

TARIMSAL ÜRETİMDE GÜNCEL GELİŞMELER

EDİTÖR
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DUMLU GÜL

İKSAD
Publishing House

TARIMSAL ÜRETİMDE GÜNCEL GELİŞMELER

EDİTÖR
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DUMLU GÜL

YAZARLAR
Prof. Dr. Bahri BAYRAM
Prof. Dr. Hatice KAYA
Prof. Dr. Mustafa TAN
Doç. Dr. Adem KAYA
Doç. Dr. Aycan Mutlu YAĞANOĞLU
Doç. Dr. Gökhan ARSLAN
Doç. Dr. Muhammed KÜPE
Doç. Dr. Nuray DEMİR
Dr. Öğr. Üyesi ÖZLEM YILMAZ
Dr. Öğr. Üyesi Sedat KARADAVUT
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DUMLU GÜL
Öğr. Gör. Adnan ÇOLAK
Arş. Gör. Ali KAYA
Arş. Gör. Oğuz Fatih ERGÜN
Arş. Gör Veysel Fatih ÖZDEMİR
Abdulkadir ERGÜN
Esra ZEREN DURSUN
Hanife ORHANGAZİ
Kübra FETTAHOĞLU
Kübra ÇİNAR TOPÇU

İKSAD
Publishing House

Copyright © 2023 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher,
except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other
noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)
TURKEY TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com
It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.
Iksad Publications – 2023©
ISBN: 978-625-367-149-5
Cover Design: İbrahim KAYA
June / 2023
Ankara / Türkiye
Size = 16 x 24 cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

BÖLÜM 1
KÖKBOYA (*Rubia tinctorum* L.)'DA ÇİMLENDİRME ÇALIŞMALARI
Prof. Dr. Mustafa TAN
Dr. Öğr. Üyesi Sedat KARADAVUT
Öğr. Gör. Adnan ÇOLAK.....3

BÖLÜM 2
KOLOSTRUMUN YAPISI VE BUZAĞI BESLENMESİNDEKİ ÖNEMİ
Arş. Gör Veysel Fatih ÖZDEMİR
Prof. Dr. Bahri BAYRAM.....27

BÖLÜM 3
KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE TARIMSAL KURAKLIĞIN HAYVANCILIK SEKTÖRÜNE ETKİSİ VE HAYVANCILIKTA SU SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ
Arş. Gör. Oğuz Fatih ERGÜN
Prof. Dr. Bahri BAYRAM.....47

BÖLÜM 4
MAKRO VE MİKRO MİNERALLERİN YUMURTA KABUK KALİTESİNE ETKİSİ
Doktora Öğr. Hanife ORHANGAZİ
Prof. Dr. Hatice KAYA.....81

BÖLÜM 5
TANENLERİN YAPISI VE RUMİNANT HAYVANLARDAKİ ROLÜ
Arş. Gör. Ali KAYA
Doç. Dr. Adem KAYA.....123

BÖLÜM 6
RUMİNANTLARDA ENTERİK METAN GAZININ OLUŞUMU VE ÖLÇÜM METOTLARI
Arş. Gör. Ali KAYA
Doç. Dr. Adem KAYA.....147

BÖLÜM 7
KIRSAL ALANIN KALKINMASINDA ÖNEMLİ BİR İTİCİ GÜÇ: KIRSAL TURİZM
Abdulkadir ERGÜN.....185

BÖLÜM 8
KAYSERİ 'DE KABAK ÇEKİRDEĞİ ÜRETİMDE ETKİLİ OLAN SOSYO- EKONOMİK FAKTÖRLER
Doç. Dr. Nuray DEMİR.....219

BÖLÜM 9
YAPAY ZEKÂ VE TARIM ALANINDA KULLANIMI
Doç. Dr. Aycan Mutlu YAĞANOĞLU
Doç. Dr. Gökhan ARSLAN.....241

BÖLÜM 10
KAHRAMANMARAŞ YEREL BAĞCILIĞINDA SON YILLARDAKİ GELİŞMELER VE MEVCUT DURUM
Doç. Dr. Muhammed KÜPE.....263

BÖLÜM 11
STAPHYLOCOCCAL PROTEAZ VE LİPAZLAR
Kübra ÇİNAR TOPÇU
Kübra FETTAHOĞLU.....295

BÖLÜM 12
TARIMSAL GIDA ATIKLARINDAN BİYOAKTİF BİLEŞENLERİN MİKRODALGA DESTEKLİ EKSTRAKSİYONU
Dr. Öğr. Üyesi ÖZLEM YILMAZ.....325

BÖLÜM 13
KÖPEKDİŞİ (CYNODON DACTYLON L. PERS) BİTKİSİ ÜZERİNE BAZI ABİYOTİK STRESLERİN ETKİSİ
Esra ZEREN DURSUN
Zeynep DUMLU GÜL.....359

ÖNSÖZ

Çok sayıda işleve sahip olan tarımsal üretim ülkemizde değişim ve dönüşüme bağlı olarak her dönem değişmektedir. Doğal çevrenin ve biyolojik çeşitliliğin korunması, güncel gelişimlerin takip edilmesi, arazilerin verimli kullanılması ve daha pek çok ihtiyacın karşılanması, tarımsal üretimde sürdürülebilirliği etkileyen gereklilikler arasında yer almaktadır. 'Tarımsal Üretimde Güncel Gelişmeler' başlığı altında ziraatın farklı kollarından toplanan tüm bölüm ve konular öğrenci, araştırmacı, akademisyen ve üreticilerin faydalanabileceği bir kaynak olması için hazırlanmıştır. Yazımda, düzenlemede ve basımda emeği geçen herkese teşekkür eder, ilgilenenlere faydalı olmasını dilerim…

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DUMLU GÜL

Haziran, 2023

BÖLÜM 5

TANENLERİN YAPISI VE RUMİNANT HAYVANLARDAKİ ROLÜ

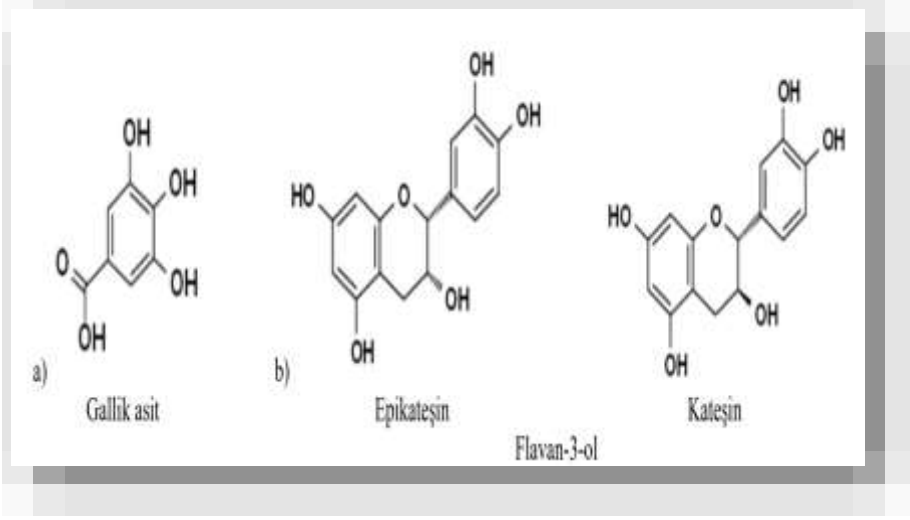
Arş. Gör. Ali KAYA[1], Doç. Dr. Adem KAYA[2]

[1] Atatürk üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum
ORCID No: **0000-0002-7694-7220 e-mail:** alikaya@atauni.edu.tr
[2] Atatürk üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum
ORCID No: **0000-0002-7726-6865 e-mail:** akaya@atauni.edu.tr

1-GİRİŞ

Polifenolik bileşikler olan tanenler, bitkilerin yapısında doğal ve yaygın olarak bulunmakta olup, molekül ağırlıkları 300-5000 dalton arasında değişen, sekonder metabolitler olarak tanımlanmaktadır (Aktaş ve Akkan,2011; Bocco ve ark., 2017; Besharati ve ark., 2022). Bitki savunma mekanizmalarında rol alan tanenler, bitkileri otçul hayvanlara, patojenlere ve çevresel stres faktörlerine karşı korumada önemli rol almaktadırlar. Tanenler, bitki dokularına acı ve büzücü bir tat vererek, otçulları onları tüketmekten caydırarak, beslenme önleyici görev görür. Bu savunma stratejisi, bitkilerin hayvanlar tarafından tüketilmelerini azaltmak ve besin kayıplarını sınırlamalarına yardımcı olmaktadır (Kamalak, 2007; Yalçın, 2013). Tanenler ayrıca bakteri, mantar ve virüsler gibi çeşitli patojenlerin büyümesini ve aktivitesini inhibe ederek antimikrobiyal özellikler sergilemektedirler. Tanenler, patojenlerin enzimatik aktivitelerine müdahale ederek veya hücre zarlarını bozarak bitkilerin enfeksiyonlar ve hastalıklarla savaşmasına yardımcı olmaktadırlar (Kaya ve Yalçın, 1999; Min ve ark., 2005; Aydın ve Üstün, 2007). Savunma mekanizmalarına ek olarak tanenler, bitki dokularını UV kaynaklı hasardan koruyarak ultraviyole (UV) radyasyonunu emebilir ve dağıtabilir özeliktedirler. Ayrıca antioksidan özelliğe sahip olup, serbest radikalleri temizlemede ve bitkileri çevresel faktörlerin neden olduğu oksidatif strese karşı korumaktadırlar (Mayes, 1993; Ağma Okur, 2010). Genellikle bitkinin; kök, yaprak, meyve, tohum ve kabuk gibi kısımlarında tanenlere rastlandığı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Aydın ve Üstün, 2007; Ünver ve ark., 2014;

Başer ve Kamalak, 2020). Farklı bitki türleri, bu bileşik grubu içindeki kimyasal çeşitliliğe katkıda bulunan farklı tip ve miktarlarda tanen içerir. Örneğin; iyi bilinen bir hidrolize tanen olan tannik asit, meşe ağaçları, çay yaprakları ve nar gibi meyveler gibi türlerde bol miktarda bulunur (Wiseman ve ark., 1997; Hassanat ve Benchaar, 2013; Kaya ve ark., 2014). Tanenlerin en belirgin özelliğinin, proteinleri bağlama ve çökeltme olduğu belirtilmektedir (Belščak-Cyitanović ve ark., 2018 ; Halvorson ve ark., 2016). Hagerman, (2002) tanenleri hidrolize olabilen tanenler ve yoğunlaştırılmış tanenler olarak iki ana kategoriye ayırmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. a) hidrolize tanenler ve b) kondanse tanenlerin molekül iskeleti (Hagerman, 2002).

Hidrolize olabilen tanenler

Bir şeker molekülü bağlanarak gallik asit veya ellagik asidin esterleri olabilen hidrolize tanenler; zayıf asitler, zayıf bazlar, sıcak su, gastrointestinal esterazlar ile bakteri, maya ve mantarlar tarafından salgılanan enzimlerce kolayca parçalanacağı bildirilmektedir (Kuloğlu, 2007). Hidrolize olabilen tanenler ayrıca ilgili asit tipine göre gallotanninler ve ellagitanninler olarak sınıflandırılmaktadır (Smeriglio ve ark., 2017). Gallotanninler, gallik asidin bir şeker molekülü ile esterleşmesiyle oluşan esterlerdir. Gallotanninlerin kimyasal yapısı, ester bağları ile birbirine bağlanan çoklu gallik asit birimlerinden oluşur. Şeker molekülü, gallotanninlerde bulunan en yaygın şeker olan glikoz ile yer değişebilir. Ellagitanninler, ellagik asidin bir şeker molekülü ile esterleşmesiyle oluşan esterlerdir. Ellagik asit birimleri, ester bağları yoluyla birbirine bağlanarak karmaşık yapılar oluşturmaktadırlar. Gallotanninlere benzer şekilde, ellagitanninler de kendilerine bağlı çeşitli şeker moleküllerine sahip yapılar olarak nitelendirilmektedir (Öp ve Piwowarski, 2018).

Yoğunlaştırılmış tanenler (Proantosiyanidinler)

Proantosiyanidinler olarak da bilinen yoğunlaştırılmış tanenler, kateşinler ve epikateşinler gibi flavan-3-ol alt birimlerinin polimerleri olarak tanımlanmaktadır (Aydın ve Üstün, 2007).

Yoğunlaştırılmış tanenlerin alt birimleri, dimerler, trimerler, oligomerler veya polimerler oluşturan karbon-karbon bağları yoluyla bağlanarak oluşmaktadır. Bağlantılar, stereokimyaya ve bağların

konumuna bağlı olarak B tipi veya A tipi olarak sınıflandırılabilir. B tipi bağlantılar 4-8 veya 4-6 konumlarını içerirken, A tipi bağlantılar 2-7 veya 2-8 konumlarını içermektedir (Akiyama ve ark., 2001; Goel ve ark., 2005; Karonen ve ark., 2019). Yoğun tanenlerdeki yapısal farklılıklar, alt birim bileşimindeki farklılıklardan ve alt birimler arasındaki bağlantıların yapılarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, protein çökelmesi, antioksidan kapasite, enzimler ve diğer moleküller ile etkileşimler dâhil olmak üzere çeşitli biyolojik aktivitelerine katkıda bulunur (Ma ve ark., 2016; Yang ve ark., 2017).

Bitkinin kısımlarında bulunan tanenlerin ektraksiyonu için Solvent ekstraksiyonu, Katı-Sıvı ekstraksiyonu, Soxhlet ekstraksiyonu (Hagerman ve Butler, 1978; Rubanza ve ark., 2005), Tanenlerin karakterizasyonu için Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC), Kütle Spektrometresi (MS), Nükleer Manyetik Rezonans (NMR) Spektroskopisi gibi analitik teknikler, Tanenlerin profilini ve içeriğini tespit etmek için Kolorimetrik yöntemler, Spektrofotometrik yöntemler ve HPLC analiz yöntemleri kullanılmaktadır (Hagerman, 1987; Makkar ve ark., 1995; Schofield ve ark., 2001; Ma ve ark., 2016; Yang ve ark., 2017).

Ruminant Beslenmesinde Tanenlerin Etkileri

Bitkilerin çoğunda bulunan biyoaktif bileşikler olan tanenlerin, ruminantlar üzerindeki yararlı ve zararlı etkilerini anlamak için yem tüketimini, bileşiğin yapısını, moleküler ağırlığını ve tüketen türlerin fizyolojisini izlemek önemlidir (Aboagye ve ark., 2019; Besharati ve

ark., 2022). Ruminantlarda yaygın rahatsızlık olan rumen ve retikulum bölümlerindeki gaz birikmesini (köpüklü şişkinlik) Wang ve ark., (2012) tanen kullanılarak azaltılabileceğini belirtmektedir. Ayrıca, kıra yağmış merada otlatılan hayvanlardaki şişkinliği önlemesi açısından da kullanılacağı bildirmektedir (Li ve ark., 1996). Büzücü özelliklere sahip olmaları nedeniyle tanenler, yem alımında azalmaya neden olmaktadır. Alımdaki bu azalma, esas olarak acı tatlarından ve proteinler ile karbonhidratların sindirimini engelleyen tanen-protein komplekslerinin oluşumundan kaynaklanmaktadır. Ruminantlarda yem alımı, rasyonun kondanse tanen içeriğinin (>50 g/kg KM) olması durumunda azalabilir orta veya düşük alım (<50g/kg KM) olması yem alımını etkilememektedir (Waghorn ve ark., 1994). Yapılan in vivo çalışmada, Cabral ve Filho, (2013) koyunların yem alımını tanenin etkilemediğini belirtmişlerdir. Frutos ve ark., (2004), hayvanların tanen içeren yemleri tüketmesi sonucu tükürükte bulunan glikoproteinin tanen ile bileşik oluşturduğu bunun sonucu olarak da yemin lezzeti ve tüketimi azalmaktadır. Bazı hayvanların, tükürükteki prolin açısından zengin protein miktarlarını artırarak yüksek miktarda tanen içeren diyetlere uyum sağlayabildiğini rapor edilmektedir. Tükürüğün prolin açısından zengin olması, tanenin diyetteki proteinlerle bileşik yapmasını engellemektedir (Barry ve McNabb, 1999). Uzun süre tanen içeren yemleri (>50 g/kg KM) tüketen hayvanlarda tükürük bezinin büyüdüğü görülmüştür (Van soest, 1994). Kondanse tanenin etkisi ruminant türlerine göre değişmektedir. Koyun ve sığırların tükürüğü prolince zengin değildir. Bu nedenle koyun ve sığırların yabani ruminantlara göre tanenden daha fazla etkilenebileceği

belirtilmektedir (Austin ve ark., 1989). Narjisse ve ark., (1995), hayvanlarda, tanenden kaynaklı gönüllü beslenme alımının azalmasını gerçekten tanenden mi kaynaklı olduğunu tespit etmek için taneni doğrudan işkembeye naklettiler. Araştırmacılar, tanenin yem alımının tükürükteki proteinleri bağlamasından dolayı azalmadığını başka nedenlerinde olduğunu ve bunların yem alımını azalttığını tespit etmişlerdir.

Rumen Ekosistemi Üzerine Tanenlerin Etkisi

Rumen mikroorganizmaları, besin değeri düşük olan lifli ve lifsiz ürünleri rumende parçalayarak, ruminantların et ve süt gibi kaliteli ürünler elde etmesinde büyük öneme sahip canlılardır. Rumen; bakteri, protozoa, mantar, arkea ve bakteriyofajlar gibi çeşitli mikroorganizmalara ev sahipliği yapmaktadır. (Wright ve Klieve, 2010). Çalışmalarda tanenlerin, geniş bir pH aralığında (3.5-7), yem proteinlerini ile nişastayı ve şekerleri güçlü kompleksler oluşturduğu bildirilmektedir. Bu kompleksler sayesinde ürünlerin mikrobiyal bozunma ve enzimatik hidroliz için kullanılabilirlikleri azalmaktadır. Ruminant rasyonunun içerisinde tanen konsantrasyonunun %5'ten fazla olması durumunda, selülazlar ve hemiselülazlar gibi yem bozulmasında yer alan ruminal enzimlerin aktivitesini tanenlerin inhibe ettiği belirtilmektedir (Priolo ve ark., 2000; Aliyu ve ark., 2016). Yemde bulunan proteinlere bağlanarak bunların çökelmesine veya çözünmeyen kompleksler oluşturmasına neden olan tanenler, protein sindirimini etkilemekte olup rumende mikrobiyal bozunma ve enzimatik hidroliz için proteinlerin mevcudiyetini azaltmaktadır. Tanenler, mikrobiyal

protein üretimi için gerekli olan nitrojenli bileşiklerin, özellikle amonyağın mevcudiyetini sınırlayarak mikrobiyal protein sentezinin etkinliğini düşürmektedir. Bu, konakçı hayvan için mikrobiyal protein tedarikinde bir azalmaya neden olmaktadır. Tanenlerden kaynaklı, belirli amino asitlerin mevcudiyetinin azalması rumende sentezlenen mikrobiyal proteinin bileşimini etkilemektedir. Bu da hayvan tarafından emilim ve kullanım için mevcut proteinin profilini ve kalitesini düşürmektedir (Waghorn ve ark., 1994; McSweeney ve ark., 2001). Besharati ve Taghizadeh, (2009) yaptıkları çalışmada bitki materyalindeki tanen içeriklerinin rumen fermantasyonunu azalttığını ve deneme gruplarının VFA ile NH3–N değerleri arasında büyük farklılıklara yol açtığını belirtmişlerdir. Küresel ısınmaya sebep olan metan gazı, ruminantlarda mikrobiyal fermentasyon sonucu açığa çıkmaktadır. Dünyada ruminantlardan kaynaklı metan gazını çeşitli bitkilerde bulunan ve sekonder bileşikler olan tanenlerin azaltma potansiyeline sahip olmaları nedeniyle araştırmacıların dikkatini üzerine çekmiştir (Başer ve Kamalak, 2020).

Doğal metan inhibitörleri olarak tanımlanan tanenler;

- Rumende metan üretiminden sorumlu mikroorganizmalar olan arkeaların aktivitesini doğrudan inhibe edebilir, metabolizmasına müdahale edebilir veya metan sentezinde yer alan enzimatik süreçleri bozabilmektedirler (Patra ve ark., 2012).
- Fermantasyon sürecini etkileyerek mikrobiyal popülasyonlarda ve metabolik aktivitelerde değişimlere yol açabilir. Propiyonat üreten bakteriler gibi metanojenik olmayan mikroorganizmaların

büyümesini arkealara göre destekleyebilir. Yani rumen popülasyonunu etkileyebilir özelliğe sahiptirler (Canul-Solis ve ark., 2020).

- Metan üretimi için önemli bir öncü olan hidrojenin, propionat sentezi gibi alternatif metabolik yollara yönlendirerek metanojenez için mevcut olan substratı azaltabilirler (Hassan ve ark., 2020; Doğan ve Günal, 2020).
- Arkeaların büyümesini ve aktivitesini engelleyebilen anti-mikrobiyal özelliklere sahiptir. Fermentasyon sonucu oluşan metan üretimini azaltabilir özelliğe sahiptirler (Min ve ark., 2020).

Tanenlerin metan inhibitörleri olarak etkinliğinin, tanenlerin türü ve konsantrasyonu, hayvan türleri, rasyon bileşimi ve rumendeki mikrobiyal bileşim dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebileceğini belirtmek önemlidir. Tanenler, hidroksil grupları, polimerizasyon derecesi ve redoks aktiviteleri nedeniyle serbest radikalleri yakalayabildikleri için güçlü bir antioksidan etki ile karakterize edilmektedirler (Ricci ve ark., 2016; Nawab ve ark., 2020). Aboagye ve ark., (2018), Rasyona %1.5 oranında HT ve yoğunlaştırılmış tanen kombinasyonu eklediğinde, performans üzerinde olumsuz etkiler olmadığını CH4 emisyonlarını azaltma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir. Sadarman ve ark., (2019) hem akasya hem de kestane taneninin eklenmesinin DM, OM parçalanmasını, toplam uçucu yağ asitleri (TVFA), NH3 ve pH üzerinde önemli bir etki gösterdiğini tespit etti. Ayrıca 24 saatlik

fermentayon sonucunda rumende açığa çıkan gazların akasya taneninden etkilendiğini bildirmiştir.

Tanenlerin Hayvan Sağlığı Üzerine Etkileri

Antioksidan özelliğe sahip tanenler, hayvanın vücudundaki zararlı serbest radikalleri nötralize edebilir ve oksidatif stresi azaltabilmektedirler. Oksidatif stres, serbest radikallerin üretimi ile vücudun antioksidan savunma mekanizmaları arasında bir dengesizlik olduğunda ortaya çıkmaktadır. Tanenler, serbest radikalleri temizleyerek ve oksidatif hasarı önleyerek, hücrelerin ve dokuların oksidatif stresle ilişkili hastalıklardan korunmasına yardımcı olmaktadırlar. Çeşitli fizyolojik süreçlerin işleyişini destekleyerek genel hayvan sağlığının korunmasına da katkıda bulunmaktadırlar (Ayan ve ark., 2020; Acar ve ark., 2020). Gastrointestinal sistemde bulunan parazitik enfeksiyonlar bağlamında hayvan sağlığına, tanenler fayda sağlayabilecek anti-parazitik özellikler sergilemektedirler. Tanenler, helmintler olarak bilinen parazit solucanların yaşam döngüsüne ve üreme yeteneklerine müdahale edebilir. Yumurtaların, larvaların ve yetişkin solucanların gelişimini ve hayatta kalmasını engelleyerek hayvanın mide-bağırsak sistemindeki parazit yükünü azaltabilirler. Tanenler, parazitik larvaların enfektivitesini azaltabilir, bu da onları konakçı hayvanda bir enfeksiyon oluşturma konusunda daha az yetenekli hale getirmektedir. Bu, parazitik enfeksiyonların hayvan sağlığı ve üretkenliği üzerindeki etkisini en aza indirmeye yardımcı olmaktadır (Ünver ve ark., 2014; Acar ve ark., 2020). Tanenler bağırsak sağlığını etkileyebilir ve hayvanlarda bağışıklık

tepkilerini modüle ederek hayvanların genel refahına katkıda bulunur. Tanenler, hayvanın mide-bağırsak sisteminde bulunan karmaşık mikroorganizma topluluğu olan bağırsak mikrobiyotasının bileşimini ve aktivitesini etkileyebilir. Laktobasiller ve bifidobakteriler gibi yararlı bakterilerin büyümesini teşvik ederken zararlı patojenlerin büyümesini engellemektedir (Kutlu ve Özen, 2009; Ece ve Avcı,2018).

Tanenler, patojenlerin ve toksinlerin kan dolaşımına girmesini önlemeye yardımcı olan bağırsak bariyerinin bütünlüğünü artırmaktadır. Optimal besin emilimi ve bağışıklık fonksiyonu için sağlıklı bir bağırsak bariyeri gerekmektedir. Tanenler, hayvanlarda bağışıklık tepkilerini modüle edebilir, proinflamatuar ve antiinflamatuar süreçler arasındaki dengeyi etkileyebilir. Aşırı inflamasyonu azaltırken, patojenlere karşı bağışıklık savunmasını güçlendirebilir ve dengeli bir bağışıklık tepkisini teşvik edebilirler. Tanenlerin antioksidan özellikleri, parazit önleyici etkileri ve bağırsak sağlığı ve bağışıklık tepkileri üzerindeki etkileri de dahil olmak üzere hayvan sağlığı üzerindeki etkileri, hayvanların genel refahına ve performansına katkıda bulunur. Tanen bakımından zengin yemlerin veya tanen takviyelerinin hayvan diyetlerine dahil edilmesi, hastalıkların önlenmesi, gelişmiş bağırsak sağlığı ve gelişmiş bağışıklık fonksiyonu açısından potansiyel faydalar sağlayabilir. Bununla birlikte, tanen takviyesinin optimal dozu ve süresinin belirli hayvan türlerine, sağlık durumuna ve beslenme gereksinimlerine bağlı olarak değişebileceğini belirtmek önemlidir(Nozella, 2001; Oliveira, 2012; Hilbig, 2017; Sirena, 2019; Boğa ve ark., 2021).

Ruminantlarda Tanen Etkilerinin Üstesinden Gelme Stratejileri

Isıl İşlem: Buharla haddeleme, kızartma veya ekstrüzyon gibi ısıl işlem yöntemleri, yemlerdeki tanen içeriğini etkili bir şekilde azaltmaktadır. Bu işlemler tanenleri denatüre edebilir, moleküler yapılarını bozabilir ve sindirilebilirliklerini geliştirebilir. Bununla birlikte, aşırı ısıl işlem aynı zamanda besin kaybına veya yem kalitesinin düşmesine neden olabilir, bu nedenle dikkatli bir optimizasyon gerekmektedir (Makkar ve Sing, 1991).

Tanen Bağlayıcı Ajanlar: Tanen adsorbanları olarak da bilinen tanen bağlayıcı ajanlar, tanenlerle bağlanmak ve çözünmeyen kompleksler oluşturmak için hayvan yemlerine eklenebilir. Bu ajanlar, belirli tipte kil mineralleri, aktif karbon, tanen bağlayıcı reçineler ve bazı diyet liflerini içerir. Bağlayıcı ajanlar, tanenin biyo-yararlanımını azaltabilir ve bunların yem sindirimi ve besin kullanımı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltabilir (Makkar, 2003; EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed, 2010).).

Yem Katkı Maddeleri: Tanenlerin olumsuz etkilerini azaltmak için polietilen glikol (PEG) gibi bazı diyet katkı maddeleri kullanılabilir. PEG, işkembedeki tanenlere bağlanabilir, proteinlerle etkileşimlerini önleyebilir ve protein sindirilebilirliğini geliştirebilir. Tanen-protein komplekslerinin oluşumunu azaltarak PEG, yem kullanımını ve hayvan performansını artırabilir (Waghorn ve Shelton, 1997; Barry ve ark., 2001; Kamalak, 2007). Bu stratejilerin etkinliğinin, tanen türü ve konsantrasyonu, hayvan türleri, diyet bileşimi ve işkembe mikrobiyal

bileşimi dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlı olmaktadır. Ek olarak, işleme yöntemlerinin, bağlayıcı maddelerin veya katkı maddelerinin yem kalitesi, besin bileşimi ve hayvan performansı üzerindeki olası etkileşimleri ve yan etkileri dikkate alınmalıdır (Kamalak, 2007; Kemboi ve ark., 2023).

Sonuç

Tanenlerin yapısını, bitkilerde bulunmalarını, bitki savunmasındaki önemlerini ve rumen içindeki etkileşimleri araştırılmıştır. Tanenlerin, hayvan sağlığı, yemden yararlanma ve çevresel sürdürülebilirlik için çeşitli faydalar sunarak ruminantların beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Tanenlerin belirli sınırlar içerisinde hayvanlara verildiğinde, yem sindirimi, rumen fermantasyonu, metan azaltımı ve hayvan sağlığı üzerindeki etkileri de dahil olmak üzere ruminantların beslenmesi üzerindeki önemli etkilerini olduğu belirtilmiştir. Hem hidrolize olabilen hem de yoğunlaştırılmış tanenlerin fonksiyonel özelliklerinin; polimerizasyon derecesi, çözünürlük, biyoyararlanım ve proteinlerle etkileşim gibi özelliklerini etkilemektedir. Tanenler, çeşitli yöntemler kullanılarak bitki materyallerinden ekstrakte edilebilir ve analitik teknikler sayesinde tanenlerin miktar ve karakterizasyonun tespitine olanak sağlamaktadır. Tanenlerin ruminant beslenmesi üzerinde hem olumlu hem de olumsuz etkileri vardır. Yem sindirimini engelleyebilir ve besin mevcudiyetini azaltabilirken, aynı zamanda protein kullanımını iyileştirebilmektedir. Rumen fermantasyonunu modüle ederek ve metan emisyonlarını azaltabilirler. Anti- paraziter ve anti- oksidan özelliğe sahip tanenlerin hayvanlarda kullanılması

durumunda, bağırsak sağlığı ile bağışıklık sistemini düzenlediği belirtilmiştir. Ruminant rasyonlarında üst düzey tanen alımların üstesinden gelmek için fiziksel işlemler, ısıl işlemler, tanen bağlayıcı ajanlar ve katkı maddeleri gibi çeşitli işleme yöntemleri kullanılarak yem sindirimi üzerindeki olumsuz etkileri bertaraf edilmektedir.

Sonuç olarak, ruminant hayvanlarda pratik uygulamalar geliştirilerek, tanen açısından zengin yemlerin rasyona dahil edilmesi ve tanen bazlı yem katkı maddelerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu uygulamalar, hayvan performansını, bağırsak sağlığını iyileştirebilir, metan emisyonlarını azaltabilir ve sürdürülebilir hayvancılık üretimini teşvik edebilir. Gelecekteki araştırma yönergelerinin, tanenlerin daha fazla karakterize edilmesine, yem formülasyon stratejilerine dahil edilmesine, etki şeklinin aydınlatılmasına, uzun vadeli hayvan performansı ve sağlığının değerlendirilmesine ve çevresel etkinin değerlendirilmesine odaklanılması gerekmektedir. Bu araştırma alanlarını ele alarak, tanenlerin tüm potansiyelini ortaya çıkarabilir ve sürdürülebilir geviş getiren hayvan üretimi için bunlardan yararlanabiliriz.

KAYNAKÇA

Aboagye, I.A., Beauchemin, K.A. (2019). Potential of Molecular Weight and Structure of Tannins to Reduce Methane Emissions from Ruminants: A Review. Animals, 9, 856.

Aboagye, I.A., Oba, M.; Castillo, A.R.; Koenig, K.M.; Iwaasa, A.D.; Beauchemin, K.A. (2018). Effects of hydrolyzable tannin with or without condensed tannin on methane emissions, nitrogen use, and performance of beef cattle fed a high-forage diet. *J. Anim. Sci., 96*, 5276–5286.

Acar Z, Tan M, Ayan İ, Aşçı ÖÖ, Mut H, Başaran U, Gülümser E, Can M, Kaymak G. (2020). Türkiye'de yem bitkileri tarımının durumu ve geliştirme olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, 13-17 Ocak, Ankara, Türkiye, p. 529-555.

Ağma Okur A. (2010). Etlik piliçlerde yemlere aromatik yağlar ve vitamin E ilavesinin bağırsak mikrobiyolojisi ve oksidatif stabilite üzerine etkileri. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s. 99, Tekirdağ.

Aktaş B, Akkan S. (2011). Sığır besi yemine ilave edilen meşe palamudu taneninin rumen fermantasyonuna etkilerinin rumen simulasyon tekniği (Rusitek) ile saptanması. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 48: 249-254.

Akiyama, H., Fujii, K., Yamasaki, O., Oono, T., & Iwatsuki, K. (2001). Antibacterial action of several tannins against Staphylococcus aureus. *Journal of antimicrobial chemotherapy*, *48*(4), 487-491.

Aliyu, A., Olusola, O.O., Gilead, E.F., Abdullahi, S.U., Michael, D.M. (2016). Anti-nutritional and phytochemical profile of some plants grazed upon by ruminants in North Central Nigeria during the dry season (January to April). *Int. J. Livest. Prod. 7*, 19–23.

Austin, P.J., Suchar, L.A., Robbins, C.T., Hagerman, A.E. (1989). Tannin-binding proteins in saliva of deer and their absence in saliva of sheep and cattle. *J. Chem. Ecol. 15*, 1335–1347.

Ayan İ, Acar Z, Mut H, Can M, Kaymak G, Tunalı U. (2020). Çayır ve mera alanlarında mevcut durum sürdürülebilirlik ve gelecek", Tmmob Ziraat Mühendisleri Odası. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, 13-17 Ocak, Ankara, Türkiye, p.105-119.

Aydın SA, Üstün F. (2007). Tanenler 1 kimyasal yapıları, farmakolojik etkileri, analiz yöntemleri. İstanbul Üniv Vet Fak Derg, 33 (1): 21-31.

Barry, F., Boynton, R. E., Liu, B., Murphy, J. M. (2001). Chondrogenic differentiation of mesenchymal stem cells from bone marrow: differentiation-dependent gene expression of matrix components. *Experimental cell research*, *268*(2), 189-200.

Barry, T.N.; McNabb, W.C. (1999).The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *Br. J. Nutr. 81*, 263–272.

Başer, A., & Kamalak, A. (2020). Türkiye'nin Akdeniz bölgesinde yetişen bazı baklagil ağaç yapraklarının yem değerleri ve in vitro fermentasyon özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, *7*(4), 940-947.

Belščak-Cvitanović, A., Durgo, K., Huđek, A., Bačun-Družina, V., Komes, D. (2018). 1-Overview of polyphenols and their properties. In *Polyphenols: Properties, Recovery, and Applications*; Galanakis, C.M., Ed.; Woodhead Publishing: Sawston, UK, pp. 3–44.

Besharati M, Maggiolino A, Palangi V, Kaya A, Jabbar M, Eseceli H, De Palo P, Lorenzo JM. (2022). Tannin in Ruminant Nutrition: Review. *Molecules*. 27(23):8273. https://doi.org/10.3390/molecules27238273

Besharati, M., Taghizadeh, A. (2009) Evaluation of dried grape by-product as a tanniniferous tropical feedstuff. *Anim. Feed Sci. Technol. 152*, 198–203.

Bocco, R., Gandonou, C., Gbaguidi, F., Ahouansou, A. (2017). Phytochemical screening and quantitative variation of some secondary metabolites in five cultivated rice varieties. *J. Appl. Biosci. , 113*, 11146–11157.

Boğa, M., Kocadayıoğulları, F., Can, M. E. (2021). Tanenlerin ruminant hayvan beslemede kullanımı. *Black Sea Journal of Engineering and Science, 4*(4), 217-225.

Cabral Filho, S., Abdalla, A.; Bueno, I., Oliveira, A. (2013). Effect of sorghum tannins in sheep fed with high-concentrate diets. *Arq. Bras. De Med. Veterinária E Zootec. 65*, 1759–1766.

Canul-Solis, J., Campos-Navarrete, M.; Piñeiro-Vázquez, A.; Casanova-Lugo, F.; Barros-Rodríguez, M.; Chay-Canul, A.; Cárdenas-Medina, J.; Castillo-Sánchez, L. (2020). Mitigation of Rumen Methane Emissions with Foliage and Pods of Tropical Trees. *Animals, 10*, 843.

Doğan, U., Günal, M. (2020). Effects of chestnut and mimosa tannin extract supplementations to feeds on some in vitro rumen fermentation parameters. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, *25*(3), 341-351.

Ece, Z., Avcı, M. (2018). Yonca kuru otu ve süt sığırı rasyonuna zeolit ve meşe palamudu ilavesinin in vitro organik madde sindirimi ve metan oluşumu üzerine etkisi. Harran Üniv Vet Fak Derg, 7(1): 67-73

EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP). (2010). Scientific Opinion on the safety and efficacy of Natuphos®(3-phytase) for minor avian species (quails, pheasants,

partridges, guinea fowl, geese, pigeons, ostriches, peacocks, flamingos) and ornamental birds. *EFSA Journal*, *8*(1), 1427.

Frutos, P., Hervás, G.; Giráldez, F., Mantecón, A. (2004). Tannins and ruminant nutrition, Review. *Span. J. Agric. Res. 2*, 191-202.

Goel, G., Puniya, A. K., Aguilar, C. N., & Singh, K. (2005). Interaction of gut microflora with tannins in feeds. *Naturwissenschaften*, *92*, 497-503.

Hagerman, E.A.: Radial diffusion method for determining tannin in plant extracts. Journal of Chemical Ecology, 1987; 13 (3): 437-449.

Hagerman E.A. (2002). The tannin handbook. Miami University Oxford, OH 45056, http://chemistry.muohio.edu/hagerman (20.03.2014).

Hagerman, E.A., Butler, G.L. (1978). Protein Precipitation Method for the Quantitative Determination of Tannins. Journal of Agriculture Food Chemistry., 26 (4): 809-812.

Halvorson, J.J., Schmidt, M.A., Hagerman, A.E., Gonzalez, J.M., Liebig, M.A. (2016). Reduction of soluble nitrogen and mobilization of plant nutrients in soils from U.S northern Great Plains agroecosystems by phenolic compounds. *Soil Biol. Biochem. 94*, 211–221.

Hassan, F., Arshad, M.A.; Ebeid, H.M., Rehman, M.S.-u., Khan, M.S., Shahid, S., Yang, C. (2020). Phytogenic Additives Can Modulate Rumen Microbiome to Mediate Fermentation Kinetics and Methanogenesis Through Exploiting Diet–Microbe Interaction. *Front Vet. Sci 7*, 575801.

Hassanat, F., Benchaar, C. (2013). Assessment of the effect of condensed (acacia and quebracho) and hydrolysable (chestnut and valonea) tannins on rumen fermentation and methane production in vitro. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *93*(2), 332-339.

Hilbig, J. (2017). Perfil de compostos fenólicos e efeito antitumoral in vivo e in vitro de extratos da casca de noz pecã [Carya illinoinensis (Wangenh) C. Koch].

Kamalak A. (2007). Kondense tanenin olumsuz etkilerini azaltmak için kullanılan katkı maddeleri ve yemlere uygulanan işlemler. KSÜ Fen ve Mühendislik Derg, 10(2): 144-150.

Kaya, H., Gül, M., Çelebi, Ş., Kaya, A., Apaydın Yıldırım, B., & Macit, M. (2014). The effects of black tea factory waste supplementation into laying hen diets on performance, egg quality, yolk peroxidation, and blood parameters. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, *20*.

Kaya İ, Yalçın S. (1999). Baklagil tane yemleri ve ruminant rasyonlarında kullanımı. Lalahan Hay. Arast. Enst. Derg. 39: 101-114.

Karonen, M., Oraviita, M., Mueller-Harvey, I., Salminen, J.-P., İzotermal Titrasyon (2019). Kalorimetrisine Göre Glukopiranoz Çekirdekli Green, RJ Ellagitanninlerin Proteinlere Asiklik Ellagitanninlerden Daha Yüksek Afiniteleri Vardır. *J. Agric. Gıda Kimyası*, *67*, 12730-12740.

Kemboi, F., Ondiek, J. O., King'ori, A. M., & Onjoro, P. A. (2023). Effects of polyethylene glycol (PEG 6000) and bentonite clay incorporation in selected local browse-based diets on the performance of Small East African goats. *Tropical Animal Health and Production*, *55*(2), 124.

Kuloğlu R. (2007). Tanik asidin rumen bakterilerinin bazı fibrolitik enzimlerine etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni ABD, Yüksek Lisans Tezi, s. 37, Kahramanmaraş.

Kutlu HR, Özen N. (2009). Hayvan beslemede son gelişmeler. VI. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Atatürk Üniversitesi, Haziran 24-27, Erzurum, Türkiye, p.72.

Li, Y.-G., Tanner, G., Larkin, P. (1996). The DMACA–HCl Protocol and the Threshold Proanthocyanidin Content for Bloat Safety in Forage Legumes. *J. Sci. Food Agric.*, *70*, 89-101.

Ma, W., Waffo-Teguo, P., Jourdes, M., Li, H., Teissedre, P.L. (2016). Tanen boyutu ve tükürük proteini bağlama yetenekleri arasındaki kimyasal afinite: Şarap burukluğu için çıkarımlar. *PLoS BİR*, *11*, e0161095.

Makkar, H.P.S. (2003). Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. Small Ruminant Research, (49): 241-256

Makkar, H. P. S., Blümmel, M., & Becker, K. (1995). Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in in vitro techniques. *British Journal of Nutrition*, *73*(6), 897-913.

Makkar, H. P. S., Singh, B. (1991). Effect of drying conditions on tannin, fibre and lignin levels in mature oak (Quercus incana) leaves. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *54*(3), 323-328.

Mayes PA. (1993). Lipitlerin fizyolojik önemi. Harper'ın biyokimyası, Ed. R. Murray, P.A. Mayes, D.K. Granner, V.W. Rodwell, Çev: Prof.Dr. Gülriz Menteş, Prof. Dr. Biltan Ersöz, Barış Kitabevi ISBN: 975-95 331-1-1, s. 171- 185.

McSweeney, C.S., Palmer, B., McNeill, D.M., Krause, D.O. (2001). Microbial interactions with tannins: Nutritional consequences for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol. 91*, 83–93.

Min, B. R., Attwood, G. T., McNabb, W. C., Molan, A. L., Barry, T. N. (2005). The effect of condensed tannins from Lotus corniculatus on the proteolytic activities and growth of rumen bacteria. *Animal Feed Science and Technology*, *121*(1-2), 45-58.

Min, B. R., Solaiman, S., Waldrip, H. M., Parker, D., Todd, R. W., & Brauer, D. (2020). Dietary mitigation of enteric methane emissions from ruminants: A review of plant tannin mitigation options. *Animal Nutrition*, *6*(3), 231-246.

Narjisse, H., Elhonsali, M.A., Olsen, J.D. (1995). Effects of oak (*Quercus ilex*) tannins on digestion and nitrogen balance in sheep and goats. *Small Rumin. Res. 18*, 201-206.

Nawab, A., Li, G., An, L., Nawab, Y., Zhao, Y., Xiao, M., Tang, S., Sun, C. (2020). The Potential Effect of Dietary Tannins on Enteric Methane Emission and Ruminant Production, as an Alternative to Antibiotic Feed Additives—A Review. *Ann. Anim. Sci. 20*, 355-388.

Nozella, E. F. (2001). *Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Oliveira, P. B. D. (2012). Degradabilidade ruminal in vitro e desempenho de ovinos suplementados com pinhão manso.

Öp, AK., Piwowarski, J.P. (2018). Ellagitanninler, Gallotanninler ve Metabolitleri-Gıda Ürünlerinin ve Şifalı Bitkilerin Anti-inflamatuar Etkisine Katkı. *Curr. Med. Kimya 25*, 4946-4967.

Patra, A.K., Min, B.R., Saxena, J. (2012). Dietary Tannins on Microbial Ecology of the Gastrointestinal Tract in Ruminants. In *Dietary Phytochemicals and Microbes*; Patra, A.K., Ed.; Springer: Dordrecht, The Netherlands, pp. 237-262.

Priolo, A., Waghorn, G.C., Lanza, M., Biondi, L., Pennisi, P. (2000). Polyethylene glycol as a means for reducing the impact of condensed tannins in carob pulp: Effects on lamb growth performance and meat quality. *J. Anim. Sci. 78*, 810-816.

Ricci, A., Olejar, K.J., Parpinello, G.P., Mattioli, A.U., Teslić, N., Kilmartin, P.A., Versari, A. (2016). Antioxidant activity of commercial food grade tannins exemplified in a wine model. *Food Addit. Contam. Part A, 33*, 1761-1774.

Rubanza, C.D.K., Shem, M.N., Otsyina, R., Bakengesa, S.S., Ichinohe, T., Fujihara,T. (2005). Polyphenolics and tannins effect on in vitro digestibility of selected Acacia species leaves. Animal Feed Science and Technology, 119: 129-142.

Sadarman S., Ridla M., Nahrowi N., Ridwan R., Harahap R., Nurfitriani R., Jayanegara A. (2019). Kualitas Fisik Silase Ampas Kecap Dengan Aditif Tanin Akasia (Acacia Mangium Wild.) Dan Aditif Lainnya. Journal of Peternak. 16:66–75. doi: 10.24014/jupet.v16i2.7418.

Schofield, P., Mbugua, D.M., Pell, A.N. (2001). Analysis of condensed tannins: a review. Animal Feed Science and Technology, (91): 21-40

Sirena, D. H. (2019). Guarana (Paullinia cupana) increases mesenchymal stromal cells polarity, viability and antioxidant properties.

Smeriglio, A., Barreca, D., Bellocco, E., Trombetta, D. (2017). Proanthocyanidins and hydrolysable tannins: Occurrence, dietary intake and pharmacological effects. *Br. J. Pharmacol. 174*, 1244–1262.

Ünver, E., Okur, A.A., Tahtabiçen, E., Kara B, Şamlı, H.E. (2014). Tanenler ve hayvan besleme üzerine etkileri. Türk Tarım – Gıda Bilim Teknol Derg, 2(6): 263-267

Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*; Cornell University Press: Ithaca, NY, USA, p. 2.

Yalçın S. (2013). Yemlerde antinutrisyonel faktörler, yemler ve yem hijyeni ve teknolojisi, Genişletilmiş 5. Baskı, s.261- 286, Ankara Üniv., Veteriner Fakültesi, Ankara.

Yang, X., Huang, P., Wang, H., Çay, S., Liao, Y., Mo, Z., Xu, X., Ding, C., Zhao, C., Li, J. (2017). Peptid ile modifiye edilmiş tanik asit bazlı hidroksiapatit yüzey üzerinde antibakteriyel ve biyolojik kirlilik önleyici kaplama. *Kolloidler Sörfü. B Biointerfaces 160*, 136–143.

Waghorn, G.C., Shelton, I.D., McNabb, W.C., McCutcheon, S.N. (1994). Effects of condensed tannins in Lotus pedunculatus on its nutritive value for sheep. 2. Nitrogenous aspects. *J. Agric. Sci. 123*, 109–119.

Waghorn, G. C., Shelton, I. D. (1997). Effect of condensed tannins in Lotus corniculatus on the nutritive value of pasture for sheep. *The Journal of Agricultural Science*, *128*(3), 365-372

Wang, X., Yang, G., Feng, Y., Ren, G., Han, X. (2012) Optimizing feeding composition and carbon–nitrogen ratios for improved methane yield during anaerobic co-digestion of dairy, chicken manure and wheat straw. *Bioresour. Technol. 120*, 78–83.

Wiseman, S. A., Balentine, D. A., Frei, B. (1997). Antioxidants in tea. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, *37*(8), 705-718.

Wright, A. D. G., Klieve, A. V. (2011). Does the complexity of the rumen microbial ecology preclude methane mitigation?. *Animal feed science and technology*, *166*, 248-253.