



## DERLEME MAKALE / REVIEW ARTICLE

Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi / BAUN Sağ Bil Derg  
Balıkesir Health Sciences Journal / BAUN Health Sci J  
ISSN: 2146-9601- e ISSN: 2147-2238  
Doi: <https://doi.org/10.53424/balikesirsbd.1150298>



### Tanenler: Silajlarda ve Hayvan Besleme Uygulamalarında Kullanımı

Oğuz Koray BACAŞIZ<sup>1</sup>, Mehmet Ali AZMAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Balıkesir Üniversitesi, Savaştepe Meslek Yüksekokulu, Laborant ve Veteriner Sağlık Programı  
<sup>2</sup> Balıkesir Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı

*Geliş Tarihi / Received: 28.07.2022, Kabul Tarihi / Accepted: 29.09.2022*

#### ÖZ

**Amaç:** Bu derleme günümüz hayvancılığında yaygın olarak kullanılan silajların bozulmasını önlemek için kullanılan katkı maddelerine farklı bir alternatif olarak tanen kullanımının fermentasyon kalitesi ve hayvan besleme üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Tanenler, polifenolik bileşikler olup mazı, meşe, kestane, kolza, bakla ve sorgum gibi yemlerde bulunabilen karakteristik koku, buruk tadı, sarıdan beyaza farklı renklerde doğal bileşiklerdir. Milattan önce 1500 yılından günümüze tıptan gıdaya kadar çeşitli alanlarda kullanılmışlardır. Antidiyaretik, antiseptik, antihelmintik etkileri dışında en bilinen özelliği proteinlerle bileşik oluşturmasıdır. Silolanacak yemin protein/su oranının yüksek olması silolamayı zorlaştırmakta ve fermentasyonu olumsuz etkilemektedir. Yüksek protein, proteolizis nedeniyle silajlarda laktik asit oluşumunu azaltacak ve istenilen pH değerine ulaşılamayacaktır. Tanenlerin proteinler ile bileşik oluşturarak silajlarda proteolizisi önleyebileceği ve proteinlere by-pass özellik kazandırabileceği düşünülmektedir. Böylelikle rumeni geçen proteinler ince bağırsakta sindirilerek yararlanımı artacaktır. Ayrıca ruminantların ürettiği metan gazı canlıların brüt enerjiden kayıp oluşturmakta ve sera gazıyla küresel ısınmaya katkıda bulunmaktadır. Tanenler, metan gazının azaltılması ve atılan amonyağın bertaraf edilmesinde kullanılabilecek bir alternatif olarak düşünülmektedir. **Sonuç:** Silajlarda tanen kullanımı, özellikle yüksek proteinli yemlerin silolanmasını kolaylaştırabilir, kalitesini artırabilir hayvanların besin madde ihtiyaçları daha iyi karşılanabilir. Kaba yemlerin saklama koşullarını iyileştirebilir. Tanen içeren yemleri tüketen hayvanların metan üretimi azaltılarak yenilke bir beslenme yöntemi sağlanabilir. Amonyağın bertaraf edilmesinde doğal bir yaklaşım olabilir. **Anahtar Kelimeler:** Tanen, Silaj, Proteolizis, Hayvan Besleme.

### The Usage of Tannins to Silages and Animal Nutrition Practices

#### ABSTRACT

**Objective:** This review was made to determine the effects of using tannin on the fermentation quality and animal nutrition as a different alternative to the additives used to prevent the spoilage of silages, which are widely used in today's livestock. Tannins are polyphenolic compounds and are natural compounds with a characteristic odor, acrid taste, and different colors from yellow to white, which can be found in feeds such as gallnut, oak, chestnut, rapeseed, broad bean and sorghum. They have been used in various fields from medicine to food since 1500 BC. Apart from its antidiarrheal, antiseptic and anthelmintic effects, its most well-known feature is that it forms compounds with proteins. The high protein/water presence of the feed to be ensiled makes ensiling difficult and affects fermentation negatively. High protein will reduce lactic acid formation in silages due to proteolysis and the desired pH value will not be reached. It is thought that tannins can form compounds with proteins and prevent proteolysis in silages and provide by-pass properties to proteins. Thus, the proteins that pass through the rumen will be digested in the small intestine and their utilization will increase. In addition, methane gas produced by ruminants causes loss of gross energy and contributes to global warming with greenhouse gas. Tannins are considered as an alternative to reduce methane gas and dispose of waste ammonia. **Conclusion:** The use of tannin in silages can facilitate the ensiling of high protein feeds, increase their quality, and meet the nutrient needs of animals better. It can improve the storage conditions of roughage. An innovative feeding method can be provided by reducing the methane production of animals that consume tannin-containing feeds. It can be a natural approach to the disposal of ammonia. **Keywords:** Tannin, Silage, Proteolysis, Animal Nutrition.

**Sorumlu Yazar / Corresponding Author:** Oğuz Koray BACAŞIZ, Balıkesir Üniversitesi, Savaştepe Meslek Yüksekokulu, Laborant ve Veteriner Sağlık Programı, Balıkesir, Türkiye.  
**E-mail:** [koray.bacaksiz@balikesir.edu.tr](mailto:koray.bacaksiz@balikesir.edu.tr)

**Bu makaleye atıf yapmak için / Cite this article:** Bacaksız, O. K., & Azman, M. A. (2022). Tanenler: silajlarda ve hayvan besleme uygulamalarında kullanımı. *BAUN Sağ Bil Derg*, 11(Supplement 1): 64-73.  
<https://doi.org/10.53424/balikesirsbd.1150298>



BAUN Health Sci J, OPEN ACCESS <https://dergipark.org.tr/tr/pub/balikesirsbd>  
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

## GİRİŞ

İnsanoğlu, varoluşunun ilk zamanlarından beri yaşadığı çevrenin çeşitli bitki, kabuk ve köklerini kullanarak farklı ilaçlar üretmiştir. Elde ettikleri doğal bileşikleri farklı alanlarda kullanarak türetmiş ve günümüze kadar geliştirerek ulaşmalarını sağlamışlardır. Bunların arasından bazı organik bileşikler av hayvanlarının derilerini şekillendirmek ve tabaklama işlemi için kullanmışlardır. Zamanla bu bileşiklerin hayvan yağları ve beyin gibi kısımlarının da korunarak saklanması kolaylaştırdığını keşfetmişlerdir. İlk yaygın kullanım alanlarından dolayı bu doğal kökenli polifenoller anlamı 'Tabaklama Bileşiği' olan Fransızca 'Tanin', olarak adlandırılmış, Türkçeye de 'Tanen' olarak geçmiştir (Khanbabaee ve van Ree, 2001).

Tanenler doğal olarak kestane, meşe, divi-divi, quebracho gibi ağaçlarda, sumak gibi bitkilerde ve daha birçok bitkinin kök, yaprak ve yumrularında değişik konsantrasyonlarda bulunur. Tanenler bitkinin kendini enfeksiyonlara, haşerelere ve otoburlara karşı biyolojik bir koruma yöntemi olduğu bilinmektedir (Haslam ve Cai, 1994). Kendine has bir kokusu, buruk bir tadı olan, sarıdan beyaza farklı renklerde elde edilebilen doğal bir bileşiktir (Khanbabaee ve van Ree, 2001). Tanenler, çemen otu, korunga, baklagiller, sorgum gibi kaba yem olarak kullanılabilir birçok yem bitkisinde de bulunmaktadır (Akbay ve ark., 2020; Huang ve ark., 2022).

Milattan önce 1500 yılından beri deri endüstrisinden gıda ve ilaç sektörüne kadar birçok alanda kullanılmakta olan tanenler, özellikle Çin ve Japon tıbbında büyük bir yer tutmaktadır. İshal olgularında büzücü, ağır metal zehirlenmelerinde çöktürücü olarak, anti inflamatuvar, antiseptik ve hemostatik etkilerinden dolayı gastrointestinal tümörlerin tedavisinde sıklıkla başvurulan farmakolojik bir ajandır (Yoshida ve ark., 1991; Haslam ve Cai, 1994; Khanbabaee ve van Ree, 2001). Yüksek antioksidan özellikleri sayesinde kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve osteoporoz gibi oksidatif strese bağlı hastalıkların tedavi ve önlenmesinde kullanılmaktadır (Szcurek, 2021).

Yakın zamanda yapılan çalışmalar geleneksel Çin tıbbında kullanılan bazı tanen türlerinin anti-inflamatuvar, anti-fibrotik, anti-mikrobiyal, anti diyabetik özelliklerinden dolayı akciğer kanseri türlerinde kullanılabilirliğini savunmaktadır (Rajasekar ve ark., 2021). Özellikle yeşil çay tanenleri, kakao likörü, üzüm çekirdeği, kızılıçık, sorgum kepeği, kabuk tarçın, nar yaprağı, Hint böğürtleni ve Çin mazısının akciğerde kanser önleyici etkileri olduğunu bildirilmiştir. Sonuçlar, tanenlerin apoptozu, çoğalmayı, metastazı ve anjiyogenezi kontrol eden birçok sinyal yolunu ve gen ifadesini hedefleyerek etki ettiğini göstermektedir. Deneysel akciğer kanseri tedavilerinde kullanılan tanenler iyi potansiyellerine rağmen, gastrointestinal absorpsiyonun zayıflığı, biyotransformasyon alanının

genişliği, idrar ve dışkıya hızla atılması ve yüksek tanen alımının olası olumsuz etkileri nedeniyle klinik kullanımları sınırlıdır. İlerleyen zamanda tanen etkinliğini artırılması için adjuvantların geliştirilmesi ve etkinliklerinin artırılması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (Rajasekar ve ark., 2021; Rajasekar ve ark., 2021).

Türkiye'de yabancı olarak 20 kadar mazı meşesi türü bulunmaktadır. Bu mazı türlerinin tanen içeriği %50-70 oranında değişmektedir. Tanenler tedavide antidiyaretik, antiseptik ve nadiren hemostatik olarak kullanılmasının yanı sıra, boya endüstrisinde ve derilerin tabaklanmasında da kullanılırlar. Batı Anadolu'da yetişen bazı meşe (Quercus) türlerinin dalları üzerinde meydana gelen pamuk mazısı %22, meşe kabukları da %10-20 oranında gallik asit taneni içermektedir. Bakır, kurşun tuzları ve alkaloidlerle zehirlenmelerde, hastaya meşe kabuğu veya mazı ile hazırlanmış infüzyonların içirilmesinin tanenlerin bu maddeleri bağlayıcı ve emilimlerini önleyici etkileri olduğu belirtilmiştir. Meşe türünün meyveleri olan palamutlar yaklaşık %10 oranında gallik asit taneni içerir. Pelit ismi de verilen palamutlardan hazırlanan %5-10'luk konsantrasyonlar peklik yapıcı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca Türkiye'de bulunan 25 kadar söğüt ağacı türünün kabuklarının kurutulması ile %15 konsantrasyonunda tanen elde edilebilmektedir (Aydın ve Üstün, 2007).

Birkaç büyük alt sınıfı olan tanenler içerisinde kondanse tanenler, çoğunlukla bitkilerin yaprak ve gövde kısmında bulunmakla birlikte beyaz yonca ve kırmızı yonca gibi bazı yem bitkilerinin sadece çiçeğin taç yapraklarında bulunur. Hidrolize olabilir tanen konsantrasyonu yem bitkilerinde daha düşüktür. Daha yüksek miktarlarda, tropikal bölgelerdeki ağaç yapraklarında ve çalı türü bitkilerde bulunur. Tannik asit, hidrolize olabilen tanenler sınıfına ait gallotanenlerden biridir. Çay, kakao, fasulye, üzüm ve çilek gibi birçok meyve ve sebze de çokça bulunmaktadır. Tannik asit aynı zamanda genel olarak güvenli olduğu kabul edilen gıda katkı maddesi adıyla (GRAS; Generally Recognized as Safe) sınıflandırılmaktadır (Akiyama ve ark., 2001).

Bitkilerin içerdikleri tanenler etkin konsantrasyonlarda sindirim kanalı parazitleri üzerine direkt etkilerini larval gelişimi engelleyerek indirekt etkilerini ise rumende proteinlere bağlanarak ve mikrobiyal yıkımlanmayı engelleyerek gerçekleştirmektedir. Tanen ihtiva eden yemlerle yapılan besleme konak immünesini, parazitlerinin sayısının azaltarak geliştirebileceği, bu nedenle hayvanların performansında artış göstereceği düşündürmektedir (Min ve Hart, 2003). Tanen içeren yemlerin hayvanlarda nematodların yaşam siklusunu kırabilecekleri, otlakların enfektif larvalarla kontaminasyonunu azaltabilecekleri, dolayısıyla ruminantlar için iç parazit kontrolünde antihelmintik ilaç kullanım sıklığını azaltabileceği varsayılmaktadır (Min ve ark., 2003).

Bu derlemede tanenlerin geçmişten günümüze hayatımızda hangi şartlarda bulunduğunu, tanenlerin sınıflandırılma çalışmaları vurgulanmıştır. Ayrıca ülkemiz hayvancılığında kaba yemin silolanma koşullarının iyileştirilmesinde doğal bir koruyucu madde olan tanenin kullanımı ve faydaları değerlendirilmiştir.

## GENİŞLEME

### Tanenler

Günümüzde çeşitli tanen bileşikleri izole edilerek sınıflandırılmaya çalışılmıştır. Griffiths, tanenlerin 1000 D ile 20000 D'ye kadar değişen farklı molar kütlelerde bulunan 'makromoleküler fenolik bileşikler' olarak tanımlamış, hidrolize olabilen ve kondanse (yoğunlaştırılmış) tanenler olarak iki grupta sınıflandırmıştır (D'Mello ve ark., 1991). Fakat bu tanımlama moleküler ağırlığı 1000 D'nin altında bulunan monomerik tanenleri kapsamadığı için kısmen eksik bir gruplandırma olarak düşünülmektedir. Fenolik bileşikler sınıfına dahil olan tanenler 500 ile 20000 D aralığında bir molekül ağırlığına sahiptirler (Aydın ve Üstün, 2007).

Yapı itibarı ile tanenler, farklı karbonhidrat türleri ve canlı hücreleri gibi makromoleküller ile kompleks yapılar oluşturmasına olanak sağlayan hidroksil grupları taşıyan aromatik halkalar içermektedirler. Bu kimyasal aktivite protein tabiatındaki yapılar ile bileşikler oluşturarak çökeltmesini sağlamaktadır (Szcurek, 2021).

Fenolik bitki materyalleri içinde ligninlerden sonra en fazla bulunan ikinci gruptur. Çok sayıda fenolik hidroksil grubu içermeleri, esas olarak proteinlerle daha az ölçüde de selüloz ve pektin gibi diğer makro moleküllerle büyük kompleksler oluşturmalarını sağlar (Bhat ve ark., 1998).

Tanenler birçok mikroorganizmanın büyümesini engeller, mikrobiyal yıkımlanmaya ve biyolojik bozunmaya karşı dirençlidirler. Kondanse tanenler, hidrolize olabilen tanenlere göre mikrobiyal bozunuma karşı daha dirençlidir ve çeşitli mikroorganizmalar için toksiktir. Bu nedenle tanenler çürükçül mikroorganizmanın biyolojik parçalayıcı enzimlerine karşı direnç gösterdiği için organik maddelerin bozulma hızını düşürür (Scalbert, 1991). Haslam, bu bitkisel polifenollerini biri galloil, heksahidroksi-difenoil esterleri ve bunların türevleri diğeri yoğunlaştırılmış proantosiyanidinler olmak üzere iki ana grup altında incelemiştir. Galloil ve heksahidroksidifenoil esterleri ve bunların türevlerini birkaç geniş alt kategoriye bölmüştür;

- 1) Basit esterler
- 2) Depsid metabolitleri (singalotaninler)
- 3) Heksahidroksidifenoil ve dehidroheksahidroksidifenoil esterler (syn-ellagitanninler)
  - a) d-glukozun 4 C1 konformasyonu
  - b) d-glukozun 1 C4 biçimi
  - c) d-glukozun "açık zincirli" türevleri

4) Monomerlerin oksidatif bağlanmasıyla oluşturulan dimerler ve yüksek oligomerler (Haslam ve Cai, 1994).

Tanen üzerine yapılan çalışmalar doğada yapısal olarak muazzam farklılıklar taşıdıklarını göstermektedir. Günümüze kadar bu konuda araştırma yapan bilim insanları kendi çalışmaları doğrultusunda tanenleri sınıflandırmaya çalışmışlardır. Bunun sonucunda aslında yapılacak olan sınıflandırmanın tanenlerin belirli yapısal ve kimyasal özelliklerine göre sistematik bir sınıflandırma sisteminin ileri çalışmalar için daha verimli olacağı düşünülmektedir. Pek çok tanen türünün su veya tanaz ile işleminden geçirilerek hidrolitik olarak bileşenlerine ayrışabilmesi bulgusu bu tür tanenlerin hidrolize olabilen tanenler olarak adlandırılmasına sebep olmuştur. Hidrolize edilemeyen oligomerik ve polimerik proantosiyanidinler ise kondanse(yoğunlaştırılmış) tanenler olarak sınıflandırılmıştır. Bu durum hidrolize edilebilen tanenler sınıfında hem gallotanenin hem de ellagitanenin bulunmasına neden olmuştur (Kashiwada ve ark., 1992; Khanbabaee ve van Ree, 2001).

1985 yılında monomerik ellagitaninlerin karakteristik yapısal elemanı olarak kabul edilmiş olan heksahidroksifenoil (HHDP) ve C-glikozidik kateşin birimlerini içeren tanenler tanımlanmıştır (Nishimura ve ark., 1986; Nonaka ve ark., 1985). Bu nedenle ellagitaninler sahip oldukları polioller birimi ile bir başka C-C eşleşmesi nedeniyle tamamen hidrolize olmazlar.

Tüm bu yapısal farklılıklar göz önüne alındığında tanenler, kimyasal yapılarına göre 4 ana grupta sınıflandırılabilir.

1. Gallotanenler: Galloil birimlerinin veya bunların meta-depsidik türevlerinin çeşitli polioller, kateşin veya triterpenoid birimlerine bağlı olduğu tüm tanenlerdir.
2. Ellagitaninler: En az iki galloil biriminin birbirine C-C bağlı olduğu ve glikozidik olarak bağlı bir kateşin birimi içermeyen tanenlerdir.
3. Kompleks tanenler: Bir kateşin biriminin bir gallotanin veya bir ellagitanin birimine glikozidik olarak bağlandığı tanenlerdir.
4. Kondanse-yoğunlaştırılmış tanenler: Bir kateşinin C-4'ünün sonraki monomerik kateşinin C-8 veya C-6'sı ile bağlanmasıyla oluşturulan oligomerik ve polimerik proantosiyanidinlerdir (Khanbabaee ve van Ree, 2001).

### Silajlar ve hayvan beslemede kullanımı

Kâr amacı taşıyan herhangi bir hayvancılık işletmesinin en önemli gideri yem gideridir. Özellikle ruminant beslemede dengeli ve ekonomik olarak hazırlanan rasyon, işletmenin karlılığını doğrudan etkilemektedir. Toplam giderler içerisinde yem giderleri kimi durumlarda %70-90 düzeyinde olabilmektedir. Karlılığın artırılması için yem giderlerinin düşürülmesi gerekmektedir. Özellikle

kaba yemin fazla, kaliteli ve ucuz olduğu durumlarda ruminantları sadece kaba yem ile beslemek mümkün olabilmektedir (Yaylak ve Kaya, 2001). Hayvancılığın temel felsefesi insanlar tarafından doğrudan değerlendirilemeyen sap, kavuz, çalı gibi kaba yem kaynaklarını kullanarak hayvansal ürün üretmektir. Organik hayvancılık fikrinin çıkış noktalarından birisi de bu temel üzerine kurulmuştur (Tölu ve ark., 2020).

Kaba yem ağırlıklı besleme modellerinin geliştirilmesinin bir diğer ana sebebi kesif yemde kullanılan protein kaynakları ile birçok yem ham maddesi ve yem katkı maddelerinin deniz aşırı ülkelerden ithal edilmesidir. Döviz kurlarına bağlı olarak kesif yemin birim fiyatını arttırmakta, dolayısıyla hayvancılıktaki karlılığı azaltmaktadır.

Türkiye’de kaba yem üretiminin yetersizliği ve kalitesinin düşük olması konsantre yemlere olan ihtiyacı arttırmakta, bu durum da üretim maliyetlerinin yükselmesine yol açmaktadır. Ülkemizin bazı bölgelerinin kurak iklime sahip olması, bölgelerin aldığı yağış rejimindeki düzensizlikler, mera yönetim problemleri, aşırı otlatma, meraların orta ve düşük kaliteden ileriye gidememesine neden olmaktadır.

Tüm bunlar ele alındığında sınırlı zaman aralığında sınırlı bölgelerden elde edilen kaliteli kaba yemin yılın her zamanında ulaşılabilir olması için çeşitli konserve yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun bir yolu yemlerin silolanmasıdır. Diğer yandan silaj materyali olarak kullanılarak hem yemin besin madde değerlerinin yükseltilmesi, hem de probiyotik özellik kazandırılması mümkündür. Yemlerin silolanması, yemi olumsuz hava koşullarından korumak, mevsim dışında da tüketimini sağlamak, hasat sonrasında kurutmaya nazaran daha az besin madde kaybı görülmesi gibi nedenlerle çokça tercih edilen bir uygulamadır (Bolsen ve ark., 1996; Coblent ve Akins, 2018).

Silolama işlemi, yem materyalinin su ve protein miktarının fazlalığı gibi nedenlerden dolayı zorlaşmaktadır. Bu durum düzgün bir fermentasyon gelişimini engellemektedir. Özellikle protein, mikroorganizmalar tarafından parçalanarak (proteolizis) pH düşüşünü engeller ve laktik asit üretimini düşürür (Jayanegara ve ark., 2019).

Proteinlerin yıkılmasında, bitki ve bitki ile birlikte gelen mikroorganizmaların enzimleri etkisi ile proteaz ve peptidaz aktivitelelerinden kaynaklanmaktadır (Carpintero ve ark., 1979). Bitki proteinini çoğunlukla protein tabiatında olmayan azotlu bileşiklere (NPN) dönüştürür. Bu durum, yem tüketimini olumsuz etkilerken, tüketilen kaba yemde fazla miktar azot bulunmasına neden olur (Huhtanen ve ark., 2008). Silajın protein içeriğinin parçalanarak amonyak serbestleşmesi sonucunda rumen mikroflorası olumsuz etkilenir, fazla amonyak daha fazla üre şeklinde idrar ile atılarak çevre kirliliğini artırır (Dijkstra ve ark., 2013).

Silolama sırasında oluşan proteolizis ile birlikte salınan amonyum fermentasyon yoluyla gelişmesi

gereken pH düşüşünü engeller, silajın tamponlama kapasitesi artar, yeterli pH düşüşü sağlanamaz (Ohshima ve McDonald, 1978). Bu nedenle kaba yemleri silolama sırasında protein hidrolizinden korumak için ekonomik ve etkili uygulamalara ihtiyaç duyulmakta, bu uygulamalarla by-pass protein seviyesinin de artırılması beklenmektedir (Rinne ve ark., 2009).

Tanenler, birçok bitkide proteini bozulmaya karşı koruyan bir grup doğal maddedir (Mueller-Harvey, 2006). Tanenler ile proteinler arasındaki bu etkileşim, tanenlerle proteinlerin arasında bağların kurulmasını kolaylaştıran çoklu fenolik hidroksil gruplarının varlığıyla açıklanmaktadır. Bu bağların yapısı, bitkinin doğal yapısı, moleküler ağırlığı, izoelektrik noktası, tersiyer yapılar ve bağlanma noktalarının uyumluluğu açısından farklılıklar göstermektedir (Reed, 1995). Bu veriler tanenin rumende proteinlerin yıkımını engelleyici bir koruma oluşturacağını düşündürmektedir (Waghorn ve ark., 1987; Yuxi Wang ve ark., 1994). Tanenler farklı kimyevi özellikler ve konsantrasyonlarda proteinleri bağlayarak rumenden bozulmadan geçmesini sağlar. Fakat bu durum ince bağırsakta sindirim ve emilime engel olmamaktadır (Yuxi Wang ve ark., 1994). Bu nedenle tanenler silajların protein içeriğinin korunması için potansiyel bir katkı maddesi olarak düşünülmelidir.

Tanenlerin, ruminantlarda rasyon proteininin rumende meydana getireceği bozulmaya karşı koruyucu etki gösterdiği ve ince bağırsakta amino asit emilimini arttırdığı bildirilmiştir (Barry ve McNabb, 1999).

Fakat belirli yoğunluğun üstünde kullanılan tanenler lif ve protein sindirimini olumsuz etkilemektedir. Bu durum tanenlerin farklı yoğunluklarda tripsin ve alfa amilaza olan etkileri ile açıklanmaktadır. Tanenler orta yoğunlukta (Kuru maddenin (KM) %2-4,5) kullanıldığında olumlu etkiler gösterebilirken yüksek yoğunlukta (KM’nin %5 ve üzeri) kullanıldığında yem alımını ve verim özelliklerini düşürebilmektedir. Bununla birlikte etkileri de tanenlerin farklı kimyasal yapıları nedeniyle değişkenlik gösterebilmektedir (Hervás ve ark., 2003; B. R. Min ve ark., 2002).

Hidrolize tanenler kimyasal yapı itibarı ile merkezinde karbonhidrat (genellikle D-glukoz) ve fenolik gruplarla esterleşmiş hidroksil grupları barındırırlar. Zayıf asitler, zayıf bazlar, sıcak su veya tannaz gibi enzimler ile bağlarından kopararak hidrolize olabilirler. Sonuç olarak karbonhidrat ve fenolik asite ayrışırlar. Hidrolize tanenler bitkilerde genellikle meyve tohumlarında bulunurlar, fakat konsantrasyon itibarı ile düşük seviyededirler. Ruminantlar sahip oldukları ruminal mikrofloranın enzimatik işlevleriyle ve gastrik sindirimle tanenleri yıkımlayarak daha düşük molekül ağırlıklı, emilebilir toksik metabolitlere ayrıştırırlar. Yıkılma sonucu gallik asit, pirogallol, floroglusinol oluşur. Bu metabolitler ruminal mikroorganizmalar tarafından asetat ve bütirata dönüştürülürler. Çok fazla miktarda



çözünme metabolit miktarını artırır ve zehirlenme vakaları görülebilir. Doğal olarak zehirlenme genellikle hidrolize olabilir tanenlerden kaynaklanmaktadır (Bhat ve ark., 1998; Goel ve ark., 2005).

Hidrolize tanenler, kondanse tanenler ile karşılaştırıldığında hayvan performansı üzerindeki olumsuz etkileri olduğu düşünüldüğünden silajlarda yaygın olarak kullanılmamaktaydı (Beauchemin ve ark., 2008). Fakat bu etkiler; tanenin çeşidine, konsantrasyonuna, hayvanın türüne, hayvanın fizyolojik durumuna, yaşına, rasyonun içeriğine bağlı olarak değiştiği ifade edilmiştir (Kamalak, 2007).

Bununla birlikte yapılan son çalışmalar, hidrolize tanenlerin hayvan performansını üzerinde çeşitli etkiler olmaksızın azot kullanımını da artırabileceğini göstermiştir (Ke ve ark., 2022).

Tanenlerin, pH'nın 3.5-7.5 aralığında olduğu ortamlarda proteinler ile kompleks oluşturdukları ve bu şekilde proteinlerin rumendeki mikrobiyal sindirimini azalttığı belirtilmiştir. Bu durum rumende amonyak oluşumunu azaltır ve by-pass protein miktarını artırır. Abomasum pH'sı 2.5-3.5 arasında değişmektedir. Bu pH aralığında tanen-protein bileşikleri çözülmekte, proteinler ince bağırsakta sindirilerek emilmektedir. Öte yandan tanenlerin abomasumda çözünmesi ince bağırsaktaki (pH 7.5-8.5) enzim ve proteinler üzerinde olumsuz etkiye neden olabileceği düşünülmektedir (Silanikove ve ark., 1994).

Salawu ve arkadaşları (1999) ryegrass silajı ile yaptıkları iki farklı çalışmada, ilk denemede ryegrass hasılı ağustos ayında hasat edilerek -20°C'de 2 hafta saklanmıştır. Çalışmada mimoza, kiraz ve quebracho bitkilerinden elde edilen tanenler 5 ve 50 g/kg/KM dozlarında 20 ml/kg distile su içerisinde çözülerek kullanılmıştır. Silolama işlemi 500 gramlık torbalar içerisine 200 g/kg KM hesabına göre 5 ve 50 g/kg/KM tanen için 0.5 ve 5 gr tanen olacak şekilde 10 ml distile su ile sulandırarak uygulanmıştır. Üç farklı tanenin 2 farklı dozu ve bir kontrol olmak üzere toplam 7 grup 4'er tekrardan oluşan bir deneme düzeni kurulmuştur. Hazırlanan silajlar 7 ve 32. günlerde açılmıştır. İkinci deneme de ise yem materyali olan ryegrass hasılı 1996'nın haziran ayında hasat edilerek -20°C'de 2 hafta saklanmış, silolama işleminden önce çıkarılarak bir gece çözdürülmüştür. Bu denemede quebracho ve mimoza tanenleri ile formaldehit ve formik asit ile muamele edilen gruplar oluşturulmuştur. Deneme düzeninde tanen 50 g/kg/KM, formaldehit ve formik asit 12.5 g/kg/KM dozlarında ilave edilmiştir. Biri kontrol 7'si muamele grubu 3'er tekrar olacak şekilde 49 gün birinci denemede olduğu şekilde fermente edilmiştir. Her gruptan 7, 14, 49. günlerde 3'er örnek açılarak analizlere tabi tutulmuştur. Ayrıca silaj denemeleri Frizyan süt ineklerinde kese yöntemi ile sindirim denemesine tabi tutulmuştur. Sonuç olarak ilk deneme düzeninde hazırlanan silajların fermantasyon kalitesi kötü olarak bulunmuş, fakat

ikinci silaj denemesinde tanen kullanılan silajlarda serbest amonyak azotunda azalma meydana gelmiştir. Bu durumun tanenlerin proteolizisi engellemesinden dolayı geliştiğini belirtmişlerdir. Sindirim denemesine tabi tutulan silaj örneklerinde ise tanenlerin protein korunumunda formaldehit kadar iyi olmadığını, silaj fermantasyon kalitesinin artırılmasında da formik asitten daha iyi olmadığı vurgulanmıştır. Bunun yanı sıra tanenlerin rumen protein yıkımını azalttığı fakat bağırsaktaki sindirimi etkilemediğini tespit etmişlerdir. Formaldehit ve formik asit gibi kimyasalların mevcut tehlikelerinin tanen gibi doğal bileşiklerde bulunmaması, tanenlerin farklı çeşit varyasyonlarda farklı dozlarda farklı etkilerinin olabileceği ve bu potansiyel etkilerin belirlenmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu ifade edilmiştir (Salawu ve ark., 1999).

Hervas ve arkadaşları (2003) rumen fistülü takılmış 16 baş merinos koyunda canlı ağırlıklarına göre 0.5, 1.5, 3.0 g/kg oranlarında quebracho özütü kullanarak yaptıkları bir çalışmada, her birinde 4 baş koyun bulunan biri kontrol 3'ü deneme olmak üzere toplam 4 grup oluşturulmuş, koyunlar bazal bir diyet ile 21 gün süreyle beslenmiş, her yemlemeyi takiben günde iki defa olmak üzere fistül içinden tanen uygulaması yapılmıştır. Hayvanlara 3.0 g/kg/Canlı Ağırlık (CA) düzeyinde tanen uygulanan grupta deneyin 10. gününde tanenin toksik olduğu fark edilmiş ve hayvanlar ötenazi edilerek uyutulmuştur. Uyutulan hayvanların rumen hareketleri denemenin 9. gününde tamamen durmuş olarak kayıt altına alınmıştır. İn vitro gaz üretim tekniği ve in situ torba analizlerinin sonuçları quebracho tanenlerinin rumen üzerine olan etkilerinin doza bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Günde 0.5 g/kg/CA dozunda kullanılan tanen, rumen üzerine herhangi bir olumsuz etki yapmazken 1.5 g/kg/CA dozunda in situ sindirim analizi ve in vitro gaz tekniği verilerini olumsuz olarak etkilediğini belirtmişlerdir (Hervás ve ark., 2003).

Tabacco ve arkadaşları (2006) iki farklı yonca silajına kestane hidrolize tanenini katarak yaptıkları çalışmada, birinci deneme laboratuvar ortamında silolan yonca silajına katılan tanenin silaj fermantasyon kalitesi ve rumen protein yıkımını, ikinci deneme ise tarla şartlarında balya yapılan yonca silajında kullanılan tanenin silaj fermantasyon kalitesi ve proteoliz üzerine etkisini denemişlerdir. İlk deneme laboratuvar ortamında 5 litrelik cam kavanozlara silolanmış ve herhangi bir katkı yapılmamış olan kontrol grubu; silaj kuru maddesine %2, 4 ve 6 oranında tanen katılan 3 grup ile fermantasyon 120 gün sürdürülmüştür. Kavanozlar sadece gaz salınımına izin verecek plastik bir kapak ile kapatılmış, 120 günlük muhafaza sırasında 1, 4, 7, 14, 20, 27, 48, 70 ve 120. günlerde tartılarak fermantasyon kayıpları tespit edilmiştir. İkinci deneme biçilen yoncanın tarlada 5 ve 28 saat soldurulması sonucu %40 ve 50 kuru madde oranının elde edilmesi ile yapılmıştır. Bu denemede tanen balyalara kuru maddenin %4'ü kadar katılarak

uygulanmıştır. İkinci denemede yapılan 16 balya, 78 gün muhafaza edilip besin madde analizleri yapılmıştır. Daha sonra rumen fistülü açılmış 3 Holştayn Frizyan inekte *in situ* yöntemi ile rumen protein yıkımının ölçülmesi, *in vitro* gaz testi yapılmıştır. Sonuç olarak kuru maddede %4 düzeyinde uygulanan tanenin sindirimde bir miktar düşüşe neden olsa da silaj proteolizisini azalttığı belirtilmiştir (Tabacco ve ark., 2006).

Deaville ve arkadaşları (2010) ryegrass hasılından silaj yaptıkları çalışmada mimoza ve kestane tanenini kullanmışlardır. Tanenler yem karma makinasına silolama işlemi yapılırken 75 g/kg/KM dozunda eklenmiştir. Silaj çuvalları ağız mühürlenerek 90 günlük fermentasyona bırakılmıştır. Çalışmanın hayvan materyali 5 grup, her grupta 8 baş olmak üzere toplam 40 baş koyundan oluşmuştur. Gruplar biri kontrol 4'ü deneme grubu olarak düzenlenmiştir. Tanenler deneme gruplarının 2'sine koyunlar yemlenirken silaja katılmış, diğer iki deneme grubuna ise yem materyali silolanırken katılmıştır. Kestane taneni katılan silajlar koyunlar tarafından kuru madde bazında daha fazla tüketilmiştir. Her iki tanen eklenen grupta da idrar azot atılımının azaldığı, dışkı azot atılımının ise arttığı ifade edilmiştir. Bu sonuçlar silajın ham protein içeriğinin rumende yıkımlanmadan *by-pass* olarak geçtiğini düşündürmüştü, özellikle yüksek protein ihtiyacı olan ergin hayvanlarda kullanılabileceğini ortaya koymuş; yem tüketimindeki düşüş çözülebilirse tanen kullanılan yemler antihelmintik, astrenjan etkileri ile de antidiyaretik olarak verilebileceği de ifade edilmiştir (Deaville ve ark., 2010).

Jayanegara ve arkadaşları (2015) kondanse ve hidrolize tanenlerin *in vitro* sindirim üzerine etkilerini tespit etmek üzere yaptıkları bir çalışmada kestane ve sumaktan elde edilen hidrolize tanenleri, mimoza ve quebracadan elde edilen kondanse tanenleri kullanmışlardır. Araştırmacılar ekstrakte ettikleri tanenleri 0.5, 0.75 ve 1.0 mg/ml dozlarında hacimce 70:30 oranında hazırlanan saman:konsantre yem karmasını substrat olarak kullandıkları *in vitro* sindirim denemesine tabi tutmuşlardır. Konsantre yem karmasının içeriği arpa, soya ve kolza yağından oluşmuş, substrat ve tanenler daha önce bahsedilen dozlarda 24 saat *in vitro* sindirim denemesine tabi tutulmuştur. İnkübasyon sonrası metan üretimi, kısa zincirli yağ asitlerinin analizi, organik madde sindirilebilirliği ve mikrobiyal popülasyon analizleri uygulanmıştır. Sonuç olarak elde edilen verilerde hidrolize tanenler, kondanse tanenlere göre metan üretiminde azalmaya neden olmuştur. Analizlerde iki farklı tanen türünün BSA (Sığır Serum Albumünü) protein bağlama kapasitesi karşılaştırılmış hidrolize tanenler proteinleri daha iyi bağlayarak metan üretimini düşürdüğü vurgulanmıştır. Bu nedenle hidrolize tanenlerin kondanse tanenlere göre daha fazla biyolojik aktiviteye sahip olduğu ifade edilmiştir (Jayanegara ve ark., 2015). Azman (2017) yonca silajına meşe palamudu katılmasının silaj

fermentasyonu ve aerobik stabilite üzerine etkisini belirlemek üzere bir çalışma yapmıştır. Laboratuvar tipi kavanozlara yoncanın kuru madde düzeyine göre %5, 10 ve 20'lik konsantrasyonlarda meşe palamudu karıştırılmış, sıkıştırılarak doldurulup ağız hava almayacak şekilde kapatılmıştır. Çalışmada biri kontrol, üçü deneme olmak üzere 4 grup bulunmaktadır. Her grup için toplam 48 kavanoz silaj hazırlanıp, oda sıcaklığında (20-28°C) fermente olmaya bırakılmıştır. Çalışma düzeni kurulduktan sonraki 4, 8, 12 ve 60. günlerde her gruptan 3'er kavanoz açılarak kimyasal ve mikrobiyolojik analizler için örnek alınmıştır. Sonuç olarak yonca silajına meşe palamudunun katılmasının silaj kuru madde düzeyini kısmen artırdığı fakat fermentasyon üzerine olumlu veya olumsuz bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Bunun sebebinin silaja katılmak üzere seçilen İran palamut meşesinin (*Quercus brantii* lindley), diğer meşe palamutlarına göre tanen içeriği daha düşük olması ve bu nedenle fermentasyon üzerine etkisiz kalmış olabileceği şeklinde belirtilmiştir (Azman, 2017).

Jayanegara ve arkadaşları (2019) birçok çalışmanın incelendiği bir meta analizde silajda tanen kullanımının bütirik asit konsantrasyonunda azalmaya neden olduğunu, buna bağlı olarak da tanenlerin klostridia üremesini kontrol altına aldığını ifade etmişlerdir. Tanenlerin bitki ve mikrobiyal proteinazları etkileyerek yem proteinleri ile bileşikler oluşturarak silaj proteolizisini önleyebileceği, ayrıca silaj pH'sında ve laktat üzerine bir değişim sağlamaması nedeniyle fermentasyona herhangi bir olumsuz katkısının olmayacağı belirtilmiştir (Jayanegara ve ark., 2019).

Beck ve arkadaşları (2019) rasyonla oluşan fazla miktardaki serbest amonyak azotunun hayvan ve çevreye olan etkilerini azaltmak için yaptıkları bir çalışmada, deniz yosunu ekstraktının farklı dozlarını ve quebracho tanenini *in vitro* sindirim düzeneğinde test etmişlerdir. Araştırmada Yeni Zelanda'ya has bir deniz yosunu ile quebracho tanenlerini serbest amonyak azotunu azaltmak için kullanmışlardır. Denemenin *in vitro* aşamasının inokulumu laktasyonda olmayan rumen fistüllü 4 baş Holştayn Jersey meleziinden alınmıştır. Deneme gruplarını hiçbir uygulama yapılmamış kontrol grubu, birer kg taze biçilmiş ryegrass otuna 0, 2, 9.5, 31.5 mikrolitre deniz yosunu ekstraktı eklenmiş gruplar ile deniz yosunu olan gruplara 4 mg ve 10 mg tanen eklenen gruplar oluşturmuştur. Tanenlerin bu kadar düşük dozda kullanılmasının nedeninin tanen etkinliğinin belirlenmeye çalışılmasından ziyade deniz yosunu ile olacak olası sinerjik etkileri belirlemek için yapıldığı belirtilmiştir. Sonuç olarak düşük miktarda deniz yosununun kullanımı rumen serbest amonyak azotunu azalttığı, fakat tanenlerle beraber kullanıldığında etkisini gösteremediği ifade edilmiştir (Beck ve ark., 2019). Kaba yem olarak ülkemizde ve dünyada sıkça tercih edilen yonca kurutulmuş balya yapılmakta veya silolanarak silaj haline getirilerek

saklanmaktadır. Yonca hayvanlar tarafından sevilerek tüketilen bir bitki olup, protein oranının yüksek, selüloz oranının düşük olduğu dönem olan çiçeklenme başı hasat edilir, bu nedenle yüksek proteinli ve sulu bir yapıya sahiptir. Protein içeriği nedeniyle silolama sonrasında proteolize uğrar ve sahip olduğu proteine bağlı azotun yaklaşık %88 kadarı protein tabiatında olmayan azotlu bileşiklere (NPN) dönüşür. Bu durum silajın protein düzeyinin azalmasına neden olur (Ohshima ve McDonald, 1978; Getachew ve ark., 2006). Ke ve arkadaşları (2022) yonca silajına ayrı ayrı kondanse ve hidrolize tanenleri katarak silaj kalitesinde bakteri popülasyonuna ve protein bozulumuna olan etkilerini incelemişlerdir. Erken çiçeklenme döneminde biçilen yoncayı %35 kuru madde oluncaya kadar soldurmuşlardır. Hidrolize tanen olarak ticari bir markanın saflaştırılmış kestane taneni, kondanse tanen olarak da yine ticari bir markanın şarap endüstrisi için ürettiği saflaştırılmış üzüm taneni kullanılmıştır. İki farklı tanen türünün bakteri popülasyonu üzerine olan etkileri incelenmiş hidrolize olabilen tanenlerin laktik asit bakterilerinin sayısını azalttığını enterococcus bakterilerini arttırdığını tespit edilmiştir. Kondanse tanen kullanılan muamele gruplarında ise tam tersi bir durum söz konusu olmuştur. Bakteri varlığı üzerine farklı etkiler gösterse de protein korunumu için iki tanen türünün de etkili olduğu bildirilmiştir (Ke ve ark., 2022). Yine aynı şekilde Chen ve arkadaşları (2022) yonca silajına mazı taneni ve *Lactobacillus plantarum* kullanarak yaptıkları bir çalışmada, in vitro ruminal metan üretimi ve mikrobiyota üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Yonca silajına mazı taneni ve *L. plantarum* ayrı ayrı veya birlikte katılarak deneme grupları oluşturulmuş, 60 günlük bir fermentasyona tabi tutulmuştur. Katkı yapılmış bütün gruplarda metan üretimi azalmış ve propiyonik asit miktarında ve *Fibrobacter succinogenes* sayılarında artış görüldüğü bildirilmiştir. Sadece *Lactobacillus plantarum* eklenen grupta sellobiaz, pektinaz ve proteaz aktivitelerini ve *Prevotella ruminicola* sayısında artış bulunmuştur. Mazı tanenin tek başına 50 g/kg/KM yüksek doz şeklinde kullanıldığı grupta ruminal fermentasyona inhibitör etki gösterdiği ve baskın rumen mikroorganizmalarını inhibe ettiği belirtilmiştir. Daha önemli sonuçlar bakteri ve mazı tanenin birlikte eklendiği grupta *Rumincoccus flavefaciens* ve *Prevotella ruminicola* sayısının yanı sıra pektinaz ve proteaz aktivitelerinde artış görülmüş; bu değişimlerin yüksek doz mazı taneni eklenen grupta olumsuz parametreler üzerinde düzenleyici etkileri olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonucunda araştırmacılar silajlara tanen ile birlikte probiyotik bakteri katılmasını önermişlerdir (Chen ve ark., 2022). Hayvan beslemenin esas amacı hayvanı en ekonomik şartlarda besleyerek en fazla verimi elde etmektir. Bunun yanı sıra doğaya karşı saygılı davranmalı ve metan emisyonu düşürülmelidir. Metan emisyonu düşürme işlemleri rasyon

manipülasyonları ile yapılabildiği gibi katkı maddeleri ile dışkınn muamele edilmesi ile de gerçekleştirilebilir.

Son yıllarda artan karbon ayak izimiz dünya iklim krizini daha da derinleştirmektedir. Sadece Avrupa kıtasının amonyak emisyonun % 90'ı tarım endüstrisinden ve bu verinin % 41'i ise besi sığırı yetiştiriciliğinden kaynaklanmaktadır (Erisman ve ark., 2008; Paulot ve ark., 2014).

Yue Wang ve arkadaşları (2018) yaptıkları hesaplamalara göre bir besi sığırının hayvan başına yıllık sera gazı salınımının 50 kg amonyak olduğunu belirtmişlerdir (Yue Wang ve ark., 2018). Amonyak buharlaştıktan sonra atmosfere azot oksit (NOx) olarak dağılır. Azot oksit atmosferin sahip olduğu azot dengesinde dengesizlik yaratır ve küresel ısınmaya katkıda bulunur (Gronwald ve ark., 2018). Küresel ısınmaya katkıları kıyaslandığında, amonyağın CO<sub>2</sub>'den 265 kat daha tehlikeli olduğu bildirilmiştir. Çünkü amonyak, sera gazlarının en tehlikelisi olan azot oksit habercisidir (Ravishankara ve ark., 2009; Zhu ve ark., 2018). Amonyak sadece hava kirliliğinin değil, karıştığı su ekosisteminde plankton ve alg varlığının kontrolsüzce artarak kokuşma (ötrofikasyon-alg patlaması) (Bergström ve Jansson, 2006), toprakta ise asitleşmeye ve kirliliğe neden olmaktadır (Song ve ark., 2016). Avrupa Çevre Ajansı (EU-25) ve taraf ülkeler 2030 yılına kadar 2005 sera gazı üretim verilerini baz alarak tarım endüstrisi kaynaklı karbon ayak izini %30 azaltacağını taahhüt etmiştir (Sepperer ve ark., 2020). Tanenler son yıllarda artan bir taleple mobilya sektöründen, kimya sanayisine kadar çok çeşitli bir kullanım alanına sahip olmuştur. Sepperer ve arkadaşları (2020) tanen ve tanen bazlı sıvı çözeltilerinin amonyak absorpsiyonunu belirlemek için bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Adsorbanlar için mimoza ve kestane taneni kullanılarak kondanse ve hidrolize iki farklı tanen türü denenmiş, çalışmanın amonyak kaynağı olan dışkı özel bir işletmeden temin edilmiştir. Temin edilen malzemeler ile tanen jeli ve tanen-furanik köpük üretilmiştir. Köpük için tanen müstahzarı (%42), furfural alkol (%26), su (%8), köpürtme maddesi (%6) ve sülfürik asit katalizörü (%18, %32 yoğunluk) karıştırılmış ve sıcak preste işlenmiştir. Tanen-jel için tanen müstahzarı, seyreltilmiş sülfürik asit ile karıştırılarak 2 saat boyunca 90°C'de reaksiyona tabi tutulmuştur. Mimoza tanen bazlı adsorbanların, her iki deneyde de kestane tanenine göre kabaca %10 daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu sonuçlar, tanenlerin ve tanen bazlı ürünlerin amonyağı bağlamak için uygun adsorbanlar olarak kullanılabileceğini göstermekte; karbon ayak izimizi azaltmak ve Avrupa Birliği'nin tarımsal amonyak emisyon hedeflerini gerçekleştirmek için alternatif bir yol sunmaktadır. Amonyak emisyonunun azaltılması üzerindeki uzun vadeli etkileri araştırmak ve tanen bazlı adsorbanlar ile oluşturulan komplekslerin toprak azotunun dönüşüm sürecinin daha iyi anlaşılması için ileri

düzey çalışmalara ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (Sepperer ve ark., 2020).

## SONUÇ

Son zamanlarda dünya literatüründe ve hayvan besleme bilimi içerisinde, kalıntı bırakmayan katkı maddelerinin kullanımının önemi daha iyi anlaşılmıştır. İncelenen literatürler ışığında elde edilen çıkarımlar şunlardır;

- Hayvan besleme uygulamalarında insan gıdası olarak kullanılmayacak ürünlerin rasyonlarda kullanımları yaygınlaştırılmalı, bu ürünlerin fayda ve zararları paylaşarak bilgi havuzu oluşturulmalıdır.
- Ruminantların beslenmesinde maliyetin düşürülmesi ve kazandığı probiyotik özellikleri nedeni ile sağlığın korunmasında büyük etkileri olan silajların kalitesinin artırılmasının et, süt üretimine ve işletme karlılığına doğrudan olumlu etkiler sağlayacağı düşünülmektedir.
- Tanen bileşiklerinin silajlarda kullanımı silaj kalitesini arttırabilir. Fakat kullanılacak olan katkı maddeleri ister bitki özütleri ister tanenler, saponinler, esansiyel yağlar veya enzimler olsun yem katkı maddesi olarak kullanılmadan önce doz/yanıt değerlendirilmesi yapılmalıdır. Bu nedenle tanen bileşiklerinin silajlarda kullanımı ile ilgili daha detaylı çalışmalar yapılarak güvenli kullanım dozları tespit edilmelidir.
- Yemlere katılacak bütün katkı maddelerinin yüksek dozları toksik etkiler gösterebilmektedir. Bu nedenle tanen bakımından zengin yemler başta anemi ve konstipasyon olmak üzere yem tüketiminin azalması, yemden yararlanma oranında düşüş ve vitamin mineral emiliminde bozulmaya neden olacaktır.
- Son dönemde etkileri ciddi bir şekilde hissedilen küresel ısınma ve sonucunda gelişen gıda krizinin çözümünde doğal katkı maddeleri uygulamaları daha önemli bir yer edinecektir. Yeni yaklaşımlarda metan gibi sera gazlarının azaltılması ve amonyak kaynaklarının bertaraf edilmesi gibi ileri işlemlerde tanenlerin kullanılabilmesi öngörülmektedir.

Sonuç olarak, tanenlerin hayvan beslemede giderlerin azaltılması, silajların kalitesinin artırılması, proteolizisten korunma için kullanım potansiyelinin bulunduğu; ancak tanenlerin hayvanlar üzerindeki fayda ve zararlarının belirlenebilmesi için daha fazla araştırmanın gerekli olduğu düşünülmektedir.

## Çıkar Çatışması

Araştırmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## Yazar Katkıları

**Plan, tasarım:** OKB, MAA; **Yazım ve eleştirel değerlendirme:** OKB, MAA.

## KAYNAKLAR

- Akbay, F., Erol, A., ve Kamalak, A. (2020). Farklı hasat döneminin çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) otunun kimyasal bileşimi, metan üretimi ve kondense tanen içeriği üzerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 3(6), 1663–1668. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.688749>
- Akiyama, H., Fujii, K., Yamasaki, O., Oono, T., ve Iwatsuki, K. (2001). Antibacterial action of several tannins against *Staphylococcus aureus*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 48(4), 487–491. <https://doi.org/10.1093/jac/48.4.487>
- Aydın, A., ve Üstün, F. (2007). Tanenler. Kimyasal yapıları, farmakolojik etkileri, analiz yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 33(1), 21–31.
- Azman, M. A. (2017). The effect of the acorn supplementation on alfalfa siage fermentation. *Balıkesir Health Sciences Journal*, 6(3), 118–131. <https://doi.org/10.5505/bsbd.2017.40855>
- Barry, T. N., ve McNabb, W. C. (1999). The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *British Journal of Nutrition*, 81(4), 263–272. <https://doi.org/10.1017/s0007114599000501>
- Beauchemin, K. A., Kreuzer, M., O'Mara, F., ve McAllister, T. A. (2008). Nutritional management for enteric methane abatement: A review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48(1–2), 21–27. <https://doi.org/10.1071/EA07199>
- Beck, M. R., Al-Marashdeh, O., ve Gregorini, P. (2019). Low levels of a seaweed (*Ecklonia radiata*) extract alter in vitro fermentation products but not in combination with quebracho (*Schinopsis quebracho-colorado*) tannins. *Applied Animal Science*, 35(5), 476–481. <https://doi.org/10.15232/aas.2019-01892>
- Bergström, A. K., ve Jansson, M. (2006). Atmospheric nitrogen deposition has caused nitrogen enrichment and eutrophication of lakes in the northern hemisphere. *Global Change Biology*, 12(4), 635–643. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01129.x>
- Bhat, T. K., Singh, B., ve Sharma, O. P. (1998). Microbial degradation of tannins - A current perspective. *Biodegradation*, 9(5), 343–357. <https://doi.org/10.1023/A:1008397506963>
- Bolsen, K., Ashbell, G., ve Weinberg, Z. (1996). Silage fermentation and silage additives. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 9(5), 483–493. <https://doi.org/https://doi.org/10.5713/ajas.1996.483>
- Carpintero, C., Henderson, A., ve McDonald, P. (1979). The effect of some pre-treatments on proteolysis during the ensiling of herbage. *Grass and Forage Science*, 34(4), 311–315. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1979.tb01483.x>
- Chen, L., Bao, X., Guo, G., Huo, W., Li, Q., Xu, Q., Wang, C., ve Liu, Q. (2022). Evaluation of gallnut tannin and *Lactobacillus plantarum* as natural modifiers for alfalfa silage: Ensiling characteristics, in vitro ruminal methane production, fermentation profile and microbiota. *Journal of Applied Microbiology*, 132(2), 907–918. <https://doi.org/10.1111/jam.15246>



- Coblentz, W. K., ve Akins, M. S. (2018). Silage review: Recent advances and future technologies for baled silages. *Journal of Dairy Science*, *101*(5), 4075–4092. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13708>
- D’Mello, J. P. F., Duffus, C. M., ve Duffus, J. H. (1991). Toxic Substances in Crop Plants. In *Toxic Substances in Crop Plants*. <https://doi.org/10.1533/9781845698454>
- Deaville, E. R., Givens, D. I., ve Mueller-Harvey, I. (2010). Chestnut and mimosa tannin silages: Effects in sheep differ for apparent digestibility, nitrogen utilisation and losses. *Animal Feed Science and Technology*, *157*(3–4), 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.02.007>
- Dijkstra, J., Oenema, O., van Groenigen, J. W., Spek, J. W., van Vuuren, A. M., ve Bannink, A. (2013). Diet effects on urine composition of cattle and N<sub>2</sub>O emissions. *Animal: An International Journal of Animal Bioscience*, *7 Suppl 2*, 292–302. <https://doi.org/10.1017/S1751731113000578>
- Erisman, J. W., Bleeker, A., Hensen, A., ve Vermeulen, A. (2008). Agricultural air quality in Europe and the future perspectives. *Atmospheric Environment*, *42*(14), 3209–3217. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2007.04.004>
- Getachew, G., Depeters, E. J., Pittroff, W., Putnam, D. H., ve Dandekar, A. M. (2006). Does protein in alfalfa need protection from rumen microbes? *Professional Animal Scientist*, *22*(5), 364–373. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31129-3](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31129-3)
- Goel, G., Puniya, A. K., Aguilar, C. N., ve Singh, K. (2005). Interaction of gut microflora with tannins in feeds. *Naturwissenschaften*, *92*(11), 497–503. <https://doi.org/10.1007/s00114-005-0040-7>
- Gronwald, M., Helfrich, M., Don, A., Fuß, R., Well, R., ve Flessa, H. (2018). Application of hydrochar and pyrochar to manure is not effective for mitigation of ammonia emissions from cattle slurry and poultry manure. *Biology and Fertility of Soils*, *54*(4), 451–465. <https://doi.org/10.1007/s00374-018-1273-x>
- Haslam, E., ve Cai, Y. (1994). Plant polyphenols (Vegetable tannins): Gallic acid metabolism. *Natural Product Reports*, *11*, 41–66. <https://doi.org/10.1039/NP9941100041>
- Hervás, G., Frutos, P., Giráldez, F. J., Mantecón, Á. R., ve Álvarez Del Pino, M. C. (2003). Effect of different doses of quebracho tannins extract on rumen fermentation in ewes. *Animal Feed Science and Technology*, *109*(1–4), 65–78. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00208-6](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00208-6)
- Huang, R., Zhang, F., Wang, T., Zhang, Y., Li, X., Chen, Y., ve Ma, C. (2022). Effect of intrinsic tannins on the fermentation quality and associated with the bacterial and fungal community of sainfoin silage. *Microorganisms*, *10*(5). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10050844>
- Huhtanen, P., Rinne, M., ve Nousiainen, J. (2008). Effects of silage soluble nitrogen components on metabolizable protein concentration: A meta-analysis of dairy cow production experiments. *Journal of Dairy Science*, *91*(3), 1150–1158. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0323>
- Jayanegara, A., Goel, G., Makkar, H. P. S., ve Becker, K. (2015). Divergence between purified hydrolysable and condensed tannin effects on methane emission, rumen fermentation and microbial population in vitro. *Animal Feed Science and Technology*, *209*, 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.08.002>
- Jayanegara, A., Sujarnoko, T. U. P., Ridla, M., Kondo, M., ve Kreuzer, M. (2019). Silage quality as influenced by concentration and type of tannins present in the material ensiled: A meta-analysis. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *103*(2), 456–465. <https://doi.org/10.1111/jpn.13050>
- Kamalak, A. (2007). Kondense tanenin olumsuz etkilerini azaltmak için kullanılan katkı maddeleri ve yemlere uygulanan işlemler. *KSU Journal of Science and Engineering*, *10*(2), 144–150. <http://acikerisim.ksu.edu.tr:8080/xmlui/handle/ksu/271>
- Kashiwada, Y., Nonaka, G. I., Nishioka, I., Chang, J. J., ve Lee, K. H. (1992). Antitumor agents, 129. Tannins and related compounds as selective cytotoxic agents. *Journal of Natural Products*, *55*(8), 1033–1043. <https://doi.org/10.1021/np50086a002>
- Ke, W., Zhang, H., Li, S., Xue, Y., Wang, Y., Dong, W., Cai, Y., ve Zhang, G. (2022). Influence of condensed and hydrolysable tannins on the bacterial community, protein degradation, and fermentation quality of alfalfa silage. *Animals*, *12*(7). <https://doi.org/10.3390/ani12070831>
- Khanbabaee, K., ve van Ree, T. (2001). Tannins: Classification and definition. *Natural Product Reports*, *18*(6), 641–649. <https://doi.org/10.1039/b1010611>
- Min, B., ve Hart, S. (2003). Tannins for suppression of internal parasites. *Journal of Animal Science*, *81*(14\_suppl\_2), E102–E109. [www.asas.org/symposia/03esupp2/jas2418.pdf%5Cnhttp://dx.doi.org/2003.8114\\_suppl\\_2E102x](http://www.asas.org/symposia/03esupp2/jas2418.pdf%5Cnhttp://dx.doi.org/2003.8114_suppl_2E102x)
- Min, B. R., Attwood, G. T., Reilly, K., Sun, W., Peters, J. S., Barry, T. N., ve McNabb, W. C. (2002). Lotus corniculatus condensed tannins decrease in vivo populations of proteolytic bacteria and affect nitrogen metabolism in the rumen of sheep. *Canadian Journal of Microbiology*, *48*(10), 911–921. <https://doi.org/10.1139/w02-087>
- Min, B. R., Barry, T. N., Attwood, G. T., ve McNabb, W. C. (2003). The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: A review. *Animal Feed Science and Technology*, *106*(1–4), 3–19. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00041-5](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00041-5)
- Mueller-Harvey, I. (2006). Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *86*, 2010–2037. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jsfa.2577>
- Nishimura, H., Nonaka, G. I., ve Nishioka, I. (1986). Scyllo-quercitol gallates and hexahydroxydiphenolates from quercus stenophylla. *Phytochemistry*, *25*(11), 2599–2604. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)84517-3](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)84517-3)
- Nonaka, G., Nishimura, H., ve Nishioka, I. (1985). Tannins and related Compounds. Part26. Isolation and structures of stenophyllanins A, B, and C, novel tannins from Quercus stenophylla. *Journal Chemical Society Perkin Trans.*, *1*(4), 163.

- Ohshima, M., ve McDonald, P. (1978). A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 29(6), 497–505. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740290602>
- Paulot, F., Jacob, D. J., Pinder, R. W., Bash, J. O., Travis, K., ve Henze, D. K. (2014). Ammonia emissions in the United States, european union, and China derived by high-resolution inversion of ammonium wet deposition data: Interpretation with a new agricultural emissions inventory (MASAGE\_NH3). *Journal of Geophysical Research*, 119(7), 4343–4364. <https://doi.org/10.1002/2013JD021130>
- Rajasekar, N., Sivanantham, A., Ravikumar, V., ve Rajasekaran, S. (2021). An overview on the role of plant-derived tannins for the treatment of lung cancer. *Phytochemistry*, 188(April), 112799. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2021.112799>
- Rajasekaran, S., Rajasekar, N., ve Sivanantham, A. (2021). Therapeutic potential of plant-derived tannins in non-malignant respiratory diseases. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 94, 108632. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2021.108632>
- Ravishankara, A. R., Daniel, J. S., ve Portmann, R. W. (2009). Nitrous oxide (N<sub>2</sub>O): The dominant ozone-depleting substance emitted in the 21st century. *Science*, 326(5949), 123–125. <https://doi.org/10.1126/science.1176985>
- Reed, J. (1995). Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *Journal of Animal Science*, 73(5), 1516–1528. <https://doi.org/10.2527/1995.7351516x>
- Rinne, M., Nousiainen, J., ve Huhtanen, P. (2009). Effects of silage protein degradability and fermentation acids on metabolizable protein concentration: A meta-analysis of dairy cow production experiments. *Journal of Dairy Science*, 92(4), 1633–1642. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1429>
- Salawu, M. B., Acamovic, T., Stewart, C. S., Hvelplund, T., ve Weisbjerg, M. R. (1999). The use of tannins as silage additives: effects on silage composition and mobile bag disappearance of dry matter and protein. *Animal Feed Science and Technology*, 82(3–4), 243–259. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(99\)00105-4](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(99)00105-4)
- Scalbert, A. (1991). Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*, 30(12), 3875–3883. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(91\)83426-L](https://doi.org/10.1016/0031-9422(91)83426-L)
- Sepperer, T., Tondi, G., Petutschnigg, A., Young, T. M., ve Steiner, K. (2020). Mitigation of ammonia emissions from cattle manure slurry by tannins and tannin-based polymers. *Biomolecules*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/biom10040581>
- Silanikove, N., Nitsan, Z., ve Perevolotsky, A. (1994). Effect of a daily supplementation of polyethylene glycol on intake and digestion of tannin-containing leaves (cerutoni siliquu) by sheep. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 2844–2847.
- Song, H., Che, Z., Cao, W., Huang, T., Wang, J., ve Dong, Z. (2016). Changing roles of ammonia-oxidizing bacteria and archaea in a continuously acidifying soil caused by over-fertilization with nitrogen. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(12), 11964–11974. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6396-8>
- Szczurek, A. (2021). Perspectives on tannins. *Biomolecules*, 11(3), 1–3. <https://doi.org/10.3390/biom11030442>
- Tabacco, E., Borreani, G., Croveto, G. M., Galassi, G., Colombo, D., ve Cavallarin, L. (2006). Effect of chestnut tannin on fermentation quality, proteolysis, and protein rumen degradability of alfalfa silage. *Journal of Dairy Science*, 89(12), 4736–4746. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72523-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72523-1)
- Tölü, C., Akbağ, Hİ., Yurtman, İ., ve Savaş, T. (2020). Türkiye’de organik hayvancılık: felsefe ve uygulama. *Hayvansal Üretim*, 61(1), 73–81. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.675699>
- Waghorn, G. C., Ulyatt, M. J., John, A., ve Fisher, M. T. (1987). The effect of condensed tannins on the site of digestion of amino acids and other nutrients in sheep fed on Lotus corniculatus L. *British Journal of Nutrition*, 57(1), 115–126. <https://doi.org/10.1079/bjn19870015>
- Wang, Yue, Li, X., Yang, J., Tian, Z., Sun, Q., Xue, W., ve Dong, H. (2018). Mitigating greenhouse gas and ammonia emissions from beef cattle feedlot production: A system meta-analysis. In *Environmental Science and Technology* (Vol. 52, Issue 19). <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02475>
- Wang, Yuxi, Waghorn, G. C., Barry, T. N., ve Shelton, I. D. (1994). The effect of condensed tannins in Lotus corniculatus on plasma metabolism of methionine, cystine and inorganic sulphate by sheep. *British Journal of Nutrition*, 72(6), 923–935. <https://doi.org/10.1079/bjn19940096>
- Yaylak, E., ve Kaya, A. (2001). Sığır yetiştiriciliğinde tüm yem besisi. *Hayvansal Üretim*, 42(2), 15–24.
- Yoshida, T., Ohbayashi, H., Ishihara, K., Ohwashi, W., Haba, K., Okano, Y., Shingu, T., ve Okuda, T. (1991). Tannins and related polyphenols of melastomataceous plants. *Chemical Pharmaceutical Bulletin*, 19(9), 2233.
- Zhu, M., Lai, J. K., ve Wachs, I. E. (2018). Formation of N<sub>2</sub>O greenhouse gas during SCR of NO with NH<sub>3</sub> by supported vanadium oxide catalysts. *Applied Catalysis B: Environmental*, 224, 836–840. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2017.11.029>