

## SAPONİNLER VE BİYOLOJİK ÖNEMİ

Berrin KOCAOĞLU GÜÇLÜ<sup>1</sup>, Fatma UYANIK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> E. Ü. Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Kayseri-TÜRKİYE

<sup>2</sup> Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı Kayseri-TÜRKİYE

**Özet:** Saponinler, çeşitli bitkilerde doğal olarak bulunan, steroid veya triterpenoid yapıda lipofilik bir çekirdek ile bir veya daha fazla sayıda karbonhidrat yan zincirine sahip glikozidlerdir. Bu derlemede, saponinlerin kimyasal yapıları ve özellikleri ile rumen mikroflorası, çeşitli hayvan türlerinde lipid metabolizması, performans ve immunité üzerine etkileri tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Saponin, kimyasal yapısı, lipid metabolizması, performans

### Saponins and Their Biological Importance

**Summary:** Saponins which are found in many plants are glycosides containing either a steroid or triterpenoid nucleus and one or more side chain of carbohydrates. In this review, chemical structure and properties of saponins and their effects on ruminal microflora, lipid metabolism, performance and immunity in various animal species are discussed.

**Key Words:** Saponin, chemical structure, lipid metabolism, performance

### Giriş

Saponinler bazı deniz hayvanlarında ve çeşitli bitkilerde, özellikle baklagillerde, doğal olarak bulunan glikozidlerdir (24,29,31). Bu glikozidler, içeceklerde sabit köpük elde edilmesinde, madencilikte, fotoğrafçılıkta, kozmetik ve ilaç sanayinde kullanılabilirlerdir (4). Ayrıca saponinlerin balık zehiri olarak kullanıldıkları, ağaç küflerinin gelişimini inhibe etmede ve bitkileri böcek saldırılarına karşı korumada etkili oldukları bildirilmektedir (24,31). Yüksek dozlarının toksik olduğu bilinen (6,24) saponinlerin geçmiş yıllarda daha çok antinutrisyonel etkileri üzerinde durulmuştur (26). Son yıllarda ise saponinlerin hipokolesterolemik, antikarsinojenik, antioksidan, antiinflamator, antimikrobiyel etkilerinin yanında immun sistem üzerine olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir (21,30,37,41). Bu derlemede, saponinlerin kimyasal yapıları ve özellikleri ile rumen mikroflorası, çeşitli hayvan türlerinde metabolizma, performans ve immunité üzerine etkileri ile ilgili bilgi aktarılmıştır.

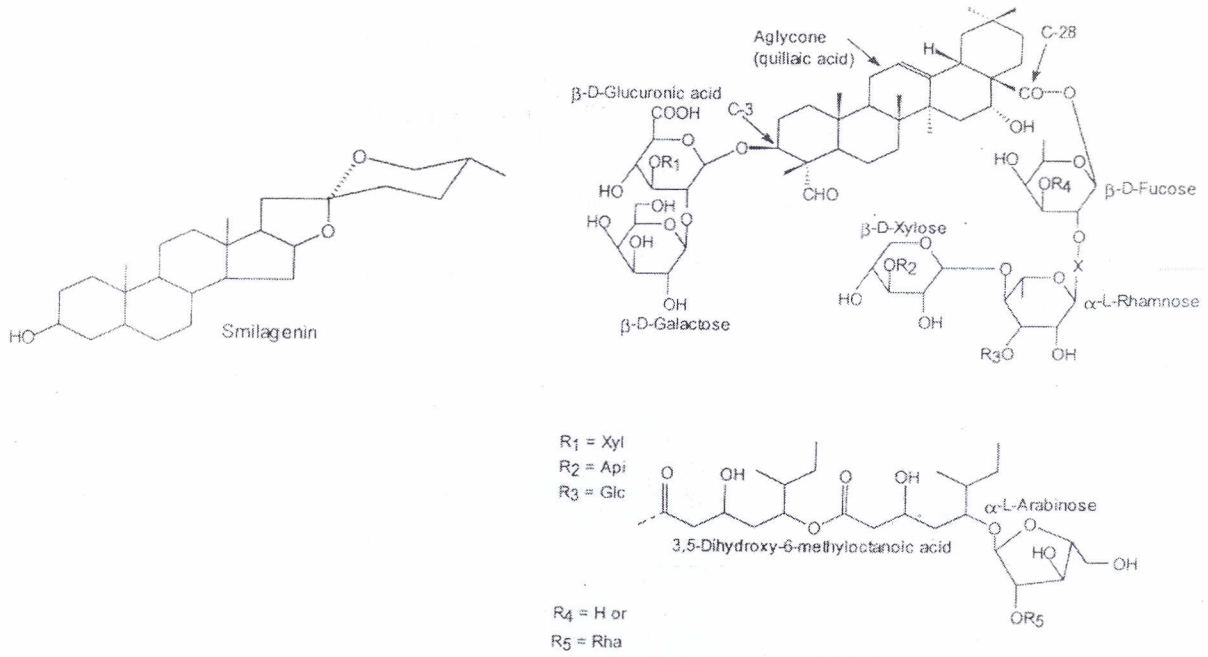
### Saponinlerin Kimyasal Yapısı

Saponinler, steroid ya da triterpenoid yapıda lipofilik bir çekirdek ile bir ya da daha fazla sayıda karbonhidrat yan zincirine sahip glikozidlerdir (4,24). Bu glikozitlere, sulu solusyonlarda güçlü köpürme özelliği nedeni ile saponin ismi verilmiştir (24). Saponinlerin deterjan veya yüzey gerilimini düşürücü özellikleri hem suda hem de yağda çözünebilir

bileşenlerinin olmasından kaynaklanmaktadır (Şekil 1) (4).

Saponinler, yapısal olarak glikan ve aglikan (sapogenin) olmak üzere iki kısımdan oluşurlar ve aglikan kısmının yapısına göre steroidal veya triterpenoidal saponinler olarak sınıflandırılırlar. Saponinlerin, aglikan kısmı -OH, -COOH, ve -CH<sub>3</sub> gibi çeşitli fonksiyonel gruplara sahiptir (29). Bu bileşiklerin glikan kısmını ise, aglikan kısmında bulunan bir hidroksil veya bir karboksil grubuna veya her ikisine birden bağlanmış olan düz ya da dallanmış oligosakkaritler oluşturur. Saponinler, aglikan kısmında bulunan bu bağlanma bölgelerine bir şeker grubu bağlanmışsa monodezmozide, iki şeker grubu bağlanmışsa bidezmozide, üç şeker grubu bağlanmışsa tridezmozide olarak adlandırılmaktadırlar (21,29). Saponinlerin yapısında yaygın olarak D-glikoz, D-galaktoz, D-gliküronik asit, D-riboz, D-ksiloz, L-arabinoz, L-fruktoz ve L-ramnoz'un yanısıra 3-metil glikoz, quinozoze ve apioz gibi karbonhidratların da bulunabileceği bildirilmektedir (3). Aglikan kısmının yapısındaki fonksiyonel gruplar ve glikan kısmını oluşturan şeker zincirlerinin kompozisyonu, dallanma özellikleri ve substitüsyon tipleri farklı saponinlerin oluşumunu sağlar (29). Bugüne kadar 100'ün üzerinde steroidal, muhtemelen daha çok sayıda triterpenoidal saponinin identifiye edildiği, ayrıca bir bitkide birden fazla saponin tipinin bulunabileceği bildirilmektedir (21,24,29).

Gravimetrik, spektrofotometrik ve kromatografik (ince tabaka kromatografisi, gaz kromatografisi, yüksek performans likit kromatografisi vb) ve elektroforez (kapillar elektroforez) gibi metotlarla saponinlerin miktar ve yapıları belirlenebilmektedir (10,29,33).



Şekil 1. Steroidal (solda) ve triterpenoidal (sağda) saponinlerin yapısı

#### Saponin Kaynakları

Yaklaşık 100 bitki familyasının saponin içerdiği (29), ancak bunlardan bir kısmının insan ve hayvanlar tarafından besin maddesi olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Tablo 1) (7).

Çöl bitkileri saponin bakımından zengin olup, *Yucca schidigera* ve *Quillaja saponaria* önemli ticari saponin kaynaklarıdır. *Yucca* saponinlerinde steroidal çekirdek bulunurken, *quillaja* saponinlerinde triterpenoid çekirdek bulunduğu, ayrıca *yucca* saponinlerinin monodezmozidal, *quillaja*

Tablo 1. Bazı bitkiler ve saponin içerikleri.

Bitki adı	Saponin miktarı (g/kg KM)
Nohut ( <i>Cicer arietinum</i> L.)	56
Soya Fasulyesi ( <i>Glycine Max</i> L. Merrill)	43
Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.)	56
Yonca Filizleri	87
Yeşil Fasulye ( <i>P. Vulgaris</i> )	13
Fıstık ( <i>Arachis hypogaena</i> L.)	6.3
İspanak ( <i>Spinacea oleracea</i> L.)	47
Mercimek	3.7-4.6
Susam Tohumu ( <i>Sesamun indicum</i> L.)	3.0
Yeşil Bezelye ( <i>Pisum sativum</i> spp.)	11
Kuşkonmaz ( <i>Asparagus officinalis</i> L.)	15
Sarımsak ( <i>Allium sativum</i> L.)	2.9
Yulaf ( <i>Avena sativa</i> L.)	1.0

saponinlerinin bidezmozidal yapıda olduğu bildirilmektedir (4). *Yucca schidigera* bitkisinin gövdesi mekanik olarak parçalanıp kurutulduktan sonra % 100 yucca tozu, veya parçalanmış materyalin mekanik sıkıştırılmasıyla elde edilen yucca suyunun evaporasyonu ile yucca ekstratı elde edilmektedir. Quillaja saponinleri ise *Quillaja saponaria* ağacının kabukları büyük tanklarda kaynatıldıktan sonra elde edilen sıvı ekstraktın evaporasyonla konsantre edilmesiyle elde edilmektedir (4).

#### Saponinlerin Rumen Mikroflorasına Etkisi

Yonca saponinlerinin rumen hareketlerini azalttığı ve bunun sonucunda köpüklü rumen içeriğinin geçişini engellediği; ruktusu engelleyerek rumen gazlarının birikimine ve hayvanın ölümüne yol açtığı ileri sürülmüştür (24).

Saponinlerin, protozoonların hücre membranlarındaki kolesterol ile reaksiyona girerek hücre membranının parçalanmasına neden olduğu, böylece protozoonların ölümüne ve sayısının azalmasına yol açtıkları bildirilmektedir (42). Rumendeki protozoonların sayısındaki azalmaya bağlı olarak protozoonlar tarafından bakteri sindirimi azaldığı için rumen amonyak konsantrasyonunun da azaldığı açıklanmıştır (4). Makkar ve Becker (22), Quillaja saponinlerinin uygulamadan 6 saat sonrasına kadar rumende değişmeden kalabildiğini, bu zaman periyodunun saponinlerin antiprotozoal aktivitesi için yeterli olabileceğini bildirmişlerdir. Bunun yanında saponinlerin rumende etkili oldukları konsantrasyonun (1.000-10.000 mg/L) yaygın olarak kullanılan yemlerde bulunan saponin konsantrasyonlarının (60-250 mg/kg) çok üzerinde olduğu bildirilmiştir (17).

Saponinlerin rumen mikroorganizmaları üzerine en belirgin etkisi protozoonları baskılamasıdır. Öte yandan bakteriler üzerine etkisinin değişken olduğu bildirilmektedir. *Yucca schidigera*'dan elde edilen steroidal saponinlerin sellüloolitik bakterileri ve mantarları inhibe ettikleri fakat amilolitik bakterilere etkisinin tür spesifik olduğu bildirilmiştir (43). Bununla birlikte bakterilerin, saponinlerin karbonhidrat yan zincirlerini kopararak saponinleri hidrolize ettikleri dolayısıyla saponin metabolizmasına adapte olabilecekleri de bildirilmektedir (22,42). Rumen protozoonlarının ise saponinlere adaptasyon veya detoksifikasyon yetenekleri bulunmamaktadır. Saponinlerin antibakteriyel etki mekanizmasının, membranolitik özellikleriyle ilişkili olduğu, bu nedenle bakterileri inhibe edici etkilerinin, bakteriye adsorpsiyonu ve bakteri popülasyonunun yoğunluğu

ile bağlantılı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca rumen bakterileri gibi karışık bakteri popülasyonu üzerine saponinlerin etkisinin belirlenmesi zordur (4).

#### Saponinlerin Lipid Metabolizması Üzerine Etkisi

Hem yağda hem de suda çözünebilme özelliğine sahip olan saponinlerin yüzey gerilimini düşürücü etkiye ve deterjan özelliğine sahip olmaları nedeniyle, safra asitleri, yağ asitleri, digliseritler ve yağda eriyen vitaminleri içeren misellerin oluşumu da dahil olmak üzere sindirim sisteminde yağda çözünen maddelerin emulsifikasyonunu etkilediği bildirilmektedir (4). Yüzlerce safra asidi ve saponin molekülleri, hidrofobik çekirdek kısmı içe, hidrofilik karbondhidrat kısmı dışa gelecek şekilde kompleksler oluştururlar.

Saponin içeren bitkilerin yedirildiği veya saponin ekstraktı verilen insan ve çeşitli hayvanlarda lipid metabolizmasının etkilendiği gösterilmiştir. Ratlarda (32,34,36,37), tavşanlarda (25), piliçlerde (26), eşeklerde (23) ve insanlarda (2) saponinlerinin serum kolesterol düzeyini azalttığı bildirilmiştir. Whitehead ve ark. (44) da saponinlerin, karaciğer lipid ve plazma trigliserit konsantrasyonunu azalttığını, ancak karaciğer kolesterol ve plazma yüksek dansiteli lipoprotein (HDL) düzeyini ise etkilemediğini saptamışlardır.

Yumurta tavuklarında (35) *Yucca schottii* saponinlerin yumurta sarısı kolesterolünü etkilemediği bildirilmesine karşın, yonca veya *Yucca schidigera* saponinlerinin yumurta kolesterolünü azalttığı tespit edilmiştir (9,18,39).

Saponinlerin ekzojen ve endojen hiperkolesterolemiyi önlemesi çeşitli mekanizmalarla açıklanmaktadır. Saponinler, a) bağırsak lumeninde kolesterolle kompleksler oluşturarak kolesterolün presipitasyonuna neden olmakta, b) kolesterol içeren misellerin büyüklük ve/veya stabilitesini etkileyerek mukoza hücrelerine girişini azaltmakta ve c) mukoza hücre membranındaki kolesterolü de etkilediği için membran transport fonksiyonunu bozmaktadırlar. Bu nedenlerle saponinlerin kolesterol emilimini azaltıp, safra asiti ve nötral sterollerin (kolesterol, koprostanol, bitki steroller) fekal atılımını arttırdığı bildirilmektedir (11,15,23,24,37). Ayrıca, saponinlerin bağırsak hücrelerinin dökülmesine yol açan membranolitik etkisi nedeniyle hücre membranlarının dolayısıyla da kolesterol kaybının artmasına sebep olduğu da açıklanmıştır (25).

Ortamda saponinlerin bulunması, saponin-safra asitleri komplekslerinin yanısıra safra asitlerinin selüloza adsorbsiyonunu da arttırmakta, dolayısıyla yüksek molekül ağırlıklı miseller oluşmasına yol açmaktadır. Bu da safra asitlerinin reabsorbsiyonunu önleyerek safra asitlerinin atılımı ve buna bağlı olarak karaciğerde kolesterolün safra asitlerine dönüşümünün artmasına neden olmaktadır (11,25,34,37). Kolesterol emiliminin baskılanmasıyla yakın ilişkili olan hepatik kolesterol düzeyinin azalmasının, hepatik HMG-CoA redüktaz aktivitesinin ve hepatik düşük dansiteli lipoprotein (LDL) reseptör düzeyinin artışına neden olduğu açıklanmıştır (11).

Saponinlerin, safra asitleri ile etkileşimine bağlı olarak kolan kanseri riskinin de önlenmesinde rol oynayabilecekleri açıklanmıştır. Sitotoksik etkiye sahip olan sekonder safra asitleri, primer safra asitlerinin mikrobiyel metabolizması sonucu oluşmaktadır (4,37). Örneğin primer safra asiti olan kolik asit, kalın bağırsakta mikrobiyel fermentasyonla deoksikolik asite çevrilmiştir (38). Saponinler, primer safra asitlerini bağlayarak sekonder safra asitlerinin oluşumunu engellediklerinden (34), kolon kanseri riskinin önlenmesinde saponinlerin önem taşıyabileceği ileri sürülmüştür (19).

### Saponinlerin Performansa Etkisi

Rasyona % 0,10 (1) veya % 0,15 (12)'in altındaki düzeylerde saponin ilavesinin piliçlerde büyümeyi etkilemediği, ancak bu düzeylerin üzerinde saponin ilavesinin büyümeyi baskıladığı bildirilmiştir (1,12,26). Jenkins ve Atwal (15) da piliçlerde % 0.9 triterponoid saponinin canlı ağırlığı, yem tüketimini, yağların sindirilebilirliğini, vitamin A ve E'nin emilimini olumsuz etkilediğini, ancak steroid saponinlerin bu parametreler üzerine bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. Yumurta tavuklarında ise % 0.04'ün üzerinde saponin içeren rasyonların yumurta verimi ve yem tüketimini azalttığı bildirilirken (35), % 0,3 düzeyinde saponinin yumurta verimini önce azalttığı ancak saponin tüketiminin 10. gününden sonra yumurta veriminin tekrar artarak eski seviyesine ulaştığı bildirilmiştir (1). Heywang ve Thompson (13) da yoncadan ekstrakte edilen % 0,4 düzeyinde saponin veya % 0,26 saponin içerecek şekilde % 20 yonca unu içeren rasyonların yumurta verimini ve yem tüketimini baskıladığını ancak yumurta ağırlığını etkilemediğini kaydetmişlerdir. Whitehead ve ark. (44), 1 g/kg saponin'in yumurta tavuklarında performansı etkilemediğini, 4-5 g/kg düzenin ise canlı ağırlık, yem tüketimi ve yumurta ağırlığını azalttığını

bildirmişlerdir. Öte yandan Ishaaya ve ark. (14) soyadaki saponinlerin, yüksek konsantrasyonlarda dahi tavuklarda büyümeyi baskılayıcı etkisinin olmadığını, buna karşılık yoncadaki saponinlerin zararlı etkilerinin rasyondaki saponin konsantrasyonu ile doğru orantılı olduğunu bildirmişlerdir.

Cheeke ve ark. (5) kazların % 1, bildircin ve hindilerin % 2,5, piliçlerin ise % 5 ve üzerindeki düzeylerde yonca içeren rasyonları daha az tükettiklerini, yoncanın düşük veya yüksek düzeyde saponin içermesinin yonca tüketimine önemli bir etkisinin olmadığını, hatta hindilerin yüksek saponinli yoncayı düşük saponinli yoncaya tercih ettiklerini ileri sürmüşlerdir. Saponinlerin performans üzerine olumsuz etkisi, acı tadları nedeniyle yem tüketiminin azalmasına (6) veya saponinlerin bazı esansiyel besin maddeleri ile (vitaminin, mineral, yağ) çözünmeyen kompleksler oluşmasına bağlanmıştır (15). Gypsophila saponini ile beslenen ratlarda demir emiliminin azaldığı, ancak femur çinko düzeyinin etkilenmediği (36) tespit edilmiştir. Saponinlerle mineraller arasındaki etkileşimin saponinlerin büyümeyi azaltmasında etkili olabileceği bildirilmektedir (15,36).

### Saponinlerin İmmuniteye Etkisi

Saponinlerin adjuvant aktivitelerini; ilk olarak 1936 yılında Fransız bilim adamları Thibault ve Richou'nun bildirdiği (4) aktarılmıştır. Daha sonraları genellikle *Quillaja saponaria*'dan elde edilen saponinlerin aşılarda adjuvant olarak kullanıldığı çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (8,27,28,40,45). Saponinlerin, antijenlere karşı antikor sentezini artırdığı (8), farelerde ovalbumin (16,28) ve HIV-1 160 D (45) için adjuvant olarak kullanılan quillaja saponinin immun yanıtı olumlu etkilediği bildirilmektedir. (40). Sığırlarda Quil A içeren ephemeral fever aşısına karşı oluşan serolojik yanıtın deksran sülfat veya alüminyum hidroksit gibi diğer adjuvantlara göre daha iyi sonuç verdiğini saptamışlardır. Saponinlerin bağırsak mukozası hücrelerinin permeabilitesini değiştirerek normalde bağırsaklardan emilemeyen maddelerin emilimini kolaylaştırdıkları bildirilmiştir (20).

Sonuç olarak, saponinlerin büyüme, performans ve metabolizma üzerine etkileri tüketilen saponinin tipi, miktarı ve rasyonda bulunan besin maddeleri içeriğine bağlı olarak değişebilmektedir.

**Kaynaklar**

1. Anderson JO, 1957. Effect of alfalfa saponin on the performance of chicks and laying hens. *Poultry Sci.*, 36:873-876.
2. Bingham R, Harris DH, Laga T, 1978. Yucca plant saponin in the treatment of hypertension and hypercholesterolemia. *J Appl Nutr.*, 30:127-136.
3. Chandel RS, Rastogi RP, 1980. Triterpenoid saponins and sapogenins. *Phytochem.*, 19:1889-1908.
4. Cheeke PR, 1999. Actual and potential applications of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* saponins in human and animal nutrition. *Proceeding of the American Society of Animal Science*, 1-10.
5. Cheeke PR, Powley JS, Nakaue HS, Arscott GH, 1983. Feed preference responses of several avian species fed alfalfa meal, high and low saponin alfalfa, and quinine sulfate. *Can J Anim Sci.*, 63:707-710.
6. Ergün A, Tuncer ŞD, Çolpan İ, Yalçın S, Yıldız G, Küçükersan MK, Küçükersan S, Şehu A, 2002. *Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi*. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi. Ankara, p. 324.
7. Fenwick DE, Oakenfull D, 1983. Saponin content of food plants and some prepared foods. *J Sci Food Agric.*, 34:186-191.
8. Gebara 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.*, 22:31-37.
9. Güçlü K B, İşcan K M, Uyanık F, Eren M, Ağca A C, 2004. Effects of alfalfa meal added to diet of laying quail on performance egg quality and some serum parameters. *Arch Anim Nutr.*, 58:255-263.
10. Guo M, Song F, Bai Y, Liu Z, Liu S, 2002. Rapid analysis of a triterpenoid mixture from plant extracts by electrospray ionization multi-stage tandem mass spectrometry (ESI-MS). *Analytical Sci.*, 18:481-484.
11. Harwood HJ, Chandler CE, Pellarin LD, Bangarter FW, Wilkins RW, Long CA, Cosgrove PG, Malinow MR, Marzetta CA, Pettini JL, Savoy YE, Mayne JT, 1993. Pharmacological consequences of cholesterol absorption inhibition: alteration in cholesterol metabolism and reduction in plasma cholesterol concentration induced by the synthetic saponin B-tigogenin cellobioside (CP-88818;Tiqueside). *J Lipid Res.*, 34:377-395.
12. Heywang BW, Bird HR, 1954. The effect of alfalfa saponin on the growth, diet consumption, and efficiency of diet utilization of chicks. *Poultry Sci.*, 33:239-241.
13. Heywang BW, Thompson CR. 1959. Effect of alfalfa saponin on laying chickens. *Poultry Sci.*, 38:968-971.
14. Ishaaya I, Birk Y, Bondi A, Tencer Y, 1969. Soyabean saponins; Studies of their effect on birds, mammals, and cold blooded organisms. *J Sci Food Agric.*, 20:433-436.
15. Jenkins KJ, Atwal AS, 1994. Effects of dietary saponins on fecal bile acids and neutral sterols, and availability of vitamins A and E in the chick. *J Nutr Biochem.*, 5:134-137.
16. Kensil CR, Wu JY, Anderson CA, Wheeler DA, Amsden J. 1998. QS-21 and QS-7: purified saponin adjuvants. *Dev Biol Stand.*, 92:41-47.
17. Killeen GF, Madigan CA, Connolly CR, Walsh GA, Clark C, Hynes MJ, Timmins BF, James P, Headon DR, Power RF, 1998. Antimicrobial saponins of *Yucca schidigera* and the implications of their in vitro properties for their in vivo impact. *J Agric Food Chem.*, 46:3178-3186.
18. Kutlu HR, Görgülü M, Ünsal İ, 2001. Effects of dietary *Yucca schidigera* powder on performance and egg cholesterol content of laying hens. *Appl Anim Res.*, 20:49-56.
19. Lacaille-Dubois MA, Wagner H, 1997. A review of the biological and pharmacological activities of saponins. *Phytomedicine*, July 2:363-386.
20. Maharaj I, Froth K, Campbell J, 1986. Immune responses of mice to inactivated rabies vaccine administered orally: potentiation by quillaja saponin. *Can J Microbiol.*, 32:414-420
21. Mahato SB, Sarkar SK, Poddar G, 1988. Triterpenoid saponins. *Phytochemistry*, 27 (10):3037-3067.
22. Makkar HPS, Becker K, 1997. Degradation of quillaja saponin by mixed culture of rumen microbes. *Lett Appl Microbiol.*, 25:243-245.

23. Malinow MR, Connor WE, McLaughlin P, Stafford C, Lin DS, Livingston AL, Kohler GO, Mc Nulty WP. 1981. Cholesterol and bile acid balance in *Macaca fascicularis*. Effect of alfalfa saponins. *J Clin Invest.*, 67(1):156-162.
24. Milgate J, Roberts DCK, 1995. The nutritional & biological significance of saponins. *Nutr Research.*, 15 (8): 1223-1249.
25. Morehouse LA, Bangerter FW, DeNinno MP, Inskeep PB, McCarthy 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 Research.*, 40:464-474.
26. Morgan B, Heald M, Brooks SG, Tee JL, Green J, 1972. The interactions between dietary saponin, cholesterol and related sterols in the chick. *Poultry Sci.*, 51(2):677-682.
27. Nair SP, Suryanarayana VVS, Rao BU, 1985. Isolation and characterisation of a saponin from an Indian plant and its suitability as an adjuvant for foot and mouth disease vaccine. *Indian J Comp Microbiol, Immunol and Infect Dis.*, 6 (4):161-164.
28. Newman MJ, Wu JY, Gardner BH, Munroe KJ, Leonbruno D, Recchia J, Kensil CR, Coughlin RT, 1992. Saponin adjuvant induction ovalbumin-specific CD8+cytotoxic T lymphocyte responses. *J Immunol.*, 148(8):2357-2362.
29. Oleszek W, 2002. Chromatographic determination of plant saponins. *J Chromatography A.*, 967:147-162,
30. Ono R, Yamaguchi, 1999. Anabolic effect of soybean saponin on bone component in the femoral tissues of rats. *J Health Sci.*, 45(5):251-255.
31. Osbourn AE, 2003. Saponins in cereals. *Phytochemistry*, 62(1):1-4.
32. Rao AV, Kendall CW, 1986. Dietary saponins and serum lipids. *Fd Chem Toxic* 24(5):441.
33. Rao D, Bories G., 1987. Simple gas chromatographic method for the determination of madicagenic acid in alfalfa (*Medica sativa*). *J Chromatography*, 410:169-175.
34. Sidhu GS, Oakenfull DG, 1986. A mechanism for the hypocholesterolaemic activity of saponins. *Br J Nutr.*, 55:643-649.
35. Sim JS, Kitts WD, and Bragg DB, 1984. Effect of dietary saponin on egg cholesterol level in laying hen performance. *Can J Anim Sci.*, 64:977-984.
36. Southon S, Johnson IT, Gee JM, Price KR, 1988. The effect of gypsophila saponins in the diet on mineral status and plasma cholesterol concentration in the rat. *Br J Nutr.*, 59:49-55.
37. Story JA, LePage SL, Petro MS, West LG, Cassidy MM, Lightfoot FG, Vahouny GV, 1984. Interactions of alfalfa plant and sprout saponins with cholesterol in vitro and in cholesterol-fed rats. *Am J Clin Nutr.*, 39:917-929.
38. Tennant BC, 1997. Hepatic Function. Koneko JJ, Harvey JW, Bruss ML., *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, San Diego: Academic Press. p. 327-352.
39. Turk DE, Barnett BD, 1972. Diet and egg cholesterol. *Poultry Sci.* 51:1881.
40. Vanselow BA, Abetz I, Trenfield K. 1985. A bovine ephemeral fever vaccine incorporating adjuvant Quil A: a comparative study using adjuvants Quil A, aluminium hydroxide gel and dextran sulphate. *Vet Rec.*, 117(2):37-43.
41. Vegemania L, 1995. Scientists tout the health benefits of saponin. *Science News*, 148 (9):392.
42. Wang Y, McAlister 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. Alınmıştır; Cheeke PR, 1999. Actual and potential applications of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* saponins in human and animal nutrition. *Proceeding of the American Society of Animal Science*, 1-10.
43. Wang Y, McAllister T A., Yanke L J., Cheeke P R. 2000. Effect of steroidal saponin from *Yucca schidigera* extract on ruminal microbes. *J App Microbiol.*, 88 (5) 887-897.
44. Whitehead CC, McNab JM, Griffin HD, 1981. The effects of low dietary concentrations of saponin on liver lipid accumulation and performance in laying hens. *Br Poult Sci.*, 22 (3):282-288.

45. Wu JY, Gardner BH, Murphy CI, Seals JR, Kensil CR, Recchia J, Beltz GA, Newman GW, Newman MJ. 1992. Saponin adjuvant enhancement of antigen- specific immune responses to an experimental HIV-1 vaccine. *J Immunol.*, 148(5):1519-1525.

Yazışma Adresi:

Yrd. Doç. Dr. Berrin KOCAOĞLU GÜÇLÜ  
Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi  
Hayvan Besleme ve Beslenme  
Hastalıkları Anabilim Dalı  
Kocasinan / Kayseri  
E-mail:berrinkg@hotmail.com