



Saponinlerin Hayvan Beslemede Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanımı

Recep GÜMÜŞ^{1✉}, Halit İMİK¹

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

Özet: Hayvan beslemede performans artırıcı olarak kullanılan antibiyotik ve hormon gibi yem katkı maddelerinin yasaklanması, bitkilerde bulunan fitokimyasal maddelere ilgiyi artırmıştır. Bu amaçla, birçok bitkinin ya kendisi yada ekstraktı kullanılmaktadır. Bitki ekstraktları, beşeri hekimlikte antikanserijenik, antikoolesterol ve antihipertansif gibi özelliklerinden, hayvan beslemede ise aromatik, antioksidan, antimikrobiyal, antiparaziter ve immün sistemi uyarıcı gibi etkilerinden yararlanmak için yoğun olarak tercih edilmektedir. Bu derlemede, genellikle *Yucca schidigera* ve *Quillaja saponaria*'dan elde edilen saponin kaynaklarının antioksidan, antimikrobiyal, antiparaziter, immün sistemi uyarıcı ve antikoolesterol gibi etkilerini içeren çalışmalar detaylı olarak incelenmiş ve hayvan beslemede kullanım imkanları ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Antikoolesterol, Antiparaziter, Hayvan besleme, Performans, Saponin, Yem katkı maddesi

Use of Saponins as Feed Additive in Animal Nutrition

Abstract: The prohibition of the use of feed additives, including antibiotics and hormones incorporated into animal feed as performance enhancers, has increased the interest in phytochemical substances found in plants. In order to make use of these phytochemical substances, either the plants themselves or their extracts are used. In human medicine, plant extracts are used for their anticarcinogenic, anticholesterol and antihypertensive effects, whilst in animal nutrition these substances are used widely for their aromatic, antioxidant, antimicrobial, antiparasitic and immune stimulatory effects. This review assesses in detail previous studies investigating the antioxidant, antimicrobial, antiparasitic, immune stimulatory and anticholesterol effects of saponin resources obtained generally from *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria*, and makes a detailed evaluation of the use of these extracts in animal nutrition.

Key words: Animal nutrition, Anticholesterol, Antiparasitic, Feed additive, Performance, Saponin

✉ Recep GÜMÜŞ

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Erzurum.
e-posta: recepgumus58@hotmail.com

GİRİŞ

Saponinler; yoğun olarak *Yucca schidigera* (% 4.4 steroidal saponin) (Guo ve ark., 2000) ve *Quillaja saponarianın* (%10 triterpenoid saponin) yapısında bulunurken (Cheeke, 2001), daha az düzeylerde *Echinodermata* (derisidikeniler), *Holothuroidea* (deniz kadayıfı), *Asteroitae* (deniz yıldızı) gibi bazı deniz hayvanların vücutlarında da bulunmaktadır (Oleszek, 2002; Osbourn, 2003). Kore’de yetişen *Kırmızı ginseng* (Ryu ve ark., 2005; Kim, 2008) ve Doğu Asya’da yetişen *Panax ginseng* bitkilerinden de saponin elde edildiği bildirilmektedir (Seely ve ark., 2008). *Yucca schidigera* ve *Quillaja saponaria* bitkisinden elde edilen ürünler FDA (U.S. Food and Drug Administration- Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi) tarafından verilen GRAS etiketine (Generally Recognized As Safe – Genel olarak güvenilir- zararsız kabul edilen) sahip olduklarından dolayı toz ve ekstraktları meşrubat, ilaç, kozmetik, gıda ve yem maddeleri endüstrisinde kullanım iznine sahiptirler (Tanaka ve ark., 1996; Çakır ve Yalçın, 2004).

Yucca schidigera bitkisi içerik olarak saponin ile birlikte resveratrol, yuccaols A, B, C, D, E ve yucaone A olarak adlandırılan altı farklı yapıda fenolik madde ihtiva etmektedir (Piacente ve ark., 2004). Bitkinin içerdiği fenolik bileşikler ve saponin düzeyine bağlı olarak amonyak bağlayıcı, üreaz enzimini inhibe edici, bağırsak epitelyum hücrelerinde yüzey gerilimini düşürücü, antibakteriyel, antiprotozoal, antifungal ve antioksidan olarak kullanılmaktadır. Ayrıca ruminantlar ve tek mideli hayvanlarda besin maddelerinin sindirimi ve emilimini, yaşama gücü ile ürün miktarını olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Kutlu, 1999; Fidan, 2007).

Yucca schidigera

Meksika ve California’nın güney kesiminde yetişen bir çöl bitkisidir (Şekil 1a). Yerli Hintliler sağlığı teşvik edici aktivitesinden dolayı yuccayı “yaşam ağacı” olarak tanımlamaktadır. Ticari olarak piyasada toz ve ekstrakt şeklinde bulunmaktadır. Bitkinin kurutulup

mekanik olarak parçalanmasıyla toz şekli elde edilirken, parçalandıktan sonra büyük kazan veya tanklarda kaynatılarak bitki özünün suya geçmesi ve daha sonra yoğunlaştırılmasıyla ekstraktı elde edilmektedir (Tanaka ve ark., 1996).

Quillaja saponaria

Şili’de yetişen bir ağaç olup (Şekil 1b), yaygın olarak ağacın kabukları saponin üretiminde kullanılmaktadır. Ağaç kabuklarının kurutulup mekanik olarak parçalanmasıyla tozu elde edilirken, ağaç kabuklarının büyük tanklarda kaynatılarak özün suya geçmesi daha sonra ise yoğunlaştırılmasıyla ekstraktı elde edilmektedir (San Martin ve Briones, 1999).



a. *Yucca schidigera* bitkisi

b. *Quillaja saponaria* ağacı

Şekil 1. *Yucca schidigera* bitkisi (a) ve *Quillaja saponaria* ağacı (b)

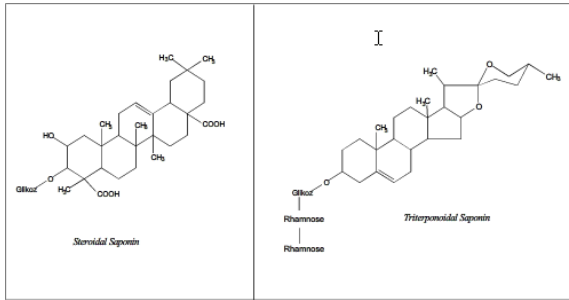
Figure 1. *Yucca schidigera* plant (a) and *Quillaja saponaria* tree (b)

Saponinlerin Sınıflandırılması

Saponinler, aglikan yapılarına göre steroidal saponinler ve triterpenik saponinler olmak üzere 2’ye ayrılırlar. Steroidal saponinler kendi içerisinde spirostanol, furostanol, nautigenin ve polipodo saponinler olmak üzere 4’e, triterpenik saponinler de, monodesmozidikler, bisdesmozidikler ve hayvansal saponinler olmak üzere 3’e ayrılır (Sparg ve ark., 2004).

Kimyasal Yapısı

Saponinler bir çekirdek ile bir veya daha fazla yan zincire sahip suda çözünebilen karbonhidratlardan oluşan organik bileşiklerdir (Cheeke, 2001). Saponinler, glikan ve aglikan (sapogenin) olmak üzere iki kısımdan oluşur. Glikan kısmını düz veya dallanmış oligosakkaritler oluştururken, aglikan kısmını ise steroidal veya triterpenoidal yapıya sahip saponinler ile –OH, –COOH ve –CH₃ gibi fonksiyonel gruplar oluşturmaktadır (Oleszek, 2002). Aglikan kısmına bir şeker grubu bağlanmışsa monodezmodize, iki şeker grubu bağlanmışsa bidezmozide, üç şeker grubu bağlanmışsa tridezmozide olarak isimlendirilmektedir. Saponinlerin yapısında genel olarak D-glikoz, D-galaktoz, D-gliküronik asit, D-riboz, D-ksiloz, L-arabinoz, L-fruktoz ve L-ramnoz ve 3-metil glikoz, quinovoze ve apioz gibi karbonhidratların da olabileceği bildirilmektedir (Francis ve ark., 2002; Oleszek, 2002).



Şekil 2. Steroidal ve triterpenoid saponinlerin yapısı (Oleszek, 2002).

Figure 2. Structure of steroidal ve triterpenoid saponins (Oleszek, 2002).

Antioksidan Etkileri

Organizmada temel fizyolojik ve metabolik faaliyetler sonucunda serbest radikaller oluşmaktadır. Oluşan serbest radikallerin ortamdan uzaklaştırılmadığı durumlarda, protein, nükleik asit ve diğer hücresel yapılar olumsuz etkilenir. Bu durum hayvanların verim performanslarını ve ürün kalitesini olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Bu yüzden vücutta oluşan serbest radikalleri ortamdan

uzaklaştırmak için antioksidanlara ihtiyaç duyulmaktadır (Dündar ve Aslan, 2000; Rodrigues ve ark., 2005).

Antioksidan yem katkısı olarak vitaminler, mineraller ve doğal olarak antioksidan madde içeren sorghum (sorghum = *Sorghum vulgare*) ve yucca gibi bitkiler rasyonlarda kullanılabilir. Saponinlerin içerdiği fenolik bileşikler serbest radikallerin, singlet ve triplet oksijenin nötralize edilmesinde veya peroksidazların dekompozisyonunda (Javanmardi ve ark., 2003) ve nitrik oksit (NOx) ürünlerinin inhibisyonunun rol aldığı bilinmektedir (Marzoccoa ve ark., 2004).

Antiprotozoal Aktivitesi

Kolesterol tek hücreli prokaryot (bakteri) hariç diğer bütün organizmaların hücre duvarlarının yapı taşıdır. Saponinler antiprotozoal etkisini protozoaların hücre membranlarındaki kolesterol ile reaksiyona girerek göstermektedir (Cheeke, 2001). Ruminantların rasyonuna saponin katıldığında rumen protozoa sayısını azalttığı (Hu ve ark., 2006) ve rumendeki fermentasyonu sınırladığı tespit edilmiştir (Makkar ve ark., 1998; Wang ve ark., 1998). Makkar ve Becker (1997), quillaja saponinlerinin alındıktan sonra 6 saat rumende etkin durumda kalabildiğini ve bu zaman periyodu içerisinde saponinlerin antiprotozoal aktivite göstermelerinin mümkün olabileceğini bildirmişlerdir.

Antihipertansif Etkileri

Birçok bitkiden elde edilen saponin ekstraktının deneysel olarak hipertansif etki oluşturulan ratlarda, arteriyel kan basıncını ve kalp atım sayısını azalttığı tespit edilmiştir (Rhiouani ve ark., 1999; Jeon ve ark., 2000). Saponinlerin kan basıncını düşürücü etkisinin diüreze (vücuttan idrarın atılımı) yol açtığı (Rhiouani ve ark., 1999; Zaoui ve ark., 2000) ve anjiyotensin converting enzimini inhibe ettiği için olduğu düşünülmektedir (Dongma ve ark., 2002).

Öztaşan ve ark. (2008) deneysel olarak hipertansiyon oluşturulmuş ratlarda yaptıkları çalışmada, *Yucca schidigera*'nın antihipertansif etkisinin olduğunu, kalp atım sayısını ve arteriyel kan basıncını azalttığını bildirmişlerdir. Yine bir başka çalışmada hipertansif ratlara 30 gün boyunca saponinler (*Heniaria glabra* bitki ekstraktı) oral olarak 200 mg/kg/gün dozda verildiğinde arteriyel basıncının azaldığı, buna karşın kalp atım sayısının değişmediği gözlemlenmiştir (Rhiouani ve ark., 1999).

Antikarsinojenik Etkileri

Primer safra asitlerinden elde edilen sekonder safra asitlerinin organizmada fazla bulunması kolon kanseri riskini artırdığı bilinmektedir. Saponinler ise primer safra asitlerini bağlayarak sekonder safra asitlerinin oluşumunu engellemesi ile kolon kanseri riskini azaltabileceği belirtilmiştir (Sidhu ve Oakenfull, 1986; Lacaille ve Wagner, 1997; Cheeke, 2001). Yapısında ginsenoside-Rb2 ve ginsenoside-Rg3 adlı saponinleri bulduran *Kırmızı ginseng* bitkisinin anti-diyabetik (Hwang ve ark., 2009), antikarsinojenik (Kim, 2008), yaşlanmayı geciktirici (Cho ve ark., 2009) ve anti-obezite (Hwang ve ark., 2009; Kim ve ark., 2009) etkilerinin olduğu, ayrıca farelerde tümör metastazlarını inhibe ettiği bildirilmiştir (Mochizuki ve ark., 1995). Koratkar ve Rao (1997), ise yine farelerde saponinlerin preneoplastik kolon lezyonlarının sayısını azalttığını tespit etmişlerdir. Yine saponin içeren *Panax ginseng* ekstraktının sitotoksik ve sitostatik etkisine bağlı olarak cilt kanserini önlediği belirtilmiştir (Keum ve ark., 2000).

Antikolesterol Etkileri

Suda ve yağda çözünme özelliğine sahip olan saponinler; yüzey gerilimini düşürücü etkiye sahip oldukları için safra ve yağ asitleri, digliseritler, yağda eriyen vitaminler ile yağda çözünen maddelerin sindirim sisteminde emilimini etkilemektedirler (Cheeke, 2001). Saponinlerin bağırsak lümeninde

kolesterolle kompleks yapılar oluşturarak, kolesterol içeren misellerin büyüklük veya stabilitesini bozup mukoza hücrelerine girişini azaltarak, mukoza hücre membranındaki kolesterolü etkileyip membran transport fonksiyonunu bozarak kolesterolün emilimini azaltarak, safra asiti ile nötral sterollerin dışkı ile atılımını artırarak endojen ve ekzojen hiperkolesterolemiyi önledikleri belirtilmiştir (Milgate ve Roberts, 1995; Matsui ve ark., 2006). Saponin içeren bitkileri veya ekstraktlarını tüketen ratlarda (Fidan, 2007; Küçükkurt, 2007; Öztaşan ve ark., 2008), tavşanlarda (Morehouse ve ark., 1999), yumurtacı tavuklarda (Kaya ve ark., 2003, Aslan ve ark., 2005, Afrose ve ark., 2010, Wang ve Kim, 2011), tek tırnaklılarda (Malinow ve ark., 1981) serum kolesterol düzeyinin azaldığı; insanlarda ise etkilenmediği bildirilmiştir (Kim ve ark., 2003).

İmmun Sistem Üzerine Etkisi

Saponinler düşük dozlarda kullanıldığında aşının bağışıklık gücünü artırıcı etkiye (adjuvant etki) sahiptirler. Bu etkiyi immün sistemi uyararak (Oda ve ark., 2000; Ilsley ve ark., 2005) ve antijenlere karşı antikor sentezini artırarak gösterdikleri bilinmektedir (Gebara ve ark., 1995). Saponinlerin oral olarak alındıktan sonra dalakta lokalize olduğu ve daha sonra yavaş yavaş dolaşıma karışarak adjuvant etki gösterdikleri ileri sürülmektedir (Scott ve ark., 1984, Nagai ve ark., 2001). Saponinlerin spesifik immünite üzerinde uyarıcı etkileri yanında inflamasyon (de Oliveira ve ark., 2001) ve monosit proliferasyon (hücrelerin kontrolsüz çoğalarak sayılarının artması) gibi bazı nonspesifik immün reaksiyonlarda da etki gösterdikleri bildirilmiştir (Delmas ve ark., 2000). Ancak saponinlerin bu olumlu etkilerinin yanında uygulandıkları enjeksiyon bölgelerinde lokal doku hasarına sebep olması (Allison ve Byars, 1986) ve yüksek hemolitik aktivite göstermesi gibi olumsuz etkilerinin de olabileceği belirtilmiştir (Price ve ark., 1987).

Ruminant ve Kanatlılarda Performans Üzerine Etkileri

Ruminant beslemede yem katkı maddesi olarak kullanılan antibiyotikler ve hormonların yasaklanması diğer doğal ürünler (organik asitler, bitki yağları ve ekstraktları) gibi biyoaktif maddelerin yem katkı maddesi olarak değerlendirilmesini daha önemli hale getirmiştir (Holtshausen ve ark., 2009; Mao ve ark., 2010).

Ruminantlarda rumen fermentasyonu sonunda oluşan metan gazının ekolojik problemlere yol açtığı ve metan gazı oluşumunun rasyonda yapılacak düzenlemeler ile azaltılabileceği bilinmektedir. Son yıllarda yem katkı maddesi olarak kullanılan saponinlerin; metan emisyonunu baskılayıcı (Santoso ve ark., 2004a; Holtshausen ve ark., 2009), rumen ciliata protozoalarını inhibe edici (Teferedegne, 2000; Hu ve ark., 2005), bağırsak geçirgenliğini artırarak besinlerin emilim oranlarını artırıcı (Oleszek ve ark., 1999), rumenden bağırsağa mikrobiyal protein akışını artırıcı ve yemden yararlanmayı olumlu yönde etkileyici özelliklerinin olduğu bildirilmektedir (Williams ve Coleman, 1991; Fenwick ve ark., 1992).

Saponinler düşük dozlarda kullanıldığında rumen fermantasyonunu iyileştirirken (Sen ve ark., 1998), yüksek düzeyde kullanıldıklarında hayvanların rumen mikrobiyal popülasyonu üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğu bildirilmektedir (Klita ve ark., 1996; Wang ve ark., 2000). Lovett ve ark. (2006), süt inekleri üzerinde yaptıkları çalışmada hayvan başına günlük 25 ve 50 g *Yucca schidigera* ekstraktı verilen grubun kuru madde tüketiminin kontrol grubuna göre önemli miktarda azaldığı ancak hayvanların süt verimi, sütün kompozisyonu, sütteki protein ve yağ miktarının değişmediği bildirilmiştir. Yapılan benzer çalışmalarda rasyona katılan *Yucca schidigera* ekstraktı hayvanların süt verimi ve kompozisyonunda önemli bir değişiklik oluşturmadığı tespit edilmiştir (Wilson ve ark., 1998; Singer ve ark., 2008).

Yucca schidigera ekstraktı kanatlılarda protein metabolizması başta olmak üzere besinlerin değerlendirilmesini olumlu yönde etkilemektedir. Protein metabolizmasının düzelmesi özellikle çevresel amonyak seviyesini kabul edilebilir sınırlar arasında olmasını sağlayarak performansı olumlu yönde etkiler. Bu nedenlerden dolayı *Yucca schidigera* ekstraktı kanatlılarda iyi bir yem katkı maddesi olarak kabul edilebilir (Anonymous, 2004b).

Kanatlı rasyonlarına saponin ilave edilerek yapılan çalışmalarda elde edilen bulguların birçok faktöre bağlı olarak değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Bu faktörlerin başında saponinin dozu gelmektedir. Rasyonda yem katkı maddesi olarak kullanılan saponin oranı belirli bir seviyenin üzerine çıktığında olumsuz etkilere sebep olmaktadır (Morgan ve ark., 1972; Sim ve ark., 1984). Jenkins ve Atwal (1994), yapmış oldukları çalışmada rasyona % 0.9 oranında kattıkları triterpenoid saponinlerin piliçlerin yem tüketimini, canlı ağırlığı, yağların sindirilme derecesini, A ve E vitaminlerinin emilimini olumsuz etkilediğini, ancak aynı orandaki steroid saponinlerin bu parametreler üzerinde herhangi bir olumsuz etkilerinin olmadığını bildirmişlerdir. Gürbüz ve ark. (2011), yumurtacı tavuk rasyonlarına *Yucca schidigera* ekstraktı katarak yaptıkları çalışmada yumurta üretimi ve deneme sonu vücut ağırlıklarının kontrol grubuna göre daha iyi olduğunu tespit etmişler ve bu etkiyi ileumda villus genişliğinin ve yem tüketiminin artmasına bağlamışlardır. Güçlü, (2003) ise saponinlerin hayvanların performanslarına herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmiştir.

SONUÇ

Rasyona yem katkı maddesi olarak katılan saponinlerin etkileri; saponinin kimyasal yapısına, miktarına, katıldığı rasyonun içeriğine ve hayvanların özelliklerine bağlı olarak değişebilir. Saponinler besinlerin sindirim ve metabolizmasını düzenleyerek, oksidatif stresi azaltarak, immun sistemi etkileyerek hayvanların performansını

olumlu yönde etkileyebilir. Saponinlerin önümüzdeki yıllarda beşeri alanda ilaç sanayisinde ve gıda katkı maddesi olarak, hayvancılık sektöründe ise alternatif yem katkı maddesi olarak kullanımını sağlamak için yeni bilimsel araştırmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Afroze S., Hossain MS., Tsujii H., 2010. Effect of dietary karaya saponin on serum and egg yolk cholesterol in laying hens. *Br. Poult. Sci.*, 51, 797-804.
- Allison AC., Byars NE., 1986. An adjuvant formulation that selectively elicits the formation of antibodies of protective isotypes and of cell-mediated immunity. *J. Immunol. Meth.*, 96, 157.
- Anonymous., 2004b. Pure *Yucca schidigera* and *Quillaja* powder. Technical bulletin. <http://www.ublcorp.com/yuccaproducts.html> [Erişim: 05.01.2012]
- Aslan R., Dündar Y., Eryavuz A., Bülbül A., Küçükkurt İ., Fidan AF., Akıncı Z., 2005. Effects of various quantities of *Yucca schidigera* powder (Deodorase) added to diets on the performance, some hematological and biochemical blood parameters, and total antioxidant capacity of laying hens. *Revue Méd. Vét.*, 156, 6, 350-355.
- Cheeke PR., 2001. Actual and potential applications of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* saponins in human and animal nutrition. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, 13, 115-126.
- Cho S., Won CH., Lee DH., Lee MJ., Lee S., So SH., Lee SK., Koo BS., Kim NM., Chung JH., 2009. *Red ginseng* root extract mixed with *Torilus fructus* and *Corni fructus* improves facial wrinkles and increases type I procollagen synthesis in human skin: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *J. Med. Food*, 12, 1252–1259.
- Collins BJ., 2006. Wildflowers of the southern California., <http://www.callutheran.edu/wf/des/family/des-48.html> [Erişim: 25.01.2012]
- Çakır S., Yalçın S., 2004. Yumurta kolesterol düzeyine etki eden faktörler. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 44, 51-63.
- de Oliveira CAC., Perez AC., Merino G., Prieto JG., Alvarez AI., 2001. Protective effects of *Panax ginseng* on muscle injury and inflammation after eccentric exercise. *Comp. Biochem. Physiol.*, 130, 369-377.
- Delmas F., Di Giorgio C., Elias R., Gasquet M., Azas N., Mshvildadze V., Dekanosidze G., Kemertelidze E., Timon-David P., 2000. Antileishmanial activity of three saponins isolated from ivy, alpha-hederin, beta-hederin and hederacolchiside A(1), as compared with their action on mammalian cells cultured in vitro. *Planta Med.*, 66, 343-347.
- Dongma AB., Kamanyi A., Franck U., Wagner H., 2002. Vasodilating properties of extracts from the leaves of *Musanga cecropioides* (R. Brown). *Phytother Res.*, 16, 6-9.
- Dündar Y., Aslan R., 2000. Hekimlikte oksidatif stres ve antioksidanlar. 1. Baskı. T.C. A.K.Ü. Yayın No: 29. Uyum Ajans, ISBN:975 7150 29 0, Ankara.
- Fenwick SB., Price KR., Tsukamoto C., Okubo K., 1992. Saponins. In: D'Mello, J.P.F., Diffus, C.M., Duffus, J.H. (Eds.), *Toxic substances in crop plants*. The Royal Society of Chemistry, London., pp 285–327.
- Fidan AF., 2007. Deneysel diyabet oluşturulmuş ratlarda diyete katılan farklı yapılarıdaki saponin içerikli bitkilerin DNA hasarı, protein oksidasyonu ve lipid peroksidasyonu ile bazı biyokimyasal parametrelere etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi, A.K.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Francis G., Kerem Z., Makkar HPS., Becker K., 2002. The biological action of saponins in animal systems. *Br. J. Nutr.*, 88, 587-605.
- Gebera VC., Petricevich VL., Rauw I., Silva WD., 1995. Effect of saponin from *Quillaja saponaria* (molina) on antibody tumour necrosis factor and interferon-gamma production. *Biotechnol Appl Biochem.*, 22, 255-263.
- Growers SM., (2001). *Quillaja saponaria*-Soapbark Tree http://www.smgrowers.com/products/plants/plant_display.asp?cat_id=11&plant_id=1339&page=6 . [Erişim: 09.01.2012].
- Guo S., Falk E., Kenne L., Ronnberg B., Sundquist BG., 2000. Triterpenoid saponincontaining an acetylated branched Dfucosyl residue from *Quillaja saponaria* Molina. *Phytochemistry*, 53, 861-868.

- Güçlü B., 2003. Bildircin rasyonlarına katılan *Yucca schidigera* ekstraktının yumurta verimi ve yumurta kalitesi ile bazı kan parametrelerine etkisi. Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi, 27, 567-574.
- Gürbüz E., Balevi T., Kurtoğlu V., Öznurlu Y., 2011. Use of yeast cell walls and *Yucca schidigera* extract in layer hens diets, Ital. J. Anim. Sci., 10, 134-138.
- Holtshausen L., Chaves AV., Beauchemin KA., McGinn SM., McAllister TA, Odongo NE., Cheeke PR., Benchaar C., 2009. Feeding saponin-containing *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* to decrease enteric methane production in dairy cows. J. Dairy Sci., 92, 2809–2821.
- Hu W., Liu J., Wu Y., Guo Y., Ye J., 2006. Effects of tea saponins on in vitro ruminal fermentation and growth performance in growing Boer goat. Arch. Anim. Nutr., February, 60, 89–97.
- Hu WL., Liu JX., Ye JA., Wu YM., Guo YQ., 2005. Effect of tea saponin on rumen fermentation in vitro. Ani. Feed Sci. Tech., 120, 333-339.
- Hwang JT., Lee MS., Kim HJ., Sung MJ., Kim HY., Kim MS., Kwon DY., 2009. Antiobesity effect of ginsenoside Rg3 involves the AMPK and PPAR-gamma signal pathways. Phytother. Res., 23, 262–266.
- Ilsley SE., Miller HM., Kamel C., 2005. Effects of dietary quillaja saponin and curcumin on the performance and immune status of weaned piglets. J Anim. Sci., 83, 82-88.
- Javanmardi J., Stushnoff C., Locke E., Vivanco JM., 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian Ocimum accessions. Food Chemistry, 83, 547-550.
- Jenkins KJ., Atwal AS., 1994. Effect of dietary saponins on fecal bile acids and neutral sterols, and availability of vitamins A and E in the chick. The J Nutr Biochem., 5, 134-137.
- Kaya S., Erdogan Z., Erdogan S., 2003. Effect of different dietary levels of *Yucca schidigera* powder on the performance, blood parameters and egg yolk cholesterol of laying quails. J. Vet. Med., A 50, 14–17.
- Keum YS., Park KK., Lee JM., et al., 2000. Antioxidant and anti-tumor promoting activities of the methanol extract of heat-processed ginseng. Canser Letters, 150, 41-48.
- Kim J., 2008. Protective effects of Asian dietary items on cancers soy and ginseng. Asian Pac. J. Cancer Prev., 9, 543–548.
- Kim JH., Kang SA., Han SM., Shim I., 2009. Comparison of the antiobesity effects of the protopanaxadiol- and protopanaxatriol-type saponins of red ginseng. Phytother. Res., 23, 78–85.
- Kim SW., Park SK., Kang S., Kang HC., Oh HJ., Bae CY., Bae DH., 2003. Hypocholesterolemic property of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* extracts in human body. Arch. Pharm. Res., 26, 1042-1046.
- Klita PT., Mathison GW., Fenton TW., Hardin RT., 1996. Effects of alfalfa root saponins on digestive function in sheep. J. Anim. Sci., 74, 1144–1156.
- Koratkar R., Rao AV., 1997. Effect of soya bean saponins on azoxymethane-induced preneoplastic lesions in the colon of mice. Nutr Cancer., 27, 206-209.
- Kutlu HR., 1999. *Yucca schidigera* ekstraktı ve kanatlı beslenmesindeki önemi, yem sanayi semineri “Yeni Bin Yılda İşletme Teknolojileri” Düzenleyen; International Feed Industry Federation ve Türkiye Yem Sanayicileri Birliği. TUYAP Fuar ve Kongre Merkezi, İstanbul.
- Küçükkkurt İ., 2007. Diyete farklı miktarlarda *Yucca schidigera* tozu katılmasının sıçanlarda plazma leptin, insülin ve tiroid hormonları ile bazı biyokimyasal parametrelere etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi, A.K.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Lacaille-Dubois MA., Wagner HA., 1997. Review of the biological and pharmacological activities of saponin. Phytomedicine, July., 2, 363-386.
- Lovett DK., Stack L., Lovell S., Callan J., Flynn B., Hawkins M., O’Mara FP., 2006. Effect of feeding *Yucca schidigera* extract on performance of lactating dairy cows and ruminal fermentation parameters in steers., Livestock Science, 102, 23-32.
- Makkar HPS., Becker K., 1997. Degradation of quillajasaponins by mixed culture of rumen microbes. Lett. in Appl. Microbiol., 25,243-245.

- Makkar HPS., Sen S., Blummel M., Becker K., 1998. Effects of fractions containing saponins from *Yucca schidigera*, *Quillaja saponaria*, and *Acacia auriculoformis* on rumen fermentation. J. Agric. Food Chem., 46, 4324-4328.
- Malinow MR., Connor WE., McLaughlin P., Stafford C., Lin DS., Livingston AL., Kohler GO., McNulty WP., 1981. Cholesterol and bile acid balance in macaca fascicularis. Effect of alfa saponins. J. Clin. Invest., 67,156-162.
- Mao HL., Wang JK., Zhou YY., Liu JX., 2010. Effects of addition of tea saponins and soybean oil on methane production, fermentation and microbial population in the rumen of growing lambs. Livestock Science, 129, 56-62.
- Marzoccoa S., Piacente S., Pizza C., Oleszek W., Stochmal A., Pinto A., Sorrentino R., Autore G., 2004. Inhibition of inducible nitric oxide synthase expression by yuccaol C from *Yucca schidigera roezl.* Life Sci., 75, 1491-1501.
- Matsui Y., Kumagai H., Masuda H., 2006. Antihypercholesterolemic activity of catechin-free saponin-rich extract from green tea leaves. Food Sci. Technol. Res., 12, 50-54.
- Milgate J., Roberts DCK., 1995. The nutritional and biological significance of saponins. Nutr. Research., 15, 1223-1249.
- Mochizuki M., Yoo YC., Matsuzawa K., et al., 1995. Inhibitory effect of tumor metastasis in mice by saponins, ginsenoside-Rb2, 20(R)- and 20(S)-ginsenoside-Rg3, of red ginseng. Biol. Pharm. Bull., 18, 1197-1202.
- Morehouse LA., Bangerter FW., De Ninno MP., Philip Bl., Mc Carthy PA., Pettini JL., Savoy YE., Sugarman ED., Wilkins RW., Wilson TC., Woody HA., Zaccaro LM., Chandler CE., 1999. Comparison of synthetic saponin cholesterol absorption inhibitors in rabbits; Evidence for a non- stoichiometric, intestinal mechanism of action. J. Lipid Res., 40, 464-474.
- Morgan B., Heald M., Brooks SG., Tee JL., Green J., 1972. The intractions between dietary saponin, cholesterol and related sterols in the chick. Poultry Sci., 51, 677-682.
- Nagai T., Suzuki Y., Kiyohara H., Susa E., Kato T, Nagamine T., et al., 2001 Onjisaponins, from the root of *Polygala tenuifolia* Willdenow, as effective adjuvants for nasal influenza and diphtheria-pertussis-tetanus vaccines. Vaccine, 19, 4824-34.
- Oda K., Matsuda H., Murakami T., Katayama S., Ohgitani T., Yoshikawa M., 2000. Adjuvant and haemolytic activities of 47 saponins derived from medicinal and food plants. J. Biol. Chem., 381, 67-74.
- Oleszek W., 2002. Chromatographic determination of plant saponins. J. Chromatography A., 967, 147-162.
- Oleszek W., Sitek M., Stochmal A., Burda S., Cheeke P., 1999. Saponin and phenolic constituents from *Yucca schidigera* bark (Abstr.). Page 31 in Saponins in Food, Feed stuff and Medicinal Plants. Inst. Soil Sci. Plant Cultivation, Pulawy, Poland.
- Osborn AE., 2003. Saponins in cereals. Phytochemistry, 62(1), 1-4.
- Öztaşan N., Bülbül A., Eryavuz A., Avcı G., Kücük Kurt İ., Fidan AF., 2008. Effect of *Yucca schidigera* extract on blood pressure, antioxidant activity and some blood parameters in the L- name- induced hypertensive rats. Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg., 55, 149-153.
- Piacente S., Montoro P., Oleszek W., Pizza C., 2004. *Yucca schidigera* Bark: Phenolic constituents and antioxidant activity. J. Nat. Prod., 67, 882-885.
- Price KR., Johnson IT., Fenwick GR., 1987. The chemistry and biological significance of saponins in foods and feed stuffs. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 26, 135.
- Rhiouani H., Settaf A., Lyoussi B., Cherrah Y., Lacaille-Dubois MA., Hassar M., 1999. Effects of saponins from *Herniaria glabra* on blood pressure and renal function in spontaneously hypertensive rats. Therapie, 54,735-739.
- Rodrigues HG., Diniz YS., Faine LA., Galhardi CM., Burneiko RC., Almeida JA., Ribas BO., Novelli ELB., 2005. Antioxidant effect of saponin: potential action of a soybean flavonoid on glucose tolerance and risk factors for atherosclerosis. Int. J. Food. Sci. Nutr., 56, 79-85.
- Ryu JK., Lee T., Kim DJ., Park IS., Yoon SM., Lee HS., Song SU., Suh JK., 2005. Free radical-scavenging activity of Korean *Red ginseng* for erectile dysfunction in non-

- insulin-dependent diabetes mellitus rats. *Urology*, 65, 611–615.
- San Martin R., Briones R., 1999. Industrial uses and sustainable supply of *Quillaja saponaria* (Rosaceae) saponins. *Econ. Bot.*, 53, 302-311.
- Santoso B., Mwenya B., Sar C., Gamo Y., Kobayashi T., Morikawa R., Kimura K., Mizukoshi H., Takahashi J., 2004a. Effects of supplementing galactooligosaccharides, *Yucca schidigera* or nisin on rumen methanogenesis, nitrogen and energy metabolism in sheep. *Livest. Prod. Sci.*, 91, 209–217.
- Scott MT, Bahr G., Moddaber F., Afchain D., Chedid L., 1984. Adjuvant requirements for protective immunization of mice using *Trypanosoma cruzi* 90K cell surface glycoprotein. *Int. Archs. Allergy appl. Immunol.*, 74, 373.
- Seely D., Dugoua JJ., Perri D., et al., 2008. Safety and efficacy of *Panax ginseng* during pregnancy and lactation. *Can. J. Clin. Pharmacol.*, 15, 87-94.
- Sen S., Makkar HPS., Muetzel S., Becker K., 1998. Effect of *Quillaja saponaria* and *Yucca schidigera* plant extract on growth of *Escherichia coli*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 27, 35–38.
- Sidhu GS., Oakenfull DG., 1986. A mechanism for the hypocholesterolaemic activity of saponins. *Br. J. Nutr.*, 55, 643-649.
- Sim JS., Kitts WD., and Bragg DB., 1984. Effect of dietary saponin on egg cholesterol level and laying hen performance. *Can. J. Anim. Sci.*, 64, 977-984.
- Singer MD., Robinson PH., Salem AZM., DePeters EJ., 2008. Impacts of rumen fluid modified by feeding *Yucca schidigera* to lactating dairy cows on *in vitro* gas production of 11 common dairy feedstuffs, as well as animal performance. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 146, 242–258.
- Sparg SG., Light ME., Staden J., 2004. Biological activities and distribution of plants saponins. *J. Ethnopharmacol.*, 94, 219-243.
- Tanaka O., Tamura Y., Matsuda H., Mizutani K., 1996. In saponins used in food and agriculture; Waller, G. R., Yamasaki, K., Eds.; Plenum Press: New York, pp 1-11.
- Teferedegne B., 2000. New perspectives on the use of tropical plants to improve ruminant nutrition. *Proc. Nutr. Soc.*, 59, 209-214.
- Wang JP., Kim IH., 2011. Effect of caprylic acid and *Yucca schidigera* extract on production performance, egg quality, blood characteristics, and excreta microflora in laying hens. *Br. Poult. Sci.*, 52, 711-717.
- Wang Y., Mc Allister TA., Newbold CJ., Rode LM., Cheeke PR., Cheng KJ., 1998. Effects of *Yucca schidigera* extract on fermentation and degradation of steroidal saponins in the rumen simulation technique (RUSITEC). *Anim. Feed Sci. Technol.*, 74, 143-153.
- Wang YX., McAllister TA., Yanke LJ., Xu ZhJ., Cheeke PR., Cheng KJ., 2000. In vitro effects of steroidal saponins from *Yucca Schidigera* extract on rumen microbial protein synthesis and ruminal fermentation. *J. Sci. Food Agric.*, 80, 2114–2122.
- Williams AG., Coleman GS., 1991. The rumen protozoa. Springer-Verlag New York Inc., New York.
- Wilson RC., Overton TR., Clark JH., 1998. Effects of *Yucca schidigera* extract and soluble protein on performance of cows and concentrations of urea nitrogen in plasma and milk. *J. Dairy Sci.*, 81, 1022–1027.
- Zaoui A., Cherrah Y., Lacaille-Dubois MA., Settaf A., Amarouch H., Hassar M., 2000. Diuretic and hypotensive effects of *Nigella sativa* in the spontaneously hypertensive rat. *Therapie*, 55, 379-382.