



## Role of Beta Glucan in Animal Nutrition

Çagri KALE Nuriye Tugba BINGOL

Yuzuncu Yil University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases, Van, Turkey

Received: 08.04.2014

Accepted: 15.05.2014

### SUMMARY

Antibiotics, as feed additive, have been used in animal nutrition for many years. But, in addition to the positive results of the antibiotic usage in recent years, because of some negative results, investigators have focused on alternative feed additives which can be used instead of these feed stuffs.  $\beta$ -glucan is one of the feed additives which is used as an alternative to antibiotics.  $\beta$ -glucan is a non-starch polysaccharide which is obtained from bacteria, yeast, mushroom, lichen and from cell walls of the feed grains like barley, corn and rye. Lately;  $\beta$ -glucan starts getting more popular due to both it has positive effects on animals and it doesn't cause negative effects like antibiotics. In this review; it will be discussed  $\beta$ -glucan's effects on immune system, performance and blood parameters in animal nutrition.

**Key Words:**  $\beta$ -glucan, Immune system, Performance, Blood parameters

### ÖZET

### Beta-Glukanın Hayvan Beslemedeki Rolü

Antibiyotikler yem katkı maddesi olarak hayvan beslemede uzun yıllar kullanılmıştır. Fakat son yıllarda antibiyotiklerin hayvan beslemede kullanılmasının olumlu sonuçları yanında, bazı olumsuz sonuçları nedeniyle araştırmacılar bu maddelerin yerine kullanılacak alternatif yem katkı maddeleri üzerinde çalışmalara yoğunlaşmıştır. Antibiyotiklere alternatif olarak kullanılan yem katkı maddelerinden bir tanesi beta-glukandır ( $\beta$ -glukan).  $\beta$ -glukan; bakteri, maya, mantar ve likenler ile arpa, yulaf ve çavdar gibi tane yemlerin hücre duvarlarından elde edilen ve nişasta olmayan bir polisakkarittir (NOP). Son zamanlarda; hem hayvanlar üzerindeki olumlu etkilerinden, hem de antibiyotikler gibi olumsuz etkileri olmadığından  $\beta$ -glukana olan ilgi artmıştır. Bu derlemede;  $\beta$ -glukanın hayvan beslemede immun sistem, performans ve kan parametreleri üzerine olan etkilerinden bahsedilecektir.

**Anahtar Kelimeler:**  $\beta$ -glukan, İmmun sistem, Performans, Kan parametreleri

### GİRİŞ

Hayvan beslemede yem katkı maddesi olarak kullanılan antibiyotikler; büyüme performansı ile yemden yararlanma oranını artırması yanında hastalıkların tedavisinde ve önlenmesinde etkilidirler (Karademir ve Karademir 2003; Keser ve Bilal 2008). Fakat kullanılan bu antibiyotikler zamanla hayvanlarda bakteriyel direnç gelişmesine sebep olmaları yanında aynı zamanda hayvansal ürünlerde bıraktıkları kalıntılar ile insan sağlığını tehdit etmektedirler. Bu nedenle Avrupa Birliği ile ülkemizde 1 Ocak 2006 tarihinden itibaren antibiyotiklerin hayvan beslemede kullanımları yasaklanmıştır (Keser ve Bilal 2008). Bu nedenle antibiyotiklere alternatif olarak kullanılacak yem katkı maddeleri üzerinde çalışmalar artmıştır. Bu amaçla probiyotikler, prebiyotikler, organik asitler, enzimler ve beta-glukanlar gibi yem katkı maddeleri antibiyotiklere alternatif olarak kullanılmaktadır (Karademir ve Karademir 2003; Erdoğan ve ark. 2007; Keser ve Bilal 2008).

### Antibiyotiklere Alternatif Yem Katkı Maddeleri

#### Probiyotikler

Probiyotikler; bağırsak mikroflorasını konakçı hayvan lehine geliştirerek yararlı etkiler oluşturan tek veya karışık canlı mikroorganizma (bakteri, maya veya mantar) kültürleridir. Probiyotik mikroorganizmalar, genel olarak Basilluslar (gram pozitif spor oluşturan bakteriler), laktik asit üreten bakteriler (*Laktobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*) ve mayalar olmak üzere üç kategoride toplanmaktadır. Probiyotikler; salgıladıkları laktik, asetik ve formik asitler ile ortam pH'sını düşürdükleri için; patojen mikroorganizmaların çoğalmasını önlerler, bağırsak villuslarına patojen mikroorganizmalardan daha önce tutunarak onların barınmalarını engellerler, çeşitli sindirim enzimleri salgılayarak sindirime katkı sağlarlar ve aynı zamanda immun sistemi güçlendirici etki gösterirler (Erdoğan ve ark. 2007; Karademir ve Karademir 2003; Kocaoğlu Güçlü ve Kanber 2009; Ergün ve ark. 2011).

### Prebiyotikler

Prebiyotikler; hayvan organizmasında sentezlenen sindirim enzimleri ile parçalanamayan fakat kalın bağırsaklarda yaşayan mikroorganizmalar tarafından fermente edilebilen, *Bifidobakteri* ve *Laktobasiller* gibi yararlı Gram pozitif bakterilerin büyümesini stimüle ederek konakçı hayvanlarda yararlı etkiler oluşturan sindirilemeyen polisakkaritler ve oligosakkaritler olarak tanımlanır (Erdoğan ve ark. 2007). Bu grup içerisinde mannanoligosakkaritler (MOS), fruktoooligosakkaritler (FOS), inulin ve humektanlar yer almaktadır (Kocaoğlu Güçlü ve Kanber 2009). Prebiyotikler yararlı mikroorganizma sayısını artırır, patojen olanların sayısını azaltır. Prebiyotikler, kalın bağırsaktaki yararlı bakteriler tarafından fermente edilerek kendilerinin büyümesi ve çoğalması için besin maddesi olarak kullanmalarının yanında laktik, asetik, propiyonik ve butirik asit üreterek ortam pH'sını düşürürler, böylece zararlı Gram negatif mikroorganizmaların çoğalmasını engellerler.

Ayrıca patojen mikroorganizmaları ortamdaki uzaklaştırarak immun sistemi güçlendirirler (Erdoğan ve ark. 2007; Kocaoğlu Güçlü ve Kanber 2009; Ergün ve ark. 2011).

### Organik asitler

Organik asitler; hayvan ve bitkilerde doğal olarak bulunan karboksilik (COOH) bileşiklerdir. Formik asit, asetik asit, propiyonik asit, butirik asit, fumarik asit ve sitrik asit bu asitlerdendir. Bu asitler barsak pH'sını düşürerek zararlı mikroorganizma sayısını azaltır, mide pH'sını düşürerek enzim aktivitesini artırır, dolayısıyla da protein sindirimini artırır, enerji üretiminde kullanılır (Ergün ve ark. 2011).

### Beta-Glukan

Beta-glukan ( $\beta$ -glukan) bir polisakkarittir. Arpa, yulaf ve çavdar gibi tane yemlerin hücre duvarı unsuru olarak bulunur. Bunlardan başka bazı bakteri, maya ve mantarların da hücre duvarlarının önemli bileşenlerindedir. Özellikle ekme mayası olarak bilinen *Saccharomyces cerevisiae*'den elde edilebilmektedir.  $\beta$ -glukanlar immun sistem hücrelerini bazı özel reseptörler aracılığı ile aktif hale getirdikleri için iyi bir immun uyarıcı olarak bilinirler. Bu nedenle de antibiyotiklere alternatif olarak kullanılmaktadırlar (Akramiye ve ark. 2007; Keser ve Bilal 2008; Anonim 2013a; Anonim 2013b; Anonim 2013c).

**Beta-Glukanın Kimyasal Yapısı:**  $\beta$ -glukan; bazı bakteri, maya ve mantar gibi mikroorganizmalar ile arpa, yulaf ve çavdar gibi tane yemlerin hücre duvarlarında bulunan ve birbirlerine  $\beta$ -glikozidik bağlarla bağlanmış D-glukoz monomerlerinden oluşan nişasta olmayan bir polisakkarittir (Keser ve Bilal 2008; Anonim 2013a; Anonim 2013b; Anonim 2013c).  $\beta$ -glukanlar glikoz moleküllerinin bağlanma şekillerine göre farklı yapılarda olurlar. Maya ve mantarların hücre duvarlarında bulunan  $\beta$ -glukanlar az sayıda 1,6  $\beta$  bağlı dallar ile 1,3  $\beta$  bağlı glikopiranosil kalıntılarında oluşurken, arpa ve yulaf hücre duvarlarındaki  $\beta$ -glukanlar 1,3 ve 1,4  $\beta$  bağlı glikopiranosil kalıntısı içeren dalsız  $\beta$ -glukanlardır. Bakterilerde ise 1,3  $\beta$  bağlı glikopiranosil kalıntısı içeren dalsız  $\beta$ -glukanlar bulunur (Keser ve Bilal 2008). Tahıl kaynaklı  $\beta$ -glukanlar suda çözünürlerken, maya ve mantarlardan elde edilen  $\beta$ -glukanlar suda çözülmezler. Suda çözünen ve çözünmeyen  $\beta$ -glukanların etki mekanizmaları arasında farklılıklar vardır. Suda çözünmeyen  $\beta$ -glukanlar özellikle immun sistem üzerinde olumlu etkilere sahiptirler

**Beta-Glukan Kaynakları:**  $\beta$ -glukanlar; *Pneumocystis carinii*, *Cryptococcus neoformans*, *Histoplasma capsulatum*, *Candida albicans* gibi bakterilerden, *Aspergillus fumigatus*, *Lentinus edodes*, *Grifola frondosa*, *Schizophyllum commune* ve *Sclerotinia sclerotiorum* gibi mantarlardan ve *Saccharomyces cerevisiae* gibi mayalardan elde edilebilmektedir (Akramiye ve ark. 2007). Bunlar dışında arpa, yulaf ve çavdar gibi tahıl tanelerinden de  $\beta$ -glukanlar elde edilirler. Tahıl taneleri içerisinde  $\beta$ -glukan yoğunluğu en fazla olan yulafır (Anonim 2013c). Yulaf kepeği yaklaşık olarak %7  $\beta$ -glukan içerir. Kuru yulaf, arpa ile aynı oranda (%5)  $\beta$ -glukan içerir. Buğday ve çavdar ise %2  $\beta$ -glukan içerir.  $\beta$ -glukan bira mayasından %80 saflıkta elde edilebilir. Mantardan elde edilen  $\beta$ -glukan en pahalı olanıdır, bunu sırasıyla arpa, yulaf ve mayalardan elde edilen  $\beta$ -glukanlar izler (Anonim 2013b).

**Beta-Glukanın Etki Mekanizması:**  $\beta$ -glukanlar immun sistemi uyarıcı ve güçlendirici özelliklere sahiptirler. Bu özellikleri; lökositleri aktive etme, fagositik aktiviteyi stimüle etme ve reaktif oksijen araçlarının, inflamatuvar mediatörlerin, TNF- $\alpha$  (tümör nekroz faktör- $\alpha$ ) gibi sitokinlerin üretimini uyarma yeteneklerinden kaynaklanır.  $\beta$ -glukanlar doğal bağışıklık sistemi tarafından tanınırlar. Bu tanıma muhtemelen ilgili hücre tiplerine ve  $\beta$ -glukanın bağlandığı reseptörlerle alakalıdır. Bu tanıma konakçı savunmasında önemli rol oynar ve immun yanıtın düzenlenmesinde spesifik fırsatlar sunar. Nötrofiller, makrofajlar ve dentritik hücreler çeşitli şekillerde  $\beta$ -glukanı tanıma yeteneğine sahip birkaç reseptör sunarlar.  $\beta$ -glukan reseptörleri de hücre içi sinyalleri tanıyarak, hücresel yanıtları uyarır ve immun yanıtın düzenlenmesinde rol alır.  $\beta$ -glukanlarda bulunan bu özel reseptörler; complement reseptör 3 (CR3), lactosylceramide, selected scavenger reseptörleri ve dectin-1'dir. Bu reseptörler içerisinde en önemlileri CR3 ve Dectin-1'dir (Akramiye ve ark. 2007; Keser ve Bilal 2008).

**Beta-Glukanın Etkileri:** Beta-glukanın bilinen birçok faydalı etkisi vardır. İmmun sistemi uyarmak ve güçlendirmek başta olmak üzere, anti-tümör etki, radioprotektif etki, enfeksiyonlara karşı direnç artırıcı etki, adjuvan etki gibi etkileri vardır. Bunun yanı sıra, kan şekeri seviyesini düzenleme, kolesterol seviyesini düşürme, deriyi canlı tutma gibi etkileri de vardır (Pelizon ve ark. 2005; Anonim 2013b). Bu etkiler içerisinde hayvan besleme açısından en önemlileri immun sistemi güçlendirici etki ve antikarsinojenik etkisidir. Bunlara ek olarak  $\beta$ -glukanın hayvanlarda bir de performans üzerine etkileri vardır. Bütün bu olumlu etkiler yanında  $\beta$ -glukanın olumsuz etkileri de yok değildir. Arpa ve yulaf gibi tane yemlerde bulunan  $\beta$ -glukanlar suda çözünebilir özelliktedirler ve kanatlılarda antibesinsel etki gösterirler. Bağırsak viskozitesini artırarak besin maddelerinin diffüzyonunu engellerler ve bu nedenle de yapışkan dışkı oluşmasına neden olurlar. Kanatlıların sindirim sisteminde nişasta olmayan polisakkaritleri (NOP) yani  $\beta$ -glukanı sindirebilecek enzimler olmadığı için kanatlı hayvanlar bu maddelerden fazla yararlanamazlar. Bu nedenle kanatlı yemlerinde bu gibi tane yemler kullanılacaksa mutlaka rasyona  $\beta$ -glukan gibi NOP'ı parçalayan enzimlerin (beta-glukanaz) ilave edilmesi gerekir (Karademir ve Karademir 2003).

### Beta-Glukanın İmmun Sistem ve Kan Parametreleri Üzerine Etkileri

İmmun sistemde bulunan makrofaj, lenfosit, doğal öldürücü (NK) hücreler, nötrofil, eozinofil, bazofil ve mast hücreleri gibi hücreler patojen mikroorganizmalara karşı

savunmada önemli rol oynarlar. Makrofaj, nötrofil, NK hücreleri ve lenfositlerde bulunan bazı reseptörler β-glukanlarda bulunan özel reseptörlerle etkileşime girerek aktif hale gelirler. Bu reseptörler vasıtasıyla β-glukanlar immun sistemde rol alan bu hücreleri harekete geçirerek, fagositik aktiviteyi ve yangı sonrası sitokin salınımını artırarak immun sistemi uyarıcı etki gösterirler (Akramiene ve ark. 2007; Keser ve Bilal 2008).

β-glukanın spesifik olmayan hücresele immun yanıt ve kan parametreleri üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Şahan ve Duman 2010), Nil tilapia cinsi balıklarda iki hafta boyunca %0,5 ve %0,1 β-glukan içeren rasyonla beslenen iki deneme grubu ve β-glukan içermeyen bir kontrol grubu oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda, %0,1 oranında β-glukan ile beslenen balıklarda Beyaz Kan Hücreleri (WBC) ve fagositik aktivite miktarları, lenfosit ve monosit yüzdelerinin, %0,5 oranındaki β-glukan içeren rasyonla beslenen gruptan ve kontrol grubundan daha yüksek bulunduğu rapor edilmiştir. Ayrıca Kırmızı Kan Hücreler (RBC) miktarlarının da deney gruplarında kontrol gruplarına göre daha yüksek bulunduğu belirtilmiştir. Fakat hemoglobin (Hb), hematokrit (Hct), ortalama eritrosit hacmi (MCV), ortalama eritrosit hemoglobini (MCH), nötrofil, eozinofil yüzdeleri ve hücre büyüklüklerinin gruplar arasında fark olmadığı tespit edilmiştir.

Yapılan bazı çalışmalarda β-glukanın ölümcül enfeksiyonlarda mortaliteyi azalttığı gözlemlenmiştir. Kournikakis ve ark. (2003), yaptıkları bir araştırmada mayadan elde edilen β-1,3 glukanın antraks koruyucu etkilerini ortaya koymuşlardır. Antraks ile enfekte hayvanlarda maya β-glukan uygulamasının hayvanların hayatta kalma oranını artırdığını, akciğerlerde bakteriyel yükü azalttığını ve bakterisiz hayvan sayısını artırdığını bildirmişlerdir.

β-glukanların birçok balık türünde non-spesifik immunitiyi ve enfeksiyonlara karşı direnci artırdığı kanıtlanmıştır. Kumari ve Sahoo (2006), rasyona ilave edilen β-glukanın Asya yayın balıklarında doğal bağışıklık ve hastalık direnci üzerine etkilerini araştırmak için yaptıkları çalışmada, yemlere ilave edilen %0,1 düzeyinde β-glukanın myeloperoksidaz (MPO) ve lizozim seviyelerini, süperoksit üretimini, hemagglütinasyon titreğini ve *Aeromonas hydrophila*'a karşı savunma seviyesini önemli derecede artırdığını rapor etmişlerdir.

Vetvicka ve ark. (2002), mayadan elde ettikleri β-glukanı antraks enfeksiyonlu farelere ağızdan vererek mortalite oranına etkisi ve yine aynı uygulamanın kanser hücrelerinin büyümesini inhibe edici etkilerini ortaya koymak için yapmış oldukları çalışma sonunda; oral olarak uygulanan β-glukanın antraks koruyucu ve anti-enfektif gösterdiğini bildirmişlerdir.

Cheung ve ark. (2002), farelere oral olarak uygulanan β-glukanın monoklonal antikorların anti-tümör etkisini artırıp artırmayacağını belirlemek üzere yaptıkları çalışma sonucu; oral olarak uygulanmış β-glukanın farelerde yerleşmiş tümörlere karşı monoklonal antikorların anti-tümör etkilerini büyük oranda artırdığını bildirmişlerdir. β-glukanın, antijenleri her zaman etkileyebileceğini ve bu etkinin (1→3),(1→4)-β-D-glukanın moleküler büyüklüğü ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Oral olarak uygulanan (1→3),(1→4)-β-D-glukanların etkileri genellikle daha az belirgin olmasına rağmen monoklonal antikorlarla sinerjik olduklarını ortaya koymuşlardır.

β-glukanın antioksidan etkisinin de olduğu bildirilen Erkol ve ark.(2011)' n ratlarda yaptıkları bir çalışmada, tıkanma sarılığında β-glukanın karaciğer hasarına etkisi

incelenmiştir. Araştırma sonucunda; β-glukanın tıkanma sarılığı olan ratlarda karaciğer hasarını ve oksidatif stresi azalttığını, bunun sıra fagositer ve antioksidan etkiyi artırdığını bildirmişlerdir. Serumda; aspartat aminotransferaz (AST), alanin aminotransferaz (ALT), gama glutamil transferaz (GGT), laktat dehidrogenaz (LDH), total ve direkt bilirubin, miyeloperoksidaz (MPO), lipidperoksit (LPO) değerleri ve karaciğer dokusunda malondialdehit (MDA) değerlerinin deneme grubunda kontrole göre düşük olduğunu ve ayrıca yine serumda süperoksit dismutaz (SOD) ve karaciğer dokusunda glutatyon (GSH) değerlerinin yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Karaciğerin histopatolojik incelemesinde doku hasarının deneme grubunda kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu ifade edilmiştir.

### Beta-Glukanın Performans Üzerine Etkisi

β-glukanın immun sistem üzerine etkileri, performans üzerine etkilerinden daha fazladır. Fakat yine de performans üzerine dolaylı yünden etkileri görülmektedir.

Keser ve ark. (2012), broylerlerde yaptıkları bir çalışmada, rasyonlara antioksidan ve immun sistem uyarıcı olarak çinko, chitosan oligosakkarit ve/veya β-glukan ilavesinin performans ve bazı kan indekslerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda deneme periyodu boyunca gruplar arasında, performansta [canlı ağırlık (CA); günlük canlı ağırlık artışı (GCAA), günlük yem tüketimi (GYT) ve yemden yararlanma oranı (YYO)] önemli olmayan farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir.

Chae ve ark. (2006), kafes ve yerde olmak üzere iki farklı yetiştiricilikte broyler rasyonlarına ilave edilen β-glukanın büyüme ve immun sistem üzerine etkilerini tespit etmek için iki deneme yürütmüşlerdir. Rasyonlara %0, %0.02 ve %0.04 oranlarında β-glukan ilave edilen 1. Denemede 0-17. günler arasında performansta önemli olmayan etkilerin olduğu, fakat 18-34. günler arasında yerde barındırılan grupta, kafeste barındırılan gruba kıyasla daha yüksek bir canlı ağırlık artışı olduğunu bildirmişlerdir. 2. denemede ise %0 β-glukan +%0 antibiyotik (I), %0.03 β-glukan (II), antibiyotik (III) ve %0.03 β-glukan + antibiyotik (IV) uygulanan gruplar arasında deneme süresince CAA'nda önemli bir etki görülmediği ve YYO'nun β-glukan ilave edilen her iki grupta arttığını bildirmişlerdir.

Zhang ve ark. (2008), broylerlerde yaptıkları bir çalışmada; rasyonlara β-1,3/1,6-glukan ilavelerinin performans ve immünolojik parametreler üzerine düzenleyici etkilerini araştırmışlardır. Her birisinde 40 adet hayvan bulunan 6 gruba sırasıyla 0, 25, 50, 75, 100 ve 125 mg/kg β-glukan içeren yemler uygulanmıştır. Deneme sonunda; maksimum büyüme performansının 50 mg/kg β-glukan ilave edilen yemle beslenen grupta olduğu görülmüştür. CA'taki ve yem tüketimindeki önemli artışın 50 ve 75 mg/kg β-glukan ilave edilen yemlerle beslenen gruplarda olduğu rapor edilmiştir.

Mayadan elde edilen β-glukan ilaveli rasyonla beslenen broylerin büyüme performansını, dalak ve bursa ağırlıklarının değerlendirilmesi amacıyla Rathgeber ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışma sonucunda, maya β-glukanın, broyler piliçlerin büyüme performansında etkili olduğu ifade edilmiştir. Her birinde 38 adet hayvan bulunan 24 tane kafese ayrılan piliçlerde 3 adet deneme yürütülmüştür. İlk 2 deneme broyler piliçlerin üretiminde ve immun yanıtlarında β-glukanın ve antibiyotiğin etkilerini kıyaslamak amacıyla yapılmıştır. 3. deneme ise büyüme ve yemden yararlanmayı belirlemek için yürütülmüştür. Hayvanlara; antibiyotiksiz bazal rasyon, bazal rasyon + virjinamisin ve bazal rasyon + β-glukan

rasyonları uygulanmıştır. Deneme sonucunda, 1. denemede 38. güne kadar kontrol grubunda CA'lar daha düşük iken, deneme gruplarında CA'nın aynı olduğu rapor edilmiştir. 2. denemede 38. gün CA'larının yine bütün gruplarda aynı olduğu bildirilmiştir. 3. denemede ise 38. günde kontrol grubunun virjinamisin grubundakilerden daha düşük olmasa da,  $\beta$ -glukan grubundaki hayvanlardan daha düşük CA'a sahip olduğu belirtilmiştir. YYO'nun 2 ve 3. denemede rasyonlardan etkilenmediği, fakat 1. denemede kontrol grubunun virjinamisin grubundan daha düşük YYO'na sahip olduğu,  $\beta$ -glukanlı grupta ise böyle bir durumun gözlenmediği tespit edilmiştir. Dalak ağırlıklarının deneme grupları arasında farklı olmadığı, bursa ağırlıklarının ise 2 ve 3. denemede bütün gruplarda yaş ile azaldığı, fakat 1. denemede kontrol grubunda azalmadığı bildirilmiştir.

Elrayeh ve Yıldız (2012), yaptıkları bir çalışmada broyler rasyonlarına ilave ettikleri inülin ve  $\beta$ -glukanın; büyüme performansı, serum kolesterol, bağırsak uzunluğu ve immun sistem üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada 1 kontrol ve 3 deneme grubundan oluşan ve her grupta 80 adet toplam 320 adet broyler civciv kullanılmıştır. Her grubu da kendi içerisinde 20 adet civcivden oluşan 4 alt gruba ayırmışlardır. Deneme grupları sırasıyla; %0.7 inülin, %0.014  $\beta$ -glukan ve %0.7 inülin + %0.014  $\beta$ -glukandan oluşturulmuştur. Deneme 6 haftada sonlanmıştır. Deneme sonunda, gruplar arasında; yem tüketimi (YT), CAA, YYO ve karkas randımanı ile organ ağırlıkları ve 100 g canlı ağırlığa oranlarının da önemli olmayan farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir. Duodenum uzunluğunun gruplar arasında önemli derecede farklı olduğunu, en uzun sekum ve total bağırsak uzunluğunun inülin grubunda ölçüldüğünü, rasyona inülin +  $\beta$ -glukan ilavesinin serum total kolesterol ve total trigliserit seviyelerinde azalmayla sonuçlandığını belirtmişlerdir. Ayrıca; taşlık ve abdomen çevresindeki yağ dokusu uzaklaştırıldıktan sonra, karkasların abdominal yağ içeriğinde gruplar arasındaki farklılığın önemli olmadığı rapor edilmiştir.

Tang ve ark. (2011), Pekin örneklerinde yaptıkları bir çalışmada rasyona ilave edilen Sophy  $\beta$ -glukanının (*Aureobasidium* mantarından elde edilen  $\beta$ -glukan) büyüme performansı, karkas özellikleri, et kompozisyonu ve immünolojik yanıtlara etkisini araştırmışlardır. Bir tanesi kontrol grubu olmak üzere 3 gruba ayrılan bir günlük yaştaki ördek yavrularından bir gruba %1  $\beta$ -glukan diğer gruba ise %5 basitrasin çinko uygulamışlardır. Deneme sonucunda; farklı rasyon uygulamasına tabi tutulan grupların, göğüs kası yüzdesi ve bağırsak uzunluğu dışında büyüme performansı ve kesim özelliklerinde de hemen hemen hiç fark göstermediklerini bildirmişlerdir. Göğüs kası yüzdesi ve bağırsak uzunluğunun basitrasin çinko grubunda kontrol ve  $\beta$ -glukan gruplarından rakamsal olarak daha yüksek olduğunu ve yine göğüs kasının kimyasal kompozisyonları, yağ asitleri ve amino asitlerinin rasyondan önemli derecede etkilenmediğini tespit etmişlerdir.

Dritz ve ark. (1995), süttten kesilmiş domuzlarda  $\beta$ -glukanın büyüme performansı, non-spesifik bağışıklık ve *Streptococcus suis* enfeksiyonuna karşı dirence etkisini belirlemek amacıyla 3 deneme yürütmüşlerdir. 1. Denemenin sonucunda süttten kesimden sonra 7. günden 14. güne kadar  $\beta$ -glukan katkılı rasyonla beslenen domuzların daha düşük GYT'ne sahip olduklarını ve önemli olmamasına rağmen GCAA'nın  $\beta$ -glukanla beslenen domuzlarda kontrole göre daha düşük olduğu ancak süttten kesim sonrası 7. günden 35. güne kadar  $\beta$ -glukan içeren rasyonlar veya kontrole beslenen domuzlarda büyüme

performansında fark görülmediği bildirilmiştir. 2. denemede ise büyüme performansında hiç farklılığın gözlemlenmediğini ve 3. denemede ise %0,25  $\beta$ -glukan içeren rasyonla beslenen domuzlarda GYT ve GCAA'nın arttığını ve süttten kesim sonrası 28. günde kontrole göre daha ağır olduklarını ifade etmişlerdir.

Süttten kesilmiş domuzlarda yapılan başka bir çalışmada Zhou ve ark. (2013), lipopolisakkarit uygulamasından sonra rasyona ilave edilen  $\beta$ -glukanın büyüme performansı, fekal mikrobiyal dökülme ve immünolojik yanıtlara etkilerini değerlendirmek için iki deneme yürütmüşlerdir. 28 günlük  $\beta$ -glukan uygulaması yapılan 1. denemede büyüme performansının deneme boyunca  $\beta$ -glukan ilavesinden etkilenmediğini bildirmişlerdir. Lipopolisakkarit uygulamasını takiben 42 gün  $\beta$ -glukanlı rasyonla besleme yapılan 2. deneme sonucunda da yine büyüme performansının  $\beta$ -glukan ilavesinden etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Wang ve ark.(2008), süttten kesilmiş domuzlarda yaptıkları bir çalışmada rasyona  $\beta$ -1,3/1,6-glukan ilavesinin büyüme performansı, bağışıklık ve endokrin yanıtlara etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda; GCAA ve YYO'nun, 14. günden 28. güne kadar rasyona  $\beta$ -1,3/1,6-glukan ilavesi ile ikinci dereceden bir artış gösterdiğini, bunun yanısıra GYT' de önemli bir etki olmadığını bildirmişlerdir. 50 mg/kg  $\beta$ -1,3/1,6 glukan katkılı rasyonla beslenen deneme grubunun CAA ve GYT 'de sayısal bir artış olup, büyüme hormonunda önemli olmayan bir etki bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada; Eicher ve ark. (2006), yeni doğmuş domuzlarda büyümeyi artırıcı olarak ve süttten kesim sonrası bir endotoksin uygulamasından sonra immun-modülatör olarak maya  $\beta$ -glukanı ve C vitamini ilavesinin etkilerini araştırmışlardır. Denemede; kontrol,  $\beta$ -glukan, C vitamini ve kombinasyon ( $\beta$ -glukan + C vitamini) olmak üzere dört grupta çalışmışlardır. Deneme sonucunda; en yüksek CAA'nın süttten kesim sonrası 15 ve 18. günler arasında kombinasyon grubunda gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Bilal ve ark. (2012), kolesterol ile zenginleştirilmiş bir rasyonla beslenen ratlarda, rasyona  $\beta$ -glukan ilavesinin serum lipitleri ve performans indeksleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada  $\beta$ -glukanın CAA, YT, YYO, serum total kolesterol seviyesi, yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol (HDL-kolesterol) seviyesi, düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol (LDL- kolesterol) ve trigliserit seviyelerine etkileri incelenmiştir. Deneme sonucunda; CAA, YT, YYO, serum total kolesterol ve LDL-kolesterol seviyelerinin yağlı ve  $\beta$ -glukan ilaveli rasyon ile beslenen grupta önemli derecede düşük olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonunda  $\beta$ -glukan'ın serum HDL-kolesterol ve trigliserit seviyeleri üzerinde etkisi olmadığı ve YT negatif olarak etkilediği ancak;  $\beta$ -glukanın HDL-kolesterol ve trigliserit seviyelerini etkilemeksizin serum LDL-kolesterol ve total kolesterol konsantrasyonlarını etkili bir şekilde düşürdüğünü bildirmişlerdir. Bu nedenle  $\beta$ -glukanın; karaciğerin kolesterol sentez yeteneğini ve atherosklerotik vasküler hastalık riskini azaltabileceğini belirtmişlerdir.

$\beta$ -glukanın balıklar üzerinde etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Sealey ve ark. 2008), gökkuşağı alabalığının büyüme ve hastalık direncini değiştirmede, farklı miktarlarda  $\beta$ -glukan içeren arpa genotiplerinin gücü değerlendirilmiştir. Deneme sonucunda gökkuşağı alabalıklarının büyüme performansında rasyondaki  $\beta$ -glukanın önemli etkilerinin, beslemenin 3. haftasından sonra gözlemlendiğini fakat 9. haftada etki görülmediğini,

beslemenin 3. haftasından sonra, yüksek β-glukanlı arpa içeren rasyonla beslenen balıkların büyümesinin, kontrol rasyonu ile beslenen balıklarla kıyaslandığında önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir. YYO'nun yüksek β-glukan içeren arpa veya ticari olarak bulunan maya β-glukanlı rasyonla beslenen balık gruplarında, buğday kontrol rasyonu veya düşük β-glukanlı arpa içeren rasyonlarla beslenen balıklara kıyasla önemli derecede yüksek olduğunu, 9. hafta sonunda; deneme grupları arasında büyüme veya YYO' nında önemli olmayan farklılıkların gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Beslemenin 3. haftasından sonra buğday kontrol rasyonu veya yüksek β-glukanlı arpa rasyonu ile beslenen balıkların düşük β-glukanlı arpa rasyonu ile beslenen balıklardan önemli derecede daha yüksek nem içeriğine sahip oldukları bildirilmiştir. Beslemenin 9. haftasından sonra; deneme grupları arasında tüm vücut proteini, yağ, kül ve enerjisinde önemli olmayan farklılıkların gözlemlendiği rapor edilmiştir.

Hiss ve Sauerwein (2003), domuzlarda yaptıkları çalışmanın bir bölümünde; β-glukanın büyüme performansını, üzerine etkilerini araştırmışlardır. 75 adet domuz, 4 haftalık yaşta süttten kesildikten sonra 3 farklı gruba ayrılmıştır. 4 hafta boyunca sırasıyla; %0, %0.015, %0.03 β-glukan ilave edilmiş rasyonlar uygulanmıştır. Deneme sonucunda; β-glukan uygulanan domuzların GCAA' larının kontrol grubu ile benzer olduğu, GYT'nin kontrol grubu ile kıyaslandığında %0.03 β-glukanla beslenen grupta arttığı fakat YYO bütün gruplarda aynı olduğunu bildirmişlerdir

## SONUÇ

β-glukanın hayvanlar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalar bu maddenin, immun sistem üzerinde oldukça olumlu etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Bu etkiyi de sahip olduğu özel reseptörler vasıtasıyla immun sistem hücrelerini aktive ederek, bağışıklığı uyarıcı ve güçlendirici etkisiyle göstermektedir. Böylece enfeksiyonlara karşı savunmada önemli bir rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalarda β-glukanın hayvanların sağlığı üzerindeki etkisine bağlı olarak, performans üzerine de dolaylı yoldan etki ettiği ifade edilmektedir. β-glukanın rasyonlara ilave edilmesi ile ilgili olarak, antibiyotiklere alternatif olma noktasında hayvan beslemede performans üzerine yapılacak daha fazla sayıda çalışmayla, daha çok verinin elde edilmesine katkı sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Anonim (2013a).** <http://www.kanatlibilgi.com/uploads/yuklemeler/antimikrobiyal-buyutme.pdf>den. Erişim Tarihi: 26.06.2013.
- Anonim (2013b).** <http://www.youngagain.org/books/betaglucan.pdf>. Erişim Tarihi: 26.06.2013
- Anonim (2013c).** <http://tr.wikipedia.org/wiki/Beta-glukan>. Erişim Tarihi: 26.06.2013.
- Akramienė D, Kondrotas A, Didžiapetrienė J, Kėvelaitis E (2007).** Effects of β-glucans on the immune system. *Medicina (Kaunas)*, 43(8), 597-606.
- Bilal T, Gürsel FE, Ateş A, Keser O (2012).** Effects of dietary β-glucan on serum lipids and performance indices in rats fed a diet enriched with cholesterol. *Pak Vet J*, 32(1), 97-100.
- Chae BJ, Lohakare JD, Moon WK, Lee SL, Park YH, Hahn TW (2006).** Effects of supplementation of β-glucan on the growth performance and immunity in broilers. *Res Vet Sci*, 80, 291-298.
- Cheung NV, Modak S, Vickers A, Knuckles B (2002).** Orally administered β-glucans enhance anti-tumor effects of monoclonal antibodies. *Cancer Immunol Immunotherapy*, 51, 557-564.

- Dritz SS, Shi J, Kielian TL, Goodband RD, Nelssen JL, Tokach MD, Chengappa MM, Smith JE, Blecha F (1995).** Influence of dietary beta-glucan on growth performance, nonspecific immunity, and resistance to *Streptococcus suis* infection in weanling pigs. *J Anim Sci*, 73,3341-3350.
- Eicher SD, McKee CA, Carroll JA, Pajor EA (2006).** Supplemental vitamin C and yeast cell wall β-glucan as growth enhancers in newborn pigs and as immunomodulators after an endotoxin challenge after weaning. *J Anim Sci*, 84, 2352-2360.
- Elrayeh AS, Yıldız G (2012).** Effects of inulin and β-glucan supplementation in broiler diets on growth performance, serum cholesterol, intestinal length, and immune system. *Turk J Vet Anim Sci*, 36(4), 388-394.
- Erdoğan Z, Erdoğan S, Aslantaş Ö, Çelik S (2007).** Sinbiyotik ve fitobiyotik katkısının broylerlerde performans, ince bağırsak ağırlığı ve pH'sı, sekal koliform sayısı ve oksidatif metabolizma üzerine etkisi. IV. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 24-28 Haziran, Bursa.
- Ergün A, Tuncer ŞD, Çolpan İ, Yalçın S, Yıldız G, Küçükersan MK, Küçükersan S, Şehu A, Saçaklı P (2011).** Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi. Pozitif Matbaa, Ankara.
- Erkol H, Kahramansoy N, Kordon Ö, Büyükaşık O, Serin E, Ulaş N (2011).** Tıkanma sarılığında beta glukanın karaciğer hasarına etkisi. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*,17(4), 303-307.
- Hiss S, Sauerwein H (2003).** Influence of dietary β-glucan on growth performance, lymphocyte proliferation, specific immune response and haptoglobin plasma concentrations in pigs. *J Anim Physiol Anim Nutr*, 87, 2-11.
- Karademir G, Karademir B (2003).** Yem katkı maddesi olarak kullanılan biyoteknolojik ürünler. *Lalahan Hay Arş Ent Derg*, 43(1), 61-74.
- Keser O, Bilal T, Kutay H C, Abas İ, Eseceli H (2012).** Effects of chitosan oligosaccharide and/or beta-glucan supplementation to diets containing organic zinc on performance and some blood indices in broilers. *Pak Vet J*, 32(1), 15-19.
- Keser O, Bilal T (2008).** Beta-glukanın hayvan beslemede bağışıklık sistemi ve performans üzerine etkisi. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg*, 5(2), 107-119.
- Kocaoğlu Güçlü B, Kanber K (2009).** Ruminant beslemede alternatif yem katkı maddelerinin kullanımı: 1. Probiyotik, prebiyotik ve enzim. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg*, 6(1), 65-75.
- Kournikakis B, Mandeville R, Brousseau P, Ostroff G (2003).** Anthrax-protective effects of yeast beta 1,3 glucans. *Med Gen Med*, 5, 1.
- Kumari J, Sahoo P K (2006).** Dietary β-1,3 glucan potentiates innate immunity and disease resistance of Asian catfish, *Clarias batrachus* (L.). *J Fish Dis*, 29, 95-101.
- Pelizon AC, Kaneno R, Soares AMVC, Meira DA, Sartori A (2005).** Immunomodulatory Activities Associated with β-Glucan Derived from *Saccharomyces cerevisiae*. *Physiol Res*, 54, 557-564.
- Rathgeber BM, Budgell KL, MacIsaac JL, Mirza MA, Doncaster KL (2008).** Growth performance and spleen and bursa weight of broilers fed yeast beta-glucan. *Can J Anim Sci*, 88(3), 469-473.
- Sealey WM, Barrows FT, Hang A, Johansen KA, Overturf K, LaPatra SE, Hardy RW (2008).** Evaluation of the ability of barley genotypes containing different amounts of β-glucan to alter growth and disease resistance of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Anim Feed Sci Tech*, 141, 115-128.
- Şahan A, Duman S (2010).** Influence of β-1,3/1,6 glucan applications on some non-specific cellular immun response and haematologic parameters of healthy Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* S., 1758). *Turk J Vet Anim Sci*, 34(1), 75-81.
- Tang XY, Gao JS, Yua F, Zhang WX, Shao YJ, Sakurai F, Li ZD (2011).** Effects of Sophy β-glucan on growth performance, carcass traits, meat composition, and immunological responses of Peking ducks. *Poult Sci*, 90, 737-745.
- Vetvicka V, Terayama K, Mandeville R, Brousseau P, Kournikakis B, Ostroff G (2002).** Orally-administered yeast β1,3-glucan prophylactically against anthrax infection and cancer in mice. *JANA*, 5, 1-5.
- Wang Z, Guo Y, Yuan J, Zhang B (2008).** Effect of dietary β-1,3/1,6-glucan supplementation on growth performance, immun response and plasma prostaglandin E2, growth hormone and ghrelin in weanling piglets. *Asian-Aust J Anim Sci*, 21(5), 707-714.
- Zhang B, Guo Y, Wang Z (2008).** The modulating effect of β-1,3/1,6-glucan supplementation in the diet on performance and immunological responses of broiler chicken. *Asian-Aust J Anim Sci*, 21(2), 237-244.
- Zhou TX, Jung JH, Zhang ZF, Kim IH (2013).** Effect of dietary β-glucan on growth performance, fecal microbial shedding and immunological responses after lipopolysaccharide challenge in weaned pigs. *Anim Feed Sci Tech*, 179, 85- 92.