



Mısır ve Buğday Glütenuinin Ruminant Beslemede Kullanımı

Use of Corn and Wheat Gluten in Ruminant Nutrition

Mazhar Burak CAN* 0000-0001-5248-1369

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Erzurum.

ÖZET

Hayvancılık temel ürünleri (et, süt ve yumurta) hızla artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılamasının yanı sıra elde edilen yan ürünler tekstil, deri ve sanayi sektörlerine kaynak sağlamaktadır. Son yıllarda yem hammaddelerinden rendering ürünlerin (kan unu, et unu, kemik unu vb.) yasaklanmasından sonra bitkisel kökenli protein kaynaklarının önemi artmıştır. Hayvansal ürünlere talebin artmasına bağlı olarak yem üretimi de doğrusal yönlü artış göstermektedir. Soya küspesi, ayçiçeği küspesi, kolza küspesi ve aspir küspesi gibi protein oranı yüksek ve güvenilir bitkisel kaynaklar sıklıkla hayvan beslemede kullanılmaktadır. Ancak bitkisel kökenli protein kaynaklarının kısıtlı olması hem mevcut kaynakların hızla tükenmesine hem de alternatif protein kaynak arayışına neden olmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de protein kaynağı yem hammaddelerinin başında soya küspesi, ayçiçeği küspesi, pamuk tohumu küspesi ve mısır glütenui gelmektedir. Ayçiçeği küspesi ülkemizde yaygın şekilde üretilmesine rağmen aminoasit profili yüksek verim özelliğine sahip hayvanların protein ihtiyacını karşılayacak seviyede olmadığı için özellikle soya küspesi gibi protein kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Soya küspesi protein ve lizin bakımından zengin, biyolojik değerliliğinin yüksek olması nedeniyle büyükbaş, küçükbaş, kanatlı ve pet hayvanlarının beslenmesinde önemli bir protein kaynağıdır. Fakat ülkemizde toprak, iklim ve coğrafi koşullar buğday ve mısır gibi birçok ürünün yetiştirilmesi için uygun olmasına rağmen ortam şartlarına yeterli adaptasyon sağlayamadığı için soya bitkisi üretimi yetersiz kalmaktadır. Buğday, mısır, arpa ve çavdar gibi tahıl tanelerinin işlenerek nişasta, kabuk ve diğer kısımlarının ayrılması ile geride kalan protein yapısındaki maddeler glütenui yapılarını oluşturmaktadır. Hayvancılık işletmelerinin giderlerinin ortalama %60-70'ini yem masrafları oluşturmaktadır. Yem hammaddelerinin kalitesi hayvanların tüketimi sonucunda performans parametrelerindeki değişimlerle ortaya çıkmaktadır. Bu makalenin amacı mısır ve buğday glütenuinin ruminantlarda kullanımı ile ilgili bilgileri derlemektir.

Anahtar kelimeler: Mısır, buğday, glütenui, ruminant, besleme.

ABSTRACT

Livestock basic products (meat, milk, and eggs) meet the food needs of the rapidly increasing world population, as well as the by-products obtained provide resources to the leather, textile, and industrial sectors. In recent years, after the prohibition of rendering products (blood meal, meat meal, bone meal, etc.) in feed raw materials, the importance of plant-based protein sources has increased. Depending on the increase in demand for animal products, feed production also shows a linear increase. Reliable and high plant sources of protein such as soybean meal, sunflower meal, rapeseed meal, and safflower meal are frequently used in animal nutrition. However, the limited sources of plant-based protein cause both the rapid depletion of existing sources and the search for alternative protein sources. Soybean meal, sunflower meal, cottonseed meal, and corn gluten are the leading feed raw materials as protein sources in our country, as well as all over the world. Although sunflower meal is widely produced in our country, protein sources such as soybean meal are needed because their amino acid profile is not at a level to meet the protein needs of high-productive animals. Soybean meal is an important protein source in the nutrition of cattle, ovine, poultry, and pet animals due to its high biological value and rich in protein and lysine. However, although the soil, climate, and geographical conditions in our country are suitable for the cultivation of many products such as wheat and corn, soybean plant production is insufficient because it cannot provide sufficient adaptation to environmental conditions. The gluten structure is formed by the processing of grains such as wheat, corn, barley, and rye, and the separation of starch, shell, and other parts, and the remaining protein-like substances. Feed costs constitute 60-70% of the expenses of livestock enterprises. The quality of feed raw materials is revealed by the changes in performance parameters as a result of the consumption of animals. The purpose of this article is to compile information about the use of corn and wheat gluten in ruminants.

Keywords: Corn, wheat, gluten, ruminant, nutrition.

Geliş tarihi (Received): 23.07.2023 Kabul tarihi (Accepted): 05.01.2024

*Sorumlu yazar (correspondence): drmazharburakcan@gmail.com

Atf: Can, M.B. 2023. Mısır ve buğday glüteninin ruminant beslemede kullanımı. *Hayvansal Üretim* 64(2): 93-102. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1331751>

Citation: Can, M.B. 2023. Use of corn and wheat gluten in ruminant nutrition. *Journal of Animal Production* 64(2): 93-102. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1331751>

GİRİŞ

Geçmişten günümüze insanların beslenme alışkanlığının zamanla değişmesine rağmen tahıl ürünleri halen en önemli besin kaynağını oluşturmaktadır. Tahıllar aynı zamanda çiftlik hayvanlarının da beslenmesinde kullanılan bitkisel kaynaklı hammaddelerin temelini oluşturmaktadır. Yağlı tohumlar ise yem üretimi, arı yetiştirme, ilaç, kozmetik, dezenfektan ve biyodizel üretimi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Ayçiçeği, soya, kolza ve aspir gibi yağlı tohumlu bitkilerde yağın ayrıştırılması sonucu geriye kalan küspede hem protein oranının yüksek hem de esansiyel aminoasit içeriğinin zengin olması hayvan beslemede önemini artırmaktadır. Ülkemizde en fazla yetiştirilen yağlı tohum bitkisi ayçiçeğidir. Ancak soya küspesi diğer yağlı tohumlara kıyasla sindirilebilirlik düzeyi, lezzet ve aminoasit profili yönünden daha yüksek biyolojik değeriyle sahiptir. Bu nedenle hayvan beslemede soya küspesi kullanımı öne çıkmasına rağmen üretim miktarı çok düşük olduğundan kaliteli yem ihtiyacını karşılayabilmek için ithal edilmektedir. Geçmiş yıllarda protein oranını dengelemek için kullanılan rendering ürünlerin yasaklanması ile özellikle yağlı tohum ve küspelerin hayvan beslemede kullanım miktarlarında artış meydana gelmiştir (İpçak ve ark., 2018). Nüfus artışı ile beraber hayvansal ürün ihtiyacının karşılanması için ucuz ve güvenilir, protein oranı yüksek bitkisel kaynaklı yem hammaddelerinin arayışı hız kazanmıştır.

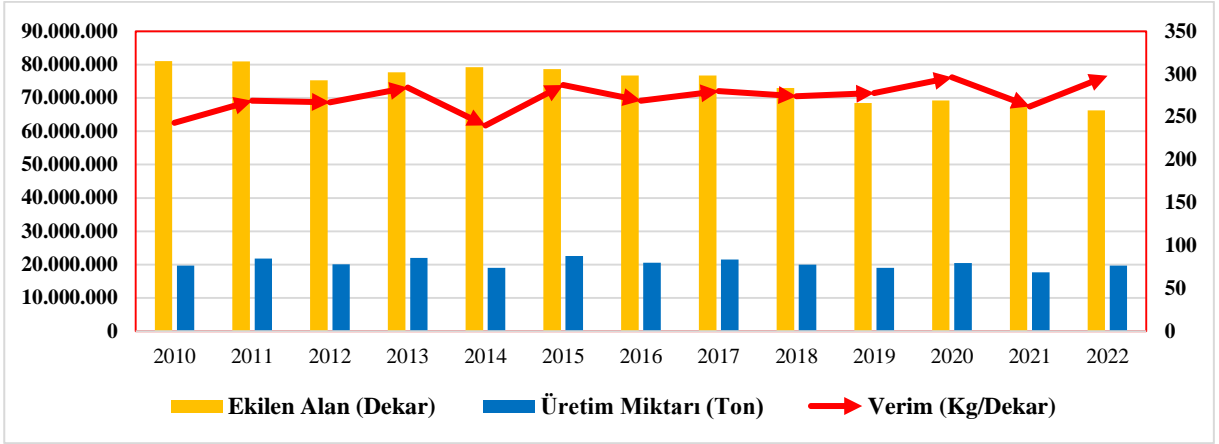
En eski proteinlerden biri olduğu bilinen glüten, 1745 yılında Jacopo Beccari'nin "De Frumento" adlı makalesinde incelenmesinin ardından kimyagerler tarafından unlu mamullerdeki rolü önem kazanmıştır (Beccari, 1745'e atfen Bailey, 1941). Küresel dünyada glüten içerikli gıdalar yaygın şekilde tüketime sunulmakta olup özellikle ılıman iklim bölgesinde yer alan insanlar için temel besin öğelerinin üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır (Kızılaslan, 2004; Peng ve ark., 2011). Glüten, buğday, mısır, arpa ve çavdar gibi tahıl tanelerinin işlenmesinden sonra nişasta ve diğer kısımlarının ayrılması sonucu geride kalan protein yapısındaki maddelerdir. Buğday ununda yer alan glüten proteinleri ekmek, makarna, unlu mamuller ve

fırıncılık ürünlerinin en önemli öğesidir. Ancak mısır glüteninin fonksiyonel yapısı çok farklıdır. Ticaret sektöründe mısır nişastasının izole edilmesinden sonra kalan protein kompleks bileşikleri için de glüten terimi kullanılmaktadır. Glüten depo proteini olarak fonksiyon göstermekte olup arpada "Hordein", çavdarda "Secalin", yulafta "Avenin", mısırdaki ise "Zein" gibi farklı isimler almaktadır (Shewry, 2019). Glüten gıdalarda katkı maddesi olarak bağlayıcı, ısıya dayanıklı ve uzatıcı fonksiyona sahip olduğundan kritik öneme sahiptir. Glütenin gıdalarda yüksek su tutma kapasitesi ve suyu hızlı bir şekilde absorbe etme yeteneği daha uzun raf ömrü ve verim artışı sağlamaktadır. Aynı zamanda gıda ürünlerinde son ürün kalitesinin belirlenmesi ve ekmeğin mayalanması esnasında ortaya çıkan karbondioksitin tutulmasını sağlayan viskoelastik özellik gibi birçok farklı işleve sahiptir (Dizlek, 2013).

Buğday Glütene

Buğday insan gıdası olarak kullanılmasının yanı sıra yem sektörünün de temelini oluşturmaktadır. Birçok çeşidi bulunan buğdayın farklı iklim ve toprak koşullarında yetiştirilebilmesi hemen hemen her coğrafyada tarımının yapılabilmesini sağlamaktadır. Buğday küresel ölçekte ve ülkemizde ekonomik, beslenme, sosyal ve kültürel yönden önemli bir tarla bitkisidir. Dünya nüfusunun besin ihtiyacının yaklaşık %35'ini, günlük kalorisinin ise %20'sini karşılamaktadır (Kaya ve ark., 2015). Dünya çapında buğday glütene üretimi 1980-2008 yılları arasında 10 kat artarak 850 000 tona ulaşmıştır. Bu miktar üretim için, dünyadaki yıllık buğday üretiminin yaklaşık %1-2'si kullanılmaktadır. Ancak glüten üretimi için kullanılan buğdayın yüzdesi coğrafi bölgeler ve ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Mesela Avustralya'da elde edilen buğday ununun yaklaşık %26'sı glüten üretimi için kullanılmaktadır (Day, 2011). Avustralya aynı zamanda önemli bir glüten ihracatçısıdır (Boland ve ark., 2005).

Ülkemizde buğdayın son 10 yıla ait ekilen alan (dekar), üretim miktarı (ton) ve verim (kg/dekar) istatistikleri Şekil 1'de verilmiştir (TÜİK, 2023).



Şekil 1. Türkiye’de son 10 yıla ait buğday üretim ve verim grafiği (TÜİK, 2023).

Figure 1. Wheat production and yield graph for the last 10 years in Türkiye (TÜİK, 2023).

Buğday tanesi %10-15’i albümin ve globülin, %85-90’ı ise glutenden oluşan %8-15 oranında proteine sahiptir. Buğday gluteninin yapısında %94 kuru madde (KM), %85 ham protein (HP), %0.7 ham selüloz (HS), %1 ham kül (HK) bulunmaktadır ve ruminantlar için 4130 kcal/kg metabolik enerji değerine sahiptir (Sauvant ve ark., 2017). Yüksek besin değerleri, teknolojik fonksiyonları ve uzun raf ömrüne sahip olması temel gıda maddeleri arasında sık olarak tercih edilmesini sağlamaktadır. Buğday geniş adaptasyon yeteneği sayesinde küresel ölçekte çok fazla yer bulmasına rağmen esasen buğday ununun sahip olduğu fonksiyonel özellikler sayesinde geniş kullanım alanına sahiptir. Buğdayın yüksek verim ve uyum yeteneğinin başarısına olan katkısında en büyük faktör buğday unundan elde edilen hamurun benzersiz özellikleri ile açıklanabilir. Glüten proteinleri hamurda sürekli bir ağ oluşumu sağlayarak viskoziteyi ve ekmek yapımı için gerekli yapışkanlığı sağlamaktadır. Buğday gluteninin su tutma kapasitesi ve sıcaklığın etkisiyle sertleşerek elastik bir yapı oluşturabilme fonksiyonu göstermesi birçok gıda ve gıda dışı uygulamada sıklıkla yer bulmasını sağlamaktadır. Son zamanlarda endüstriyel fabrikalarda üretilen gıdalara olan talebin artması ile özellikle bitkisel kaynaklı proteinlere olan talep artmaktadır. Fırıncılık ürünleri, pet hayvanları için mama üretimi ve yem endüstrisi gibi birçok sektörde buğday gluteni yer bulmaktadır. Özellikle pastane ve unlu mamuller ile ilgili alanlarda protein içeriği düşük olan buğdayların protein miktarının artırılması, unun kalitesini güçlendirmek ve yükseltmek için kullanılmaktadır. Buğday gluteninin ikinci olarak en sık kullanıldığı alan kedi ve köpek yemi endüstrisidir. Bu sektörde gluten, suyu emme ve yağ bağlama özellikleri ile verim ve kaliteyi artırmasının yanı sıra tekrardan

şekil almış et ve et parçaları için bağlayıcı madde olarak kullanılmaktadır. Düşük miktarlarda buğday gluteninin et ürünlerinin pişirilmesi esnasında eklenmesi etin bağlanmasını sağlayarak pişirme sırasında kaybolabilecek suların absorpsiyonunda görev alır (Day, 2011). Bu sayede et ve et ürünleri için bağlayıcı özelliği verimin artırılmasını sağlamaktadır.

Un, tuzlu su ile reaksiyona girdiğinde nişasta, albümin ve globulin proteinleri ayrışır ve kalan kısım yaş öz olarak adlandırılır. “Gliadin” ve “glütenin” proteinleri suyu absorbe ederek gluten kompleks yapısını oluşturmaktadır. Yaş özün kurutulması ile elde edilen kuru özün içerisinde %43 gliadin, %39 glutenin, %6.4 nişasta, %2.8 lipit ve %4.4 oranında diğer proteinler bulunmaktadır (Vakar, 1961). Buğday tanesinin içerisinde ortalama %5.4 gluten yer almaktadır. Prolaminler buğday, arpa ve çavdar gibi tahıllarda depo proteini olarak bulunmaktadır. Prolaminler alt sınıfında yer alan glutenin niteliği ve miktarı buğdayda kalitenin belirlenmesi için kullanılmaktadır. Gluten proteininin oluşumunda yer alan “gliadin”in uzayabilirlik, “glütenin”in ise ekmek yapımında hamura esneklik sağlama fonksiyonu bulunduğu kabul edilmektedir. Gıda sektöründe yeni ürünlerin elde edilmesinde gliadin ve gluteninin fonksiyonel özellikleri üzerine araştırmalar yapılmaktadır. Yaklaşık 70 yıl önce glutenin çölyak hastalığının tetikleyicisi olarak kabul görmesine rağmen bu yüzyılın başına kadar yalnızca bilim adamları ve çölyak hastalığına yakalanan bireyler için ilgi odağı olmuştur (Dicke, 1950; Shewry, 2019). Gliadin peptitlerinin doğuştan veya adaptif şekilde oluşturulan bağışıklık mekanizmasının verdiği tepkileri yönlendirerek çölyak hastalığında etkili olduğu düşünülmektedir. Bu anlamda toksik veya alerjen etkiler oluşturmayan gliadin içerikli gluten bulunduran

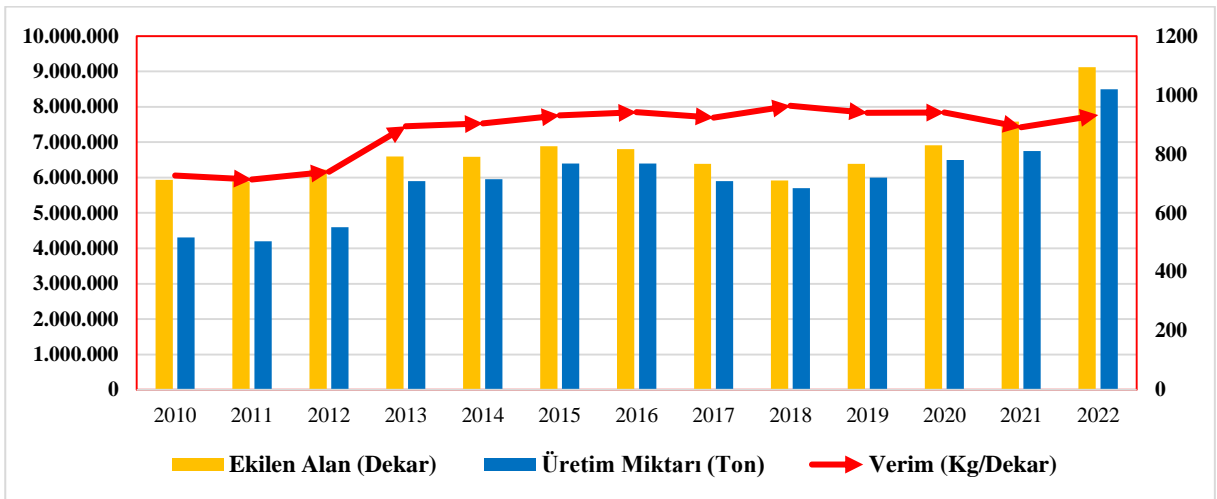
yeni tahıl suşlarının tasarlanması için yeni çalışmalar yapılmaktadır (Arendt ve Dal Bello, 2011).

Mısır Glütenu

Mısır birçok hayvan türünün beslenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Ülkemizde üretimi yapılan tahıllar ile karşılaştırıldığında buğday ve arpadan sonra üretim miktarı olarak üçüncü sırayı almaktadır (Cengiz, 2016). Dünyanın farklı coğrafyalarında iklim farklılıkları ve toprak şartlarına bağlı olarak üretim miktarları değişkenlik göstermektedir. Mısır tarımından elde edilen ürünlerin yaklaşık %8-10'luk bölümü sanayi sektöründe, geriye kalan kısmın ¼'ü gıda sektörü, ¾'lük kısmı ise hayvancılık sektöründe yem olarak değerlendirilmektedir (Haspolat, 2012). Aynı zamanda mısırın işlenmesi ile elde edilen un, nişasta ve yağ gibi ürünler ise gıda sektöründe değerlendirilmektedir. Mısır tanesinin işlenmesi sonucunda nişasta ve diğer bileşenlerinin ayrılması ile geride kalan protein tabiatı mısır glütenu oluşturur. Mısır tanesi içerisinde ortalama %3-3.5 oranında glütenu bulunmaktadır (Schroeder, 1997). Mısır glütenu lösin, alanin ve fenilalanin gibi hidrofobik aminoasitler bakımından zengin olmasına rağmen düşük oranda lizin ve triptofan aminoasitlerini içermektedir (Zhou ve ark., 2015). Elde edilmiş metodu ve işleme tekniğine göre mısır glütenu iki farklı ürüne ayrılmaktadır. Nişasta ve embriyonun ayrılmasından sonra oluşan mısır glütenu yeminin yapısında %87.8 KM, %21.6 HP, %9 HS, %6.5 HK bulunmaktadır ve ruminantlar için 2980 kcal/kg metabolik enerji değerine sahiptir (Sauvant ve ark.,

2017). Yüksek lif içeriğine sahip olan mısır glütenu yemi hayvan beslemede daha çok kuru formda kullanılmaktaydı. Ancak kurutma masrafları ve ihracat miktarlarındaki azalma yaş mısır glütenu kullanım oranının artmasına neden olmuştur. Mısır birçok eleme ve öğütme aşamasından geçtikten sonra glütenu ve nişasta formu neredeyse tamamen birbirinden ayrılır. Elde edilen glütenu kurutulduktan sonra glütenu unu (%61 HP) veya mısır glütenu yemine (%21 HP) katılarak pazarlanmaktadır. Yaş mısır glütenu besin madde profili işleme metoduna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Ham ve ark., 1995; Stock ve ark., 1999; Pekel ve Demirel, 2012). Mısır hayvan beslemede yaygın şekilde enerji kaynağı olarak kullanılmasının dışında glütenu formu yüksek protein oranı içerdiğinden protein kaynağı olarak da kullanılmaktadır. Özellikle bypass protein oranının yüksek olması mısır glütenu sütün ineklerinde daha sık kullanılmasını sağlamaktadır. Rendering ürünlerin yasaklanması ve soya küspesinin maliyetinin yüksek olması nedeniyle kanatlı sektörde mısır glütenu daha fazla tercih edilmeye başlamıştır. Pet hayvanlarının beslenmesinde ise mama yapımı için protein kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Gıda sektöründe ise çözünürlüğü düşük olması sebebiyle gıda katkısı olarak kullanılmamaktadır (Hardwick ve Glatz, 1989).

Ülkemizde mısırın son 10 yıla ait ekilen alan (dekar), üretim miktarı (ton) ve verim (kg/dekar) istatistikleri Şekil 2'de verilmiştir (TÜİK, 2023).



Şekil 2. Türkiye'de son 10 yıla ait mısır üretim ve verim grafiği (TÜİK, 2023).

Figure 2. Corn production and yield graph for the last 10 years in Türkiye (TÜİK, 2023).

Besi Sığırlarında Kullanımı

Scott ve ark. (2003), besi sığırlarında yaş mısır glütenei içeren yemlere mısırın işlenmesi sonucu elde edilen farklı ürünlerin (kuru haddelenmiş mısır, flake mısır, ince öğütülmüş mısır ve yüksek nemli mısır) eklenmesinin performans ve karkas parametrelerine olan etkisini araştırmıştır. Mısırın yoğun işlenmiş formlarının yaş mısır glütenei içeren rasyonlarda kullanımı kuru madde tüketimini ve ortalama günlük canlı ağırlık kazancını artırmıştır. Aynı çalışmada flake mısırın yaş mısır glüteneine eklenmesi sonucu yemden yararlanma oranının arttığı bildirilmiştir. Bu araştırmadaki bulgular Stock ve ark. (1999)'nın yaptığı benzer bir çalışmada elde edilen performans verileriyle benzerlik göstermektedir. Çalışmada yaş mısır glütenei ile besleme, hayvanlarda günlük canlı ağırlık artışının %15, yemden yararlanma oranının ise %5 oranında artmasını sağlamıştır.

Richards ve ark. (1998) besi sığırı rasyonlarında %25 ve %50 oranında yaş mısır glüteneinin kuru mısır ve diğer bileşenlerin yerine kullanılmasının canlı ağırlık kazancını hızlandırdığını bildirmişlerdir. Besi sığırlarında yapılan benzer bir çalışmada ise %44 kuru haddelenmiş mısır, %5 melas ve %50 oranında yonca kuru otu içeren kontrol grubuna kıyasla %49 yaş mısır glütenei + %50 yonca kuru otu ve %65 yaş mısır glütenei + %33 yonca kuru otu içeren rasyonların kullanılmasının günlük canlı ağırlık artışını önemli oranda artırdığı bildirilmiştir (Ham ve ark., 1995).

Loe ve ark. (2006) besi sığırlarında yaptıkları çalışmada, farklı oranlarda yaş mısır glüteneinin (%17, %35, %52 ve %69) arpa ile kombinasyonlarının yanı sıra arpa ve mısırın parçacık boyutunu değerlendirmek için iki farklı deney grubu oluşturmuştur. Bu çalışmada rasyona katılan yaş mısır glüteneinin kuru madde tüketimi ve canlı ağırlık kazancını artırdığı bildirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada %52 yaş mısır glütenei ile beslenen hayvanlarda deri altı yağ birikiminde daha fazla artış gözlenmesi karkas kalitesini olumsuz yönde etkilemiştir. Schrage ve ark. (1991) besi sığırları için yaş mısır glütenei yeminin net enerji değerini belirlemek için yaptıkları çalışmada rasyona farklı oranlarda (%20, %40 ve %60) eklenen yaş mısır glüteneinin günlük canlı ağırlık kazancı, kuru madde tüketimi ve yemden yararlanma oranını artırdığını bildirmiştir.

Hussein ve Berger (1995) tarafından yapılan çalışmada, yaş mısır glütenei yeminin farklı oranlarda ad-libitum ve kısıtlı yemleme programında uygulandığı 144 tane besi sığırında performans parametreleri, karkas özellikleri ve besin madde sindirimi araştırılmıştır. Çalışmada hayvanlara %25 ve %50 oranlarında mısır glütenei içeren ad-libitum besleme ve %25, %50 ve %75 oranında mısır glütenei içeren kısıtlı yemleme programı uygulanmıştır.

Beslenme programının büyütme ve son döneminde mısırın yerine %25 ve %50 oranında yaş mısır glütenei kullanımının besi performansı, karkas parametreleri ve besin sindirilebilirliğini olumsuz olarak etkilemediği bildirilmiştir. Aynı zamanda maliyetler göz önüne alındığında büyütme döneminde yaş mısır glüteneinin bu seviyelerde kullanılarak yem alımının kısıtlanmasının iyi bir strateji örneği oluşturabileceği belirtilmiştir. Montgomery ve ark. (2004) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, rumen kanülü uygulaması yapılan 12 adet Jersey ırkı hayvanda ad-libitum ve kısıtlı olmak üzere 2 farklı yemleme programı uygulanarak mısır glüteneinin sindirilebilirliği ve rumendeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan yaş mısır glüteneinin organik madde ve NDF sindirim oranını artırdığı ancak sınırlı yemleme uygulamasının bu durumu baskılayabileceği bildirilmiştir.

Salami ve ark. (2021) Şarole ve Limousin ırkı toplam 48 adet besi hayvanında rasyonda farklı oranlarda mısır glütenei kullanılmasının et kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada rasyona %75'e kadar ilave edilen mısır glüteneinin hiperkolesterolemik doymuş yağ asidi oranını azalttığı ve çoklu doymamış yağ asitlerini artırarak longissimus thoracis kasının içerdiği yağ asidi profiline olumlu katkıda bulunduğu ve kasın antioksidan kapasitesinde olumsuz sonuçlar oluşturmadığı bildirilmiştir.

Besi sığırlarında yapılan yukarıdaki çalışmalardan elde edilen sonuçlar, mısır glüteneinin kuru madde tüketimi, günlük canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma oranını artırdığını ve et kalitesi üzerine olumlu yönde etkileri olduğunu göstermektedir. Mısır glüteneinin işlenerek kurutulması sırasında uçucu bileşiklerin kaybolması enerji seviyesini düşürmektedir. Aynı zamanda yaş mısır glüteneinin içerdiği lif miktarının sindirilebilirlik seviyesi kuru mısır glüteneine kıyasla daha fazla olduğu için yaş mısır glütenei kullanımının daha sık tercih edildiği saptanmıştır.

Buzağılarda Kullanımı

Koeln ve Paterson (1986) konsantre yem içerisine protein kaynağı olarak soya küspesi ve mısır glütenei ilave edilen 6 aylık buzağılarda yapmış oldukları çalışmada ince bağırsaktaki azot dengesi ve aminoasit kaybını araştırmışlardır. Yapılan çalışmada mısır glütenei kullanımının ince bağırsağa ulaşan aminoasit seviyesini artırmaya rağmen aminoasit sindirimini düşürdüğü bildirilmiştir. Zerbini ve Polan (1985)'in 9 haftalık yaşta Holstein ırkı buzağılarda yapmış olduğu benzer bir çalışmada ise konsantre yem içerisine eklenen farklı protein kaynaklarının (soya küspesi, pamuk tohumu küspesi, mısır glütenei ve balık unu) fizyolojik parametrelerle ilişkilendirilmesi araştırılmıştır. Yem

tüketimi ve azot sindirim seviyesinin mısır glütenu ve balık unu bulunan rasyonlarda en yüksek olduğu, diğer parametrelerle beraber değerlendirildiğinde ise protein kaynağı olarak balık unu ve soya küspesinin daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir.

Siverson ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada buzağılarda konsantre yemde kuru madde bazında %30 oranında yaş mısır glütenu kullanılması canlı ağırlık kazancı, kuru madde alımı, sindirim oranı ve rumen pH'sının artmasını sağladığını bildirmişlerdir.

ABD'de yaygın olarak kullanılan soya proteini yerine buğday glütenu gibi yan ürünlerin kullanılarak yem maliyetlerinin düşürölmesi amaçlanmıştır. Terui ve ark. (1996) yaptıkları çalışmada %33'ü buğday glütenu sağlanan %18 ham protein içerikli süt ikame yemi ile beslenen buzağıların, buğday glütenu içermeyen %20 ham protein içerikli süt ikame yemi ile beslenen hayvanlarla karşılaştırıldığında canlı ağırlık artışı ve yem tüketimine ilişkin sonuçların benzer olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle buğday glütenu süt ikame yemi için iyi bir protein kaynağı olduğu ifade edilmiştir.

Buzağıların beslenmesinde konsantre yeme eklenen mısır glütenu (Zerbini ve Polan, 1985; Siverson ve ark., 2014) yem tüketimi, günlük canlı ağırlık artışı (GCAA) ve sindirim oranını artırmasına rağmen bazı çalışmalarda (Koeln ve Paterson, 1986) aminoasit sindirimini azalttığı görölümüştür.

Süt Sığırlarında Kullanımı

Allen ve Grant (2000) tarafından laktasyonun erken döneminde bulunan on iki Holstein ırkı inekte yapılan çalışmada, rasyona yaş mısır glütenu ilave edilmesinin kuru madde tüketimini ve NDF tüketimini artırdığı, süt bileşimini değiştirmedeği, geviş getirmeyi azalttığı, rumen pH'sı ve uçucu yağ asidi seviyesine etkisinin ise az olduğu belirtilmiştir. Yaş mısır glütenu süt proteinini korumak ve süt yağı sentezini baskılamamak açısından yeterli miktarda fermente edilebilir karbonhidrat sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca, iri kıyılmış yonca kuru otunun, kuru ot içermeyen yaş mısır glütenu rasyonuyla karşılaştırıldığında yaş mısır glütenu geçiş oranını azalttığı, geviş getirme aktivitesini artırdığı ve NDF sindirimini düzeyini artırdığı bildirilmiştir.

Bernard ve ark. (1991) yapmış olduğu çalışmada rasyonda kuru madde bazında %27 oranında yaş ve kuru mısır glütenu kullanılmasının sindirilebilirlik ve süt bileşimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada rasyonda yaş ve kuru mısır glütenu kullanılmasının ham protein, NDF ve kuru madde sindirimini artırdığı fakat kuru mısır glütenu süt yağı yüzdesini düşürdüğu bildirilmiştir. Aynı zamanda laktasyonun ortasında %22 oranında kullanıldığında soya küspesi ve mısır tanesi içeren rasyonlarla beslenen

hayvanlara eşit miktarda süt üretimini destekleyebileceği ifade edilmiştir.

Schroeder (2003) laktasyon dönemindeki 24 adet Holstein ırkı inekte yapmış olduğu çalışmada kuru madde bazında rasyonda %15, %30 ve %45 oranlarında yaş mısır glütenu kullanarak optimal kullanım aralığını araştırmıştır. Süt verimine bağlı olarak rasyonda yaş mısır glütenu kullanımının %15-30 arasında değişebileceği ancak maksimum süt verimi için optimum kullanım miktarının %18.6 olduğu bildirilmiştir. Canlı ağırlık artışının %45 yaş mısır glütenu tüketen hayvanlarda en yüksek olduğu belirtilmiştir. Süt üre nitrojeni %15 ve %45 yaş mısır glütenu içeren gruplarda en yüksek seviyede iken rumendeki amonyak miktarının ise %30 oranında yaş mısır glütenu tüketen grupta en yüksek seviyede olduğu ifade edilmiştir.

VanBaale ve ark. (2001) laktasyondaki Holstein ırkı ineklerde yaptıkları çalışmada rasyonda yaş mısır glütenu değerlendirilmesi amacıyla iki farklı çalışma grubu oluşturmuştur. Birinci deney grubunda 8 adet hayvan üzerinde yapılan çalışmada kuru madde bazında %20 yaş mısır glütenu tüketen hayvanların kontrol grubuna oranla daha fazla kuru madde tüketimi ve enerjisi düzeltilmiş süt üretimi yaptığı bildirilmiştir. İkinci deney grubunda ise 28 adet hayvan üzerinde yapılan çalışmada kuru madde bazında %20, %27.5 ve %35 yaş mısır glütenu tüketen farklı gruplar oluşturulmuştur. Bu çalışmada yaş mısır glütenu tüketen hayvanlar arasında enerjisi düzeltilmiş süt miktarında farklılık oluşmamasına rağmen kontrol grubuna oranla daha fazla üretim olduğu bildirilmiştir. Rasyonda yaş mısır glütenu kullanılan hayvanlarda süt proteini ve laktoz veriminin daha yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Kononoff ve ark. (2006) laktasyon ve kuru dönemde bulunan Holstein ırkı hayvanlarda rasyonda yaş mısır glütenu kullanımının süt üretimi, vücut kondisyon skoru ve metabolizmadaki etkilerini araştırmışlardır. Tam bir laktasyon süresince kuru madde bazında %40 oranında yaş mısır glütenu tüketen hayvanlarda süt ve protein veriminin arttığı, süt yağı veriminin korunduğu, üreme ve sağlık parametrelerinde ise herhangi bir değişiklik meydana gelmediği bildirilmiştir.

Mullins ve ark. (2010) laktasyondaki Holstein ineklerde rasyonda %11, %23 ve %34 oranında yaş mısır glütenu kullanılmasının süt verimi ve rumen parametreleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Yemde yaş mısır glütenu kademel olarak artmasına bağlı olarak vücut kondisyon skoru, kuru madde tüketimi, süt üretimi, süt proteini ve süt laktoz veriminin doğrusal olarak arttığı bildirilmiştir. Yaş mısır glütenu miktarı arttıka rumen pH'sının (6.18, 6.12, 6.14 ve 5.91)

doğrusal olarak düştüğü, rumen sıvısındaki asetat konsantrasyonunun ise doğrusal olarak azalmasına rağmen propiyonat miktarının arttığı belirtilmiştir.

Hao ve ark. (2017) laktasyon dönemindeki Holstein ırkı hayvanlarda yonca samanının kuru mısır glütenu ve Çin yabani çavdar otu ile yer değiştirmesinin rumen fermantasyonu, mikrobiyal protein sentezi ve laktasyon performansına olan etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada, %11 kuru mısır glütenu tüketen hayvanlarda daha fazla kuru madde tüketimi olduğu, %6.5 ve %11 oranında kuru mısır glütenu alan hayvanlarda kontrol grubuna oranla NDF ve kuru madde sindiriminin arttığı belirtilmiştir. Rasyonda %11 oranında kuru mısır glütenu tüketen hayvanların idrarla atılan pürin türevleri arttığı için incebağırsağa gelen mikrobiyal ham protein miktarının arttığı düşünülmektedir.

Zhang ve ark. (2021) laktasyon döneminde bulunan Holstein ırkı ineklerde TMR uygulamasında yonca samanı yerine yaş mısır glütenu ve mısır kullanımının laktasyon performansına olan etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada %7 ve %13.3 oranında yaş mısır glütenu içeren rasyonlarla beslenen hayvanlarda daha yüksek süt verimi, süt proteini ve besin madde sindirimi bulunduğu bildirilmiştir. Sütteki azot miktarının %13.3 oranında yaş mısır glütenu tüketen hayvanlarda en yüksek olduğu belirtilmiştir. Yonca samanının yaş mısır glütenu ve mısır tanesi ile değiştirilerek TMR uygulaması yapılmasının laktasyon performansını ve azot kullanımını iyileştirdiği ifade edilmiştir.

Literatürde süt ırkı ineklerde mısır glütenu kullanımına ilişkin veriler performans parametrelerini iyileştirdiği yönünde bildirilmesine rağmen tüm çalışmalar olumlu sonuçlanmamıştır. Staples ve ark. (1984) laktasyon pikini geçen Holstein ırkı ineklerde yapmış oldukları çalışmada, rasyonda yaş mısır glütenu (%20, %30 ve %40) kullanım oranı arttıkça kuru madde alımının (kg/gün) ve sindirilebilirlik (%) oranının doğrusal olarak düştüğünü, süt veriminin ise ilk başta düşmesine rağmen artan süt yağı yüzdesiyle beraber düzeltilmiş süt veriminin etkilenmediğini bildirmiştir.

Süt ineklerinde yapılan yukarıdaki çalışmalardan elde edilen sonuçlar, mısır glütenu kuru madde tüketimi, süt laktoz seviyesi, süt verimi ve bileşimini artırarak laktasyon performansını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Diğer yandan farklı oranlarda kullanılan mısır glütenu sütün süt yağı seviyesine etkili olmadığı anlaşılmaktadır.

Buğday glütenu yüksek oranda proteine sahip olmasına rağmen protein yapısının çözünürlüğünün düşük olması hayvan yemlerinde kullanımını sınırlandırmaktadır (Fang ve ark., 2017).

Koyun ve Keçilerde Kullanımı

Bowman ve ark. (1988) kuzularda yem içerisinde mısır glütenu yeminin farklı formlarının %50'sine kadar kullanımı sonucu mısır-soya küspesi veya mısır-üre tüketen gruplardakine benzer performans alındığını bildirmiştir. Aynı zamanda kuru veya daha önceden silolanmış olan mısır glütenu tüketen hayvanlarda kuru madde tüketimi, azot dengesi ve sindirilebilirliği değiştirmediği ifade edilmiştir.

Collins ve Pritchard (1992) koyunlarda rasyona 24 ve 48 saat aralıklarla mısır glütenu ve soya küspesi eklenmesinin kuru madde tüketimi, azot dengesi ve besi performansı kriterlerine etkisini değerlendirmiştir. Çalışmada mısır glütenu rasyona 48 saat aralıkla ilave edilmesinin daha olumlu sonuçlar verdiği ifade edilmiştir. Rasyona belirli aralıklarla protein kaynağı ilave edildiğinde alınan sonuçlara göre mısır glütenu soya küspesine karşı etkili bir alternatif olduğu sonucuna varılmıştır.

Sanz Sampelayo ve ark. (1999) laktasyon dönemindeki keçilerde mısır glütenu kullanımının rasyonda kullanılan diğer protein kaynakları ile karşılaştırıldığında daha yüksek süt proteini konsantrasyonuna neden olduğunu bildirmiştir. Macedo ve ark. (2003) Saanen keçilerinin rasyonlarında soya küspesinin %50'ye kadar kademeli olarak mısır glütenu ile değiştirilmesi sonucunda süt verimi ve süt yağı miktarında doğrusal olarak düşüş yaşandığını bildirmişlerdir.

Saleh ve ark. (2008) kuzularda yapmış olduğu çalışmada rasyona %10 veya %20 oranında kuru mısır glütenu eklenmesinin günlük canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranını %10 düzeyinde artırdığını bildirmişlerdir.

Farklı protein kaynakları (ayçiçeği küspesi, soya küspesi, pamuk tohumu küspesi ve mısır glütenu) içeren konsantre yemlerin kuzulardaki performansının araştırıldığı bir çalışmada, 24 baş Tuj ırkı erkek kuzuda performans parametreleri, kuru madde, organik madde ve ham protein sindirilme dereceleri ve rumen metabolitlerinde farklılık olmadığı bildirilmiştir (Kaya, 2009).

Kuzularda buğday ve mısır glütenu tek başına protein kaynağı olarak kullanılmasının araştırıldığı bir çalışmada, buğday glütenu konsantre yem tüketimi ve yemden yararlanma oranını olumsuz etkilediği bildirilmiştir. Aynı zamanda katalaz (KAT) enzim aktivitesi ve glutatyon (GSH) konsantrasyonunun artması, lipid peroksidasyonun göstergesi olan malondialdehit (MDA) seviyesinin ise azalması nedeniyle oksidatif hasara karşı hücreleri korumada buğday ve mısır glütenu soya küspesine oranla daha etkili olduğu belirtilmiştir. İmmünohistokimyasal olarak karaciğer dokusunda transglutaminaz antikor

seviyesi buğday glütenu tüketen hayvanlarda önemli oranda arttığından ruminantların buğday glütenuine karşı daha duyarlı olduğu bildirilmiştir (Can, 2022).

Milis ve Liamadis (2008), koyunlarda farklı protein kaynaklarının ve protein seviyesinin besin sindirilebilirliği ve enerji değerlerine olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada mısır glütenunun ham protein, asit deterjan lifi (ADF) ve nötr deterjan lifi (NDF) sindirilebilirliğine olumlu katkı yaptığını bildirmiştir. Elde edilen sonuçlar besin sindiriminin rumende parçalanmayan protein (RUP) miktarının artışıyla etkilenmediği belirtilmiştir.

Koyun ve keçilerin beslenmesinde buğday glütenu kullanımına ilişkin sınırlı sayıda çalışma olmasına rağmen mısır glütenu kullanımı ayrıntılı şekilde araştırılmıştır. Yapılan çalışmalarda mısır glütenuinin kuru madde tüketimi, canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranını (Bowman ve ark., 1988; Saleh ve ark., 2008; Can, 2022; Milis ve Liamadis, 2008) olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Buğday glütenuinin kuzularda besi performansı, histopatolojik ve immünohistokimyasal parametreleri olumsuz yönde etkilemesi farklı seviyelerde ve hayvan türlerinde multidisipliner çalışmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Mısır glütenuinin içerdiği bypass protein miktarı yüksek olduğu için yüksek verimli süt ineklerinde ve besi sığırlarında sıklıkla tercih edilmektedir. Besi sığırlarında yapılan çalışmalar incelendiğinde rasyona %35-45 oranında mısır glütenui eklenmesinin performans parametrelerini olumlu yönde etkilediği anlaşılmıştır. Aynı zamanda yüksek selüloz içeriği rumen asidozunun önlenmesine yardımcı olabilir. Mısır glütenuinde lizin aminoasidi düşük miktarda bulunduğundan rasyondaki aminoasit dengesini sağlamak için farklı protein kaynakları ile takviye edilmelidir. Süt sığırlarında da mısır glütenui kullanımı kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Birçok çalışmada mısır glütenuinin tek başına veya başka bir protein kaynağı ile birlikte kullanımı benzer veya olumlu sonuçlar vermiştir. Süt sığırlarının rasyonlarında optimal kullanılma oranı rasyonda bulunan diğer bileşenlere bağlı olarak değişebilmekte olup %40'a kadar mısır glütenui kullanımı özellikle laktasyon performansını olumlu yönde değiştirmektedir. Koyun ve keçilerde de mısır glütenui kullanımıyla performans ve süt parametreleri üzerine olumlu sonuçlar elde edilmiş ve bitkisel yemler içerisinde proteinin biyolojik değeri yüksek olan soya küspesinin mısır glütenui ile yer değiştirdiği çalışmalarda olumlu sonuçlar alınmıştır. Sonuç olarak mısır glütenui ile ilgili çalışmalar olumlu sonuçlanmasına rağmen

buğday glütenui kullanımı hakkında bilgiler sınırlı olduğu için farklı hayvan türlerinde multidisipliner çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Allen DM, Grant RJ. 2000. Interactions between forage and wet corn gluten feed as sources of fiber in diets for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 83(2), 322-331.
- Arendt E, Dal Bello F. 2011. *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*. Academic Press, London, Elsevier. ISBN: 978-0-12-373739-7
- Bailey CH. 1941. A Translation of Beccari's Lecture 'Concerning Grain' (1728). *Cereal Chemistry*, 18, 555-561.
- Beccari JB. 1745. *De frumento. De Bononiensi Scientiarum et Artium Atque Academia Commentarii, Tomi Secundi. Bononia (Bailey (1941)'den alınmıştır.*
- Bernard JK, Delost RC, Mueller FJ, Miller JK, Miller WM. 1991. Effect of wet or dry corn gluten feed on nutrient digestibility and milk yield and composition. *Journal of Dairy Science*, 74(11), 3913-3919.
- Boland M, Brester GW, Taylor M. 2005. *Global and US Wheat Gluten Industries: Structure, Competition and Trade*. Montana State University, Department of Agricultural Economics and Economics.
- Bowman JGP, Paterson JA. 1988. Evaluation of corn gluten feed in high-energy diets for sheep and cattle. *Journal of Animal Science*, 66(8), 2057-2070.
- Can MB. 2022. Buğday ve Mısır Gluteninin Kuzularda Besi Performansı, Bazı Dokuların Antioksidan, Histopatoloji ve İmmünohistokimyasal Parametreleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı.
- Cengiz R. 2016. Türkiye'de kamu mısır araştırmaları. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel Sayı-1): 304-310.
- Collins RM, Pritchard RH. 1992. Alternate day supplementation of corn stalk diets with soybean meal or corn gluten meal fed to ruminants. *Journal of Animal Science*, 70(12), 3899-3908.
- Day L. 2011. Wheat gluten: Production, properties and application. In G. O. Phillips & P. A. Williams (Eds.), *Handbook of Food Proteins* (pp. 267-288). Oxford, UK: Woodhead Publishing.
- Dicke WK. 1950. *Coeliac disease*. MD Thesis, Utrecht: University of Utrecht.
- Dizlek H. 2013. Gluten kompleksinin hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkileri. *Akademik Gıda*, 11: 102-106.
- Fang J, Martínez Y, Deng C, Zhu D, Peng H, Jiang H, Li A. 2017. Effects of dietary enzymolysis products of wheat gluten on the growth performance, serum biochemical, immune, and antioxidant status of broilers. *Food and agricultural immunology*, 28(6), 1155-1167.
- Hardwick JE, Glatz CE. 1989. Enzymic hydrolysis of corn gluten meal. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37(4), 1188-1192.

- Ham GA, Stock RA, Klopfenstein TJ, Huffman RP. 1995. Determining the net energy value of wet and dry corn gluten feed in beef growing and finishing diets. *Journal of Animal Science*, 73: 353-359.
- Hao XY, Gao H, Wang XY, Zhang GN, Zhang YG. 2017. Replacing alfalfa hay with dry corn gluten feed and Chinese wild rye grass: Effects on rumen fermentation, rumen microbial protein synthesis, and lactation performance in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(4), 2672-2681.
- Haspolat KI. 2012. Türkiye'de klasik ve genetiği değiştirilmiş mısır çeşitlerinin yem amaçlı kullanımının sosyoekonomik yönüyle değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 59:311-314.
- Hussein HS, Berger LL. 1995. Effects of feed intake and dietary level of wet corn gluten feed on feedlot performance, digestibility of nutrients, and carcass characteristics of growing-finishing beef heifers. *Journal of Animal Science*, 73(11), 3246-3252.
- İpçak HH, Özüretmen S, Alçıçek A, Özelçam H. 2018. Alternatif protein kaynaklarının hayvan beslemede kullanım olanakları. *Hayvansal Üretim*, 59(1), 51-58.
- Kaya B, Nadaroğlu Y, Şimşek O. 2015. Türkiye'de toprak sıcaklığı yönünden serin iklim tahıllarının ekim zamanının belirlenmesi. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/ek-imzamani.pdf>
- Kaya İ. 2009. Farklı protein kaynakları içeren konsantre yemlerin kuzularda büyüme performansı, sindirilebilirlik ve rumen metabolitleri üzerine etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(3): 369-374.
- Kızılaslan H. 2004. Dünya'da ve Türkiye'de buğday üretimi ve uygulanan politikaların karşılaştırılması. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2), 23-38.
- Koeln LL, Paterson JA. 1986. Nitrogen balance and amino acid disappearance from the small intestine in calves fed soybean meal, toasted soybean meal-or corn gluten meal-supplemented diets. *Journal of Animal Science*, 63(4), 1258-1266.
- Kononoff PJ, Ivan SK, Matzke W, Grant RJ, Stock RA, Klopfenstein TJ. 2006. Milk production of dairy cows fed wet corn gluten feed during the dry period and lactation. *Journal of Dairy Science*, 89(7), 2608-2617.
- Loe ER, Bauer ML, Lardy GP. 2006. Grain source and processing in diets containing varying concentrations of wet corn gluten feed for finishing cattle. *Journal of Animal Science*, 84: 986-996.
- Macedo LGPD, Damasceno JC, Martins EN, Macedo VDP, Santos GTD, Falcão AJDS, Caldas Neto S. 2003. Substitution of soybean meal protein by corn gluten meal protein in dairy goat feeding. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 992-1001.
- Milis C, Liamadis D. 2008. Nutrient digestibility and energy value of sheep rations differing in protein level, main protein source and non-forage fibre source. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 92(1), 44-52.
- Montgomery SP, Drouillard JS, Titgemeyer EC, Sindt JJ, Farran TB, Pike JN, Higgins JJ. 2004. Effects of wet corn gluten feed and intake level on diet digestibility and ruminal passage rate in steers. *Journal of Animal Science*, 82(12), 3526-3536.
- Mullins CR, Grigsby KN, Anderson DE, Titgemeyer EC, Bradford BJ. 2010. Effects of feeding increasing levels of wet corn gluten feed on production and ruminal fermentation in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93(11), 5329-5337.
- Pekel A, Demirel G. 2012. Yaş mısır gluten yeminin besi ve süt sığırcı rasyonlarında kullanımı. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 33(3), 67-75.
- Peng JH, Sun D, Nevo E. 2011. Domestication evolution, genetics and genomics in wheat. *Molecular Breeding*, 28: 281-301.
- Richards CJ, Stock RA, Klopfenstein TJ, Shain DH. 1998. Effect of wet corn gluten feed, supplemental protein and tallow on steer finishing performance. *Journal of Animal Science*, 1998; 76: 421-428.
- Salami SA, O'Grady MN, Luciano G, Priolo A, McGee M, Moloney AP, Kerry JP. 2021. Concentrate supplementation with dried corn gluten feed improves the fatty acid profile of longissimus thoracis muscle from steers offered grass silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(11), 4768-4778.
- Saleh SA, Mustafa MM, Kottb MKI. 2008. Effect of using corn gluten feed in growing lambs' ration. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 11(1), 55-71.
- Sanz Sampelayo MR, Perz ML, Gil Extremera F, Boza JJ, Boza J. 1999. Use of different dietary protein sources for lactating goats: milk production and composition as functions of protein degradability and amino acid composition. *Journal of Dairy Science*, 82, 555-565.
- Sauvant D, Delaby L, Nozière P. 2017. INRA Feeding System for Ruminants. Wageningen Academic Publishers.
- Schrage MP, Woody HD, Young AW. 1991. Net energy of ensiled wet corn gluten feed in corn silage diets for finishing steers. *Journal of Animal Science*, 1991; 69: 2204-2210.
- Schroeder JW. 1997. Corn Gluten Feed: Composition, Storage, Handling, Feeding and Value. North Dakota State University, Department of Agriculture and Applied Science, ND, USA.
- Schroeder JW. 2003. Optimizing the level of wet corn gluten feed in the diet of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86(3), 844-851.
- Scott TL, Milton CT, Erickson GE, Klopfenstein TJ, Stock RA. 2003. Corn processing method in finishing diets containing wet corn gluten feed. *Journal of Animal Science*, 81(12), 3182-3190.
- Shewry PR. 2019. What is gluten-why is it special?. *Frontiers in Nutrition*, 6:101.
- Siverson AV, Titgemeyer EC, Montgomery SP, Oleen BE, Preezy GW, Blasi DA. 2014. Effects of corn processing and dietary wet corn gluten feed inclusion on performance and digestion of newly received growing cattle. *Journal of Animal Science*, 92(4), 1604-1612.
- Staples CR, Davis CL, McCoy GC, Clark JH. 1984. Feeding value of wet corn gluten feed for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 67(6), 1214-1220.

- Stock RA, Lewis JM, Klopfenstein TJ, Milton CT. 1999. Review of new information on the use of wet and dry milling feed by-products in feedlot diets. *Journal of Animal Science*, 78(E-Suppl.).
- Terui H, Morrill JL, Higgins JJ. 1996. Evaluation of wheat gluten in milk replacers and calf starters. *Journal of Dairy Science*, 79(7), 1261-1266.
- TÜİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri, Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Alan ve Üretim Miktarları (Seçilmiş Ürünlerde). <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (19 Temmuz 2023).
- Vakar AB. 1961. Wheat Gluten. Izdatelstvo Akademii Nauk SSSR, Moscow.
- VanBaale MJ, Shirley JE, Titgemeyer EC, Park AF, Meyer MJ, Lindquist RU, Ethington RT. 2001. Evaluation of wet corn gluten feed in diets for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 84(11), 2478-2485.
- Zerbini E, Polan CE. 1985. Protein sources evaluated for ruminating Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 68(6), 1416-1424.
- Zhang GN, Li Y, Zhao C, Fang XP, Zhang YG. 2021. Effect of substituting wet corn gluten feed and corn stover for alfalfa hay in total mixed ration silage on lactation performance in dairy cows. *Animal*, 15(3), 100013.
- Zhou C, Hu J, Ma H, Yagoub AEA, Yu X, Owusu J, Ma H, Qin X. 2015. Antioxidant peptides from corn gluten meal: Orthogonal design evaluation. *Food Chemistry*, 187, 270-278.