve otomasyon gibi inovasyonlar sayesinde daha verimli hale gelmişlerdir. Türkiye özelinde ise, 2023 yılı verilerine göre yaklaşık 2,35 milyon ton tavuk eti, 47,5 bin ton hindi eti ve yaklaşık 2,65 milyar adet tavuk yumurtası üretildiği rapor edilmiştir (TÜİK, 2024). Bu veriler, Türkiye'nin kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde önemli bir üretim kapasitesine sahip olduğunu ve uluslararası piyasalarda rekabet gücünü artıracak bir üretim potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Türkiye'nin bu alandaki üretim kapasitesinin büyümesi, sadece iç pazarın ihtiyaçlarını karşılamakla kalmayıp, aynı zamanda ihracat fırsatlarını da artıracaktır. Küresel et talebinin

¹ Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye,
ORCID: 0000-0002-5845-2099

artması, Türkiye'nin bu stratejik sektördeki rolünü daha da önemli kılmaktadır. Ancak, bu artan üretimle birlikte sektördeki sürdürülebilirlik sorunları, çevresel etkiler ve hayvan refahı gibi konular da göz önünde bulundurulmalıdır. Bu çerçevede, Türkiye'nin kanatlı hayvancılık sektöründe daha verimli ve çevre dostu üretim yöntemlerine odaklanması büyük önem taşımaktadır.

Günümüzde, küresel nüfus artışı ile birlikte hayvansal protein ihtiyacının hızla yükselmesi, özellikle yüksek protein içeriği, düşük enerji yoğunluğu ve kolesterol seviyeleri ile öne çıkan kümes hayvanı etine olan talebi artırmaktadır (Lashari vd., 2018; Cartoni Mancinelli vd., 2022; Jilo ve Hasan, 2022). Bu eğilim, özellikle gelişmekte olan ülkelerde artan yaşam standartları ve değişen beslenme alışkanlıkları ile daha belirgin hale gelmektedir. Kanatlı eti, sağlıklı beslenme anlayışının ön planda olduğu günümüz dünyasında, besin değeri açısından oldukça tercih edilen bir seçenek haline gelmiştir. Ayrıca, kanatlı etinin ekonomik üretim olanakları, kısa sürede yüksek biyolojik değere sahip protein sağlama kapasitesi ve nispeten düşük yemleme maliyetleri, bu sektörün gelecekte küresel gıda güvenliği açısından kritik bir rol oynayacağını göstermektedir. Kümes hayvancılığı, özellikle diğer hayvancılık sektörlerine kıyasla daha az kaynak tüketimi gerektirmesi ve çevresel etkilerinin daha düşük olmasıyla da öne çıkmaktadır. Kanatlı hayvan yetiştiriciliğine yönelik gerçekleştirilen bilimsel araştırmalar ve elde edilen bulgular, hayvansal üretim alanında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu araştırmalar, sadece üretim süreçlerini verimli hale getirmeyi amaçlamakla kalmayıp, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik, hayvan refahı ve gıda güvenliği gibi önemli konularda da çözüm önerileri sunmaktadır. Sonuç olarak, kanatlı eti sektörü hem ekonomik hem de sağlık açısından önemli bir büyüme potansiyeline sahiptir ve bu büyüme, bilimsel yeniliklerle desteklenerek daha sürdürülebilir bir şekilde gerçekleşebilir.

Bu bağlamda, sürdürülebilir ve verimli üretim süreçlerinin sağlanabilmesi için yeni stratejiler ve katkı maddelerinin kullanımı giderek daha önemli bir hale gelmektedir. Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde verimliliği artırmak ve sağlık sorunlarını önlemek amacıyla kullanılan yem katkı maddeleri, bu hedeflere ulaşmada kritik bir rol oynamaktadır. Yem katkı maddeleri, üretim süreçlerini optimize etmek ve hayvan sağlığını iyileştirmek için çeşitli biyolojik ve farmakolojik özelliklere sahip bileşenler sunarak, sektörün daha verimli ve sürdürülebilir bir şekilde gelişmesine olanak sağlamaktadır. Bu çerçevede, doğal bileşenler içeren alternatif yem katkıları, antibiyotik kullanımını azaltarak hem hayvan sağlığını desteklemekte hem de tüketici güvenliğini artırmaktadır. Ayrıca, bu doğal katkı maddelerinin çevresel etkilerinin düşük olması, ekolojik sürdürülebilirlik açısından da önemli bir avantaj sağlamaktadır.

2. Yem Katkı Maddeleri

Kanatlı hayvan endüstrisindeki kayda değer gelişmeler, özellikle üretim verimliliği ve sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda çeşitli zorlukların aşılmasını gerektirmiştir. Bu zorluklar arasında hastalık direncinin artırılması, ısı stresinin önlenmesi, yem kullanım etkinliğinin iyileştirilmesi, büyüme performansının desteklenmesi ve genel üretim verimliliğinin artırılması yer almaktadır (Peric vd., 2009; Rahman vd., 2013; Elbaz vd., 2021). Bu doğrultuda, yem katkı maddelerinin kullanımı, modern kanatlı üretiminin vazgeçilmez bir parçası hâline gelmiştir ve bu katkı maddeleri, verimliliği artırırken çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasına da katkı sunmaktadır.

Özellikle, yem katkı maddelerinin, beslenme gereksinimlerinin karşılanmasının ötesinde, yem kalitesini artırarak hayvanların büyüme performansını iyileştirmesi, hayvan sağlığına katkı sağlaması ve hayvansal gıda ürünlerinin (örneğin, yumurta ve et) kalite standartlarını yükseltmesi, bu maddelerin stratejik önemini daha da pekiştirmektedir (Morsy, 2018; Abdel-Moneim vd., 2020). Bu katkı maddeleri, yem formülasyonlarında biyoyararlanımı artırarak, üretim sürecinde ekonomik kayıpların önüne geçilmesine de yardımcı olmaktadır.

Yem katkı maddelerinin sindirim sistemi, metabolik fonksiyonlar ve bağışıklık sistemi üzerindeki olumlu etkileri, kanatlı hayvanların sağlığını iyileştirmenin yanı sıra, yemden yararlanma oranını artırarak hastalıklara karşı direncin güçlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (El-Baz ve Khidr, 2024). Bu katkı maddelerinin doğru ve bilinçli kullanımı, üreticilere yalnızca daha verimli bir üretim sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda hayvan sağlığını da koruma noktasında büyük bir avantaj sunmaktadır. Patojenlerin baskılanması, bağırsak bütünlüğünün korunması ve sindirim süreçlerinin optimize edilmesi, bu maddelerin sağladığı önemli faydalardan yalnızca birkaçıdır. Bu bağlamda, yem katkı maddelerinin kullanımı, kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde sürdürülebilir verimliliğin sağlanmasında kritik bir unsur olarak değerlendirilmekte ve gelecekteki üretim sistemlerinde bu katkı maddelerinin daha etkin bir şekilde kullanılması beklenmektedir.

Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde üretim verimliliğini artırmak ve hayvan sağlığını korumak amacıyla, uzun yıllar boyunca profilaktik antibiyotikler ve büyüme destekleyici ajanlar yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Ancak, bu uygulamaların zamanla kontrolsüz hâle gelmesi, kümes hayvanı üretiminde antibiyotiklerin yanlış ve aşırı kullanımına yol açmış ve bu durum, sadece hayvan sağlığını değil, aynı zamanda gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından da ciddi riskler doğurmuştur. Özellikle “antibiyotik suistimali” olarak adlandırılan bu tedbirsiz kullanım, kümes hayvanlarının etinde antibiyotik kalıntılarının

birikmesine ve antibiyotiğe dirençli patojenlerin yayılmasına neden olmuştur (Muaz vd., 2018; Owusu-Doubreh vd., 2023). Antibiyotik direncinin yaygınlaşması, halk sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle günümüzde küresel düzeyde en büyük tehditlerden biri olarak değerlendirilmektedir.

Antibiyotik suistimali, yalnızca hayvan sağlığını tehlikeye atmakla kalmamış, aynı zamanda insan sağlığını da olumsuz etkilemiş ve enfeksiyonların tedavisinde başarısızlığa yol açmıştır (Bacanlı ve Başaran, 2019; Almansour vd., 2023). Son yıllarda, dünya genelinde solunum yolu hastalıklarının artış göstermesi ve yaygın olarak kullanılan antibiyotiklerin bazı boğaz enfeksiyonlarına karşı etkisiz kalması, antibiyotik direnci ile ilişkili sorunların giderek daha büyük bir tehdit hâline geldiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, antibiyotik kullanımına yönelik daha sıkı düzenlemelerin getirilmesi gerektiğini ve alternatif besleme stratejilerinin geliştirilmesinin büyük bir gereklilik hâline geldiğini göstermektedir. Bu gereklilik, araştırmacıları, antibiyotik kullanımına alternatif olarak yem katkı maddelerinin geliştirilmesi ve kullanılması konusunda yeni çözümler arayışına yöneltmiştir (Okey, 2023).

Sonuç olarak, kümes hayvanı üretiminde yaşanan bu gelişmeler ve antibiyotik direncine karşı gösterilen duyarlılık, sektörde sürdürülebilirliği ve verimliliği artıracak yeni yaklaşımlar ve besleme stratejileri geliştirilmesini gerektirmektedir. Bu çerçevede, yem katkı maddelerinin rolü, yalnızca üretim verimliliği değil, aynı zamanda sağlıklı ve güvenli gıda üretimi açısından da büyük bir öneme sahiptir.

3. Alternatif Yem Katkı Maddeleri

Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde antibiyotiklere alternatif olarak, organik asitler, probiyotikler, prebiyotikler, esansiyel yağlar, enzimler ve tıbbi bitkiler gibi çeşitli doğal katkı maddeleri kullanılmaktadır (Olotu vd., 2023; Rivas-Caceres vd., 2024). Bu katkı maddeleri, yalnızca hayvan sağlığını iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda yemden yararlanmayı artırarak çevresel sürdürülebilirliğe de önemli ölçüde katkı sağlar. Özellikle, antibiyotik kullanımının kısıtlanması gerektiği günümüzde, bu alternatif katkı maddeleri, üreticilerin verimli ve sağlıklı bir üretim süreci yürütmesini sağlayarak sektördeki olumsuz çevresel etkileri minimize etmektedir. Ayrıca, belirli bölgelerde üretilen tarımsal atıkların hayvansal üretimde değerlendirilmesi, bu katkı maddelerinin çevresel sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda kullanılmasını desteklemektedir. Bu durum, aynı zamanda hayvancılık sektörüne ekonomik avantajlar sağlayarak, atıkların yeniden değerlendirilmesini ve verimli kullanımını teşvik etmektedir. Hayvancılık sektörü, insan tüketimine uygun olmayan materyallerin yanı sıra gıda sanayi atıklarının da kaliteli hayvansal ürünlere dönüştürüldüğü bir üretim

alanı olması nedeniyle, sürdürülebilirlik açısından oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Bu noktada, özellikle hayvansal üretim süreçlerinde kullanılan tıbbi bitkiler, doğal katkı maddelerinin önemli bir bileşeni olarak öne çıkmaktadır. Tıbbi bitkiler, sağlığa olan katkıları ve antibiyotiklere alternatif olma potansiyelleriyle, hayvan sağlığını iyileştirmek ve yemden daha verimli yararlanmayı sağlamak açısından dikkat çekici bir seçenek sunmaktadır. Bu bağlamda, tıbbi bitkilerin kullanımı, hayvancılıkla ilgili sürdürülebilirlik ve çevresel sorumluluk hedeflerine önemli katkılar sağlamaktadır.

Tıbbi bitkiler, özellikle sindirimi iyileştirme, kolesterol seviyelerini düşürme, bağışıklık sistemini güçlendirme, iştahı artırma ve hastalıkları önleme gibi olumlu etkileri ile dikkat çekmektedir. Bu etkiler, tıbbi bitkilerde bulunan doğal aktif bileşenlerin hayvansal üretim üzerindeki sağlıklı etkilerini kanıtlamaktadır (Atay, 2023). Son yıllarda, bu bitkiler, sentetik katkı maddelerine alternatif olarak giderek daha fazla ilgi görmekte ve sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle popülerleşmektedir. Tıbbi bitkilerin hayvan yemlerine katkı maddesi olarak eklenmesi, yalnızca hayvan sağlığını iyileştirmekle kalmayıp, aynı zamanda üretim verimliliğini artırma potansiyeline de sahiptir. Bu, üretim süreçlerinde sürdürülebilir ve doğal yollarla verimliliği sağlamak isteyen üreticiler için önemli bir fırsat sunmaktadır. Bu nedenle, tıbbi bitkilerin hayvansal üretimde kullanımı, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından stratejik bir besleme yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır. Bu alternatifler, gelecekte hayvancılık sektöründe daha fazla tercih edilmesi beklenen besleme stratejileridir ve bu alanda yapılan bilimsel araştırmalar, tıbbi bitkilerin etkinliğini daha da netleştirmektedir. Sonuç olarak, bu katkı maddelerinin ve tıbbi bitkilerin kullanımının artması, yalnızca hayvansal üretimin verimliliğini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için önemli bir fırsat sunmaktadır. Sektördeki bu dönüşüm hem hayvan sağlığı hem de çevre açısından daha dengeli ve sağlıklı üretim yöntemlerinin önünü açmaktadır.

Bu noktada, acı biber (*Capsicum sp.*) gibi tıbbi bitkiler, sahip oldukları doğal aktif bileşenler sayesinde hayvansal üretimde potansiyel bir katkı maddesi olarak dikkat çekmektedir. Özellikle acı biberin içerdiği kapsaisin, sağlığa olan olumlu etkileriyle öne çıkmakta ve hayvancılık sektöründe alternatif besleme stratejileri arayışına yeni bir boyut katmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, kapsaisinin bağışıklık sistemini destekleyici, antioksidan ve antimikrobiyal özellikler taşıdığını göstermektedir. Ayrıca, kapsaisinin sindirim sistemini uyarıcı etkisi sayesinde yemden yararlanmayı artırdığı ve hayvanların genel performansını iyileştirdiği belirlenmiştir.

3.1. Acı Biber (*Capsicum sp.*)

Acı biber (*Capsicum sp.*), dünya çapında yaygın olarak yetiştirilen ve hem gıda hem de geleneksel tıp alanlarında geniş bir kullanım yelpazesine sahip önemli bir tarımsal üründür (Baenas vd., 2019; Hernández-Pérez vd., 2020). Biberin besin içeriği ve biyolojik aktif bileşenleri, onu sadece mutfak kullanımının ötesinde, aynı zamanda sağlık açısından da değerli bir bitki hâline getirmektedir. *Capsicum* cinsine ait 200'den fazla tür bulunmasına rağmen, ekonomik açıdan en fazla yetiştirilen ve ticari değere sahip olan beş tür; *C. annum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum* ve *C. pubescens* olarak öne çıkmaktadır (Batiha vd., 2020). Bu türlerin yaygın kullanımı, acı biberin yalnızca gıda sanayisinde değil, aynı zamanda ilaç ve kozmetik sektörlerinde de önemli bir yere sahip olmasına yol açmıştır.

2022 yılı itibarıyla küresel biber üretimi yaklaşık 37 milyon ton olarak gerçekleşmiş ve dünya çapındaki toplam üretimin büyük bir kısmını oluşturan Çin, en büyük üretici konumunda yer almıştır. Türkiye ise 2022 yılı verilerine göre 3,1 milyon tonluk üretimiyle, biber üretiminde Çin ve Meksika'nın ardından Endonezya ile birlikte üçüncü sırayı paylaşmaktadır (FAO, 2024). Türkiye'nin ekolojik çeşitliliği ve tarımsal üretim kapasitesi göz önünde bulundurulduğunda, biber üretiminde daha yüksek bir pazar payına ulaşma potansiyeline sahip olduğu söylenebilir. Bu durum, ülkenin biber üretiminde rekabet gücünü artıracak pek çok fırsat sunduğunu göstermektedir. Ayrıca, Türkiye'nin biber üretimindeki artış, yerel ekonomiye olan katkısını artırırken, dünya pazarında da daha fazla söz sahibi olmasına olanak sağlamaktadır.

Dünya genelinde *Capsicum* türlerinin üretimi 2002-2022 yılları arasında %39 oranında bir artış göstermiş olup, günümüzde en çok ticari olarak yetiştirilen sebzelerden biri olarak kabul edilmektedir (Yasin vd., 2023; FAO, 2024). Her yıl küresel *Capsicum* üretiminin yaklaşık %46'sının çeşitli nedenlerle israf edildiği tahmin edilmektedir (Scoma vd., 2016). Bu kayıpların önemli bir kısmı, pazarlanabilirlik kriterlerini karşılamadığı gerekçesiyle satılamaz hale gelen ürünlerden kaynaklanmaktadır ve üreticiler için ciddi bir ekonomik kayıp oluşturmaktadır (AUSVEG, 2013). Bu durum, tarımsal üretimin daha verimli ve sürdürülebilir yöntemlerle yönlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, bu atıkların değerlendirilmesi hem çevresel hem de ekonomik anlamda önemli bir fırsat sunmaktadır.

Acı biber (*Capsicum annum*) atıkları, içerdiği biyolojik aktif bileşenler sayesinde hayvan beslenmesinde alternatif yem katkı maddesi olarak değerlendirilebilecek potansiyele sahiptir. Özellikle, antibakteriyel (bakterisidal ve bakteriyostatik), antikoksidiyal ve antifungal özelliklere sahip olan kapsaisin içeriği, biber atığını hayvan sağlığı açısından önemli bir bileşen hâline

getirmektedir. Bu bileşenler, biber atıklarının hayvansal üretimde kullanılmasını daha da cazip kılmaktadır. Ayrıca, acı biber atığı yüksek miktarda A ve C vitamini içermesi nedeniyle bağışıklık sistemini destekleyici bir işlev görebilir ve hayvanların genel sağlığı ile et kalitesi üzerinde olumlu etkiler yaratabilir (Okey, 2023). Biber atıkları, içerdiği besin öğeleri sayesinde hayvanların sağlığını iyileştirme potansiyeline sahip olmakla birlikte, yem maliyetlerini düşürerek üreticilere ekonomik avantajlar da sunmaktadır. Bu bağlamda, acı biber atıklarının hayvansal üretimde değerlendirilmesi, hem sürdürülebilir tarımsal üretime katkı sağlamakta hem de bu atıkların yeniden işlenmesi ile doğal kaynakların verimli kullanımını teşvik edilmektedir.

Acı biberin aktif bileşenleri, özellikle koruyucu ve tedavi edici etkilere sahiptir (Jancso vd., 1997). *Capsicum* (*C. annuum* L.) cinsi, çiçekli bitkilerden oluşan bir familyayı temsil etmekte olup, genellikle insan beslenmesinde lezzet artırıcı bir bileşen olarak kullanılmaktadır (Al-Kassie vd., 2011). *Capsicum* cinsinde keşfedilen terapötik özellikler, kapsaisin başta olmak üzere içerdikleri biyoaktif bileşenlere atfedilmektedir (Abdelnour vd., 2018; Puvača, 2018). Acı biber içeriğinde bulunan kapsaisinoid bileşikler arasında dihidrokapsaisin, nordihidrokapsaisin, homodihidrokapsaisin ve homokapsaisin yer almaktadır (Kobata vd., 1998; Fattori vd., 2016; Abou-Elkhair vd., 2018). Bu biyoaktif bileşiklerin hayvan sağlığı üzerinde potansiyel yararları, özellikle bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi ve patojenlere karşı direnç sağlanması açısından önemlidir. Ayrıca, bu bileşiklerin sindirim sistemini iyileştirme, iltihaplanma karşıtı etkiler gösterme ve metabolik süreçlere katkı sağlama gibi birçok olumlu etkisi bulunabilir. Bu nedenle, acı biberin ve atıklarının, özellikle organik hayvancılıkta ve doğal yem katkı maddesi üretiminde kullanım potansiyeli oldukça yüksektir.

Sonuç olarak, acı biberin hayvansal üretimde kullanımını hem sağlığa faydalı bileşenler açısından hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu alternatiflerin yaygınlaştırılması, biber atıklarının değerlendirilmesi ve biyoaktif bileşenlerin potansiyelinden faydalanılması, hayvancılık sektörüne katkı sağlarken, tarım atıklarının çevreye olumsuz etkilerini en aza indirmeye yardımcı olabilir.

3.2. Kapsaisin

Kapsaisin, kırmızı biber ve acı biberlerin (*Capsicum* sp.) tohumlarında ve meyve dokularında yüksek oranda bulunan bir alkaloid olup, bu bitkilerin karakteristik acı ve tahriş edici tadından sorumlu olan temel bileşendir (Antonio vd., 2018). Kapsaisinin, yalnızca biberin tat profiline katkıda bulunmakla kalmayıp, aynı zamanda farmakolojik özellikleri nedeniyle de büyük bir

araştırma konusu hâline geldiği bilinmektedir. Yüzyıllardır çeşitli hastalıkların tedavisinde potansiyel bir doğal şifa kaynağı olarak değerlendirilen kapsaisin, son yıllarda giderek artan bir şekilde bilimsel çalışmaların odak noktası hâline gelmiştir (Musolino vd., 2024). Bu, kapsaisinin yalnızca biberin lezzetini ve tadını belirlemesinin ötesinde, sağlık ve farmakoloji alanında önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Kapsaisinin biyolojik fonksiyonları incelendiğinde, güçlü antioksidan kapasiteye sahip olduğu, anti-enflamatuar etkiler gösterdiği ve ağrı yönetiminde etkin bir rol oynadığı ortaya konmuştur (Prakash ve Srinivasan, 2010; Liang vd., 2013; Liu vd., 2021; Salem vd., 2023). Bu, kapsaisinin potansiyel sağlık yararlarını, özellikle inflamasyon ve ağrı yönetimi gibi hastalıkların tedavisinde kullanma potansiyelini vurgulamaktadır. Bunun yanı sıra, kapsaisinin lipid metabolizmasının düzenlenmesinde ve bağırsak mikrobiyotasının modülasyonunda önemli etkiler sağladığı belirlenmiştir. Bağırsak mikrobiyotasının dengelenmesi, kanatlı hayvanlarda sindirim sağlığının ve genel sağlık durumunun iyileştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu özellikleri nedeniyle, kapsaisin içeren doğal kırmızı biber ekstraktının kanatlı hayvan üretiminde fonksiyonel bir yem katkı maddesi olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Kapsaisin, biber türlerinin başlıca bileşeni olarak öne çıkmaktadır (Fattori vd., 2016; Abou-Elkhair vd., 2018). Kapsaisin (8-metil-N-vanilil-6-nonemid), bu alkaloidin aktif bileşiklerinin yaklaşık %50'sini temsil etmekte olup, ayrıca biberlerin karakteristik sıcaklık hissini üreten kapsinoid bileşiklerle birlikte bulunur (El-Tazi, 2014). Bunlar, biberin acı tadını ve sıcaklık etkisini oluşturan maddelerdir. Bu özellik, kapsaisinin yalnızca bir tat bileşeni olmanın ötesinde, hayvansal beslemede kullanılacak fonksiyonel bir bileşen olma potansiyelini artırmaktadır. Ayrıca, acı biberin antioksidan ve antistres aktiviteleri daha önceki çalışmalarda rapor edilmiştir (Lee vd., 2005; Puvača, 2018; Puvača vd., 2019; Batiha vd., 2020). Bu bağlamda, biberin sağlık üzerindeki faydalı etkileri sadece lezzet artırıcı değil, aynı zamanda stresle mücadele, bağışıklık güçlendirme gibi sağlık destekleyici özelliklere de sahiptir.

Bunun yanı sıra, farklı bitkilerde bulunan birçok terpenoidin güçlü antioksidan özelliklere sahip olduğu da bilimsel literatürde yer almaktadır (Nakatani, 1994). Terpenoid bileşiklerin antioksidan özellikleri, hayvansal üretimde kullanılan doğal katkı maddelerinin sağlık üzerinde olumlu etkiler oluşturmasını sağlamakta önemli bir rol oynamaktadır. Son yıllarda yapılan bazı çalışmalar, yem rasyonlarına bitkisel özüt karışımları ilave edilmesinin kanatlı hayvanlarda büyüme performansını artırabileceğini, besin sindirimini ve sindirim enzim aktivitelerini iyileştirebileceğini ve bağırsak mikrobiyotasını olumlu

yönde etkileyerek hayvan sağlığına katkı sağlayabileceğini göstermektedir (Pirgozliev vd., 2019; Liu vd., 2021). Bu bağlamda, kapsaisin açısından zengin biber türlerinin hayvan besleme stratejilerine dahil edilmesi, hem sürdürülebilir üretim süreçlerine katkı sağlayabilir hem de alternatif yem katkı maddeleri arayışına yenilikçi bir perspektif sunabilir. Kapsaisin içeren bileşiklerin yem rasyonlarında kullanılmasının, hayvancılık sektöründe sağlıklı ve verimli üretimi teşvik etmede önemli bir adım olacağı düşünülebilir.

Özetle, kapsaisinin farmakolojik etkileri ve potansiyel faydaları, onun hayvansal üretimde yem katkı maddesi olarak kullanılabilirliğini desteklemektedir. Bu özelliklerin daha fazla araştırılması, kanatlı hayvancılıkta daha sağlıklı ve verimli üretim yöntemleri geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

3.3. Kanatlı Hayvanlarda Acı Biberin Kullanımının Performans ve Sağlık Üzerine Etkileri

Kapsaisin, acı kırmızı biberde bulunan ve güçlü biyokimyasal ile farmakolojik özelliklere sahip olan bir bileşiktir. Bu bileşik; antioksidan, anti-enflamatuar, antialerjik ve antikanserojenik etkileriyle dikkat çekmekte olup, aynı zamanda kanser riskini azaltıcı potansiyele sahip olduğu belirtilmektedir (Munglang ve Vidyarthi, 2019).

Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde kapsaisin içeriği yüksek olan yem katkılarının kullanımına ilişkin yapılan çeşitli çalışmalar, broyler tavuklarının performansı üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymuştur (Agarwal vd., 2017; Abdelnour vd., 2018; Munglang ve Vidyarthi, 2019). Bu kapsamda, acı kırmızı biber özütü, pankreatik ve bağırsak enzim aktivitelerini artırarak sindirim süreçlerini iyileştirebilmekte, safra asidi sekresyonunu teşvik ederek besin emilimini destekleyebilmekte ve broyler tavuklarında vücut ağırlığını artırıcı etki gösterebilmektedir.

Ayrıca, acı biberin ısı stresini azaltarak yem sindirilebilirliğini, yem alımını ve yem dönüşüm verimliliğini iyileştirdiği, ölüm oranlarını düşürdüğü ve karkas özellikleri ile kan parametreleri üzerinde olumlu etkiler sağladığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, acı biberin üretim maliyetlerini azaltma potansiyeline sahip olması, sürdürülebilir kanatlı yetiştiriciliği açısından önemli bir avantaj sunmaktadır (Munglang ve Vidyarthi, 2019).

Tablo 1. Acı Biberin Çeşitli Etkileri (Abd El-Hack vd., 2022)

Etki	Kaynak
Acı biber (<i>Capsicum annum</i> L.) antioksidan aktivite gösterir. C ve E vitaminleri ve provitamin A gibi karotenoidlerin zengin bir kaynağı olduğu için lipid peroksidasyonunu azaltır.	Krinsky, (2001); Kogure vd., (2002); Conforti vd., (2007); Oboh vd., (2007)
Beslenme yardımcı bir unsur görevi görür.	Özer vd., (2005); Al-Kassie vd., (2011)
Bağırsak bütünlüğünü iyileştirir.	Al-Kassie vd., (2012)
Vücut ağırlığını ve kilo alımını artırır.	Atapattu ve Belpagodagama, (2011)
Yem dönüşüm oranını iyileştirir.	Eldeeb vd., (2006)
<i>Escherichia coli</i> , <i>Clostridium</i> spp. ve <i>Salmonella</i> spp. gibi bağırsak patojen bakterilerine karşı antimikrobiyal ve bakterisidal etki gösterir.	Zeyrek ve Oğuz, (2005); Omolo vd., (2014); Agarwal vd., (2017)
Acı biber, yumurta sarısının rengini koyulaştırır ve yumurtlama performansını artırabilir.	Özer vd., (2006); Saraçoğlu vd., (2025)
Toplam kan kolesterol konsantrasyonunu azaltır.	Puvaca vd., (2015b)
Nörotik aktivitesi nedeniyle önemli bir alkaloid görevi görür.	Zeyrek ve Oğuz, (2005); Hayman ve Kam, (2008)
Antiinflamatuar, antialerjenik ve antikarsinojenik aktiviteler gösterir.	Lee vd., (2005); Nishino vd., (2009)
Kapsaisin antioksidan, antiinflamatuar, antialerjenik ve antikarsinojenik etkiler gösterir ve kanser riskini azaltır.	Munglang ve Vidarthi, (2019)
Acı biber, pankreas ve bağırsak enzim aktivitelerini artırır, safra asidi salgısını geliştirir ve etlik piliçlerde vücut ağırlığı büyümesini artırır. Isı stresini azaltır ve yem sindirilebilirliğini, vücut ağırlığını, yem alımını, yem dönüşüm verimliliğini, ölüm oranını, karkas özelliklerini, kan parametrelerini ve üretim maliyetini iyileştirir.	Munglang ve Vidarthi, (2019)
Acı biber, antibakteriyel özelliklere sahip olan kapsaisin adlı terpenoid bileşimini içerir.	Bekar, (2011)
Acı biber, kanatlı hayvanlarda ısı stresini önemli ölçüde azaltan C vitamini açısından zengindir.	Yoshioka vd., (2001); Al-Kassie vd., (2012); Abd El-Hack vd., (2018); Abdelnour vd., (2018)
Acı biber, trigliserid seviyelerini etkilemeden kan kolesterolünü azaltır.	Eldeeb vd., (2006)

Önceki çalışmalar, acı biberin yem katkı maddesi olarak kullanılmasının kanatlı hayvan sağlığı ve performans değerlerinde pozitif iyileşmeler olduğunu göstermiştir (Tablo 1). Acı biberin piliç diyetlerine dahil edilmesinin yem alımı,

vücut ağırlığı, ağırlık artışı ve yem verimliliği gibi performans parametrelerinde iyileşmelere yol açtığını göstermiştir (El-Deek vd., 2012). *Capsicum* türlerinin, özellikle kapsaisin, bağırsak patojenlerine karşı gösterdiği bakterisidal etkiler, özellikle *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* ve *Clostridium spp.* gibi patojenlerin inhibe edilmesinde önemli bir mekanizma sağlamaktadır (Omolo vd., 2014; Agarwal vd., 2017; Salem vd., 2021). Ayrıca, kapsaisin, gastrointestinal mukoza tabakasını ilaçlar veya tahriş edici maddelere karşı koruyarak, mide ve bağırsak sağlığını iyileştirebilir (Al-Kassie vd., 2012). Bu bağlamda, kapsaisin mide ve bağırsak sağlığındaki rolü, özellikle sindirim sisteminin düzgün çalışmasını sağlamak için dikkate değerdir. Kümes hayvanları, kapsaisin molekülünün bağlanmasına özgü reseptörlere sahip olmadığı için, acı biberin keskinliğini algılayamazlar; bu nedenle, piliç diyetlerinde yüksek konsantrasyonlarda kapsaisin bulunması negatif bir etkiye yol açmayabilir (Mason ve Maruniak, 1983; Geisthovel vd., 1986; Puvača vd., 2015b). Bu durum, kapsaisin kümes hayvanlarının beslenmesindeki potansiyelini artırmaktadır, çünkü yüksek konsantrasyonlar, acı tat algısı olmaksızın besin değerinden yararlanmayı sağlar. Bu bağlamda, önceki çalışmalarda, deneysel diyetlere küçük oranlarda acı biber eklenmesinin, kapsaisin etkisini doğru bir şekilde değerlendirmek için yeterli olmayabileceği vurgulanmıştır (Zheng vd., 2017). Ancak, kapsaisin iştah üzerinde olumlu etkiler yarattığı ve acı biberin diyetle eklenmesinin yem tüketimini artırdığı bildirilmiştir (Yoshioka vd., 2001). Acı biberlerdeki etkili bileşikler, kapsaisin, kapsisin ve kapsantindir (Viktorija vd., 2014). Bu bileşikler, özellikle kapsaisin, hayvancılıkta sağlığı iyileştirme ve performansı artırma açısından büyük bir öneme sahiptir. Kapsinoidler, kapsaisin (alkaloidlerin) analog ailesini oluşturur ve biberdeki keskin acılığı verir (Izawa vd., 2010).

Broiler ve yumurta tavuğu rasyonlarında, acı biberin kullanımı, yem alımını önemli ölçüde artırmış, yumurta sarısının rengini koyulaştırmış ve yumurtlama performansını iyileştirmiştir (Özer vd., 2005). Bu bulgular, biberin rasyonlara eklenmesinin, sadece üretkenlik üzerinde değil, aynı zamanda ürün kalitesi üzerinde de olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Kapsaisin, bağırsakta pasif olarak emilir (Kawada vd., 1984; Iwai vd., 2003). Yağ dokularındaki glikoz-6-fosfat dehidrogenaz, lipoprotein lipaz ve pankreas ile bağırsak enzimlerinin aktivitelerini artırarak besin ve enerji metabolizmasını etkili bir şekilde uyandırır (Platel ve Srinivasan, 2004; Abdel Salam vd., 2005; Al-Kassie vd., 2011; Puvača vd., 2014). Kapsaisin enerji metabolizmasına olan bu etkisi, özellikle hızlı büyüyen ve yüksek verimle üretim yapan broilerler için önemli bir avantaj sağlamaktadır. Ayrıca, Puvača ve ark. (2015a), kapsaisin toplam kan kolesterolünü azalttığını doğrulamıştır. Kırmızı biberde az miktarda kırmızı pigment ve önemli miktarda sarı karotenoid bulunur ve bunlar, yumurta sarısına

kolayca geçerek sarı renk yoğunluğunu artırır (González ve ark., 1999; Saraçoğlu vd., 2025). Bu özellik, özellikle yumurta üretimi ve kalitesini iyileştirmek isteyen üreticiler için değerli bir bilgi sağlamaktadır. Önceki araştırmalar, diyetle alınan kırmızı biberin bağırsak villusları ve epitel hücrelerinin yapısını uyarıcı etkilerle iyileştirdiğini ve yumurta sarısı rengini artırdığını göstermektedir (Lokaewmanee ve ark., 2013).

Bıldırcınlarla yapılan çalışmalarda, Sri Divya (2017), %1,0'a kadar karabiberin üretken performansı olumsuz etkilemeden doğal bir yem katkı maddesi olarak entegre edilebileceğini belirtmiştir. Bu bulgu, bıldırcın beslemelerinde küçük oranlarda kullanılan bitkisel bileşiklerin potansiyel faydalarını ortaya koymaktadır. Sayeed vd., (2016), bıldırcın diyetlerindeki acı biberin %2'sinin performans ve kan metabolitlerine fayda sağladığını bildirmiştir. Ayrıca, El-Ghamry vd., (2004), acı biberin ördek yavrularının performansını iyileştiren iyi bir doğal yem katkı maddesi olduğunu ifade etmiştir.

Kapsaisin, nörotonik ve antimikrobiyal aktivitelerle karakterize edilen önemli bir alkaloiddir (Zeyrek ve Oguz, 2005; Hayman ve Kam, 2008). Ayrıca, lipid peroksidasyonunu azaltma özelliğine sahiptir (Kogure vd., 2002; Conforti vd., 2007; Oboh vd., 2007). Kapsaisinoidlerin biyofarmakolojik özellikleri, antioksidan, antiinflamatuvar, antialerjenik ve antikarsinojenik aktiviteler içerdiği yönünde önceki raporlarla desteklenmektedir (Lee vd., 2005; Nishino vd., 2009). Kapsaisin, sinir uçlarının afferent uyarımı yoluyla mide mukozasını koruyarak koruyucu etkilerde bulunur. Kapsaisinin yaklaşık %85'i pasif difüzyonla, özellikle ince bağırsakta emilir, bu da piliçlerde yemlerin sindirilebilirliğini artırır (Kawada vd., 1984; Iwai vd., 2003). Kapsaisinin bu özelliği, sindirim sistemindeki verimliliği artırarak, hayvanların daha etkili besin kullanmalarına olanak tanır ve dolayısıyla büyüme performanslarını iyileştirir. Ancak Hernandez ve ark. (2004), bu bileşenlerin performansı yalnızca kısıtlı bir şekilde iyileştirdiğini ve bu farklılıkların önemli olmadığı sonucuna varmışlardır. Kapsinoidlerin, vücuttaki belirli iyileşme süreçlerini uyarması beklenmektedir (Munglang ve Vidyarthi, 2019). Bu durum, kapsaisinin potansiyel terapötik etkilerini ve biyolojik aktivitesini daha geniş çapta keşfetmek için daha fazla araştırma yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

4. Acı Biberin (*Capsium sp.*) Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanılmasına Ait Bazı Çalışmalar

Arisha vd. (2024) bu çalışmada, broyler rasyonlarına kırmızı biber yağı (KBY) ve turp yağı (TY) eklemenin hayvanların gelişimi, bağışıklık sistemi ve sindirim enzimleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada, 0,3, 0,6, 0,9 ve 1,2 g/kg seviyelerinde KBY ve TY eklenmiş dört grup civciv kullanılmıştır.

Sonuçlar, 0.6 ve 0.9 g/kg KBY ve TY ile beslenen gruplarda vücut ağırlığı, ağırlık artışı, yem alımı ve verimliliğinde iyileşmeler olduğunu göstermiştir. Ayrıca, bu gruplarda ürik asit, kreatinin ve AST düzeylerinde azalma, trigliserit ve LDL seviyelerinde düşüş gözlemlenmiştir. 0.9 g/kg KBY ve TY içeren grupta bağışıklık sistemi belirteçlerinde artış ve E. coli, Salmonella gibi patojenlerin düşük seviyelerde bulunması sağlanmıştır. Sonuç olarak, KBY ve TY eklemesinin, broylerin üretim ve bağışıklık sistemini iyileştirdiği söylenebilir.

Abed ve Al-Shukri (2024) bu çalışmada, sıcaklık stresi altında broylerlerde kapsaisin ve biber (*Capsicum annuum*) tozu eklemenin üretkenlik üzerindeki etkilerini incelemiştir. Cıvcıvlar, 5 cm'lik zemin yataklarda yetiştirilmiş ve rastgele 6 farklı muamele grubuna ayrılmıştır. Gruplar, standart yem ile beslenen kontrol grubu (T1) ve kapsaisin ile takviye edilmiş standart yemle beslenen T2, T3, T4 grupları (15, 30 ve 45 mg/kg kapsaisin), ayrıca acı biber tozu eklenmiş T5 ve T6 gruplarından (5 ve 10 g veya mg/kg) oluşmuştur. Sonuçlar, 5 haftalık yaşta, T3 grubunun diğer tüm gruplara göre vücut ağırlığında önemli bir artış olduğunu göstermiştir. T2 ve T5 grupları ise kontrol grubuna kıyasla daha iyi performans sergilemiştir. T3 ve T4 grupları, toplam ağırlık artışı açısından diğer gruplardan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuş, yem tüketim oranları ise tüm gruplarda benzer olmuştur. Ayrıca, T2, T3 ve T6 gruplarında yem verimlilik faktöründe T1 kontrol grubuna kıyasla anlamlı iyileşmeler gözlemlenmiştir ($P<0.05$).

El-Gogary vd. (2024), broyler tavuklarının rasyonlarına farklı seviyelerde acı kırmızı biber eklemenin büyüme performansı, fizyolojik durum, karkas özellikleri ve kan parametreleri üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Başlangıç ve büyüme döneminde cıvcıvlara dört farklı acı biber seviyesi (%0, %3, %5 ve %7) içeren rasyonlar verilmiştir. Deneme süresince, kontrol grubu ile %3 acı biber takviyeli rasyonla beslenen grup arasında üretim performansında belirgin bir fark gözlemlenmemiştir. Çoğu karkas özelliği açısından ise, tüm deneysel gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak, %3 veya %5 acı biber ile beslenen broylerlerde serumda toplam antioksidan kapasitesi, IgM ve ALT aktivitesinde anlamlı azalmalar gözlemlenmiştir. Broylerin hematolojik parametrelerinin çoğu, acı biber takviyesiyle etkilenmemiştir. %5 acı biber eklenmiş rasyonla beslenen broylerlerde, diğer gruplara kıyasla toplam bakteriyel sayıda ve koliform bakteri sayısında belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. Ayrıca, acı biber ile zenginleştirilmiş rasyonla beslenen kanatlı hayvanların duodenumunda, finisher fazında villus yüksekliği hafifçe daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgular, broyler tavuklarının verimliliği ve bağırsak histolojisinin, %3 acı biber eklenerek olumlu bir şekilde etkilebileceğini göstermektedir.

Adegoke vd. (2024) bu çalışmada, kuş gözü biberinin (KGB) farklı oranları ve eleme boyutlarının broyler tavuklarının büyüme performansı ve et kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Sonuçlar, 150 g KGB ile beslenen civcivlerin, 300 g KGB ile beslenenlere göre daha az yem tükettiklerini göstermektedir. Ayrıca, 0 ve 150 g KGB grupları, 300 g KGB grubuna kıyasla daha iyi yemden yararlanma oranı (YYO) göstermiştir ($P<0.05$). 0.05 mm boyutundaki KGB rasyonunun, 0.1 mm boyutundaki KGB rasyonuna göre daha iyi bir YYO sağladığı belirlenmiştir ($P<0.05$). KGB'nin oranı ve eleme boyutunun etkileşimi, kanatlı hayvanların nihai ağırlığını artırmış ($P<0.05$) ve yem alımını baskılamıştır ($P<0.05$). 150 ve 300 g KGB rasyonları, 0 g KGB'ye kıyasla süperoksit dismutaz (SOD) üretimini düşürmüştür ($P<0.05$), 150 g KGB rasyonu, 0 g KGB'ye göre katalaz üretimini artırmıştır ($P<0.05$). KGB'nin oranı ve eleme boyutunun etkileşimi, 150 g (0.05 ve 0.1 mm) KGB ile beslenen gruplarda SOD üretimini azaltmış ($P<0.05$), 300 g (0.1 mm) KGB grubunda ise her iki temel gruptan daha düşük ($P<0.05$) SOD üretimi gözlemlenmiştir. Ayrıca, B + 150 g (0.05 mm) KGB rasyonu ile beslenen kanatlı hayvanlar, her iki temel gruba göre daha fazla katalaz üretmiştir ($P<0.05$). Bu çalışma, düşük konsantrasyondaki (150 g) KGB'nin 0.05 ve 0.1 mm eleme ile civciv refahını artırdığını, yüksek konsantrasyondaki (300 g) KGB'nin ise bitiş fazında genel büyüme performansını iyileştirdiğini göstermektedir. Çiftçiler ve et işleyicileri, 0.05 mm elemeyen geçirilmiş KGB içeren rasyonlardan fayda sağlayacaktır.

Hanif vd. (2024) bu çalışmada, acı kırmızı biber tozu eklemesinin ve farklı depolama sürelerinin, yumurtlayan tavukların yumurtalarının fiziksel kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Seksen adet 56 haftalık Novogen yumurtlayan tavuk, dört farklı rasyon muamelesine rastgele atanmış ve her grup dört replikasyonla düzenlenmiştir. Rasyonlar şu şekildeydi: kontrol grubu (P0), %0.25 acı kırmızı biber tozu eklenmiş (P1), %0.5 acı kırmızı biber tozu eklenmiş (P2) ve %0.75 acı kırmızı biber tozu eklenmiş (P3). Altıncı hafta sonunda, her gruptan bir yumurta alınarak, üç farklı depolama koşulunda (taze, bir hafta depolama ve iki hafta depolama) fiziksel kalite analizleri yapılmıştır. Sonuçlar, %0.5 acı kırmızı biber tozu eklemesinin yumurta ağırlığını önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Ayrıca, acı kırmızı biber eklemesi ve depolama süresi, yumurta sarısının rengini önemli ölçüde etkilemiştir. Acı kırmızı biber eklenen grup, albümin ve yumurta sarısının pH değerlerinde belirgin bir düşüş göstermiştir. Bu bulgular, yumurtlayan tavukların rasyonuna acı kırmızı biber tozu eklemesinin, yumurta sarısının rengini iyileştirdiğini ve %0.5 oranındaki eklemenin, yumurta sarısı ve albüminin pH seviyelerini düşük tutmaya yardımcı olduğunu göstermektedir.

Jassim ve Kadhim (2024) tarafından yapılan bu çalışmada, kırmızı acı biber (*Capsicum annuum*) ve sentetik metiyonin (DL-Metiyonin) eklenmesinin broyler tavukların bazı üretken özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. 525 Ross 308 cinsinden bir günlük civcivler, 5 hafta boyunca beslenmiş ve 7 farklı muamele grubuna ayrılmıştır. Sonuçlar, özellikle 1 g/kg kırmızı acı biber tozu eklenen grubun, kontrol grubuna kıyasla canlı vücut ağırlığı, haftalık ağırlık artışı, yem tüketim oranı, yemden yararlanma oranı ve karkas nitelikleri açısından belirgin şekilde üstün olduğunu göstermiştir. Sentetik metiyonin eklenmesi de bazı iyileşmeler sağlamış, ancak bu iyileşmeler kırmızı acı biber tozu eklenen grupların elde ettiği seviyeye ulaşmamıştır.

Zanotto vd. (2023) tarafından yapılan bir başka çalışmada, hindi rasyonlarına farklı seviyelerde kapsaisin eklenmesinin, dişi hindi büyüme performansı ile serum ve etteki antioksidan ve oksidan durum üzerindeki faydalı etkileri değerlendirilmiştir. Kapsaisin takviyesi ile beslenen hindilerde yem alımı daha düşük ve yem/kazanç oranı daha iyi bulunmuş, 800 mg/kg biber ekstresi eklenmesiyle serumda reaktif oksijen türleri (ROS) ve lipid peroksidasyonu seviyelerinde azalma gözlemlenmiştir. Bu takviye, hindi etindeki protein oksidasyonunu da azaltmıştır.

Herrero-Encinas vd. (2023) çalışmasında, broyler tavuklarının rasyonlarına *Capsicum* ve diğer baharat özleri içeren kapsüllenmiş bir ürün (SPICY) eklenmesinin etkileri araştırılmıştır. SPICY takviyesi, 7 günlük yaşta vücut ağırlığını artırmış, besin sindirilebilirliğini iyileştirmiş ve günlük ağırlık artışı artırmıştır. Ayrıca, SPICY rasyonla beslenen kanatlı hayvanlarda plazma katalaz aktivitesinin daha düşük olduğu ve karaciğer gen ekspresyonunun down-regüle olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışma, SPICY takviyesinin broylerlerde büyüme performansını ve besin sindirilebilirliğini iyileştirdiğini ve antioksidan yanıt üzerinde olumlu etkiler sağladığını ortaya koymuştur.

Parvari vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada, büyümekte olan bıldırcınlarda mısır temelli rasyonlara zerdeçal tozu ve kırmızı biber eklenmesinin etkileri araştırılmıştır. Araştırma, zerdeçal (%0.75, %1.5 ve %2.25), kırmızı biber tozu (%0.75, %1.5 ve %2.25), antibiyotik (500 ppm) ve kontrol grubundan oluşan sekiz gruptan oluşmuştur. Sonuçlar, 35 günlük bıldırcınlarda zerdeçal ve kırmızı biber içeren rasyonların, kontrol grubuna kıyasla daha yüksek canlı ağırlık sağladığını göstermiştir. Ayrıca, zerdeçal tozu (%1.5) ile beslenen bıldırcınlar, kontrol grubuna göre daha iyi yemden yararlanma oranı (YYO) göstermiştir. Zerdeçalın safra üretimini artırarak sindirimi iyileştirdiği, kırmızı biberin ise sindirim enzimlerini aktive ederek bağırsak fonksiyonlarını desteklediği bulunmuştur. %2.25 kırmızı biber tozu içeren rasyonla beslenen bıldırcınlarda kan trigliserit seviyelerinin anlamlı bir

şekilde azaldığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, büyüyen bıldırcınlarda performans, kan parametreleri ve bağışıklık tepkilerini iyileştirmek için %1.5 zerdeçal veya %2.25 kırmızı biber tozu kullanımını öneriyor.

Alagawany vd. (2021) tarafından yapılan başka bir çalışmada, japon bıldırcınlarında kara ve kırmızı biber yağlarının (SKBY) büyüme performansı, karkas özellikleri, karaciğer ve böbrek fonksiyonları, lipid profili, bağışıklık ve antioksidan parametreleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. SKBY ilavesi, bıldırcınların canlı ağırlık kazancını ve yemden yararlanma oranını iyileştirmiş, karaciğer fonksiyonlarını düzeltmiş ve lipid profiline olumlu etkilerde bulunmuştur. Ayrıca, SKBY, malondialdehit seviyelerini azaltarak antioksidan aktiviteyi artırmış ve mikrobiyal kolonizasyonu (laktobasil, koliform, Salmonella ve E. coli) azaltmıştır. Bu sonuçlar, SKBY'nin bıldırcın yetiştiriciliğinde etkili bir doğal katkı maddesi olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, kanatlı hayvan beslenmesinde acı biberin potansiyel faydalarını araştırmış ve kapsaisin önemli biyolojik etkilerini ortaya koymuştur. Araştırmalar, acı biberin içeriğindeki aktif bileşiklerin, özellikle kapsaisinin, kanatlıların büyüme performansını, yem tüketimini (FI), yem dönüşüm oranını (FCR) ve vücut ağırlığını (BWT) iyileştirdiğini göstermektedir. Ayrıca, kapsaisin, bağırsak mikrobiyotasının düzenlenmesine, sindirimin iyileştirilmesine ve bağışıklık sisteminin güçlendirilmesine yardımcı olmaktadır. Yapılan çalışmalar, kapsaisinin antioksidan, antimikrobiyal ve anti-enflamatuvar özellikleri sayesinde kanatlıların hastalıklara karşı dirençlerini artırdığını ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra, stresle mücadelede de etkili olduğu ve kanatlıların genel sağlığını iyileştirdiği gözlemlenmiştir. Ancak, bu olumlu etkilerin ortaya çıkabilmesi için kapsaisin doğru dozda kullanılması gerektiği ve aşırı kullanımının bazı olumsuz etkiler doğurabileceği de dikkate alınmalıdır. Acı biberin, özellikle sindirim sistemini iyileştirici etkilerinin yanı sıra, hayvansal ürünlerin kalitesini artırmaya yönelik potansiyeli de vurgulanmaktadır. Sonuç olarak, acı biber ve kapsaisin, kanatlı hayvan beslenmesinde kullanılan doğal katkı maddeleri arasında önemli bir yer tutmaktadır, ancak bu bileşenlerin kullanımının daha geniş çapta benimsenebilmesi için uzun dönemli ve kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

İleriye dönük olarak, acı biberin ve kapsaisin kanatlı hayvan beslenmesindeki etkilerini daha derinlemesine incelemek için çok yönlü araştırmalar yapılmalıdır. İlk olarak, kapsaisin farklı yaş grupları, cinsiyetler ve çevresel faktörlere göre değişen etkileri üzerine çalışmalar yapılmalıdır. Böylece, her koşulda en etkili dozaj ve kullanım şekli belirlenebilir. Ayrıca, acı biberin ve

kapsaisinın diğer doğal yem katkı maddeleriyle kombinasyonu incelenmeli ve bu kombinasyonların sinerjik etkileri araştırılmalıdır. Bu tür çalışmalar, üreticilere yönelik uygulamalı ve ekonomik çözümler sunabilir. Diğer taraftan, kapsaisinın uzun süreli kullanımının potansiyel etkilerinin daha ayrıntılı bir şekilde ele alınması gerekmektedir. Özellikle, bu bileşenin hayvan sağlığı üzerindeki uzun vadeli etkilerinin ve organik sistemlerdeki değişimlerin takibi önemlidir. Ayrıca, kanatlı hayvanların performansını etkileyen çevresel faktörler ve stres durumları göz önünde bulundurularak, kapsaisinın bu durumlarla başa çıkmadaki rolü üzerine de araştırmalar yapılmalıdır. Son olarak, acı biberin yerel tarım koşullarına uygun yetiştirilmesi ve buna bağlı olarak üretim maliyetlerinin düşürülmesi için ekonomik analizler yapılmalıdır. Bu, acı biberin daha geniş bir şekilde yaygınlaştırılması ve kullanılması için önemli bir adım olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abd El-Hack, M. E., Alagawany, M., & Abdelnour, S. (2019). Responses of growing rabbits to supplementing diet with a mixture of black and red pepper oils as a natural growth promoter. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103(2), 509-517.
- Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Elbestawy, A. R., Gado, A. R., Nader, M. M., Saad, A. M., ... & El-Tarabily, K. A. (2022). Hot red pepper powder as a safe alternative to antibiotics in organic poultry feed: An updated review. *Poultry Science*, 101(4), 101684.
- Abdel Salam, O. M., Heikal, O. A., & El-Shenawy, S. M. (2005). Effect of capsaicin on bile secretion in the rat. *Pharmacology*, 73(3), 121-128.
- Abdel-Moneim, A. M. E., Elbaz, A. M., Khidr, R. E. S., & Badri, F. B. (2020). Effect of in ovo inoculation of *Bifidobacterium* spp. on growth performance, thyroid activity, ileum histomorphometry, and microbial enumeration of broilers. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 12(3), 873-882.
- Abdelnour, S., Alagawany, M., Abd El-Hack, M. E., Sheiha, A. M., Saadeldin, I. M., & Swelum, A. A. (2018). Growth, carcass traits, blood hematology, serum metabolites, immunity, and oxidative indices of growing rabbits fed diets supplemented with red or black pepper oils. *Animals*, 8(10), 168.
- Abed, I. S., & Al-Shukri, A. Y. (2024). Efficacy of fortifying poultry diet with capsaicin and chili powder on the performance of broilers exposed to heat stress. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1371(7), 072022.
- Abou-Elkhair, R., Selim, S., & Hussein, E. (2018). Effect of supplementing layer hen diet with phytogetic feed additives on laying performance, egg quality, egg lipid peroxidation and blood biochemical constituents. *Animal Nutrition*, 4(4), 394-400.
- Adegoke, A. V., Abimbola, M. A., Sanwo, K. A., Egbeyale, L. T., Abiona, J. A., Oso, A. O., & Iposu, S. O. (2018). Performance and blood biochemistry profile of broiler chickens fed dietary turmeric (*Curcuma longa*) powder and cayenne pepper (*Capsicum frutescens*) powders as antioxidants. *Veterinary and Animal Science*, 6, 95-102.
- Agarwal, P., Das, C., Dias, O., & Shanbhag, T. (2017). Antimicrobial property of capsaicin. *International Research Journal of Biological Sciences*, 6(7), 7-11.
- Alagawany, M., El-Saadony, M. T., Elnesr, S. S., Farahat, M., Attia, G., Madkour, M., & Reda, F. M. (2021). Use of lemongrass essential oil as a feed additive in quail's nutrition: Its effect on growth, carcass, blood biochemistry,

- antioxidant and immunological indices, digestive enzymes and intestinal microbiota. *Poultry Science*, 100(6), 101172.
- Al-Kassie, G. A., Al-Nasrawi, M. A., & Ajeena, S. J. (2011). The effects of using hot red pepper as a diet supplement on some performance traits in broiler. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(9), 842-845.
- Al-Kassie, G. A., Butris, G. Y., & Ajeena, S. J. (2012). The potency of feed supplemented mixture of hot red pepper and black pepper on the performance and some hematological blood traits in broiler diet. *International Journal of Advanced Biological Research*, 2(1), 53-57.
- Almansour, A. M., Alhadlaq, M. A., Alzahrani, K. O., Mukhtar, L. E., Alharbi, A. L., & Alajel, S. M. (2023). The silent threat: Antimicrobial-resistant pathogens in food-producing animals and their impact on public health. *Microorganisms*, 11(9), 2127.
- Antonio, A. S., Wiedemann, L. S. M., & Veiga Junior, V. F. (2018). The genus *Capsicum*: A phytochemical review of bioactive secondary metabolites. *RSC Advances*, 8(45), 25767-25784.
- Arisha, M., Attia, A. I., Reda, F. M., Youssef, I. M., El Dosokey, A. R. F., Swelum, A. A., Cheng, Y., & Abd El-Hack, M. E. (2024). Consequences of dietary red pepper and radish oils' supplementation on growth, carcass traits, blood indices, digestive enzymes activity and intestinal microbial load of broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 33(4), 100498.
- Atapattu, N. S. B. M., & Belpagodagamage, U. D. (2011). Effect of dietary chilli powder on growth performance and serum cholesterol contents of broiler chicken. *Tropical Agricultural Research and Extension*, 13(4).
- Atay, A. (2023). The effect medicinal plants on performance, carcass parameters and meat quality in broiler chickens. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(2), 1418-1428.
- AUSVEG. (2013). Vegetable waste factsheet for VG12046; AUSVEG. <https://ausveg.com.au/app/data/technical-insights/docs/VG12046FS8.pdf>
- Bacanlı, M., & Başaran, N. (2019). Importance of antibiotic residues in animal food. *Food and Chemical Toxicology*, 125, 462-466.
- Baenas, N., Belović, M., Ilic, N., Moreno, D. A., & García-Viguera, C. (2019). Industrial use of pepper (*Capsicum annum* L.) derived products: Technological benefits and biological advantages. *Food Chemistry*, 274, 872-885.
- Batiha, G. E. S., Alqahtani, A., Ojo, O. A., Shaheen, H. M., Wasef, L., Elzeiny, M., ... & Hetta, H. F. (2020). Biological properties, bioactive constituents, and pharmacokinetics of some *Capsicum* spp. and capsaicinoids. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(15), 5179.

- Cartoni Mancinelli, A., Mattioli, S., Twining, C., Dal Bosco, A., Donoghue, A. M., Arsi, K., Angelucci, E., Chiattelli, D., & Castellini, C. (2022). Poultry meat and eggs as an alternative source of n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids for human nutrition. *Nutrients*, *14*(9), 1969.
- Conforti, F., Statti, G. A., & Menichini, F. (2007). Chemical and biological variability of hot pepper fruits (*Capsicum annuum* var. *acuminatum* L.) in relation to maturity stage. *Food Chemistry*, *102*(4), 1096-1104.
- Elbaz, A. M., Ibrahim, N. S., Shehata, A. M., Mohamed, N. G., & Abdel-Moneim, A. M. E. (2021). Impact of multi-strain probiotic, citric acid, garlic powder or their combinations on performance, ileal histomorphometry, microbial enumeration and humoral immunity of broiler chickens. *Tropical Animal Health and Production*, *53*(1), 115.
- El-Baz, A., & Khidr, R. (2024). Role of feed additives in poultry feeding under marginal environmental conditions. In *Veterinary Medicine and Science* (C. 0). IntechOpen.
- Eldeeb, M. A., Metwally, M. A., & Galal, A. E. (2006, September). The impact of botanical extract, capsicum (*Capsicum frutescence* L.), oil supplementation and their interactions on the productive performance of broiler chicks. In *European Poultry Conference* (Vol. 12, pp. 243-247).
- El-Deek, A. A., Al-Harhi, M. A., Osman, M., Al-Jassas, F., & Nassar, R. (2012). Hot pepper (*Capsicum annuum*) as an alternative to oxytetracycline in broiler diets and effects on productive traits, meat quality, immunological responses and plasma lipids. *European Poultry Science*, *76*(2), 73-80.
- El-Ghamry, A. A., Azouz, H. M., & Elyamny, A. T. (2004). Effect of hot pepper and fenugreek seed supplementation to low energy diets on Muscovy duckling performance.
- El-Gogary, M. R., Dorra, T. M., & Khalil, H. R. (2024). Effect of dietary supplementation of hot red pepper on growth performance, carcass characteristics, blood parameters, microbiological traits and physiological status of broiler chicks. *Journal of Animal and Poultry Production*, *15*(6), 111-117.
- FAO. (2024). Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/>
- Fattori, V., Hohmann, M. S., Rossaneis, A. C., Pinho-Ribeiro, F. A., & Verri Jr, W. A. (2016). Capsaicin: Current understanding of its mechanisms and therapy of pain and other pre-clinical and clinical uses. *Molecules*, *21*(7), 844.
- Geisthövel, E., Ludwig, O., & Simon, E. (1986). Capsaicin fails to produce disturbances of autonomic heat and cold defence in an avian species (*Anas*

- platyrhynchos*). *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, 406, 343-350.
- González, M., Castaño, E., Avila, E., & González de Mejía, E. (1999). Effect of capsaicin from red pepper (*Capsicum sp*) on the deposition of carotenoids in egg yolk. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(13), 1904-1908.
- Hanif, M. F., Ariyadi, B., Muhlisin, M., Al-Huda, M. A., Luschandina, C. Z., & Agus, A. (2024). Effect of hot red pepper supplementation and different storage time on hens egg quality. *Agronomía Mesoamericana*, 59760.
- Hayman, M., & Kam, P. C. (2008). Capsaicin: A review of its pharmacology and clinical applications. *Current Anaesthesia & Critical Care*, 19(5-6), 338-343.
- Hernandez, F., Madrid, J., Garcia, V., Orengo, J., & Megias, M. D. (2004). Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Science*, 83(2), 169-174.
- Hernández-Pérez, T., Gómez-García, M. D. R., Valverde, M. E., & Paredes-López, O. (2020). *Capsicum annuum* (hot pepper): An ancient Latin-American crop with outstanding bioactive compounds and nutraceutical potential. A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(6), 2972-2993.
- Herrero-Encinas, J., Huerta, A., Blanch, M., Pastor, J. J., Morais, S., & Menoyo, D. (2023). Impact of dietary supplementation of spice extracts on growth performance, nutrient digestibility and antioxidant response in broiler chickens. *Animals*, 13(2), 250.
- Iwai, K., Yazawa, A., & Watanabe, T. (2003). Roles as metabolic regulators of the non-nutrients, capsaicin and capsiate, supplemented to diets. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, 79(7), 207-212.
- Izawa, K., Amino, Y., Kohmura, M., Ueda, Y., & Kuroda, M. (2010). 4.16—Human–environment interactions—taste. *Comprehensive Natural Products II*, 4, 631-671.
- Jancso, G., Kiraly, E., & Jancso-Gabor, A. (1977). Pharmacologically induced selective degeneration of chemosensitive primary sensory neurones. *Nature*, 270(5639), 741-743.
- Jassim, L. N., & Kadhim, M. J. (2024). Effect of adding red chili pepper powder *Capsicum annuum* and synthetic methionine DL-Methionine in the feed on some productive traits of broilers Ross308. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1371(7), 072016.
- Jilo, S. A., & Hasan, L. A. (2022). The importance of poultry meat in medicine: A review. *Journal of World's Poultry Research*, 12(4), 258-262.

- Kawada, T., Suzuki, T., Takahashi, M., & Iwai, K. (1984). Gastrointestinal absorption and metabolism of capsaicin and dihydrocapsaicin in rats. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 72(3), 449-456.
- Kobata, K., Todo, T., Yazawa, S., Iwai, K., & Watanabe, T. (1998). Novel capsaicinoid-like substances, capsiate and dihydrocapsiate, from the fruits of a nonpungent cultivar, CH-19 Sweet, of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(5), 1695-1697.
- Kogure, K., Goto, S., Nishimura, M., Yasumoto, M., Abe, K., Ohiwa, C., ... & Terada, H. (2002). Mechanism of potent antiperoxidative effect of capsaicin. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1573(1), 84-92.
- Krinsky, N. I. (2001). Carotenoids as antioxidants. *Nutrition*, 17(10), 815-817.
- Lashari, M. H., Memon, A. A., Shah, S. A. A., Nenwani, K., & Shafqat, F. (2018). IoT based poultry environment monitoring system. *2018 IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence System (IOTAIS)*, 1-5.
- Lee, J. J., Crosby, K. M., Pike, L. M., Yoo, K. S., & Leskovar, D. I. (2005). Impact of genetic and environmental variation on development of flavonoids and carotenoids in pepper (*Capsicum* spp.). *Scientia Horticulturae*, 106(3), 341-352.
- Liang, Y. T., Tian, X. Y., Chen, J. N., Peng, C., Ma, K. Y., Zuo, Y., Jiao, R., Lu, Y., Huang, Y., & Chen, Z. Y. (2013). Capsaicinoids lower plasma cholesterol and improve endothelial function in hamsters. *European Journal of Nutrition*, 52(1), 379-388.
- Liu, S. J., Wang, J., He, T. F., Liu, H. S., & Piao, X. S. (2021). Effects of natural capsicum extract on growth performance, nutrient utilization, antioxidant status, immune function, and meat quality in broilers. *Poultry Science*, 100(9), 101301.
- Lokaewmanee, K., Yamauchi, K., & Okuda, N. (2013). Effects of dietary red pepper on egg yolk colour and histological intestinal morphology in laying hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(5), 986-995.
- Mason, J. R., & Maruniak, J. A. (1983). Behavioral and physiological effects of capsaicin in red-winged blackbirds. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 19(5), 857-862.
- Morsy, A. S. (2018). Effect of zeolite (Clinoptilolite) as a salinity stress alleviator on semen quality and hemato-biochemical parameters of Montazah cocks under South Sinai conditions. *Research Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 10(2), 9-17.

- Muaz, K., Riaz, M., Akhtar, S., Park, S., & Ismail, A. (2018). Antibiotic residues in chicken meat: Global prevalence, threats, and decontamination strategies: A review. *Journal of Food Protection*, 81(4), 619–627.
- Munglang, N. N., & Vidyarthi, V. K. (2019). Hot red pepper powder supplementation diet of broiler chicken—a review. *Livestock Research International*, 7(3), 159–167.
- Musolino, M., D’Agostino, M., Zicarelli, M., Andreucci, M., Coppolino, G., & Bolignano, D. (2024). Spice up your kidney: A review on the effects of capsaicin in renal physiology and disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(2), 791.
- Nakatani, N. (1994). Antioxidative and antimicrobial constituents of herbs and species. In *Species, herbs and edible fungi* (pp. 251–271). Springer.
- Nishino, H., Murakoshi, M., Tokuda, H., & Satomi, Y. (2009). Cancer prevention by carotenoids. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 483(2), 165–168.
- Oboh, G., Puntel, R. L., & Rocha, J. B. T. (2007). Hot pepper (*Capsicum annum*, Tepin and *Capsicum chinese*, Habanero) prevents Fe²⁺-induced lipid peroxidation in brain—in vitro. *Food Chemistry*, 102(1), 178–185.
- OECD-FAO. (2018). Meat. In *OECD-FAO Agricultural Outlook 2021–2030* (pp. 1–6). OECD Publishing.
- Okey, S. N. (2023). Alternative feed additives to antibiotics in improving health and performance in poultry and for the prevention of antimicrobials: A review. *Nigerian Journal of Animal Science and Technology*, 6(1), 65–76.
- Olotu, T. M., Abimbola, O. F., & Adetunji, C. O. (2023). Alternative to antibiotics feed additive in poultry. In *Next Generation Nanochitosan* (pp. 273–284). Academic Press.
- Omolo, M. A., Wong, Z. Z., Mergen, A. K., Hastings, J. C., Le, N. C., Reiland, H. A., ... & Baumler, D. J. (2014). Antimicrobial properties of chili peppers. *J. Infect. Dis. Ther*, 2(4), 2332–0877.
- Owusu-Doubreh, B., Appaw, W. O., & Abe-Inge, V. (2023). Antibiotic residues in poultry eggs and its implications on public health: A review. *Scientific African*, 19, e01456.
- Özer, A., Erdost, H., & Zök, B. (2005). Histological investigations on the effects of feeding a diet containing red hot pepper on the reproductive organs of the chicken. *Phytotherapy Research*, 19(6), 501–505.
- Özer, A., Zik, B., Erdost, H., & Özfiliz, N. (2006). Histological investigations on the effects of feeding with a diet containing red hot pepper on the reproductive system organs of the cock. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 30(1), 7–15.

- Parvari, S., Ebrahimi-Mahmoudabad, S. R., & Kianfar, R. (2022). Performance, blood parameters, and immune response of Japanese quails fed turmeric and chili pepper powder. *Animal Production Research*, 11(1), 39–53.
- Peric, L., Zikic, D., & Lukic, M. (2009). Application of alternative growth promoters in broiler production. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25(5-6-1), 387–397.
- Pirgozliev, V., Mansbridge, S. C., Rose, S. P., Lillehoj, H. S., & Bravo, D. (2019). Immune modulation, growth performance, and nutrient retention in broiler chickens fed a blend of phytogetic feed additives. *Poultry Science*, 98(9), 3443–3449.
- Platel, K., & Srinivasan, K. (2004). Digestive stimulant action of spices: A myth or reality?. *Indian Journal of Medical Research*, 119(5), 167.
- Prakash, U. N. S., & Srinivasan, K. (2010). Beneficial influence of dietary spices on the ultrastructure and fluidity of the intestinal brush border in rats. *British Journal of Nutrition*, 104(1), 31–39.
- Puvača, N. (2018). Bioactive compounds in selected hot spices and medicinal plants. *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management (JATEM)*, 1(1).
- Puvača, N., Kostadinović, L., Ljubojević, D., Lukač, D., Lević, J., Popović, S., ... & Đuragić, O. (2015a). Effect of garlic, black pepper and hot red pepper on productive performances and blood lipid profile of broiler chickens. *European Poultry Science*, 79(1-13).
- Puvača, N., Ljubojević, D., Kostadinović, L. J., Lević, J., Nikolova, N., Mišćević, B., ... & Popović, S. (2015b). Spices and herbs in broilers nutrition: Hot red pepper (*Capsicum annum* L.) and its mode of action. *World's Poultry Science Journal*, 71(4), 683–688.
- Puvača, N., Ljubojević, D., Lukač, D., Kostadinović, L., Stanaćev, V., Popović, S., ... & Nikolova, N. (2014). Digestibility of fat in broiler chickens influenced by dietary addition of spice herbs. *Macedonian Journal of Animal Science*, 4(2).
- Puvača, N., Pelić, D. L., Popović, S., Ikonić, P., Đuragić, O., Peulić, T., & Lević, J. (2019). Evaluation of broiler chickens lipid profile influenced by dietary chili pepper addition. *J. Agr*, 2, 318–324.
- Rahman, M., Parvin, M., Sarker, R., & Islam, M. (2013). Effects of growth promoter and multivitamin-mineral premix supplementation on body weight gain in broiler chickens. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 10(2), 245–248.
- Rivas-Caceres, R. R., Khazaei, R., Ponce-Covarrubias, J. L., Rosa, A. R. D., Ogbuagu, N. E., Estrada, G. T., Zigo, F., Gorlov, I. F., Slozhenkina, M. I.,

- Mosolov, A. A., Lackner, M., & Elghandour, M. M. M. Y. (2024). Effects of dietary *Silybum marianum* powder on growth performance, egg and carcass characteristics, immune response, intestinal microbial population, haemato-biochemical parameters and sensory meat quality of laying quails. *Poultry Science*, 104036.
- Safa, M. A., & El-Tazi, W. (2014). Response of broiler chicken to diets containing different mixture powder levels of red pepper and black pepper as natural feed additive. *Animal and Veterinary Sciences*, 2(3), 81–86.
- Salem, H. M., Saad, A. M., Soliman, S. M., Selim, S., Mosa, W. F. A., Ahmed, A. E., Al Jaouni, S. K., Almuhayawi, M. S., Abd El-Hack, M. E., El-Tarabily, K. A., & El-Saadony, M. T. (2023). Ameliorative avian gut environment and bird productivity through the application of safe antibiotics alternatives: A comprehensive review. *Poultry Science*, 102(9), 102840.
- Saraçoğlu, M., Yurtseven, S., Yalçın, H., & Durğun, Ö. (2025). Effects of pepper waste and capsaicin-based commercial feed additives on growth performance, egg production, and quality in Japanese quails. *Medycyna Weterynaryjna*, 81(4), 173–184.
- Sayed, M. D., Yaser, R., Esfandiar, R., Hamzeh, M., Mehrdad, Y., & Abbas, D. P. (2016). Effect of using ginger, red and black pepper powder as phytobiotics with protexin® probiotic on performance, carcass characteristics and some blood biochemical on Japanese quails. *Sch J Agric Sci*, 6, 120–125.
- Scoma, A., Rebecchi, S., Bertin, L., & Fava, F. (2016). High impact biowastes from South European agro-industries as feedstock for second-generation biorefineries. *Critical Reviews in Biotechnology*, 36(1), 175–189.
- Singletary, K. (2011). Red pepper: Overview of potential health benefits. *Nutrition Today*, 46(1), 33–47.
- Sri Divya, V. E. E. R. A. N. K. I. (2017). Effect of black pepper (*Piper nigrum*) as natural feed additive on the performance of Japanese quail (Doctoral dissertation, Sri Venkateswara Veterinary University Tirupati–517 502. (Ap) India).
- TÜİK. (2024). Kesilen Kümes Hayvanları Sayısı ve Üretilen Et Miktarı. Türkiye İstatistik Kurumu.
- Van Limbergen, T., Sarrazin, S., Chantziaras, I., Dewulf, J., Ducatelle, R., Kyriazakis, I., McMullin, P., Méndez, J., Niemi, J. K., Papisolomontos, S., Szeleszczuk, P., Van Erum, J., & Maes, D. (2020). Risk factors for poor health and performance in European broiler production systems. *BMC Veterinary Research*, 16(1), 287.

- Viktorija, M., Liljana, K. G., Tatjana, R., Ana, C., & Rubin, G. (2014). Antioxidative effect of Capsicum oleoresins compared with pure capsaicin. *IOSR J Pharm*, 4(11), 44–48.
- Yasin, M., Li, L., Donovan-Mak, M., Chen, Z. H., & Panchal, S. K. (2023). Capsicum waste as a sustainable source of capsaicinoids for metabolic diseases. *Foods*, 12(4), 907.
- Yoshioka, M., Doucet, E., Drapeau, V., Dionne, I., & Tremblay, A. (2001). Combined effects of red pepper and caffeine consumption on 24 h energy balance in subjects given free access to foods. *British Journal of Nutrition*, 85(2), 203–211.
- Zanotto, M. J., Pagnussatt, H., Valentini, F. D. A., Santo, A. D., Leite, F., Mis, G., Zaccaron, G., Galli, G. M., Calderano, A. A., Tavernari, F. D. C., Silva, A. S. D., Paiano, D., & Petrolli, T. G. (2023). Addition of capsaicin in the diet of turkeys: Effects on growth performance and antioxidant and oxidant status in serum and in meat. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 52, e20220145.
- Zeyrek, F. Y., & Oguz, E. (2005). In vitro activity of capsaicin against *Helicobacter pylori*. *Annals of Microbiology*, 55(2), 125–127.
- Zheng, J., Zheng, S., Feng, Q., Zhang, Q., & Xiao, X. (2017). Dietary capsaicin and its anti-obesity potency: From mechanism to clinical implications. *Bioscience Reports*, 37(3), BSR20170286.

Bölüm 4

Eğirdir Gölü ve Yöre Halkı İçin Önemi

Murat ÖZEN¹

1. Giriş

Su canlılar için hayati öneme sahip doğal kaynaklardan birisi olup Dünya üzerinde ve ülkemizde sıklıkla kullanılmaktadır. Kuraklık, küresel ısınma, insan faaliyetleri vb. nedenlerle dünya üzerinde her geçen gün suya erişimle ilgili bazı sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu durum yıllık yağışın belirli mevsimlerde gerçekleştiği yarı kurak iklime sahip Türkiye gibi ülkelerde sürdürülebilir su kaynaklarının yönetimini her geçen gün daha da önemli hale getirmektedir (Akın ve Akın, 2007; Kaplan vd., 2020; Kaya ve Kaplan, 2021; Kale ve Erişmiş, 2024).

Dünyamızın dörtte üçü sularla kaplı olmasına rağmen, insanların kullanımına uygun tatlı su miktarı oldukça sınırlıdır. Dünya üzerindeki toplam tatlı su miktarı yaklaşık 35 milyon km³ olup Dünya üzerindeki toplam suyun %2,5'ini oluştururken bunun yalnızca 105.000 km³'ü yani %0,3'ü ekosistem ve insan kullanımına uygun tatlı su kaynaklarından oluşmaktadır. Geriye kalan tatlı sular çoğunlukla kutuplarda, yüksek dağlardaki buzullarda ve yeraltı rezervlerinde tutulmaktadır (Muluk vd., 2014; Kırtorun ve Karaer, 2018).

Dünya üzerinde tatlı su kaynakları hacimsel olarak küçük bir orana sahip olsa da tatlı su göllerinin ekosistemin sürekliliği açısından önemi büyüktür. Canlılığın devamı için kilit rol oynayan tatlı su gölleri küresel ısınma ve iklim değişikliği nedeniyle her geçen gün giderek artan baskıya maruz kalmaktadır (Smith, 1991; McBean ve Motiee, 2008; Trenberth vd., 2009; Stocker vd., 2013; Verpoorter vd., 2014; Doğrul ve Alkan, 2022; Yang vd., 2022).

Ülkemizin yıllık kullanılabilir yeraltı ve yerüstü su potansiyeli toplamı yaklaşık 112 milyar m³ olup bunun 57 milyar m³ kullanılmaktadır. 57 milyar m³ suyun; 44 milyar (%77) m³'ü sulama suyu olarak kullanılırken, 13 milyar m³ (%23) ise içme-kullanma suyu ve sanayi suyu ihtiyaçlarının karşılanmasında kullanılmaktadır (DSİ, 2024).

¹ Arş. Gör. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Ekonomisi Anabilim Dalı, Isparta, TÜRKİYE. ORCID: 0000-0002-8710-3365

Falkenmark İndikatörüne (su kıtlığı indeksi) göre yılda kişi başına düşen su miktarı 1.700 ~ 1.000 m³ arası olan ülke veya bölgelerin “su sıkıntısı” içinde olduğu belirtilmiştir. 2021 yılı için ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir yıllık su miktarı 1.323 m³ olup, artan nüfusla birlikte kişi başına düşen kullanılabilir yıllık su miktarının 2030 yılında 1.200 m³'e, 2040 yılında 1.116 m³'e, 2050 yılında ise 1.069 m³'e kadar düşeceği tahmin edilmektedir. Yakın gelecekte Türkiye'nin su kıtlığı sınırına çok yaklaşacağı, sonrasında ise su kıtlığı çeken bir ülke durumuna geleceği öngörülmektedir. Ülkemizi bekleyen kuraklık ve su kıtlığı riskine karşı mevcut su kaynaklarının daha verimli ve sürdürülebilir şekilde kullanılması gerekmektedir (TOB, 2023a).

Son günlerde sıklıkla haberlere konu olan Türkiye'nin ikinci büyük tatlı su gölü olan Eğirdir Gölü, her geçen gün su seviyesi biraz daha azalarak kuruma tehlikesi altındadır. Bu çalışma ile kurumak üzere olan Eğirdir Gölü'nün yöre halkı için önemi incelenmiştir.

2. Eğirdir Gölü'nün Genel Özellikleri

Eğirdir Gölü; Batı Akdeniz bölgesinin, Isparta iline bağlı Eğirdir, Senirkent, Yalvaç ve Gelendost ilçeleri arasında yer almaktadır. Göl konum olarak 35° 37' 41'' Kuzey– 38° 16' 55'' Kuzey enlemleri ile 30° 44' 39'' Doğu – 30° 57' 43'' Doğu boylamları arasındadır. 482 km² yüz ölçümü ile ülkemizin büyüklük bakımından dördüncü, tatlı su kaynağı bakımından ise ikinci büyük gölü konumundadır. Denizden yüksekliği 917 m olup ortalama 10-12 m derinliğe sahip olan gölün en derin noktası 16,5 m'dir. Kuzey-güney uzunluğu 50 km olan gölün doğu-batı genişliği 3-15 km arasında değişmektedir (Korkmaz ve Başkalkan, 2011; Kale ve Erişmiş, 2024).

Eğirdir Gölü doğu-batı doğrultusunda daralarak Hoyran ya da Kemer Boğazı olarak adlandırılan boğaz sayesinde iki bölüme ayrılmıştır (Şekil 1). Boğazın kuzeyinde kalan bölümü Hoyran Bölgesi, güneyinde kalan ve daha büyük yüz ölçümüne sahip bölümü ise Eğirdir Bölgesi olarak bilinmektedir (Kesici ve Kesici, 2006; Şener vd., 2010).



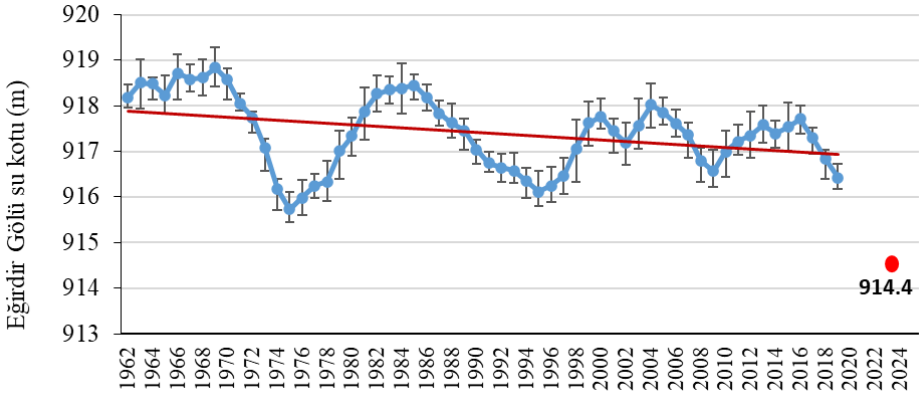
Şekil 1. Eğirdir Gölü Haritası (Eğirdir Kaymakamlığı, 2024)

Eğirdir Gölü'nün en önemli su girdilerini; göl tabanından gelen kaynak suları ile çevresinde bulunan irili ufaklı dere ve çaylar oluşturmaktadır. Gölü besleyen yüzey sularından en önemlileri gölün batısında bulunan Senirkent-Uluborlu havzasından göle boşalan Pupa Çayı, Hoyran ovasından akışını sürdürerek göle boşalan Hoyran Deresi (Değirmen Çayı), gölün doğu kesiminden Yalvaç-Gelendost havzasından göle boşalan Yalvaç Deresi (Akçay) ve gölün güneyinde Aksu yöresinden akış göstererek göle boşalan Çay dere (Aksu Çayı)'dir. Gölü besleyen başlıca kaynak ve

pınarlar ise; Kayaagzı kaynağı, Mahmatlar kaynağı, Aşağıtırar kaynağı, Gençali Köyü'nün altından çıkan Kanlıpalamut pınarı ve daha güneyde çıkan Karaot avlağı pınarı ile Havutlu pınarlarıdır. Karamık Gölü (Afyon) suları, gölün güneyindeki Düden sayesinde Eğirdir Gölü'ne ulaşmaktadır. Gölün önemli su giderleri arasında Kovada kanalı, göl içindeki düdenler, sulama ve içme suyu için kullanılan pompaj istasyonları ve buharlaşma yoluyla olan kayıplar yer almaktadır (Aksu, 2011; WWF, 2013, Şener, 2021).

Eğirdir Gölü'nün en önemli özelliklerinden biri de denizle olan bağlantısıdır. Eğirdir Gölü ile Kovada Gölü arasında doğal bağlantı oluşturan 22 km'lik Kovada Kanalı bulunmaktadır. Bu kanal ile Kovada Gölü'ne gelen sular Kovada Vadisi'nden, Aksu Çayı'na, oradan da karstik yollarla Akdeniz'e boşalmakta iken son 20 yıldır gölün suları Çandır Ovası'nda yaptırılan Karacaören I ve II Barajlarına boşalmaktadır (Keskin vd., 2017).

Göl'ün su derinliği, göl seviyesindeki değişimlerle birlikte yıllara ve mevsimlere göre değişiklik göstermektedir. En yüksek su seviyesi Haziran 1969'da 919.28 metre, en düşük su seviyesi Aralık 1974'te 915.44 metre olarak ölçülürken yaklaşık 50 yıl sonra 30 Temmuz 2024'te bu seviyenin de altında 914.40 metre en düşük su seviyesi olarak kaydedilmiştir (Şekil 2). Göl su seviyesindeki uzun dönemli değişimler yağışlarla paralellik göstermektedir (Aksu, 2011; ISUBÜ, 2024).



Şekil 2. Yıllara Göre Eğirdir Gölü Su Kotu Değişimi (ISUBÜ, 2024)

“Eğirdir Gölü'nün maksimum su kotu ile çevrelenen su alanı “I. Derece Doğal Sit Alanı”, maksimum su kotundan itibaren 300 metrelik bir bant ise “III. Derece Doğal Sit Alanı” olarak 1996 yılında ilan edilmiştir.” “Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın 16.11.2020 tarih ve 243483 sayılı oluru ile Eğirdir Gölü “Doğal Sit-Nitelikli Doğal Koruma Alanı” ve “Doğal Sit-Sürdürülebilir Koruma ve Kontrollü Kullanım Alanı” olarak tescil edilmiştir. Cumhurbaşkanlığı Makamının

05.01.2021 tarih ve 3357 sayılı kararı ile “**Kesin Korunacak Hassas Alan**” ilan ve tescili yapılarak Eğirdir Gölü’nün 1. ve 3. Derece Doğal Sit statüleri “Kesin Korunacak Hassas Alan”, “Doğal Sit-Nitelikli Doğal Koruma Alanı” ve “Doğal Sit-Sürdürülebilir Koruma ve Kontrollü Kullanım Alanı” statülerine dönüştürülmüştür (Korkmaz ve Başkalkan, 2011; ÇŞB, 2024a).”

“Eğirdir Gölü’nün Karaot, Barla, Kayaagzı ve Hoyran bölümlerinde bulunan sığ sularda *Phragmites australis* (Kamış), *Schoenoplectus lacustris* (Hasır sazı), *Typha angustifolia* (Hasır kamışı), *Nuphar lutea* (Sarı nülifer) ve *Butomus umbellatum* (Hasır sazı), bu bölgelerde ve daha iç kesimlerde ise *Myriophyllum spicatum* (Başaklı Su Civanperçemi), *Ranunculus tricophylus* (Su düğün çiçeği), *Potamogeton perfoliatus* (Su sümbülü), *Potamogeton pectinatus* (Söğüt otu) ve *Ceratophyllum demersum* (Boynuz otu) yer almaktadır (Seçmen ve Leblebici, 1997; Kesici 1997). Göl suyu seviyesinin artış gösterdiği yerlerde yüksek su bitkileri yer almamaktadır (Kesici ve Kesici, 2006).”

Gölde bulunan balık türleri tatlısu levreği, sazan, sudak, eğrez ve gümüş balığıdır. Kerevit, yengeç, su yılanı, su faresi, kurbağa ve su kaplumbağası gibi diğer canlı türleri de gölde bulunmaktadır. Ayrıca Eğirdir Gölü tepeli dalgıç, karabatak, balıkçıl türleri, angıt, boz kaz, benekli sutavuşu, sumru, martı çeşitleri gibi yerli türler ile birlikte pelikan, flamingo, kuğu, sakarcakazı, boz kaz, fiyu, kılkuyruk, macar, kız kuşu, su çulluğu ve tepeli pakta gibi kışlayan ve konaklayan türlere ev sahipliği yapması bakımından yaban hayatı için de önemli habitatlar arasında yer almaktadır (Coşkun ve Ertan 2016; Öztürk, 2023).

3. Eğirdir Gölü’nün Yöre Halkına Sağladığı Faydalar

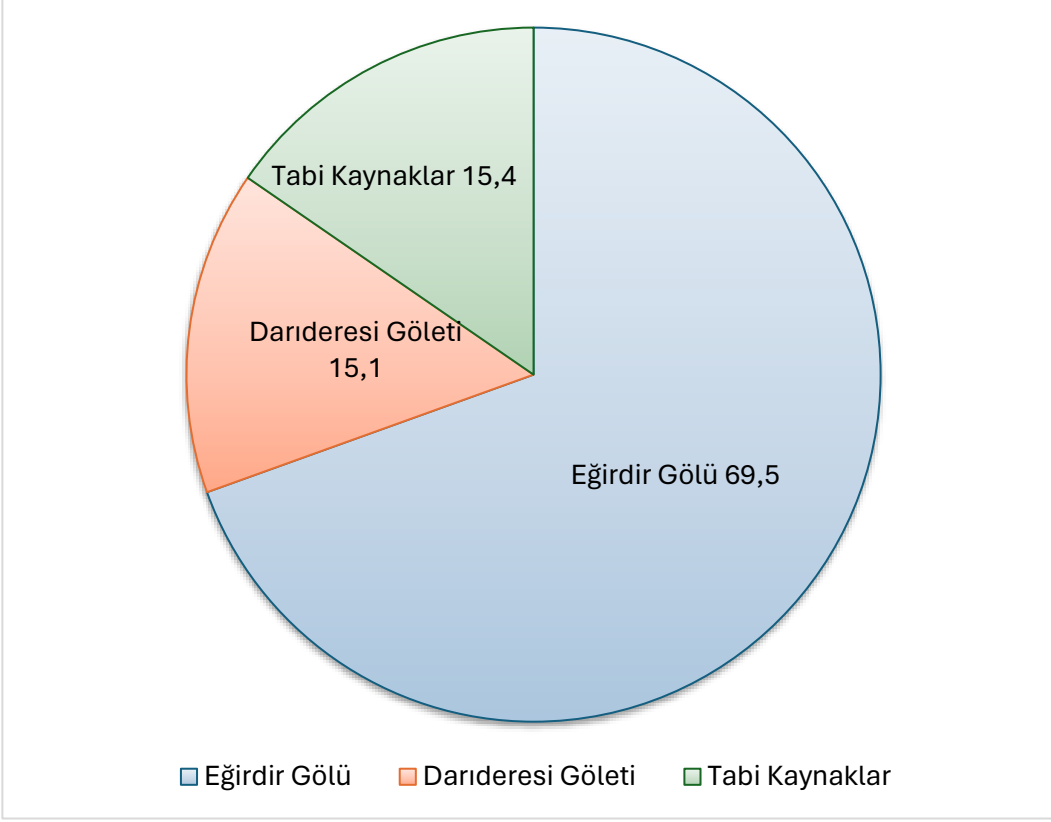
Eğirdir Gölü;

1. İçme ve Kullanma suyu
2. Sulama Suyu
3. Balıkçılık
4. Enerji Üretimi
5. Turizm

kapsamında yöre halkına önemli katkılar sağlamaktadır.

3.1. İçme ve Kullanma Suyu

Eğirdir gölü, çevresindeki yerleşim yerleri ve Isparta ilinin su ihtiyacını karşılamaktadır. Isparta ili yıllık 24.589.567 m³ içme ve kullanma suyu tüketmektedir. Bu suyun yaklaşık %70’i Eğirdir Gölünden temin edilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Isparta İli 2023 Yılı İçme ve Kullanma Suyu Temin Edilen Kaynaklara Göre Dağılımı

Son zamanlarda göl seviyesinde meydana gelen düşüş nedeniyle önümüzde yıllarda suyun yetersiz geleceği öngörülmektedir (ÇŞB, 2024b). Ayrıca göl su seviyesinin düşmesine bağlı olarak şebeke sularının kirli akması kullanıcılar tarafından sıklıkla şikâyet konusu olmaktadır. Uzmanlara göre, bu durum son dönemdeki şiddetli poyrazın etkisiyle göldeki debi düşüklüğü ve dip dalgalanması sonucu suda görsel bulanıklık oluşmasından kaynaklanmaktadır. Bunun dışında herhangi bir bakteriyel sorun söz konusu değildir. Görsel bulanıklık geçene kadar, suyun temizlik, çamaşır yıkama, bulaşık yıkama gibi kullanımlar dışında kullanılmaması gerektiği belirtilmiştir. (Anonim, 2024a).

3.2. Sulama Suyu

Eğirdir Gölü; Isparta, Eğirdir, Gelendost, Senirkent, Uluborlu, Yalvaç ve Gönen ovalarında sulama suyu olarak kullanılmaktadır (Eğirdir Kaymakamlığı, 2024). Gölde büyük borularla çekilen suların (Şekil 4), sulama kanalları ile ovalara dağıtımı yapılmaktadır (Şekil 5).

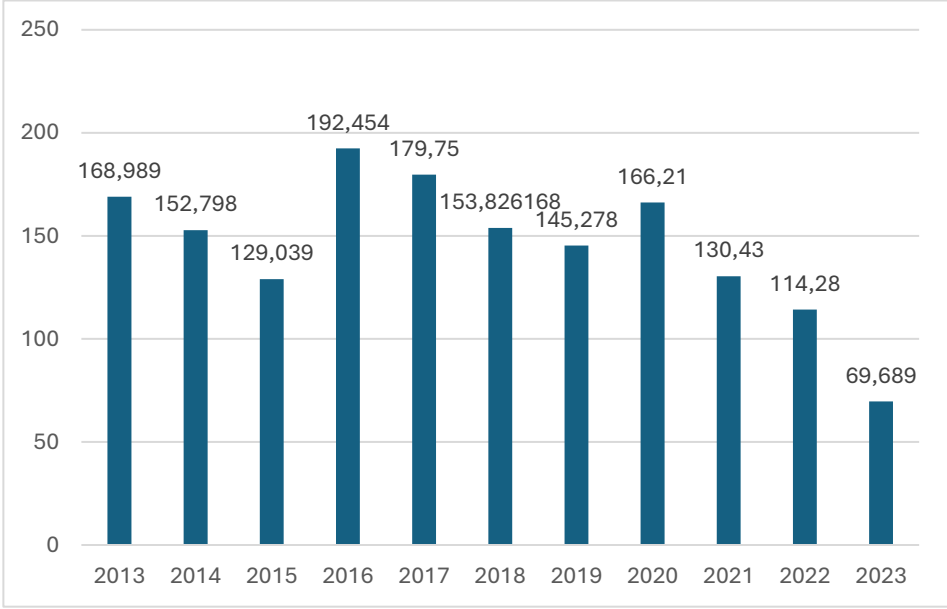


Şekil 4. Eğirdir Gölünden Su Çeken Pompalar (Uysal, 2019)



Şekil 5. Eğirdir Gölünden Çekilen Suyu Dağıtan Kanallar (Uysal, 2019)

Eğirdir Gölünden son 10 yılda çekilen su miktarı Şekil 6'da verilmiştir. Şekle göre en çok su 2016 yılında 192.454 hm³ çekilmiş olup bu yıldan itibaren 2020 yılı hariç sürekli düşüş eğilimi göstermiş ve 2023 yılında 69.689 hm³ kadar düşmüştür.



Şekil 6. Eğirdir Gölünden 2013-2023 Yılları Arası Çekilen Sulama Suyu Miktarı

Havzada farklı gelir kaynakları olmasına rağmen en çok tarımsal faaliyetler ön plana çıkmaktadır. Meyveciliğin daha fazla gelir getirmesi ve sulama imkanlarının artmasıyla birlikte son yıllarda sulu tarım alanları hızlı artış göstermiştir. Bu nedenle sulama suyu, buharlaşmadan sonra gölden en fazla su kaybının yaşandığı alandır.

Isparta ovalarında elma, kiraz, vişne, kayısı, üzüm, erik, şeftali vb. meyve türleri yetişmesi bakımından Türkiye'nin meyve bahçesi olarak nitelendirilebilecek illeri arasında yer almaktadır. Isparta elma, gül, barbunya ve lavanta üretiminde Türkiye'de ilk sırada yer almaktadır (Tablo 1), (TOB, 2023b). Ayrıca Isparta Elması, Isparta Gülü ve Uluborlu Kirazı, Senirkent Dimrit Üzümü coğrafi işaret olarak tescillenmiş ürünler arasında yer almaktadır (TPMK, 2024).

Tablo 1. Isparta İlinde 2023 Yılında Üretilen Tarım Ürünleri ve Miktarları (TOB, 2023b)

2023 Yılı Üretim Miktarı (Ton-Adet)					
Ürün	Türkiye	Isparta	Oran (%)	Türkiye Sıralaması	Tarımsal Üretim Değeri (Milyon TL)
Gül	19.912	17.114	85,95	1	770
Elma	4.602.517	1.169.945	25,42	1	14.039
Lavanta	9.509	2.607	27,42	1	13
Barbunya	70.021	11.015	15,73	1	440
Karanfil (adet)	912.485.536	171.120.000	18,75	2	239
Aspir	39.000	5.115	13,12	2	51
Mantar (kültür)	71.479	8.339	11,67	3	375
Kiraz	736.791	46.565	6,32	4	1.396
Vişne	211.291	11.440	5,41	5	228
Kayısı	750.000	34.014	4,54	6	680
Haşhaş	7.922	403	5,09	6	34
Üzüm	3.400.000	28.346	0,83	22	566
Çilek	676.818	973	0,14	34	29

3.3. Balıkçılık

Eğirdir Gölü çeşitli balık türleri ve krevit avcılığı ile yöre halkına ve ekonomisine katkı sağlamaktadır. Isparta Kerevit üretiminde Türkiye’de birinci sırada, Kadife, Levrek (Sudak) ve Gümüşü Havuz Balığı üretiminde ise üçüncü sırada yer almaktadır (Tablo 2), (TOB, 2023b).

Tablo 2. Isparta İlinde 2023 Yılında Üretilen Su Ürünleri ve Miktarları
(TOB, 2023b)

2023 Türkiye-Isparta Avlanan İç Su Ürünleri Miktarı						
Avcılığı Yapılan Türler	Türkiye (Ton)	Isparta (Ton)	Oran (%)	Sıra	İlk Üç İl Sıralaması	Üretim (Ton)
Kerevit	736	506	68,75	1	Isparta	506
					Ankara	58
					Kütahya	47
Kadife	87	11	12,64	3	Denizli	24
					Ankara	21
					Isparta	11
Levrek (Sudak)	233	25	10,73	3	Konya	85
					Edirne	61
					Isparta	25
Gümüşi Havuz Balığı	8.322	866	10,41	3	Balıkesir	2.910
					Bursa	878
					Isparta	866
Sazan	3.362	135	4,02	7	Konya	216
					Adıyaman	189
					Edirne	185

Özellikle 1970-1985 yılları arasında kerevit ve sudak üretiminin en yoğun olduğu dönem olup, 1983 yılı su ürünleri ihracat girdisi 10 milyon dolardır. Bu dönemde gölde kayıtlı kayıtsız 3000 civarında balıkçı teknesi çalışırken 1997’de bu sayı 98’e kadar düşmüştür. Otçul balık türlerinin hâkim olduğu göle ekonomik nedenlerle 1955’te etçil sudak balığı bırakılması sonucunda üretimi 500 tonu aşan otçul balık türlerinin birçoğunun nesli tükenmiş ve üretimi 500 kg kadar düşmüştür. 1980’li yıllarda yıllık üretimi 800 ton olan sudakların gölde besin bulamaması nedeniyle üretimi 100 kg kadar düşmüştür. Göl daha sonra da havuz balığı, kadife ve son olarak sudaktan daha tehlikeli gümüş balığı ile balıklandırılmıştır. Göle uygun olmayan balık türlerinin bırakılması ve yanlış avlanma teknikleri bazı balık türlerinin yok olmasına bazılarının ise sayısının azalmasına neden olmuştur. 1985 yılında kerevitlerde görülen mantar hastalığı nedeniyle 2000 yılına kadar kerevit üretim yapılamamış olup yöre ekonomisi ihracat değeri yüksek bu üründen gelir elde edememiştir (Kesici ve Kesici, 2006).

3.4. Enerji Üretimi

Eğirdir Gölü'nden beslenen Kovada Gölü'nün suları, yüksek düşüş seviyesinde elektrik enerjisi üretmek amacıyla İller Bankası tarafından 1960 yılında Kovada I Hidroelektrik Santrali ve 1971 yılında ise Kovada II Hidroelektrik Santrali kurulmuştur. (Kesici ve Kesici, 2006).

Kovada I Hidroelektrik Santrali: Isparta ili Eğirdir ilçesinde yer almakta olup 1960 yılında kurulmuştur (Şekil 7). 7 Aralık 2011 – 7 Aralık 2060 tarih aralığı için İşletme hakkı BATIENERJİ tarafından elde edilmiştir. Kurulu gücü 8,25 MW olup üç ünite olarak inşa edilmiştir (3 x 2,75 MW). Düşey eksenli Francis tipinde türbinler kullanılmıştır. Nominal düşü 67,40 metre, proje debisi 5,00 m³/s'dir. Yıllık ortalama 10.000.000 kWh elektrik üretmektedir (Batıenerji, 2024).



Şekil 7. Kovada I Hidroelektrik Santrali (Batıenerji, 2024)

Kovada II Hidroelektrik Santrali: Isparta ili, Eğirdir ilçesi Aşağı Gökdere köyünde yer almakta olup 1971 yılında kurulmuştur (Şekil 8). 7 Aralık 2011 – 7 Aralık 2060 tarih aralığı için İşletme hakkı BATIENERJİ tarafından elde edilmiştir. Kurulu gücü 51,2 MW olup iki ünite olarak inşa edilmiştir (2 x 25,60 MW). Düşey eksenli Pelton tipinde türbinler kullanılmıştır. Net düşüşü 384,0 metredir, proje debisi 8,00 m³/s'dir. Yıllık ortalama 60.000.000 kWh elektrik üretmektedir (Batıenerji, 2024).



Şekil 8. Kovada II Hidroelektrik Santrali (Batienerji, 2024)

3.5. Turizm

Eğirdir Gölü, yüzme, sörf, yelken, balık avcılığı vb. gibi turizm etkinlikleri ile yöre ekonomisine katkı sağlamaktadır (Şekil 9 ve 10) (KTB, 2024). Ayrıca son iki yıldır Survivor çekimlerinin Eğirdir Gölü çevresinde yapılması hem yöre ekonomisine hem de göl ve çevresinin tanıtımına katkı sağlamaktadır (Anonim, 2024b).



Şekil 9. Eğirdir Gölü Yüzme Yarışları (Isparta Valiliği, 2024)



Şekil 10. Eğirdir Gölü Yelken Yarışları (Isparta Valiliği, 2024)

4. Sonuç ve Öneriler

Eğirdir Gölü; yüzölçümü bakımında dördüncü, tatlı su kaynağı bakımından ise Türkiye'nin ikinci büyük gölüdür. Eğirdir gölü içme suyu, sulama suyu, balıkçılık, enerji üretimi ve turizm kapsamında yöre halkına katkıda bulunmaktadır. Kırsal yörede yaşayan insanların en önemli gelir kaynağı tarım ve hayvancılık olduğu için yöre halkı için Eğirdir Gölü'nün ayrı bir önemi vardır. Yöre halkına büyük katkısı olan Eğirdir Gölü, kuraklık, yanlış politikalar ve yoğun insan faaliyetleri nedeniyle her geçen kurumaya daha da yaklaşmaktadır. Acil önlem alınmadığı takdirde birkaç yıl içerisinde göl tamamen kuruyacaktır. Gölün geleceğini tehdit eden bazı sorunlar ve çözüm önerileri şu şekildedir.

- Gölü besleyen kaynaklar üzerine yapılan gölet ve barajlar son yıllarda yağışlarında azalmasıyla birlikte göl su seviyesini olumsuz etkilemiştir.
 - Bu yüzden göl su seviyesi normale dönene kadar gölü besleyen kaynaklara müdahale edilmemelidir. Hatta gölü besleyen kaynaklar üzerindeki içme suyu üretimi dışındaki barajlardan göle su verilmelidir.
 - 2020 yılında Eğirdir Gölü'ne projelendirilen 1000 megavatlık pompaj depolamalı hidroelektrik santralinin (PHES) ihalesi yapılmış olup 2022 yılında inşaat faaliyetlerinin başlatılacağı yönünde haberler yapılmıştır. Enerji talebinin az olduğu zamanlarda suyu yüksekte bir havuza basan, talep arttığında ise suyu aşağıya basıp enerji üretilen bir HES çeşidi olan 1000 MW'lık pompaj depolamalı hidroelektrik santral (PHES) için söz edilen 'havuz' Eğirdir Gölü'nü tamamen kurutabilecek bir kapasite

- içerdiği uzmanlar tarafından belirtilmektedir (Anonim, 2024c). Kurumak üzere olan göle bir darbe daha vurmamak için bu karardan vazgeçilmelidir.
- Göle yakın olup boşa akan kaynaklarında göle akıtılmasını sağlayacak çalışmalar yapılmalıdır. Bu kapsamda bazı projeler üretilse de son olarak, "Eğirdir Gölüne Yan Havzadan Su Aktarım Projesi" hazırlanmıştır. Yapımı 2025 başlayacak olan proje kapsamında, Bağlılı-Ayvalıpınardan Köprüçaya akan suyun yaklaşık 40 milyon metreküpünün 14 kilometrelik isale hattıyla Eğirdir Gölüne taşınması planlanmaktadır (Anonim, 2024d).
 - Gölde daha önceleri yanlış balıklandırma sonucunda gölün doğal türlerinin bazılarının yok olmasına bazılarının ise sayılarının azalmasına neden olmuştur. Ayrıca avlanmada yanlış yem ve yasaklı maddelerin kullanımı da göl ekosistemini olumsuz etkilemektedir.
 - Bunun için; balıklandırma yapılırken daha önce olumsuz etkileri görülen türlerin seçilmemesine ve göle uygun türlerin seçilmesine dikkat edilmelidir.
 - Avcılık yapanlara gerekli uyarıların yapıp belirli aralıklarla denetim ve kontrolleri yapılmalıdır.
 - Son yıllarda Eğirdir Gölü gibi birçok sulak alan kurumuş ya da kurumak üzeredir. Buna rağmen birçok yerde yanlış tarım politikaları nedeniyle su isteği fazla olan ürünlerin üretimine sınırlama getirilmeyip hatta teşvik verilmektedir.
 - Su sıkıntısı olan yerlerde, su isteği fazla olan ürünlere sınırlama getirilip su isteği az olan ürünlere ise teşvik verilerek suya olan baskı azaltılmalıdır.
 - Yörede bulunan tarım arazilerinin sulanabilmesi için yıllar önce kapalı sistem sulama tesisi için adımlar atılsa da henüz tamamlanamamıştır. Bu durum son yıllarda yaşanan şiddetli kuraklıkla birlikte göle olan baskıyı daha da arttırmıştır. Göl su seviyesinin azalması nedeniyle gölden su çeken pompalar su çekmekte zorlandığı için su verme aralıkları da her geçen yıl daralmıştır. 2024 sezonunda bazı ovalara 3-4 kez (10-15 gün) su verilebilmiştir. Suyu ihtiyaç duyulan zamanda su olmaması nedeniyle yöre halkı son yıllarda yer altı sularına yönelerek bilinçsiz bir şekilde yasal olmayan yer altı kuyuları (sondajlar) açılmıştır. Bu durum yer altı sularının geleceğini de tehlikeye atmaktadır.
 - Tarımda su kullanımını azaltmak ve daha verimli kullanabilmek için öncelikli olarak çiftçilere su kullanımı konusunda eğitimler verilmelidir.
 - Damla sulama sistemleri son zamanlarda giderek yaygınlaşmasına rağmen halen salma sulama (vahşi sulama) yöntemleri kullanıldığı görülmektedir. Suyun değerli olduğu günümüzde bu sulama yöntemine zorunlu olmadıkça izin verilmemelidir.

- Önceki yıllar projesi yapılan ama halen faaliyete geçmeyen ve son yıllarda gölün su seviyesinin azalmasıyla birlikte çalışmalara başlanan kapalı sistem sulama tesisi bir önce faaliyete geçirilmelidir.
- Günümüzde cazibe ve güneş enerjisi ile çalışan çevreci sulama sistemleri yaygınlaşmaktadır. Bu yöntemlerle sulama yapan bazı kullanıcılar herhangi bir yakıt (benzin, dizel, elektrik vb.) ücreti ödemediği için sistemlerini sürekli açık bırakarak daha fazla su tüketmektedir. Bu durumu önlemek için sulama sistemlerine sayaç takılarak kullandığı su miktarı kadar bedel ödenmesinin su tasarrufunda etkili olacağı düşünülmektedir.
- Göl etrafındaki yerleşim alanlarının evsel, tarımsal ve endüstriyel atıklarının göle karışması göl ekosistemine zarar vermektedir.
 - Bu konuda hem halkı bilinçlendirici çalışmalar yapılmalı hem de atıkların göle karışmasını önleyecek gerekli denetim ve kontroller yapılmalıdır.
- Bazı müstakil evlerin bahçelerinde meyve sebze yetiştirilmesi ve benzer şekilde site bahçelerindeki çimlik alanların her gün şebeke suyu ile sulanması da su kaybına neden olmaktadır.
 - Bu kapsamda belediyeler özellikle içme suyu sıkıntısı olan yerlerde bu tür sulamaların yapılmaması yönünde uyarılarda bulunmalı ve belirli kullanım miktarından sonra artan fiyatlandırma uygulaması yaparak su israfının önüne geçmelidir. Benzer şekilde belediyelerde yeni çimlik alanlar yapmadan peyzaj çalışmaları yapılmalıdır.

Açıklama

Bu çalışma, 30 Ekim – 1 Kasım 2024'te gerçekleştirilen V. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresinde özet bildiri olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

- Akın, M., Akın, G., 2007. Suyun Önemi, Türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği. Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47(2), 5-118.
- Aksu, H.H., 2011. Eğirdir ve beyşehir gölü havzası tektoniğinin jeofizik çalışmalarla yorumlanması (Doktora Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Isparta.
- Anonim, 2024a. Isparta Belediyesi’nden İçme Suyu Açıklaması. Adres: <https://www.bomba32.com/haber/isparta/isparta-belediyesi%E2%80%99nden-icme-suyu-aciklamasi/72504.html> Erişim Tarihi 21.10.2024
- Anonim, 2024b. Survivor Çekimleri İçin Platform Çalışmaları Yapılıyor. Adres: <https://www.haber32.com.tr/survivor-cekimleri-icin-platform-calismalari-yapiliyor> Erişim Tarihi: 12.08.2024
- Anonim, 2024c. Eğirdir Gölü’nün idam fermanı verildi. Ekoloji Birliği. Adres: <https://ekolojibirligi.org/egirdir-golunun-idam-fermani-verildi/> Erişim Tarihi: 12.08.2024
- Anonim, 2024d. Eğirdir Gölü'ne Köprüçay'dan "can suyu". Adres: <https://www.trthaber.com/haber/turkiye/egirdir-golune-koprucaydan-can-suyu-874120.html> Erişim Tarihi: 23.08.2024
- Batienerji, 2024. Batienerji Santrallerimiz. Batıçim Enerji Elektrik Üretim A.Ş. Adres: <https://www.batienerji.com.tr/> Erişim Tarihi: 15.08.2024
- Coşkun, D., Ertan, Ö.O., 2016. Eğirdir Gölü (Hoyran Bölgesi) Fitoplanktonik Alg Florası Üzerine Bir Araştırma Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20(1), 16–26.
- ÇŞB, 2024a. Eğirdir Gölü Çevresi ve Gölcük Krater Gölü Çevresi Doğal Sit Statüler Yeniden Belirlendi. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ankara. Adres: <https://isparta.csb.gov.tr/egirdir-golu-cevresi-ve-golcuk-krater-golu-cevresi-dogal-sit-statuler-yeniden-belirlendi.-haber-257687> Erişim Tarihi: 10.08.2024
- ÇŞB, 2024b. Isparta İli 2023 Yılı Çevre Durum Raporu. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ankara. Adres: https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/isparta_icdr-2023-20240923161615.pdf Erişim Tarihi: 10.08.2024
- Doğrul, G., Alkan, M., 2022. İklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisinin çok zamanlı uydu görüntüleri ile incelenmesi. Politeknik Dergisi, 25(3), 1349-1358. <https://doi.org/10.2339/politeknik.1169913>
- DSİ, 2024. Toprak Su Kaynakları. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara. Adres: <https://dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754> Erişim Tarihi: 15.08.2024

- Eğirdir Kaymakamlığı, 2024. Eğirdir Gölü. T.C. Eğirdir Kaymakamlığı, Isparta. Adres: <http://www.egirdir.gov.tr/egirdir-golu> Erişim Tarihi:10.08.2024
- Isparta Valiliği, 2024. Eğirdir’de Önemli Bir Spor Organizasyonu Daha Düzenlenecek. T.C. Isparta Valiliği, Isparta. Adres: <http://www.isparta.gov.tr/egirdirde-onemli-bir-spor-organizasyonu-daha-duzenlenecek> Erişim Adresi: 12.08.2024
- ISUBÜ, 2024. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi’nden, Eğirdir Gölü’nün Son Güncel Durumu Hakkında Basın Bildirisi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta. <https://isparta.edu.tr/haber/9701/egirdir-su-urunleri-fakultesinden-egirdir-golunun-son-guncel-durumu-hakkinda-basin-bildirisi> Erişim Tarihi: 15.10.2024
- Kale, M.M., Erişmiş, M., 2024. Eğirdir Gölü alansal değişiminin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla analizi. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 52, 122-140. <https://doi.org/10.32003/igge.1380588>
- Kaplan, G., Avdan, Z. Y., Avdan, U., Jovanovska, T., 2020. Uzaktan algılama verileri ile uluslararası suların izlenmesi. *Dirençlilik Dergisi*, 4(1), 77-88. <https://doi.org/10.32569/resilience.618176>
- Kaya, Ö.A., Kaplan, G., 2021. Uzaktan Algılama Yöntemleri İle Burdur Gölü’ndeki Alansal Değişiminin Belirlenmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 7(1), 1-12. <https://doi.org/10.21324/dacd.760805>
- Kesici E., 1997. Eğirdir Gölü Makrofitik Vejetasyonu Üzerinde Fitososyolojik ve Ekolojik Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 129s, Isparta.
- Kesici, E., Kesici, C., 2006. The Effects of Interferences in Natural Structure of Lake Eğirdir (Isparta) to Ecological Disposition of the Lake (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1/1), 99-103.
- Keskin, M.E., Aksoy Y.R., Aksoy A.S., Yılmazkoç, B., 2017. Göl Seviye Tahmini: Eğirdir Gölü, *Journal of Engineering Sciences and Design*, 5(3), 601-608.
- Kıratorun, E., Karaer, F., 2018. BURSA İLİ SÜRDÜRÜLEBİLİR KENT YÖNETİMİ. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 1(2), 160-175.
- Korkmaz, M., Başkalkan, S., 2011. Eğirdir Gölü ve çevresinde turizm gelişiminin sürdürülebilirliği üzerine değerlendirmeler. *Turkish Journal of Forestry*, 12(1), 62-69. <https://doi.org/10.18182/tjf.37493>
- KTB, 2024. Turizm Amaçlı Sportif Faaliyetler. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Ankara. <https://isparta.ktb.gov.tr/TR-70982/turizm-amacli-sportif-faaliyetler.html> Erişim Tarihi: 10.08.2024

- McBean, E., Motiee, H., 2008. Assessment of impact of climate change on water resources: A long term analysis of the great lakes of North America, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 12(1), 239-255.
- Muluk, Ç., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan, M., Balkız, Ö., Gümrükçü, S., Sarıgül, G., Zeydanlı, U., 2014. "Türkiye'de suyun durumu ve su yönetiminde yeni yaklaşımlar: çevresel perspektif", *Sürdürülebilir Kalkınma Derneği, FAO, Doğa Koruma Merkezi, Yaşama Dair Vakıf, Türkiye.*
- Öztürk, K., 2023. Eğirdir Gölü'nden Sander *Lucioperca*'daki *Eustrongylides Excisus* Larvalarının (Nematoda) DNA Dizisi Tabanlı Olarak Moleküler Tanımlaması, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon
- Seçmen, Ö., Leblebici, E., 1997. Türkiye Sulak Alan Bitkileri ve Bitki Örtüsü. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, 158s, İzmir.
- Smith, J.B., 1991. The potential impacts of climate change on the Great Lakes. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 72(1), 21-32.
- Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M., 2013. Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Şener, E., 2021. Küresel İklim Değişikliğinin Eğirdir Gölü Havzasına Etkileri ve Kuraklık Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Isparta
- Şener, Ş., Şener, E., Davraz, A., Karagüzel, R., Bulut, C., 2010. Eğirdir gölü su kalitesine yönelik ön bulgular: Yerinde ölçümlerin değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt, 14(1), 72-83.
- TOB, 2023a. Değişen İklim Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi (2023 – 2033) ve Eylem Planı. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara. Adres: https://www.suverimliliği.gov.tr/wp-content/uploads/2024/03/SU-VERIMLILIGI-STRATEJI-BELGESI-ve-EYLEM-PLANI_GUNCEL_compressed.pdf Erişim Tarihi:10.08.2024
- TOB, 2023b. Brifing 2023. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara. Adres: <https://isparta.tarimorman.gov.tr/Menu/49/BrifinglerErişim> Tarihi:10.08.2024
- TPMK, 2024. Isparta Coğrafi İşaretli Ürünler. Türk Patent ve Marka Kurumu, Ankara. Adres: <https://ci.turkpatent.gov.tr/cografî-isaretler/liste?il=32> Erişim Tarihi: 15.08.2024
- Trenberth, K.E., Fasullo, J. T., Kiehl, J., 2009. Earth's global energy budget. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 90(3), 311-324.

- Uysal, G., 2019. Eğirdir Gölü Havzası'nda Çevresel Etkenlerin Sürdürülebilirlik Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Verpoorter, C., Kutser, T., Seekell, D.A., Tranvik, L.J., 2014. A global inventory of lakes based on high-resolution satellite imagery. *Geophysical Research Letters*, 41(18), 6396-6402. <https://doi.org/10.1002/2014GL060641>
- WWF, 2013. World Wildlife Fund, Eğirdir Gölü'nde Kirlilik Durumu ve Kirlilik Kaynakları Modelleme Çalışması Raporu. Yedi Renkli Göle Yedi Renkli Hayat Projesi, 35s.
- Yang, Y., Wu, J., Miao, Y., Wang, X., Lan, X., Zhang, Z., 2022. Lake changes during the past five decades in Central East Asia: Links with Climate Change and Climate Future Forecasting. *Water*, 14(22), 3661. <https://doi.org/10.3390/w14223661>