

Hayvan Beslemede Defne Yaprağının Bağırsak Sağlığı ve Bariyer Bütünlüğü Üzerine Etkileri

Rıdvan Bayram¹

Özet

Bu derleme çalışmada, defne yaprağı tozunun hayvansal üretimde bağırsak mikrobiyotası, bağırsak epitel bütünlüğü ve bariyer fonksiyonları üzerindeki etkileri güncel bilimsel literatür ışığında kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Modern hayvansal üretimde bağırsak sağlığı ve intestinal bariyer bütünlüğünün korunması, hayvan refahı, büyüme performansı ve bağışıklık fonksiyonları üzerinde belirleyici bir role sahiptir. Antibiyotik büyüme faktörlerinin kısıtlanmasıyla birlikte defne yaprağı (*Laurus nobilis* L.) gibi fitobiyotik yem katkı maddeleri, doğal ve güvenli birer alternatif tıbbi bitkiler arasında yer almaktadır. Defne yaprağı başta 1,8-sineol olmak üzere uçucu yağlar, fenolik bileşikler ve flavonoidler bakımından zengin içeriği sayesinde yüksek biyolojik aktivite sergilemektedir. Bu biyoaktif bileşenler, bağırsak mikrobiyotasındaki patojen yükünü baskılayarak faydalı bakteri popülasyonlarını ve kısa zincirli yağ asidi üretimini desteklemektedir. Artan kısa zincirli yağ asitleri intestinal epitel hücrelerinin metabolizmasını optimize ederken sıkı bağlantı proteinlerinin ekspresyonunu artırarak bariyer bütünlüğünü fonksiyonel düzeyde güçlendirmektedir. Ayrıca defne yaprağının antioksidan ve anti-inflamatuvar özellikleri, oksidatif stresi düzenleyerek epitel dokuda oluşabilecek hücre hasarları ve proinflamatuvar süreçleri sınırlamaktadır. Sonuç olarak defne yaprağı, bağırsak sağlığını ve bariyer bütünlüğünü destekleyen, mikrobiyal dengeyi sağlayan sürdürülebilir hayvansal üretimde stratejik potansiyele sahip fitobiyotik katkı maddesi olarak öne çıkmaktadır.

1 Öğretim Görevlisi, Hakkâri Üniversitesi, Yüksekova MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Ridvanbayram@hakkari.edu.tr, ORCID:0000-0003-1624-6753

1. Giriş

Modern hayvansal üretimde bağırsak sağlığı, son yıllarda üretim verimliliği, yemden yararlanma etkinliği ve genel hayvan sağlığının belirleyicisi olarak önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Bağırsaklar, sadece sindirim ve besin emilimi ile sınırlı olmayıp aynı zamanda organizmanın immün yanıtını destekleyen, patojenlere karşı bariyer görevi gören ve mikrobiyal dengesi ile konak metabolizmasını şekillendiren karmaşık bir sistemdir. Bu sistemdeki denge bozulduğunda, patojenlerin geçişi kolaylaşır, inflamatuvar yanıt artar ve performans ile üretim etkinliği olumsuz etkilenir (Küçükersan & Gümüş 2020)

Geleneksel olarak hayvan yemlerinin içerisine antibiyotik ve sentetik katkı maddeleri eklenerek bağırsak sağlığı desteklense de, antibiyotiklerin kullanımının sınırlandırılması ve tüketici talebi ile birlikte daha doğal alternatif ürünleri araştırma olanakları ön plana çıkmıştır. Bu kapsamda fitojenik yem katkı maddeleri, bitkisel kaynaklı biyoaktif bileşikler hayvancılıkta artan bir ilgi görmektedir. Bu katkı maddeleri, antioksidan, antimikrobiyal ve anti-inflamatuvar etkinlikleri ile gastrointestinal mikrobiyota dengesini iyileştirme potansiyeli taşır (Gölcü & Arslan Duru 2023)

Hayvan beslemede tıbbi bitkilerin terapötik amaçlı kullanımı giderek yaygınlaşan bir uygulamadır. Tıbbi bitkilerin kullanımı sürekli artış göstermesine rağmen, bu alanda hala araştırılması gereken pek çok yön bulunmaktadır (Ahmad vd., 2022; Barroso vd., 2018; Elefe, 2021). Bitkiler, önemli besin maddelerini içermelerinin yanı sıra, çeşitli hastalıklara karşı koruyucu özelliklere sahip biyoaktif bileşikler de sentezler. Defne yaprağı gibi bitkiler çeşitli ürünlerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Morais vd., 2009). Yapraklarının baharat olarak sağladığı faydalarla büyük beğeni toplayan defne (*Laurus nobilis*), aromatik bitki türlerinden biridir ve geleneksel tıp, farmasötik, tarım-gıda ve kozmetik endüstrilerindeki kullanımı nedeniyle yeniden ilgi odağı haline gelmiştir. Defne yaprağından elde edilen ürünlere yönelik artan talep, küresel üretimini önemli ölçüde artırmıştır (Chaaben vd., 2015). Defne yaprağı, fitokimyasal bileşenleri (Caputo vd., 2017; Chahal vd., 2017; Khaled Khodja vd., 2021) ve nörolojik patolojiler, dermatolojik/ürolojik hastalıklar ile epigastrik şişkinlik, hazımsızlık, gaz ve geğirme gibi gastrointestinal rahatsızlıkların tedavisindeki terapötik etkileri (Khaled Khodja vd., 2020) üzerine çok sayıda çalışmaya konu olan bir bitkidir. Özellikle fenolik bileşikler gibi bitki polifenollerine dair çalışmalar, bu bileşiklerin bağırsak mikrobiyota kompozisyonu üzerinde düzenleyici etkileri olabileceğini göstermiştir (Çimen vd., 2020). Ancak defne yaprağının yapılan literatür araştırmalarında etlik piliçlerde (Gölcü ve Duru, 2023; Ali ve Al-Shuhaib, 2021), ördek (Ali vd., 2024) ve bıldırcınlarda (Karaalp ve Genç, 2013; Bülbül vd., 2015) yalnızca performans ve kesim

karkas parametreleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiş olup oldukça sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Bu nedenle bu makale defne yaprağının hayvansal üretimde bağırsak sağlığı ve bariyer bütünlüğüne olan potansiyel etkilerini mevcut bilimsel kanıtlar ışığında değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

2. Bağırsak Sağlığı ve Bariyer Bütünlüğü Kavramı

Bağırsak sağlığı, hayvansal üretimde hayvanların büyüme performansı, yemden yararlanma etkinliği ve bağışıklık sistemi fonksiyonları üzerinde belirleyici rol oynayan temel fizyolojik unsurlardan biridir. Günümüzde bağırsak sağlığı; yalnızca sindirim ve emilim süreçleriyle sınırlı olmayıp, bağırsak mikrobiyotası, mukozal bağışıklık yanıtı ve intestinal bariyer bütünlüğünün karşılıklı etkileşimini içeren bütüncül bir kavram olarak ele alınmaktadır (Chelakkot ve ark., 2020; Awad ve ark., 2022; Wang ve ark., 2024). Bu bütüncül yaklaşım, özellikle yoğun hayvansal üretim koşullarında bağırsak fonksiyonlarının korunmasını ve performans kayıplarının önlenmesini hedeflemektedir.

Bağırsak bariyer bütünlüğü, lümeninde bulunan patojen mikroorganizmalar, toksinler ve antijenlerin epitel tabakayı aşarak sistemik dolaşıma geçmesini önleyen kritik bir savunma mekanizmasıdır. Bu bariyer; mukus tabakası, tek katlı epitel hücreleri, hücreler arası sıkı bağlantı (tight junction) proteinleri ve bağışıklık hücrelerinden oluşan çok katmanlı ve dinamik bir yapıdan meydana gelmektedir (Chelakkot ve ark., 2020; Latek ve ark., 2021). Claudin, occludin ve zonula occludens-1 (ZO-1) gibi sıkı bağlantı proteinleri, epitel hücreleri arasındaki paraesellular geçirgenliği düzenleyerek bariyer fonksiyonunun sürdürülmesinde temel rol oynamaktadır (Tabler ve ark., 2020).

Bağırsak mikrobiyotası, intestinal bariyer bütünlüğünün korunmasında merkezi bir düzenleyici faktör olarak kabul edilmektedir. Sağlıklı ve dengeli bir mikrobiyota, kısa zincirli yağ asitlerinin üretimini artırarak epitel hücrelerinin enerji ihtiyacını karşılamakta ve inflamatuvar yanıtları baskılamaktadır. Özellikle bütirat, epitel hücre proliferasyonunu teşvik ederek bağırsak mukozasının yenilenmesine katkı sağlamakta ve sıkı bağlantı proteinlerinin ekspresyonunu desteklemektedir (Koh ve ark., 2020; Wang ve ark., 2024). Buna karşılık mikrobiyal dengenin bozulması (disbiyozis), inflamasyonun artmasına, epitel bütünlüğünün zayıflamasına ve bağırsak geçirgenliğinin yükselmesine neden olmaktadır (Awad ve ark., 2022).

Hayvansal üretim sistemlerinde sıcaklık stresi, yem değişiklikleri ve yoğun üretim koşulları gibi çevresel stres faktörleri, intestinal bütünlük üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir. Güncel çalışmalar, bu tür stres koşullarının bağırsak epitelinde yapısal bozulmalara ve sıkı bağlantı proteinlerinin

ekspresyonunda azalmaya neden olduğunu, bunun sonucunda patojen geçişinin ve sistemik inflamasyon riskinin arttığını ortaya koymaktadır (Zhang ve ark., 2024; Tabler ve ark., 2020).

Son yıllarda beslenme temelli stratejilerin bağırsak sağlığı ve bariyer fonksiyonları üzerindeki etkileri yoğun biçimde araştırılmaktadır. Bitkisel kökenli biyoaktif bileşikler, fitogenik yem katkı maddeleri, probiyotikler ve çok bileşenli doğal katkıların; antimikrobiyal, antioksidan ve anti-inflamatuar özellikleri sayesinde bağırsak epitel bütünlüğünü desteklediği, mikrobiyota dengesini iyileştirdiği ve mukozal bağışıklık yanıtlarını modüle ettiği bildirilmektedir (Wan ve ark., 2021; Latek ve ark., 2021; *Frontiers in Immunology*, 2023; Awad ve ark., 2022). Bu bağlamda bağırsak sağlığı ve bariyer bütünlüğü, antibiyotik kullanımını azaltmaya yönelik sürdürülebilir hayvansal üretim yaklaşımlarının temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Wang ve ark., 2024).

3. Defne Yaprağının Botanik Özellikleri ve Kimyasal Bileşimi

Defne (*Laurus nobilis* L.), Lauraceae familyasına ait, her dem yeşil, aromatik özelliklere sahip, ağaç veya çalı formunda gelişen çok yıllık bir bitkidir. Akdeniz havzasına özgü olan bu tür; özellikle Türkiye, Yunanistan, İtalya ve İspanya gibi ülkelerde doğal yayılış göstermektedir. Ilıman iklim koşullarına iyi adapte olabilen defne bitkisi genellikle 5–10 metre boya ulaşmakta ve yoğun, derimsi yaprak dokusu ile karakterize edilmektedir (Baysal ve ark., 2020; Khodja ve ark., 2023). Yaprakların mızraksı formu ve güçlü aromatik içeriği, defnenin gıda endüstrisinin yanı sıra hayvansal üretimde fitojenik yem katkısı olarak kullanım potansiyelini artırmaktadır (Awad ve ark., 2022).

Botanik açıdan defne yaprağı, mezofil dokusunda yüksek yoğunlukta salgı bezleri (glandüler yapılar) içermektedir. Bu yapılar, uçucu yağlar ve fenolik bileşikler başta olmak üzere çok sayıda biyolojik olarak aktif sekonder metabolitin sentezlenmesi ve depolanmasında görev almaktadır (Patrakar ve ark., 2021; Khodja ve ark., 2023). Yaprak dokusunun bu özel anatomik yapısı, defne yaprağının antimikrobiyal, antioksidan ve anti-inflamatuar özelliklerinin temelini oluşturmakta ve fitojenik yem katkıları kapsamında değerlendirilen bitkiler arasında yer almasını sağlamaktadır (Latek ve ark., 2021).

Defne yaprağının kimyasal bileşimi; yetiştiği coğrafi bölge, iklim koşulları, hasat zamanı, kurutma yöntemi ve uygulanan ekstraksiyon tekniğine bağlı olarak önemli farklılıklar gösterebilmektedir (Nasser & Arnold-Apostolides, 2020; Khodja ve ark., 2023). Genel olarak defne yapraklarının; uçucu yağlar, polifenoller, flavonoidler, tanenler ve çeşitli terpenoid bileşikler bakımından zengin olduğu bildirilmektedir (Dobrosłavić ve ark., 2021). Bu bileşenler,

bitkisel kökenli yem katkılarının fonksiyonel etkilerinde rol oynayan temel biyoaktif gruplar arasında yer almaktadır (Wang ve ark., 2024).

Uçucu yağ fraksiyonunun başlıca bileşenleri arasında 1,8-sineol (eucalyptol), α -pinen, β -pinen, sabinen, linalool ve eugenol bulunmaktadır. Bu bileşikler, defne yaprağına karakteristik aromasını kazandırmanın yanı sıra güçlü antimikrobiyal, antioksidan ve anti-inflamatuvar özellikler sergilemektedir (Caputo, 2017; Nasser & Arnold-Apostolides, 2020). Yapılan çalışmalar, defne uçucu yağlarının çeşitli patojen mikroorganizmalar üzerinde baskılayıcı etki oluşturduğunu ve oksidatif stresin azaltılmasına katkı sağladığını ortaya koymuştur (Ertürk & Ayvaz, 2020). Bu özellikler, defne yaprağını antibiyotik kullanımını azaltmaya yönelik fitojenik stratejiler açısından dikkat çekici bir bitkisel kaynak haline getirmektedir (Awad ve ark., 2022).

Hayvan besleme alanında gerçekleştirilen çalışmalarda, defne yaprağında bulunan bu biyoaktif bileşenlerin bağırsak epitel bütünlüğünü destekleyici, inflamatuvar yanıtı baskılayıcı ve mikrobiyal dengeyi düzenleyici etkiler gösterdiği belirtilmiştir (Basiouni ve ark., 2023). Ayrıca defne yaprağı ve türevlerinin antioksidan savunma sistemini güçlendirdiği ve gastrointestinal bariyer fonksiyonlarını olumlu yönde etkilediği rapor edilmiştir (Ghareeb ve ark., 2021; Latek ve ark., 2021).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, defne yaprağı tozunun yem katkı maddesi olarak kullanımında kimyasal bileşimin fonksiyonel etkilerle doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle uçucu yağ ve fenolik bileşik içeriğinin; bağırsak mikrobiyotası, antioksidan savunma mekanizmaları ve bağırsak bariyer fonksiyonları üzerindeki olumlu etkilerde belirleyici olduğu vurgulanmaktadır (Dobroslavić ve ark., 2021; Ghareeb ve ark., 2021; Wang ve ark., 2024). Bu nedenle defne yaprağının botanik özelliklerinin ve kimyasal bileşiminin ayrıntılı olarak anlaşılması, hayvansal üretimde etkin, güvenli ve sürdürülebilir kullanım stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Tablo 1. Defne yaprağının (*Laurus nobilis*) botanik özellikleri ve başlıca kimyasal bileşenleri (Awad ve ark., 2022), (Wang ve ark., 2024)

Özellik/Bileşen Grubu	Tanım/ İçerik	Fonksiyonel Etki
Botanik Aile	Lauraceae	Aromatik, sekonder metabolitçe zengin
Bitki Formu	Herdem yeşil ağaç/çalı	Uzun süreli yaprak üretimi
Yaprak Morfolojisi	Mızraksı, derimsi,koyu yeşil	Yüksek uçucu yağ içeriği
Ana Uçucu Yağ Bileşenleri	1,8-sineol, α -Pinen, linalool,eugenol	Antimikrobiyal, antiinflamatuvar
Fenolik Asitler	Galik asit, kafeik asit	Antioksidan etki
Flavonoidler	Quercetin, kaempferol, rutin	Serbest radikal süpürücü
Tanenler	Hidrolize ve kondanse tanenler	Antimikrobiyal, bağırsak sağlığı
Terpenoidler	Monoterpenler, seskiterpenler	Mikrobiyota modülasyonu

4. Defne Yaprağının Bağırsak Mikrobiyotası Üzerine Etkileri

Bağırsak mikrobiyotası, konak sağlığının sürdürülmesi ve bağırsak bariyer fonksiyonlarının düzenlenmesinde kritik bir role sahiptir. Mikrobiyota dengesinin korunması; patojen bakterilerin baskılanması, kısa zincirli yağ asitlerinin üretimi ve bağışıklık sisteminin modülasyonu gibi süreçlerde belirleyici olmaktadır. Bu dengenin bozulması sonucunda ortaya çıkan disbiyozis, mikrobiyal dengenin zayıflamasına, inflamasyonun artmasına ve immün yanıtın dengesizleşmesine yol açabilmektedir (Awad ve ark., 2022; Wang ve ark., 2024).

Defne (*Laurus nobilis* L.) yaprağı tozu ve özütleri, içerdiği uçucu yağlar ve fenolik bileşikler sayesinde belirgin antimikrobiyal özellikler göstermektedir. Uçucu yağ ve fenolik profil açısından zengin olan defne yaprağının, birçok patojen bakterinin gelişimini baskılayabildiği bildirilmektedir. Nitekim *L. nobilis* uçucu yağlarının *Escherichia coli*, *Salmonella pullorum* ve *Enterococcus faecalis* gibi yaygın gıda ve su kaynaklı patojenler üzerinde bakterisidal etki oluşturduğu ortaya konmuştur (Tomar vd., 2020). Bu antimikrobiyal etki, bağırsakta patojen yükünün azalmasına katkı sağlayarak faydalı mikroorganizmalar için daha elverişli bir mikrobiyal ekosistem oluşmasına olanak tanımaktadır (Awad ve ark., 2022).

Buna ek olarak, defne yaprağı ekstraktlarının daha geniş bir bakteri spektrumu üzerinde inhibitör etki gösterdiği rapor edilmiştir. Yapılan çalışmalarda, defne yaprağı ekstraktlarının *Escherichia coli* ve *Proteus mirabilis* gibi gram negatif patojenlerin gelişimini anlamlı düzeyde baskıladığı belirlenmiştir (Sugeçti,

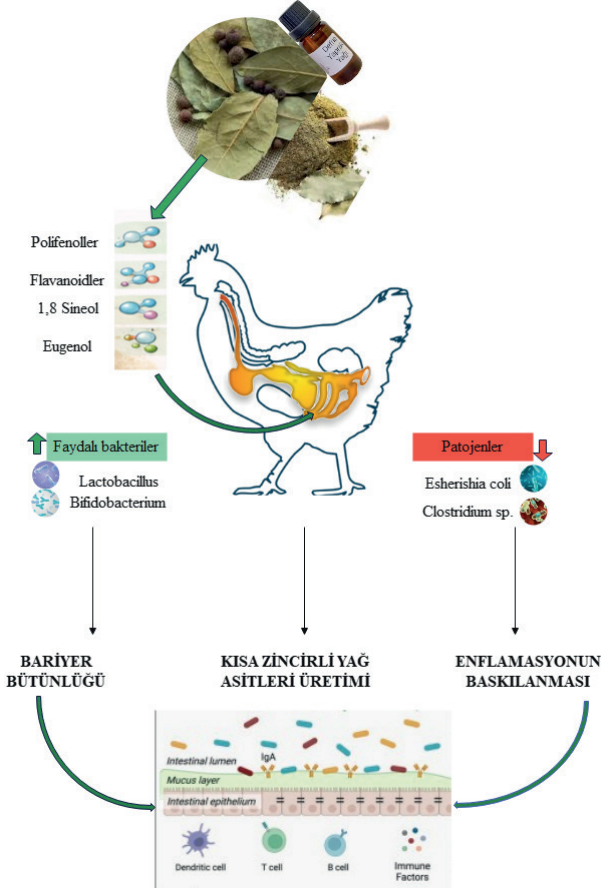
2024). Bu tür geniş spektrumlu antimikrobiyal etkiler, defne yaprağının fitojenik yem katkıları arasında dikkat çekici bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir (Latek ve ark., 2021).

Bununla birlikte, *L. nobilis*'in bağırsak mikrobiyotası üzerindeki düzenleyici etkileri yalnızca patojen mikroorganizmaların baskılanması ile sınırlı değildir. Laboratuvar koşullarında yürütülen bir çalışmada, diyetlerine defne yaprağı özütü ilave edilen farelerde bağırsak mikrobiyota çeşitliliğinin arttığı ve bazı yararlı bakteri gruplarının sayısında belirgin yükselmeler olduğu bildirilmiştir. Özellikle *Akkermansia* gibi mukus tabakasını destekleyen faydalı bakterilerin artışı, bağırsak sağlığının ve metabolik dengenin korunması açısından olumlu bir gösterge olarak değerlendirilmektedir (Morikawa vd., 2024; Wang ve ark., 2024).

Defne yaprağı ile sağlanan bu mikrobiyal düzenlemeler, bağırsak bariyer fonksiyonlarının korunmasına da dolaylı katkı sağlamaktadır. Yararlı bakteri popülasyonlarının artışı, mukus üretiminin ve kısa zincirli yağ asidi (SCFA) sentezinin teşvik edilmesine yardımcı olmakta; böylece epitel hücrelerinin enerji ihtiyacının karşılanması ve sıkı bir bağlantı (tight junction) proteinlerinin ekspresyonunun desteklenmesi mümkün olmaktadır (Tabler ve ark., 2020; Latek ve ark., 2021).

Bağırsak mikrobiyotası ve metabolitleri, epitel bütünlüğünün sürdürülmesinde merkezi bir rol oynamaktadır. Kommensal bakteriler tarafından üretilen kısa zincirli yağ asitleri (SCFA'lar), epitel hücreleri için enerji kaynağı sağlamanın yanı sıra, G-protein-bağlı reseptörler üzerinden sinyal yollarını aktive ederek sıkı bağlantı proteinlerinin fonksiyonunu ve ekspresyonunu desteklemekte; bu da epitel permeabilitesinin azalmasına ve patojenlerin bağırsak bariyerinden geçişinin engellenmesine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca SCFA'lar, inflamatuvar yanıtları modüle eden konakçı sinyal mekanizmalarıyla etkileşerek bariyer homeostazının korunmasına yardımcı olur (Pérez-Reytor ve ark., 2021).

Bu bağlamda defne yaprağı, bağırsak mikrobiyotası aracılığıyla bariyer bütünlüğünü güçlendiren ve hayvansal üretimde fitobiyotik bir yem katkısı olarak değerlendirilebilecek doğal bir bileşen olarak öne çıkmaktadır (Awad ve ark., 2022). Fitobiyotik katkı maddelerinin antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri, bağırsak morfolojisinin iyileştirilmesi, yararlı mikroorganizmaların çoğalmasının desteklenmesi, SCFA sentezinin artırılması ve inflamatuvar sinyal yollarının modülasyonu ile ilişkilidir. Tüm bu etkiler, epitel bariyer fonksiyonlarının güçlenmesini ve bağırsak permeabilitesinin azalmasını sağlamaktadır.



Şekil 1. Defne yapağının bağırsak mikrobiyotası üzerine etkileri

Şekil 1'de Yem katkısı olarak kullanılan defne yapağı ve bu bitkinin başlıca biyoaktif bileşenleri (polifenoller, flavonoidler, 1,8-sineol ve eugenol) sindirim sistemi boyunca ilerleyerek özellikle ince ve kalın bağırsak lümeninde mikrobiyal popülasyonlar üzerinde seçici etki göstermektedir. Bitkisel biyoaktif bileşiklerin antimikrobiyal özellikleri sayesinde Escherichia coli ve Clostridium spp. gibi potansiyel patojen mikroorganizmaların baskılanmakta, buna karşın Lactobacillus ve Bifidobacterium gibi faydalı bakteri gruplarının proliferasyonunun desteklenmektedir. Bu seçici etki, mikrobiyal çeşitliliğin artmasına ve bağırsak ekosisteminde öbiyotik bir denge oluşmasına katkı sağlamaktadır (Awad ve ark., 2022; Zhang ve ark., 2024). Ayrıca faydalı bakterilerin artışıyla birlikte kısa zincirli yağ asitlerinden özellikle bütirat ve propiyonat üretiminin arttığı ve bu yağ asitlerin bağırsak epitel hücre yenilenmesini desteklediği ve tight junction proteinlerinin (örneğin ZO-1) ekspresyonunu artırarak bağırsak bariyer bütünlüğünün güçlenmesine katkı sağladığı bildirilmektedir (Pérez-Reytor ve ark., 2021; Awad ve ark., 2022)

5. Antioksidan ve Antiinflamatuvar Etkiler

Bağırsak sağlığının korunmasında oksidatif stres ve inflamasyonun kontrol altına alınması, hayvansal üretimde sürdürülebilir performansın sağlanması ve hayvan refahının korunması açısından temel bir gereklilik olarak kabul edilmektedir. Yoğun üretim koşulları, sıcaklık stresi, mikrobiyal baskı ve beslenme dengesizlikleri gibi faktörler, reaktif oksijen türlerinin (ROS) aşırı üretimine yol açarak oksidatif stresin artmasına neden olmaktadır. Artan oksidatif stres, bağırsak epitel hücrelerinde hücre hasarı, hücre membran bütünlüğünün bozulması ve bağışıklık yanıtının zayıflaması ile sonuçlanabilmektedir (Basiouni vd., 2023; Gumus vd., 2024).

Oksidatif stres koşullarında, süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutasyon peroksidaz (GPx) gibi endojen antioksidan enzimlerin aktivitesi baskılanabilmektedir. Bu enzimler normal koşullarda ROS'ü nötralize ederek hücre yapısının korunmasında önemli rol oynar. Ancak stres faktörlerinin yoğun olduğu durumlarda bu savunma mekanizmaları yetersiz kalabilmekte ve oksidatif hasar artmaktadır. Bu noktada, besleme yoluyla alınan fitobiyotik bileşiklerin antioksidan savunma sistemini destekleyerek oksidatif hasarı sınırladığı bildirilmektedir (Gumus vd., 2024; Niaziyar ve ark., 2024).

Fitobiyotikler; flavonoidler, fenolik bileşikler ve uçucu yağlar gibi çeşitli biyoaktif moleküller içeren bitkisel kökenli yem katkı maddeleridir. Bu bileşiklerin yüksek serbest radikal süpürme kapasiteleri, lipid peroksidasyonunu azaltarak bağırsak epitel hücre bütünlüğünün korunmasına katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda antioksidan enzim aktivitelerinin artırılması yoluyla ROS kaynaklı hücre hasarının önlenmesine yardımcı olmaktadır (Basiouni vd., 2023; Oni, 2025).

Oksidatif stres ile inflamasyon arasındaki güçlü ilişki, bağırsak sağlığı açısından antiinflamatuvar mekanizmaların önemini daha da artırmaktadır. Aşırı inflamatuvar yanıt; TNF- α , IL-1 β ve IL-6 gibi proinflamatuvar sitokinlerin artışıyla karakterize edilmekte ve bu durum bağırsak epitel bariyer bütünlüğünün bozulmasına yol açabilmektedir. Güncel çalışmalar, fitobiyotik bileşiklerin NF- κ B gibi inflamatuvar sinyal yollarını baskılayarak proinflamatuvar sitokin üretimini azalttığını ve antiinflamatuvar sitokinlerin ekspresyonunu artırdığını ortaya koymaktadır (Basiouni vd., 2023; Chakma, 2025).

Defne yaprağı (*Laurus nobilis* L.), içerdiği yüksek fenolik bileşikler, flavonoidler ve uçucu yağlar sayesinde güçlü bir antioksidan kapasiteye sahiptir. Yapılan çalışmalarda, Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan defne yapraklarında DPPH ve ABTS radikal süpürme testlerinde yüksek antioksidan değerler elde edilmiştir; örneğin DPPH serbest radikal giderme

aktivitesi 52.,7–114.45 mg Trolox eşdeğeri/g, ABTS katyon radikal süpürme aktivitesi ise 74.64–115.086 mg Trolox eşdeğeri/g olarak belirlenmiştir, bu da fenolik bileşiklerin güçlü antioksidan etkisini göstermektedir (Karataş, 2023). Ayrıca fenolik ekstraksiyon yöntemleriyle yapılan değerlendirmelerde, elde edilen defne yaprağı ekstraktlarının *in vitro* antioksidan aktivitelerinin yüksek olduğu ve bu bileşiklerin serbest radikalleri süpürmede etkili olduğu bildirilmiştir (Şilmler ve ark., 2022). Bu bulgular, defne yaprağının hem gıda katkısı hem de hayvansal üretimde antioksidan potansiyeli açısından önemli bir doğal kaynak olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, antioksidan ve antiinflamatuvar mekanizmalar, fitobiyotiklerin fonksiyonel değerinin anlaşılmasında temel süreçler arasında yer almakta olup, hayvansal üretimde bağırsak sağlığının korunması ve performans kayıplarının azaltılmasında stratejik bir rol üstlenmektedir.

6. Bağırsak Bariyer Fonksiyonu ve Deneysel Bulgular

Bağırsak bariyer fonksiyonu, epitel hücre yapısı, villus yüksekliği, kript derinliği, villus/kript oranı ve tight junction proteinlerinin ekspresyon düzeyleri gibi parametrelerle değerlendirilen kritik bir fizyolojik özelliktir. Bu yapısal göstergeler, bağırsak yüzeyinin besin emilimi kapasitesi ve bariyer bütünlüğünün durumunu yansıtır. Deneysel çalışmalarda, doğal kökenli besin katkıları, özellikle fitobiyotik bileşikler, bağırsak histomorfolojisini olumlu yönde etkileyebilmektedir. Bir meta-analiz, probiyotiklerin ve bitkisel bileşiklerin diyetle eklenmesinin, orta ve alt ince bağırsak segmentlerinde villus yüksekliğini artırdığını ve kript derinliğini azaltarak villus/kript oranını iyileştirdiğini göstermiştir. Bu değişiklikler, emilim yüzey alanının genişlemesine ve epitel yenilenme dengesinin artmasına işaret etmektedir (Yosi ve ark., 2023).

Tight junction proteinleri olan **occludin**, **claudin-1** ve **zonula occludens (ZO)** proteinleri, epitel hücreleri arasında paracellüler geçirgenliğin düzenlenmesinde ve bariyer fonksiyonunun sürdürülmesinde merkezi bir rol oynar; bu proteinlerin ekspresyon düzeyleri ile hücreler arası bağlantı komplekslerindeki organizasyonları epitel bütünlüğünün korunması açısından kritik öneme sahiptir. Fitobiyotiklerin, özellikle bitkisel kökenli flavonoidlerin uygulandığı çalışmalarda, söz konusu tight junction proteinlerinin hücre membranına yakın dağılımı ve montajının arttığı rapor edilmiştir. Nitekim quercetin tedavisinin insan intestinal epitel Caco-2 hücre monolayerlerinde transepitelyal elektriksel direnci yükselttiği, paracellüler geçirgenliği azalttığı ve tight junction kompleksinin önemli üyeleri olan zonula occludens-2, occludin ve claudin-1 proteinlerinin sitoskeletona ilişkili dağılımını desteklediği; buna ek olarak claudin-4 ekspresyonunun artırıldığı gösterilmiştir (Suzuki & Hara, 2009).

Bu bulgular, doğrudan defne yaprağı tozu ile ilgili deneylerin sınırlı olmasına rağmen, benzer biyoaktif profillere sahip bitkisel fitobiyotiklerin bağırsak yapısını ve bariyer fonksiyonunu iyileştirebildiğini göstermektedir. Dolayısıyla, defne yaprağı ve ekstraktları gibi yüksek fenolik ve uçucu yağ içeriğine sahip fitobiyotiklerin, benzer mekanizmalarla bağırsak bariyer fonksiyonunu destekleyebileceği öngörülmektedir.

Tablo 2. Defne yaprağı bağırsak sağlığı üzerindeki etkisi

Hayvan Türü	Fitobiyotik / Form	Doz ve Süre	İncelenen Parametreler	Bulguların Özeti	Kaynak
Broiler	Defne yaprağı tozu	%0.5-1.0 42 gün	Villus yüksekliği kript derinliği antioksidan enzimler	Villus yüksekliği artışı antioksidan kapasitede iyileşme	Arslan Duru ve ark.,2023
Broiler	Fitobiyotik karışım	≈125 mg/ kg 35 gün	Occludin claudin-1 ZO-1 gen ekspresyonu	Tight junction proteinlerinde artış / iyileşme eğilimi	Paraskeuas ve ark., 2019
Broiler	Defne yaprağı tozu	1-3 g/kg yem (1,2, 3 g/kg), 35 gün	Performans; villus uzunluğu, kript derinliği ve villus/kript oranı gibi bağırsak morfolojisi parametreleri	Defne yaprağı ilavesi villus uzunluğunu, villus/kript oranını artırmış; genel performans göstergelerinde iyileşme raporlanmıştır.	Ali ve ark. 2021
In vitro (Bağırsak hücre hattı)	Laurus nobilis özütü	10-50 µg/ mL	Occludin claudin TEER	IL-13 ile indüklenen bariyer bozukluğunun iyileşmesi	Şimşek ve ark., 2024
Japon bildircını	Defne yağı (<i>Laurus nobilis</i> uçucu yağ) performans	100-400 mg/kg diet, 35 gün	Performans ve karkas parametreleri	Defne yağı (tek başına veya adaçayı ile) performans ve karkas özelliklerini değiştirmede	Bülbül ve ark., 2015
Albino sıçan (<i>Rattus norvegicus</i>)	Defne yaprağı yaprak tozu (diyete eklenmiş)	Diyetin %1, %2 ve %3'ü, 7 gün	Kolon/vücut ağırlık oranı, bağırsak mikrobiyotası (Lactobacillus, Bifidobacterium, Clostridium, SRB), kısa zincirli yağ asitleri (SCFA)	Bağırsak bariyeri korundu, İnflamasyon azaldı, Mikrobiyota dengelendi	Khalil ve ark., 2024
Sıçan	Defne yaprağı ekstresi	100-400 mg/kg, 14 gün	Histopatoloji, TNF-α, IL-6	İnflamasyonun baskılanması, mukozal hasarın azalması	Türkoğlu ve ark., 2020
Fare (kolit modeli)	Laurus nobilis yaprak ekstresi	200 mg/kg, 10 gün	Oksidatif stres, epitel bütünlüğü	Oksidatif hasarda azalma, epitel bariyerinin korunması	Correa ve ark., 2023

Balık (Tilapia)	Defne yaprağı uçucu yağı	%0.5–1.0, 60 gün	Bağırsak mikrobiyotası, immün yanıt	Patojen bakterilerde azalma, mukozal bağışıklıkta artış	Abdel-Tawwab ve ark., 2020
Balık (Sazan)	Bitkisel ekstrakt (defne yaprağı)	1–2 g/kg, 56 gün	Bağırsak histolojisi	Epitel bütünlüğünün korunması, villus yapısında iyileşme	Taher ve ark., 2018

Tablo 2 Genel olarak değerlendirildiğinde:

Bağırsak Morfolojisi ve Yapısı: Defne yaprağı (toz veya özüt), broiler ve balık türlerinde villus uzunluğunu ve yüksekliğini artırarak bağırsak morfolojisini iyileştirdiğini, bağırsağın epitel bütünlüğünü korunduğu görünmektedir.

Bariyer Fonksiyonu ve İnflamasyon: Çalışmalar, defne yaprağının tight junction proteinlerinde (Occludin, claudin-1, ZO-1) artış sağladığını, mukozal hasarı azalttığını ve inflamasyonu baskılayarak bağırsak bariyerini koruduğunu göstermektedir. Ayrıca in vitro modellerde IL-13 ile indüklenen bariyer bozukluklarını iyileştirdiği saptanmıştır.

Mikrobiyota ve Bağışıklık: Defne yaprağının mikrobiyotayı dengelediği (Lactobacillus ve Bifidobacterium gibi yararlı bakterileri desteklediği), patojen bakterileri azalttığı ve mukozal bağışıklık ile antioksidan kapasiteyi iyileştirdiği bildirilmiştir.

Performans Üzerindeki Etkiler: Broiler de genel performans göstergelerini iyileştirdiği belirtilirken, japón bıldırcınlarında performans ve karkas özellikleri üzerinde herhangi bir değişim yaratmadığı gözlemlenmiştir.

Özetle defne yaprağı; farklı hayvan türlerinde ve in vitro modellerde bağırsak bariyerini güçlendiren, anti-inflamatuar özellik gösteren ve sindirim sistemini morfolojik olarak destekleyen fonksiyonel bir bileşen olarak öne çıkmaktadır.

7. Hayvan Türlerine Göre Değerlendirme

Fitobiyotik yem katkı maddelerinin bağırsak sağlığı ve bariyer bütünlüğü üzerindeki etkileri, hayvan türüne bağlı olarak önemli farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar; sindirim sisteminin anatomik ve fizyolojik özellikleri, bağırsak mikrobiyotası kompozisyonu ve bağışıklık yanıt mekanizmalarının türler arasında değişkenlik göstermesinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle defne yaprağı gibi bitkisel kökenli yem katkılarının etkinliği, hayvan türüne özgü olarak değerlendirilmelidir (Oni, 2025).

Monogastrik memelilerde, özellikle domuzlarda, fitobiyotiklerin etkili bağırsak gelişiminin kritik olduğu süttan kesim döneminde daha belirgin hâle gelmektedir. Bu dönemde bağırsak bariyerinin zayıflaması ve inflamasyon

riskinin artması, performans kayıplarına yol açabilmektedir. Güncel literatür, bitkisel kökenli yem katkılarının tight junction proteinlerinin ekspresyonunu artırarak bağırsak geçirgenliğini azalttığını ve proinflamatuvar sitokin üretimini baskıladığını göstermektedir (Chang ve ark., 2022). Bu etkiler, antibiyotik kullanımına alternatif besleme stratejilerinin geliştirilmesi açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Ruminantlarda ise fitobiyotiklerin bağırsak sağlığı üzerindeki etkileri, rumen fermantasyon sisteminin karmaşık yapısı nedeniyle daha dolaylı mekanizmalar üzerinden gerçekleşmektedir. Fitobiyotik bileşenler, rumen mikrobiyotası tarafından metabolize edilerek uçucu yağ asidi profillerini ve fermantasyon parametrelerini etkileyebilmektedir. Bu değişiklikler, bağırsak epitel bütünlüğü ve sistemik bağışıklık yanıtı üzerinde dolaylı fakat olumlu sonuçlar doğurabilmektedir; ancak bu etkilerin monogastrik hayvanlara kıyasla daha sınırlı olduğu bildirilmektedir (Patra ve ark., 2021).

Genel olarak değerlendirildiğinde, hayvan türüne özgü sindirim fizyolojisi ve mikrobiyota yapısı, fitobiyotiklerin etki mekanizmalarını belirleyen temel faktörlerdir. Bu nedenle defne yaprağı gibi bitkisel yem katkılarının hayvansal üretimde etkin ve güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için tür-spesifik dozlama, uygulama süresi ve hedeflenen fizyolojik parametrelerin dikkate alınması gerekmektedir. (Oni, 2025).

Tablo 3. Defne Yapracağının Hayvan Türlerine Göre Bağırsak Sağlığı Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

Hayvan Türü	Sindirim Sistemi Özellikleri	Bağırsak Sağlığı Üzerine Temel Etkiler	Bariyer ve İmmün Etkiler	Kaynak
Kanatlılar (Broiler Yumurta Tavuğu)	Kısa sindirim süresi yüksek metabolizma sınırlı fermentasyon	Villus yüksekliğinde artış kript derinliğinde azalma patojen yükünde düşüş	Tight junction protein ekspresyonunda artış proinflamatuvar sitokinlerde azalma	Ghareeb et al 2021 Basiouni et al 2023
Domuz	Monogastrik yapı, arka bağırsakta fermentasyon, yüksek besin emilimi	Bağırsak mikrobiyotasında denge, ishal insidansında azalma, mukozal bütünlükte iyileşme	Bağırsak bariyer fonksiyonunun güçlenmesi, inflamatuvar yanıtın baskılanması	Zeng et al., 2015; Patra & Yu, 2021
Fare (Deney Hayvanı)	Hızlı metabolizma, kontrollü mikrobiyota, model organizma	Oksidatif stresin azalması, bağırsak histomorfolojisinin iyileşmesi	Antioksidan savunma artışı, inflamatuvar sitokinlerin baskılanması	Basiouni et al., 2023; Abdel-Wahhab et al., 2019

Ruminantlar (Sığır Koyun Keçi)	Kompleks rumen fermantasyonu yoğun mikrobiyal metabolizma	Rumen fermantasyon profilinin iyileşmesi uçucu yağ asidi üretiminde denge	Dolaylı bağırsak bariyer desteği sistemik inflamasyonda azalma	Patra & Yu 2021 Basiouni et al 2023
--	---	---	--	--

Tablo 3'te sunulan çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, defne yaprağı (Laurus nobilis) ve genel olarak fitobiyotik bileşiklerin bağırsak bariyer fonksiyonu üzerindeki etkilerinin çok yönlü ve tutarlı olduğu görülmektedir. Hem in vitro hem de in vivo modellerde elde edilen bulgular, bu bitkisel kökenli bileşiklerin tight junction proteinlerinin (occludin, claudin, ZO-1) ekspresyonunu artırarak bağırsak geçirgenliğini azalttığını, aynı zamanda TEER değerlerini yükselterek epitel bütünlüğünü güçlendirdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca tabloda yer alan çalışmalar, fitobiyotiklerin proinflamatuvar sitokinleri baskılayıp antiinflamatuvar yanıtı desteklediğini, bunun da oksidatif stresin azaltılmasıyla birlikte bağırsak bariyerinin yapısal ve fonksiyonel olarak korunmasına katkı sağladığını göstermektedir. Bu sonuçlar, defne yaprağı gibi aromatik bitkilerin yalnızca mikrobiyota modülasyonu yoluyla değil, doğrudan epitel hücreler ve moleküler bariyer mekanizmaları üzerinden de etkili olabildiğini düşündürmekte ve fitobiyotiklerin antibiyotiklere alternatif yem katkıları olarak kullanım potansiyelini güçlü biçimde desteklemektedir.

Tablo 4. Defne Yaprağının (Laurus nobilis L.) Farklı Formlarının Hayvan Türlerine Göre Bağırsak Sağlığı Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

Hayvan Türü	Defne Yaprağı Formu	Başlıca Biyoaktif Bileşenler	Bağırsak Sağlığı Üzerine Etkiler	Etkilerin Mekanizması	Kaynak
Kanatlılar (Tavuk, Bildircin, Hindi)	Toz	Fenolikler, flavonoidler	Villus yüksekliği artışı, kript derinliğinde azalma	Emilim yüzeyinin genişlemesi	Brenes & Roura, 2010; Lillehoj ve ark., 2018
	Ekstrat	Polifenoller, tanenler	Antioksidan kapasite artışı, inflamasyonun azalması	Serbest radikal süpürme	Hashemi & Davoodi, 2011; Zeng ve ark., 2015
	Uçucu yağ	1,8-sineol, öjenol, α-pinen	Patojen bakteri yükünde azalma	Antimikrobiyal etki	Brenes & Roura, 2010; Zeng ve ark., 2015

Monogastrikler (Domuz, Tavşan)	Toz	Fenolik asitler	Bağırsak mukozasında hafif iyileşme	Mekanik ve kimyasal destek	Hashemi & Davoodi, 2011
	Ekstrat	Polifenoller	Tight junction proteinlerinde artış	Bariyer bütünlüğünün güçlenmesi	Lillehoj ve ark., 2018; Zeng ve ark., 2015
	Uçucu Yağ	Terpenoidler	Mikrobiyota dengesinin iyileşmesi	Seçici mikrobiyal baskılama	Zeng ve ark., 2015
Ruminantlar (Sığır, Koyun, Keçi)	Toz	Fenolikler	Rumen fermantasyonunun dengelenmesi	Uçucu yağ asidi profili modülasyonu	Calsamiglia ve ark., 2007
	Ekstrat	Fenolik-terpenoid kompleks	Sistemik antioksidan etki	Oksidatif stresin azaltılması	Patra & Yu, 2012
	Uçucu Yağ	Sineol, pinenler	Metanojenik bakterilerde azalma	Rumen mikrobiyotasının baskılanması	Calsamiglia ve ark., 2007; Patra & Yu, 2012
Genel	-	-	Tür-spesifik etki farklılıkları	Sindirim fizyolojisine bağlılık	Hashemi & Davoodi, 2011

Tablo 4. sunulan veriler, defne yaprağının (*Laurus nobilis L.*) farklı formlarının (toz, ekstrakt ve uçucu yağ) hayvan türlerine göre bağırsak sağlığı üzerinde değişen ancak genel olarak olumlu etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Kanath ve monogastrik hayvanlarda defne yaprağı ekstraktları ve uçucu yağlarının, içerdiği terpenoid ve fenolik bileşikler aracılığıyla patojen mikroorganizmaları baskıladığı, bağırsak villus morfolojisini iyileştirdiği ve bariyer fonksiyonunu güçlendirdiği bildirilmektedir (Brenes ve ark., 2010; Lillehoj ve ark., 2018; Zeng ve ark., 2015). Ruminantlarda ise defne yaprağı bileşenlerinin etkilerinin daha çok rumen fermantasyonunun modülasyonu ve metanojenik mikroorganizmaların baskılanması yoluyla dolaylı olarak ortaya çıktığı, bu durumun sistemik antioksidan kapasitenin artışıyla ilişkilendirildiği rapor edilmiştir (Calsamiglia ve ark., 2007; Patra ve ark., 2012). Genel olarak, toz formunun stabil ve uzun süreli kullanım için uygun olduğu, ekstrakt ve uçucu yağ formlarının ise daha yüksek biyoyararlanım ve güçlü biyolojik etki sağlamakla birlikte doz ve hayvan türüne özgü fizyolojik farklılıklar dikkate alınarak kullanılması gerektiği literatürde vurgulanmaktadır (Hashemi ve ark., 2011)

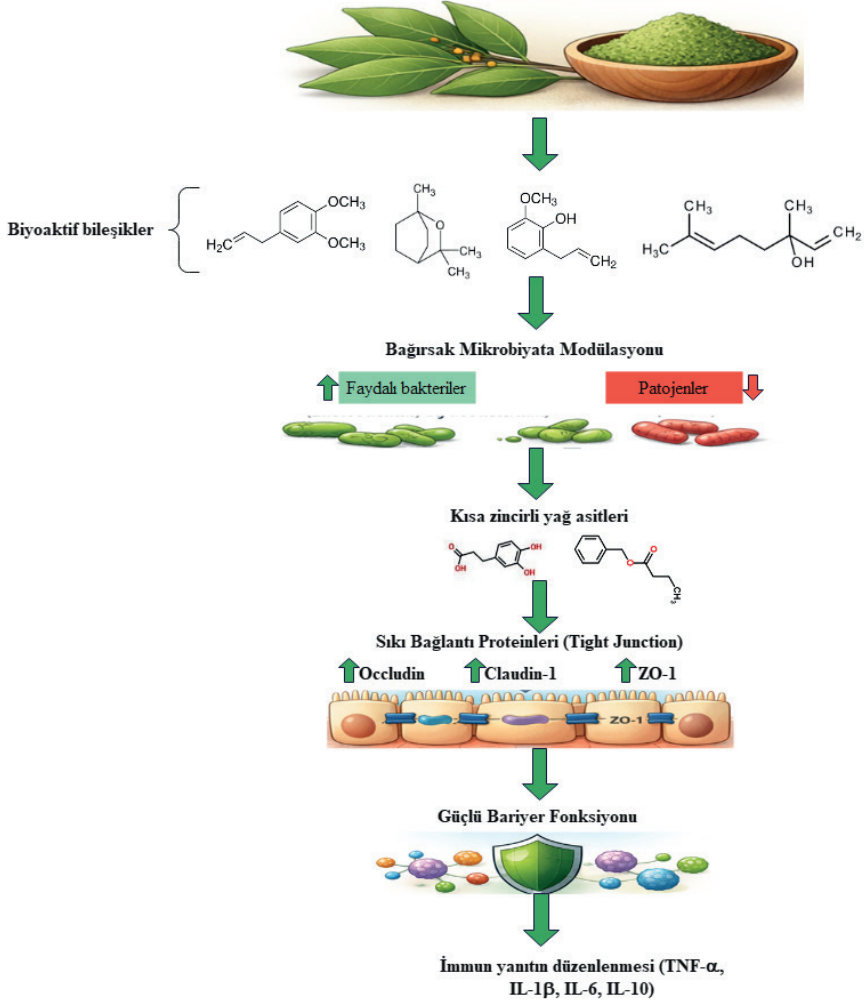
8. Defne yaprağı kullanım Dozu, Güvenilirlik ve Sınırlamalar

Defne yaprağı tozunun yem katkısı olarak kullanımında doz kritik bir faktördür. Düşük ve orta düzeylerde kullanımı bağırsak sağlığı açısından fayda sağlayabilirken, yüksek dozlarda tanen içeriği nedeniyle yem tüketimi ve sindirim süreçleri olumsuz etkilenebilmektedir. Özellikle yüksek tanen alımı, protein sindirilebilirliğini azaltarak performans kayıplarına yol açabilmektedir. Bu nedenle farklı hayvan türleri ve fizyolojik dönemler için optimal doz aralıklarının belirlenmesi amacıyla kontrollü ve uzun süreli deneysel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Ayrıca defne yaprağının kimyasal bileşimi, bitkinin yetiştiği coğrafi bölge, hasat zamanı, kurutma yöntemi ve işleme koşulları gibi çevresel faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Bu değişkenlik, deneysel sonuçların tekrarlanabilirliğini ve ürünler arası etki tutarlılığını sınırlayabilmektedir. Bu nedenle standardize edilmiş, aktif bileşen içeriği tanımlanmış ürünlerin kullanılması, bilimsel çalışmaların güvenilirliği ve pratik uygulamaların başarısı açısından büyük önem taşımaktadır.

Son olarak, defne yaprağı tozunun uzun dönemli kullanımına ilişkin güvenilirlik, kalıntı oluşumu ve olası toksik etkiler gibi konuların detaylı şekilde araştırılması gerekmektedir. Özellikle gıda güvenliği açısından hayvansal ürünlerde kalıntı riski bulunup bulunmadığının ortaya konulması, bu katkı maddesinin ticari kullanım potansiyelini doğrudan etkilemektedir. Bu kapsamda yapılacak çok yönlü çalışmalar, defne yaprağı tozunun sürdürülebilir hayvansal üretimde güvenli ve etkili bir yem katkısı olarak konumlandırılmasına olanak sağlayacaktır.

Şekil.2. Defne Yaprığı Tozunun Bağırsak Bariyer Bütünlüğü Üzerine Etki Mekanizması



Şekil 2'de Defne yaprağı tozunda bulunan biyoaktif bileşikler, bağırsak mikrobiyotasının dengelenmesini sağlayarak kısa zincirli yağ asidi (SCEA) üretimini artırır. Artan SCEA düzeyleri, epitel hücrelerinin enerji metabolizmasını destekler ve tight junction proteinlerinin (occludin, claudin, ZO-1) stabilitesini güçlendirir. Aynı zamanda antiinflamatuar sitokinlerin artışı ve proinflamatuar sitokinlerin baskılanması yoluyla inflamasyon kontrol altına alınır. Bu bütüncül etki, bağırsak bariyer fonksiyonunun korunması ve iyileştirilmesi ile sonuçlanır.

9. Sonuç ve Genel Değerlendirme

Hayvansal üretimde sindirim sistemi sağlığı, özellikle bağırsak sağlığı ve bariyer bütünlüğü, verimlilik, hayvan refahı ve ürün kalitesinin sürdürülebilir şekilde korunmasında belirleyici bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Güncel bilimsel yaklaşımlar, bağırsakların yalnızca sindirim ve emilim fonksiyonlarıyla sınırlı olmadığını; aynı zamanda bağışıklık sisteminin düzenlenmesi ve patojenlere karşı savunma mekanizmalarının merkezinde yer aldığını açıkça ortaya koymaktadır. Bu nedenle bağırsak bariyer fonksiyonunun korunması, modern hayvansal üretim sistemlerinin temel hedeflerinden biri haline gelmiştir (Aruwa ve ark., 2021; Wang ve ark., 2024).

Mevcut çalışmalar, bitkisel kökenli fitobiyotik yem katkı maddelerinin bağırsak sağlığının korunmasında ve geliştirilmesinde güçlü bir fonksiyonel potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Fitobiyotiklerin içerdiği biyoaktif bileşikler sayesinde bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde etkilediği, patojen mikroorganizmaların baskılanmasına katkı sağladığı ve yararlı bakteri popülasyonlarını desteklediği bildirilmektedir. Bu mikrobiyal dengenin sağlanması, bağırsak epitel bütünlüğünün sürdürülmesi ve bariyer fonksiyonunun güçlendirilmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır (Ghareeb ve ark., 2021; Awad ve ark., 2022; Wang ve ark., 2024).

Fitobiyotiklerin antioksidan ve anti-inflamatuvar özellikleri, bağırsak sağlığını destekleyen temel mekanizmalar arasında yer almaktadır. Oksidatif stresin azaltılması, süperoksit dismutaz (SOD) gibi antioksidan savunma sistemlerinin aktivasyonunun desteklenmesi ve lipid peroksidasyonunun baskılanması, epitel hücre hasarının önlenmesine katkı sağlamaktadır (Surai ve Fisinin, 2020). Bununla birlikte, fitobiyotik bileşiklerin inflamatuvar etkiyi düzenleyerek proinflamatuvar sitokinlerin üretimini azalttığı ve antiinflamatuvar süreçleri teşvik ettiği bildirilmektedir (Basiouni ve ark., 2023; Frontiers in Immunology, 2023).

Özellikle kanatlı hayvanlar üzerinde yürütülen çalışmalarda, fitobiyotik yem katkılarının bağırsak morfolojisi ve bariyer bütünlüğü üzerinde belirgin iyileşmeler sağladığı; villus yüksekliğinin arttığı, kript derinliğinin dengelendiği ve sıkı bağlantı (tight junction) proteinlerinin ekspresyonunun desteklendiği ortaya konmuştur. Bu yapısal ve fonksiyonel gelişmelerin, yemden yararlanma oranı ve genel performans artışı ile doğrudan ilişkili olduğu bildirilmektedir (Ghareeb ve ark., 2021; Tabler ve ark., 2020; Latek ve ark., 2021).

Antibiyotik ile büyütmeye faktörlerinin kullanım kısıtlılığının güncel hayvansal üretim sistemlerinde, bağırsak sağlığını çok yönlü olarak destekleyebilen doğal ve güvenilir alternatiflere olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu bağlamda fitobiyotik

yem katkıları; bağırsak bariyer bütünlüğünün korunması, immün dengenin sağlanması ve oksidatif stresin kontrol altına alınması gibi temel süreçleri eş zamanlı olarak destekleyen etkili yöntemler arasında değerlendirilmektedir (Aruwa ve ark., 2021; Awad ve ark., 2022; Latek ve ark., 2021).

Sonuç olarak, mevcut bilimsel bulgular fitobiyotik yem katkı maddelerinin bağırsak sağlığını ve bariyer bütünlüğünü güçlendiren, antibiyotiklere alternatif veya tamamlayıcı bir yaklaşım olarak hayvansal üretimde önemli bir potansiyele sahip olduğunu net bir şekilde ortaya koymaktadır. Fitobiyotiklerin kullanımı; sürdürülebilir, çevre dostu ve hayvan refahını önceleyen modern hayvancılık uygulamalarına katkı sağlamakta ve antibiyotik kullanımının azaltılmasına yönelik bütüncül hedeflerle güçlü bir uyum göstermektedir (Ghareeb ve ark., 2021; Wang ve ark., 2024).

Kaynakça

- Abdelli, N., Solà-Oriol, D., & Pérez, J. F. (2021). Kanatlılarda bitkisel kaynaklı yem katkı maddeleri: Başarılar, gelecek perspektifleri ve zorluklar. *Animals*, 11(12), 3471. <https://doi.org/10.3390/ani11123471>
- Ali, N. A. A.-L., & Al-Shuhaib, M. B. S. (2021). Highly effective dietary inclusion of laurel (*Laurus nobilis*) leaves on productive traits of broiler chickens. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 43, e52198. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v43i1.52198>
- Arslan Duru, A., & Gölcü, A. (2023). The effects of laurel (*Laurus nobilis* L.) leaf powder supplementation on performance, carcass characteristics, meat lipid oxidation and some blood parameters of broiler chicks. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 74(2), 5677–5686. <https://doi.org/10.12681/jhvms.29936>
- Aruwa, C. E., Pillay, C., Nyaga, M. M., Sabiu, S., et al. (2021). Poultry gut health: Microbiome functions, environmental impacts, microbiome engineering and advancements in characterization technologies. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12, 119. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00640-9>
- Awad, A., Shehata, A., Attia, Y., Khafaga, A. F., Farooq, M. Z., El-Seedi, H. R., Eisenreich, W., & Tellez-Isaias, G. (2022). Kanatlı hayvanlarda sağlıklı bağırsak mikrobiyomunun alternatif yem katkı maddeleri, özellikle de fitogenik maddeler kullanılarak yeniden oluşturulması: Zorluklar ve perspektifler. *German Journal of Veterinary Research*, 2(3), 32–42. <https://doi.org/10.51585/gjvr.2022.3.0047>
- Awada, F., Hamade, K., Kassir, M., Hammoud, Z., Mesnard, F., Rammal, H., & Fliniaux, O. (2023). *Laurus nobilis* leaves and fruits: A review of metabolite composition and interest in health. *Applied Sciences*, 13(7), Article 4606. <https://doi.org/10.3390/app13074606>
- Baysal, T., Yılmaz, N., & Kara, O. (2020). Türkiye’de defne (*Laurus nobilis* L.) bitkisinin durumu. *European Journal of Science and Technology*, 22, 325–330. <https://doi.org/10.31590/ejosat.856195>
- Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Samojlik, I., & Jovin, E. (2007). Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 7879–7885. <https://doi.org/10.1021/jf0715323>
- Brenes, A., & Roura, E. (2010). Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*, 158(1–2), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.03.007>
- Bülbül, T., Özdemir, V., & Bülbül, A. (2015). Use of sage (*Salvia triloba* L.) and laurel (*Laurus nobilis* L.) oils in quail diets. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 31(2), 95–101. <https://doi.org/10.15312/eurasianjvetsci.2015210080>
- Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P. W., Castillejos, L., & Ferret, A. (2007). Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermenta-

- tion. *Journal of Dairy Science*, 90, 2580–2595. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-644>
- Caputo, L. (2017). *Laurus nobilis* L.: Chemical composition of essential oil and biological activities. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017, 1–9. <https://doi.org/10.3390/molecules22060930>
- Chelakkot, C., Ghim, J., & Ryu, S. H. (2018). Mechanisms regulating intestinal barrier integrity and its pathological implications. *Experimental & Molecular Medicine*, 50(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s12276-018-0126-x>
- Çimen, F., Polat, H., & Ekici, L. (2020). Polifenollerin bağırsak mikrobiyota kompozisyonunu düzenleyici ve nöroprotektif etkileri. *Akademik Gıda*, 18(2), 190–208. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.758838>
- Dobrosravić, E., Elez Garofulić, I., Zorić, Z., Pedišić, S., & Dragović-Uzelac, V. (2021). Polyphenolic characterization and antioxidant capacity of *Laurus nobilis* L. leaf extracts. *Processes*, 9(10), 1840. <https://doi.org/10.3390/pr9101840>
- Duru, S. (2024). *Turkish Journal of Agriculture and Food Sciences*, 12(3), 412–417. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v12i3.412-417.6678>
- Ertürk, Ö., & Ayvaz, G. (2020). Essential oil components and antimicrobial–antioxidant activities of *Laurus nobilis* L. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 7(2), 487–499. <https://doi.org/10.30910/turkjans.725987>
- Frontiers in Immunology. (2023, April 24). Probiotics fortify intestinal barrier function: A systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Frontiers in Immunology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1143548>
- Frontiers in Veterinary Science. (2020, November 26). Effect of probiotics and multi-component feed additives on microbiota, gut barrier and immune responses in broiler chickens during subclinical necrotic enteritis. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.572142>
- Ghareeb, K., Alagawany, M., Abd El-Hack, M. E., Tiwari, R., Yattoo, M. I., & Bhatt, P. (2021). Phytogetic feed additives as natural alternatives to antibiotics in poultry nutrition. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105(1), 1–12.
- Hashemi, S. R., & Davoodi, H. (2011). Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. *Veterinary Research Communications*, 35, 169–180. <https://doi.org/10.1007/s11259-010-9458-2>
- Hu, Y., et al. (2024). Dietary Zn proteinate with moderate chelation strength alleviates heat stress-induced intestinal barrier damage in broilers. <https://doi.org/10.1186/s40104-024-01075-8>
- Karataş, G. (2023). Türkiye’de farklı illere ait defne (*Laurus nobilis* L.) yapraklarının bazı fiziksel ve fitokimyasal özellikleri. *Journal of New Results in Engineering and Natural Sciences*, 19, 41–53. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jrens/issue/79158/1387781>

- Khodja, Y. K., Bachir-Bey, M., Belmouhoub, M., Ladjouzi, R., Dahmoune, F., & Khettal, B. (2023). The botanical study, phytochemical composition, and biological activities of *Laurus nobilis* L. leaves: A review. *International Journal of Secondary Metabolite*, *10*(2), 269–296. <https://doi.org/10.21448/ijism.1171836>
- Küçükersan, S. (Ed.). (2020). *Hayvan beslemede bağırsak sağlığının önemi* (1. Baskı). Türkiye Klinikleri Yayınevi.
- Latek, U., Chłopecka, M., Karlik, W., & Mendel, M. (2021). Kanatlılarda bağırsak bariyer fonksiyonunu geliştirmek için bitkisel bileşikler – Bir inceleme. <https://doi.org/10.1055/a-1524-0358>
- Lillehoj, H. S., Kim, D. K., Bravo, D. M., & Lee, S. H. (2018). Effects of dietary plant-derived phytonutrients on poultry health and production. *Veterinary Research*, *49*, 76. <https://doi.org/10.1186/1753-6561-5-S4-S34>
- Ma, Q., Li, Y., Wei, L., Zhang, Z., Khan, A., Khan, M. Z., & Wang, C. (2025). Butyrate supplementation improves intestinal health and growth performance in livestock: A review. *Biomolecules*, *15*(1), 85. <https://doi.org/10.3390/biom15010085>
- Morikawa, T., Paudel, D., Uehara, O., et al. (2024). Effects of *Laurus nobilis* leaf extract (LAURESH®) on oral and gut microbiota diversity in mice. *In Vivo*, *38*(4), 1758–1766. <https://doi.org/10.21873/invivo.13626>
- Muehler, A., Slizgi, J. R., Kohlhof, H., Groeppel, M., Peelen, E., & Vitt, D. (2020). Clinical relevance of intestinal barrier dysfunction in common gastrointestinal diseases. *World Journal of Gastrointestinal Pathophysiology*, *11*(6), 114–130. <https://doi.org/10.4291/wjgp.v11.i6.114>
- Paraskeuas, V., & Mountzouris, K. C. (2019). Modulation of broiler gut microbiota and gene expression of Toll-like receptors and tight junction proteins by diet type and inclusion of phytochemicals. *Poultry Science*, *98*(5), 2220–2230. <https://doi.org/10.3382/ps/pey588>
- Patra, A. K., & Yu, Z. (2012). Effects of essential oils on methane production and fermentation by rumen microbes. *Applied and Environmental Microbiology*, *78*, 4271–4280. <https://doi.org/10.1128/AEM.00309-12>
- Pérez Reytor, D., Puebla, C., Karahanian, E., & García, K. (2021). Use of short chain fatty acids for the recovery of the intestinal epithelial barrier affected by bacterial toxins. *Frontiers in Physiology*, *12*, 650313. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.650313>
- Sağdıç, O., & Özcan, M. (2003). Antibacterial activity of Turkish spice hydrosols. *Food Control*, *14*, 141–143. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(02\)00057-9](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(02)00057-9)
- Surai, P. F., & Fisinin, V. I. (2020). Antioxidant defence systems and oxidative stress in poultry biology: An update. *Antioxidants*, *9*(7), 235. <https://doi.org/10.3390/antiox9070235>

- Suzuki, T., & Hara, H. (2009). Quercetin enhances intestinal barrier function through the assembly of zonula occludens-2, occludin, and claudin-1 and the expression of claudin-4 in Caco-2 cells. *The Journal of Nutrition*, 139(5), 965–974. <https://doi.org/10.3945/jn.108.100867>
- Şilmler, A., Yılmaz, B., & Demir, F. (2022). Comparison of different methods in the extraction of phenolic compounds from bay leaf (*Laurus nobilis* L.) and evaluation of antioxidant activity. *Journal of Apitherapy and Nature*, 5(1), 27–34. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jan/issue/70728/1109316>
- Tabler, T. W., Greene, E. S., Orlowski, S. K., Hiltz, J. Z., Anthony, N. B., & Dridi, S. (2020). Intestinal barrier integrity in heat stressed modern broilers and their ancestor wild jungle fowl. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 249. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00249>
- Taher, M. M., Al-Niaem, K. S., & Al-Saad, S. A. (2021). Effect of bay laurel (*Laurus nobilis*) extract as prebiotic on growth and food conversion of common carp (*Cyprinus carpio*). *Iraqi Journal of Aquaculture*, 15(1), 17–30. <https://doi.org/10.58629/ijaq.v15i1.75>
- Wang, H., Bai, J., Miao, P., Wei, Y., Chen, X., Lan, H., Çing, Y., Zhao, M., Li, Y., Tang, R., & Yang, X. (2024). Bağırsak sağlığının anahtarı: Gıda katkı maddelerine dair bir inceleme ve bakış açısı. *Frontiers in Nutrition*. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1420358>
- Wang, Q., et al. (2024). *Frontiers in Nutrition*. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1491821>
- Wang, W., Dang, G., Hao, W., et al. (2025). Dietary supplementation of compound probiotics improves intestinal health by modulated microbiota and its SCFA products as alternatives to in-feed antibiotics. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 17, 1969–1984. <https://doi.org/10.1007/s12602-024-10314-3>
- Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., & Kroismayr, A. (2008). Use of phyto-genic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*, 86, E140–E148. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0459>
- Yosi, F., & Metzler-Zebeli, B. U. (2023). Dietary probiotics modulate gut barrier and immune-related gene expression and histomorphology in broiler chickens under non- and pathogen-challenged conditions: A meta-analysis. *Animals*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/ani13121970>
- Zeng, Z., Zhang, S., Wang, H., & Piao, X. (2015). Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6, 7. <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0004-5>
- Zhang, J., Jia, C., Dong, J., et al. (2024). The role of sodium butyrate in modulating growth, intestinal health, and antimicrobial efficacy in turbot (*Scophthalmus maximus* L.) fed high soy diets. *Scientific Reports*, 14, 32033. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83704-w>

