

Ara tırma Makalesi
Research Article**Mannan Oligosakkarit (MOS) ilaveli Yemlerle Beslenen Sazan
(*Cyprinus carpio*)' larda Büyüme, Besin Kompozisyonu ve Lizozim
Aktivitesinin Ara tırılması**Arzu ÖZLÜER HUNT^{1*}, Ferbal ÖZKAN YILMAZ¹, Mehmet BERKÖZ²¹ Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi.² Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eczacılık Fakültesi.

*Sorumlu yazar tel: +90 533 260 77 29

e-posta: huntarzu@hotmail.com

Geli Tarihi: 11.06.2015

Kabul Tarihi: 04.11.2015

Öz

Bu çalı mada mannan oligosakkarit (MOS) ilaveli yemle beslenen *Cyprinus carpio*'da büyüme, vücut kompozisyonu ve lizozim enzim aktivitesi ara tırılmı tır. Bu amaçla balıklar, MOS'un %0.25 ve %0.50 oranlarını içeren yemlerle 60 gün süreyle beslenmi lerdir. MOS'un büyüme parametreleri (canlı a ırlık kazancı, spesifik büyüme oranı, yem çevirim oranı) üzerine etkisinin incelendi i çalı mamızın sonucunda, %0.25 MOS ilavesi yapılan gruptaki balıklarda di er gruplardaki balıklara göre genel olarak daha iyi bir büyüme performansı gözlenmi ve istatistiki olarak önemli bir fark belirlenmi tir (P<0.05). %0.50 MOS grubu kontrol grubu ile kar ıla tırıldı nda önemli fark bulunmamı tır (P>0.05). MOS ilavesi yapılan gruplarda; kuru madde, lipid ve ham kül içeriklerindeki farklılıkların önemli olmadı ı (P>0.05), ancak ham protein içeri inin ise %0.50 MOS içeren diyetle beslenen grupta ise daha dü ük ve istatistiksel olarak fark yarattı mı ortaya koymu tur. MOS içeren yemlerle beslenen balıkların serum lizozim aktivitesi, kontrol grubuna göre önemli düzeyde artmı tır.

Anahtar Kelimeler: *Cyprinus carpio*, mannan oligosakkarit, büyüme, lizozim.**Abstract****An Investigation of Effects of Mannan Oligosaccharide on Growth, Body Composition, and Lysozyme Activity of Carp (*Cyprinus carpio*)**

In this study, *Cyprinus carpio* was fed with mannan oligosaccharide (MOS) supplemented diet (0.25% 0.50% the proportion of MOS) for 60 days. The effects of MOS on growth parameters (live weight gain, specific growth rate, feed conversion ratio) and lysozyme activity were investigated. Better growth performance was observed in 0.25% MOS group when compared to other groups (P<0.05). There was no significant difference of growth performance in 0.50% MOS group compared to the control group (P>0.05). Dry matter, lipid and ash contents of MOS groups were not significant compared to control group. But, crude protein content was lower in 0.50% MOS group. Lysozyme activity was significantly increased (P<0.05) by MOS concentrations in two experimental groups when compared to control.

Keywords: *Cyprinus carpio*, mannan oligosaccharide, growth, lysozyme.**Giri**

Dünyadaki hızlı nüfus artı na paralel olarak insanların ihtiyaç duydukları gıda miktarı da artmaktadır. çerdi i protein ve mineral

maddeler nedeniyle su ürünleri artan gıda ihtiyacını kar ılamak için en önemli ve en sa - lıklı alternatiflerden biridir. Su ürünlerinin do-

al kaynaklardan avcılık yoluyla elde edilebilen miktarının dünya nüfusunun ihtiyacını tam olarak karşılayamaması nedeniyle kültür koullarında üretimi giderek artan bir öneme sahiptir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde yapılan çalımalarda amaç, birim alandan elde edilen ürün miktarının artırılması ve elde edilen ürünlerin hızlı, kaliteli, ucuz ve en az kayıpla pazara sunulmalarıdır. Bununla birlikte, insan sağlığı ve ekosistem için zararlı kimyasallar içeren ve kalıntı bırakan sentetik maddeler yerine, doğal olarak elde edilebilen maddeler kullanmak da son derece önemli bir konudur. Yetiştiricilik ortamında antibiyotik kullanımı antibiyotik dirençli bakterilerin oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca antibiyotik kullanımı ve uygulamaları pahalı olmaktadır.

Yetiştiriciliği yapılan türlerin gelişimini hızlandırmak ve ürün kalitesini artırmak için, antibiyotik yerine doğal ve insan sağlığına zarar vermeyen, probiyotik, prebiyotik ve organik asit gibi alternatif materyallerin kullanımı önem kazanmıştır (Ringo vd., 2010).

Prebiyotikler, bağırsak mikroflorada bulunan bir tür veya sınırlı sayıda birkaç tür mikroorganizmanın çoğalmasını ve aktivitesini arttırmak yoluyla konağın sağlığını olumlu yönde etkileyebilen oligosakkarit yapısında sindirilemeyen besin bileşenleri olarak tanımlanmıştır (Gibson ve Roberfroid, 1995). Prebiyotikler, mikrofloranın aktivitesini olumlu yönde etkileyerek bağırsak seviyelerini düzenlemek, minerallerin (Ca ve Mg gibi) emilimini ve biyoyararlılığını arttırmak, patojen mikroorganizmaların çoğalmasını önleyerek enfeksiyonun gelişme riskini azaltmak ve konağın immün sistemini güçlendirmek gibi olumlu etkileri bulunmaktadır (Yousefian ve Amiri, 2009).

Son yıllarda su ürünleri yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan mannanoligosakkarit (MOS), mayadışı hücre duvarından (*Saccharo-*

myces cerevisiae) elde edilen bir prebiyotik maddedir (Torrecillas vd., 2014). MOS ilavesi ile yapılan çalımalar balık türüne, uygulanan derime, yaşam evresine, kültür koullarına bağlı olarak değişim göstermekle birlikte, genel olarak balık sağlığında ve balık üretiminde olumlu sonuçlar olduğunu göstermektedir (Torrecillas vd., 2015). Örneğin, *Oncorhynchus mykiss* üzerinde yapılan bir çalımada MOS ilave edilen yem ile beslenen bireylerin kontrol ile karşılaştırıldığında daha fazla bir büyüme performansını belirlenmiştir (Staykov vd., 2007). Benzer sonuçlar *Dicentrarchus labrax* (Torrecillas vd., 2007), *Sparus aurata* (Dimitroglou vd., 2010), *Oreochromis niloticus* (Özlüer-Hunt vd., 2011; Ahmad vd., 2013) ile yapılan çalımalarda da gösterilmiştir.

Balıklarda bağışıklık tepkisi çevresel faktörler (sıcaklık, tuzluluk, fotoperiyot, vb) ve fizyolojik durumu (beslenme, yaş, üreme döngüsü, hormonal denge, stres, vb) dâhil olmak üzere birçok içsel ve dışsal faktörler tarafından modüle edilir. Balıklarda, beslenme ve sağlık arasında belirgin bir ilişki olduğu bilinmektedir. Pazar talebini karşılamak için su ürünleri yetiştiriciliğinde uygulanan stok yoğunluğu ve buna bağlı olarak su kalitesinde değişimler, stres ve hastalık riskini yükselten etmenlerdir. Bu anlamda, balık sağlığını iyileştirmek için çevre dostu bir strateji olarak, fonksiyonel besin takviyeleri son yıllarda önem verilen bir konudur. (Hoseinifar vd., 2015). Bunlar arasında, ayrıntılı olarak doğal kaynaklardan immünostimülanların kullanımı, hastalık ve stres (Sakai, 1999; Kiron, 2012) etkisini azaltarak balık sağlığını artırmak için su ürünleri yetiştiriciliğinin bağırsaklığını artırmak amacıyla kullanılan bir yöntemdir.

immünostimulantlar, patojenlerin neden olduğu hastalıklara karşı konakçının direncini artırma yoluyla bağışıklık sistemini modüle eden madde olarak tanımlanır (Hoseinifar vd., 2015).

Spesifik olmayan ba ı ıklık sisteminin önemli bir belirteçi olan lizozim, balıklarda kan serumu, mukus, dalak, böbrek, karaci er, deri, solungaçlar, kas, sindirim kanalı, ovaryum ve yumurtalarda, fagositik hücrelerde lökosit ve makrofajlarda bulunmaktadır. (Balfry ve Iwama, 2004). Lizozim, bakteri hücre duvarlarını parçalayan, bakteriyel büyümeyi kısıtlayıcı etkisiyle fagositoz i levini te vik eden önemli bir hidrolitik enzimdir (Uribe vd., 2011). Lizozim aktivitesi balıkların türlerine, sa lık durumlarına, stres, cinsiyet, mevsim, sıcaklık ve cinsi olgunluk durumuna ba lı olarak de i iklik gösterir (Roed vd., 1993).

Balık yeti tiricili inde sık sık hastalıkların olması ciddi ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Lizozim enzimi, antibakteriyel özelli inden dolayı bakteriyel hastalıklara kar ı balıkların korunmasında önemlidir (Karaarslan vd., 2007). Balıklarda MOS takviyesi ile ilgili yapılan çalı malarda ba ı ıklık sisteminde uyarıcı etki yaptı ı ve lizozim aktivitesini arttırdı ı ekinde bulgular elde edilmi tir. Örne in, *Oncorhynchus mykiss*'de MOS ilavesi ölüm oranını azaltmı , lizozim aktivitesini arttırmı tir (Staykov vd., 2007). MOS ile beslenen *Oreochromis niloticus* bireylerinin lizozim aktivitelerini arttırıcı etki yaptı ı ortaya konulmu tur (Ahmad vd., 2013).

Bu çalı ma kapsamında MOS'un bir balık yemi hammaddesi olarak, ba ta genel balık yeti tiricili i olmak üzere sazan (*Cyprinus carpio*) beslemede kullanılabilme imkânı ve balıkların büyüme-geli meleri üzerine etkileri incelenmi tir. Büyüme-geli me etkilerinin de erlendirilmesinde; balıklardaki canlı a ırlık kazancı, spesifik büyüme, yem çevirim oranı ve protein etkinlik oranı dikkate alınmı tir. Bununla birlikte MOS'un kas besin madde bile enleri üzerindeki etkisi ve immün sistem üzerindeki de i imlerinin anla ılabilmesi için serum lizozim aktivitesi ara tırılmı tir.

Materyal ve Yöntem

Ara tırmada kullanılan *C. carpio*, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Tatlısu İletmesinden temin edilmi tir. Deneme Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Ara tırma Laboratuvarlarında yapılmı tir. Balıklar, deneme kurulmadan önce 500 L kapasiteli fiberglas tanklarda 15 gün adaptasyon amacıyla bekletilmi tir. Adaptasyonunun sonunda ortalama canlı a ırlıkları 35.00 ± 0.95 g olan 90 balık, 40 x 100 x 40 boyutlarında 9 adet deneme akvaryumlarına 10'ar adet olacak ekilde yerle tirilmi tir.

Deney sistemi merkezi bir havalandırma ile havalandırılmı tir. Akvaryumlar her gün sifonlanmı ve ayrıca her iki günde bir hava hortumları ve hava ta ları iyice temizlenmi tir. Akvaryumlarda kullanılan suyun sıcaklık ($26 \pm 2^\circ\text{C}$) ve pH (7.80) de erleri deneme boyunca sabit tutulmu tur. Balıkların bulundu u ortamda gün boyunca 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık rejimi uygulanmı tir. Deneme 60 gün, 3 tekrarlı olarak yürütülmü tür.

Ara tırmada kullanılan yemler, Pınar A. .'nin alabalık yavruları için üretti i Bio Aqua eksturude 3 nolu yemidir (Tablo 1).

Ara tırmada mannan oligosakkarit olarak Bio-Mos® (Alltech, USA) kullanılmı tir. Ticari yem, %0.25 ve %0.50 oranlarında Bio-MOS ile karı tırılmı ve peletler ekinde yeniden olu turulmu tur. Kontrol yemi ise aynı oranda su ilave edilerek, MOS ilave edilmeksizin, benzer ekilde i lem görmü tür. Balıkların beslenmesi sabah ve ak am olmak üzere günde 2 ö ün yapılmı tir.

Balıklar ba langıç canlı a ırlıklarının %3'ü üzerinden beslenmi lerdir. Balıklara verilecek günlük yem miktarı bir gün için ayarlanmı ve balıklar 15 gün için tartılmı - lardır. Balıklar her 15 gün sonunda balıkların a ırlık ortalaması alınarak verilecek yem miktarı tekrar ayarlanmı tir.

Tablo 1. Bazal Diyet Bileşimi (Kuru Madde Üzerinden)

Besin	%
Nem	12.92
Ham Protein	45.39
Ham Yağ	12.46
Kuru Madde	87.08
Kül	8.28

Vitamin; mineral takviyesi /Kg: folik asit:5 mg; pantotenik asit:62 mg; colin:560 mg; A vitamini:15.000 IU; vitamin B1:13 mg; vitamin B12:0.50 mg; vitamin B2:25 mg; vitamin B6:12 mg; vitamin C:600 mg; vitamin D3:2500 IU; vitamin E:62 mg; vitamin K3:6.50 mg; niasin:125 mg; inositol:10 mg; Cu:5mg; Co:0.26 mg; Fe:63 mg; I:1.65 mg; Mn:25 mg; Se:0.13 mg; Zn: 75 mg.

Denemede kullanılan balıkların fileto besin madde bileşimlerini saptayabilmek amacıyla deneme sonunda fileto analizleri için; balıkların kafası, derisi, yüzgeçleri, pulu, omurgası ve iç organları vücudun kas dokusundan ayrılmıştır. Kas dokusunun tamamı ince uçlu bir bıçakla küçük parçalara ayrılmıştır ve daha sonra da kıyma makinesi ile tamamen homojenize edilmiştir. Balıklar fileto analizine hazır hale getirilip, örnekler -18 °C'de derin dondurucuda saklanmıştır. Kuru madde ve ham kül analizi AOAC (1990)'a, ham protein analizi Matissek vd. (1988)'ne göre yapılmıştır. Lipit analizi için Bligh ve Dyer (1959) 'in ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır.

Deney gruplarından rastgele alınan 6' ar (her akvaryumdan 2, her deney grubundan 6 adet) balığın kuyruk yüzgeci kesilerek alınan kan örnekleri 10 dakika 3000 devir/dak. santrifüj yapılmıştır ve elde edilen serum örnekleri -18°C'de saklanmıştır. Serum lizozim aktivitesi, Ellis (1990)'da belirtilen yöntemle ölçülmüştür. Bu deneyde kullanılan substrat *Micrococcus lysodeikticus* süspaniyonudur. Spektrofotometrede 530 nm dalga

boyunda okuma yapılmıştır.

Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 10.0 Windows paket programı kullanılmıştır, analizde ise One-way Anova (Tek Yönlü Varyans Analizi) uygulanmıştır ve ortalamalar arasındaki fark Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile $P < 0.05$ önem düzeyinde değerlendirilmiştir.

Bulgular

Yapılan çalışmada sonunda balıklar 60 gün boyunca cam akvaryumlarda belirli oranlarda MOS içeren yemlerle beslenmiş ve her 15 günde bir balıkların canlı ağırlık kazançları bireysel olarak ölçülmüştür ve balıkların canlı ağırlık kazançlarına bağlı olarak yem değerlendirme oranları yeniden belirlenmiştir.

Deneme sonunda balıkların ağırlık değişimlerinin yanı sıra büyüme ve yem değerlendirme performansları da ortaya konulmuştur (Tablo 2).

Deneme başında yaklaşık 35 g ortalama ağırlıkta bulunan sazanların deneme sonunda ağırlık değişimleri ortalama 96 grama kadar ulaşmıştır. Yüzde canlı ağırlık artışı açısından

En fazla artı mın %0.25 Bio-Mos® eklenen yemle beslenen grupta oldu u belirlenmi tir (174.28±5.46) ve bu grup di er gruplardan canlı a ırlık artı ı yönünden istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmı tır (P<0.05). Bu grupla kontrol ve %0.50 Bio-Mos® katkılı yemle beslenen sazanlarda istatistiksel olarak bir fark olu mu tur (P<0.05). Spesifik büyüme oranı açısından gruplar 1.53 ile 1.70 arasında de i mi ve en iyi spesifik büyüme oranı %0.25 Bio-Mos® içeren grupta belirlenmi ve bu grupla di er gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark belirlenmi tir (P<0.05). Yem çevirim oranı 1.68 ile 2.05 arasında de i im

göstermi ve %0.25 Bio-Mos® içeren grup di er gruplardan daha iyi bir yem kullanım oranı elde etmi lerdir (P<0.05).

Deneme sonunda balıkların kas dokula rındaki biyokimyasal parametrelerin de i i mini ortaya koymak amacıyla vücut besin madde bile enleri incelenmi tir. Bunun sonuç ları ise Tablo 3'de verilmi tir.

Serum lizozim enzim aktivitesi ekil l'de sunulmu tur. %0.25 ve %0.50 Bio-Mos içeren yemlerle beslenen balıkların serum lizozim aktivitesinin kontrol grubuna göre önemli düzeyde artı gösterdi i belirlenmi tir (P<0.05).

Tablo 2. Farklı oranlarda Bio-Mos® ilaveli yemlerle beslenen *C. carpio*'nun 60. gün sonunda büyüme ve yem de erlendirme oranları

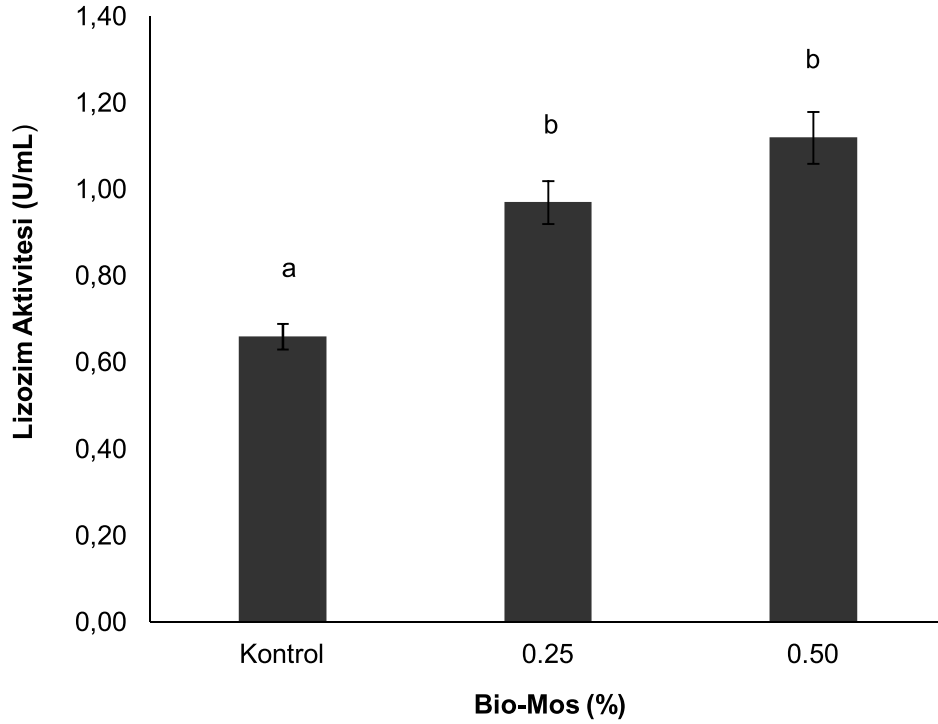
	Deneme Grupları		
	Kontrol	% 0.25 Bio-Mos	% 0.50 Bio-Mos
Başlangıç canlı ağırlığı (BCA) (g)	35.35±1.47 ^a	34.98±1.12 ^a	35.90±0.28 ^a
Final canlı ağırlığı (FCA) (g)	87.98±1.61 ^a	96.81±1.97 ^b	86.42±0.31 ^a
Canlı ağırlık kazancı (CAK)(%)	149.36±5.76 ^a	174.28±5.46 ^b	140.69±1.05 ^a
Günlük canlı ağırlık kazancı (g)	0.87±0.02 ^a	1.03±0.51 ^b	0.84±0.05 ^a
Spesifik büyüme oranı (SBO)	1.53±0.02 ^a	1.70±0.49 ^b	1.55±0.29 ^a
Yem çevirim oranı (YÇO)	1.99±0.07 ^a	1.68±0.03 ^b	2.05±0.07 ^a
Protein etkinlik oranı (PEO)	1.14±0.02 ^a	1.37±0.06 ^b	1.12±0.03 ^a

* Veriler, aritmetik ortalama ± standart hata olarak ifade edilmiştir
Aynı satırda bulunan harfler istatistiksel farkı belirtmektedir (P<0.05)

Tablo 3. Farklı oranlarda Bio-Mos® ilaveli yemlerle beslenen sazan (*C. carpio*) kas besin madde bile enleri de i imi

	Nem	Ham Protein	Ham Yağ	Ham Kül
Kontrol	70.82±0.92 ^a	19.68±0.68 ^a	8.12±0.39 ^a	1.53±0.02 ^a
%0.25 Bio-Mos	71.99±0.53 ^a	19.22±0.30 ^a	8.01±0.40 ^a	1.55±0.02 ^a
% 0.50 Bio-Mos	71.26±0.68 ^a	17.11±0.68 ^b	8.76±0.33 ^a	1.59±0.03 ^a

* Veriler, aritmetik ortalama ± standart hata olarak ifade edilmiştir
Aynı sütunda bulunan harfler istatistiksel farlı belirtmektedir (P<0.05)



ekil 1. Farklı oranlarda Bio-Mos® içeren yemlerle beslenen *C. carpio*'nun serum lizozim aktivitesi. Veriler, aritmetik ortalama \pm standart hata olarak ifade edilmiştir (n=6). Farklı harfler istatistiksel farkı belirtmektedir (P<0.05).

Tartı ma

Prebiyotik olarak kullanılan MOS'un sazan yavrularının büyüme parametreleri (canlı a ırlık ortalaması, canlı a ırlık kazancı, günlük canlı a ırlık kazancı, spesifik büyüme oranı) üzerine etkisinin incelendi i çalı mamızın sonucunda, %0.25 MOS ilavesi yapılan gruptaki balıklarda di er gruplardaki balıklara göre genel olarak daha iyi bir büyüme performansı oldu u saptanmıştır. %0.50 MOS ilaveli yem ile beslenen balıklarda, büyüme performansı kontrol grubu ile kar ıla tırıldı nda önemli fark bulunmamıştır. Staykov vd. (2005a), *Cyprinus carpio*'da %0.20 MOS ilaveli yem ile yaptıkları bir çalı mada, a ırlık kazancı ve yem de erlendirme oranının kontrol grubuna göre artı gösterdi ini belirtmişlerdir. Ba ka bir ara tırmada ise, yeme %0.60 MOS ilavesinin yavru sazan balı nda (*Cyprinus carpio*) a ırlık kazancı ve yem de erlendirme

oranında önemli ölçüde geli ime yol açtığı gibi ölüm oranında da azalma gösterdi i de bildirilmiştir (Culjak vd., 2006). engül(2007), yeme %0.15, 0.30 ve 0.45 oranlarında MOS ilavesi ile *C. carpio*'da yaptığı bir çalı mada büyüme, karaci er ve barsak histolojisi üzerine %0.15 MOS ilavesinin daha iyi sonuçlar olu turdu unu, ancak bu sonuçların kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı olmadığını belirtmiştir.

Bununla birlikte MOS'un farklı balık türlerinde de benzer sonuçlar olu turdu u rapor edilmiştir. Dimitroglou (2007), *Oncorhynchus mykiss*'de %0.20 oranında MOS ilavesi ile yaptığı çalı mada, hem ergin hem yavru bireylerin ortalama vücut a ırlıklarının kontrol grubuna oranla daha yüksek oldu unu belirtmiştir. Aynı çalı mada MOS'un ba ırsak morfolojisinde iyile tirici etki yaptığı bulunmuştur. Dil balı ı (*Solea solea*) üzerinde yapılan bir çalı mada en iyi büyüme perfor-

mansı ve yem çevirim oranı, MOS verilen balık grubunda görülmü tür. Bununla birlikte MOS'un hayatta kalma oranı, ba ırsak emilim yüzeyinde artı , daha yo un mikrovili da ılımlı üzerinde de olumlu etkileri oldu u bulunmu tur (Dimitroglou vd., 2006). *Salmo gairdneri irideus*'da büyüme oranı üzerindeki etkisinin araştırılması için yapılan çalı ma sonunda MOS ilave edilen yem grubunda kontrol grubuna oranla, a ırlık artı ı, yem de erlendirme oranı daha yüksek bulunmu tur (Staykov vd., 2005b). *Oreochromis niloticus*'da yapılan ba ka bir çalı mada MOS eklenmi yemlerle (%0.25, %0.35, ve %0.45) balıkları altmı gün süreyle beslenmi ler ve çalı ma sonucunda %0.35 MOS katkılı yemle beslenen balıkların büyüme, yem dönü üm oranı, protein etkinlik oranı ve besin madde bile enleri olumlu etkiledi ini belirlenmi tir (Özlüer-Hunt vd., 2011). MOS kullanımının balıklarda etkisinin araştırıldı ı daha önceki çalı malar göz önünde bulunduruldu unda, MOS'un farklı türdeki balıklarda etki mekanizmasının farklı olabilece i, bu farklılı ın aynı türdeki balıkların de i ik a amalarında bile görülebilece i tespit edilmi tir (Pryor vd., 2003; Culjak vd., 2006; Torrecillas vd., 2015). Diyetlerde kullanılan prebiyotik mayaların barsak mikrovillusleri iyile tirmesi yoluyla besin emilimi için büyük bir yüzey alanı temin etti i belirtilmi tir (Staykov vd., 2007). Ba ırsak morfolojisindeki de i imin emilim ve sindirimdeki iyile tirici etkisinin, büyüme performansında artmaya neden oldu u dü ünülmektedir.

Bu çalı mada, kontrol grubu ile MOS ilavesi yapılan gruplar arasında kuru madde, lipit ve ham kül içeriklerindeki farklılıkların önemli olmadı ı ($P>0.05$), ancak ham protein içeri inin ise %0.50 MOS içeren yem ile beslenen grupta ise daha dü ük ve istatistiksel olarak fark yarattı ını ortaya konulmu tur. Alınan sonuçlar bize sazanlarda MOS kullanımının vücut besin madde bile enleri üzerinde

belirli bir doza kadar olumsuz bir etki göstermedi ini ve güvenle kullanılabilece ini göstermektedir.

Bu çalı mada MOS ilavesinin *C. carpio*'da serum lizozim düzeyini arttırdı ı bulunmu tur. Lizozim, do al ba ı ıklık sisteminin humoral bir faktörüdür ve bakteri hücre duvarını parçalayarak etki gösterir (Ahmad vd., 2013). MOS ile yapılan çalı malar farklı türlerde, lizozim aktivitesini arttırdı ı ve ba ı ıklık düzeyini belirleyen mekanizmayı iyile tirdi ini ekinde bulgular ortaya konulmu tur. Staykov vd. (2007), *O. mykiss*'de MOS kullanımının lizozim enzim aktivitesini arttırdı ını bildirmi lerdir. Benzer ekinde Torrecillas vd. (2007), yemdeki MOS katkısının *Dicentrarchus labrax* serum lizozim düzeyinde artı a neden oldu unu ve bu artı ın MOS'un miktarı ile do ru orantılı oldu unu rapor etmi lerdir. Ahmad vd. (2013), *O. niloticus*'da MOS uygulamasının serum lizozim düzeyini arttırdı ını belirtmi lerdir. Bilindi i gibi, ba ırsakta bulunan yararlı bakteriler, vitamin sentezi, besin ve mineral emiliminin iyile tirilmesi, antibesinsel faktörlerin giderilmesi, ba ırsak fizyolojisinin modülasyonunu sa lamaktadır (Kullisaar vd., 2012). Prebiyotikler, sa lı ı destekleyen bu bakterilerin metabolizmasını aktive ederek, yararlı etki yapan, sindirilemeyen yem katkı maddeler olarak tanımlanır (Manning ve Gibson, 2004). Probiyotiklerin geli mi, ortamda oligosakkarit olarak bilinen kompleks karbohidratların bulunmasına ba lıdır (Gibson ve Roberfroid, 1995). MOS ile yapılan çalı malarda balıkların barsak morfolojisi özellikle villüslerin sayı ve hacimce iyile tirilmesini sa ladı ı gösterilmi tir (Dimitroglou vd., 2009; Torrecillas vd., 2015). MOS'un lizozim aktivitesinde artmaya neden olması, yararlı barsak mikrobiyal ekolojisini düzeltmesi ve dolayısıyla yararlı bakterilerin geli mi te viketmesi yoluyla ve besin emilimin daha

iyi olması ekinde açıklanmaktadır (Sohail vd., 2011; Akrami vd., 2012). MOS kullanımının immün sistem üzerindeki de i imlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için detaylı çalı malara ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç olarak MOS'un yem katkı maddesi olarak kullanılmasının sazanların genel sa lık durumuna olumsuz bir etkide bulunmadı ı belirlenmiştir. Sazanlarla daha önce yapılan çalı malarda hem ergin (Staykov 2005a), hem yavru a amasında (Culjak vd., 2006) olumlu etki yaptı ı bulunmu tur. Balıkların büyüme ve gelişmesinde olumlu katkısının oldu unun yanı sıra immün sisteme etkisinin ortaya konulması amacıyla sazanlarda ve yeti tiricilik açısından önemli de i ik türlerde etki mekanizmalarının ortaya konması için yapılacak kapsamlı ara tırmalara gereksinim oldu u dü ünülmektedir.

Kaynaklar

- Ahmad, M. H., El-Mousallamy, A., Awad, S. M. M. ve Abd El-Naby, A. S. 2013. Evaluation of Bio-Mos® as a feed additive on growth performance, physiological and immune responses of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L) Journal of Applied Sciences Research 9(10):6441-6449.
- Akrami, R., Chitsaz, H., Hezarjaribi, A. ve Ziaei, R. 2012. Effect of dietary mannan oligosaccharide (MOS) on growth performance and immune response of gibel carp Juveniles (*Carassius auratus gibelio*). J Vet Adv, 2:507-513.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1990. Official methods of analysis. 15th edn. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, Virginia, USA.
- Balfry, S. K ve Iwama, G. K. 2004. Observations on the inherent variability of measuring lysozyme activity in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Comparative Biochemistry and Physiology, part B, 138:207-211.
- Bligh, E. C. ve Dyer, W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can J Biochem Physio., 137: 913-917.
- Culjak, V., Bogut, I., Has-Schön, E., Milakovic, Z. ve Canecki, K. 2006. Effect of Bio-Mos on performance and health of juvenile carp. Poster presented at Alltech's 22nd Annual Symposium, April 24-26, Lexington, KY, USA.
- Dimitroglou, A., Merrifield, D. L., Spring, P., Sweetman, J., Moate, R. ve Davies, S. J. 2010. Effects of mannan oligosaccharide (MOS) supplementation on growth performance, feed utilization, intestinal histology and gut microbiota of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 300:182-188.
- Dimitroglou, A., Merrifield, D. L., Moate, R., Davies, S. J., Spring, P., Sweetman, J. ve Bradley, G. 2009. Dietary mannan oligosaccharide supplementation modulates intestinal microbial ecology and improves gut morphology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). J Anim Sci., 87:3226-3234.
- Dimitroglou, A. 2007. Influence of Bio-Mos on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) gut integrity in commercial rearing conditions. Poster presented at Alltech's 23rd Annual Symposium, May 20-23, Lexington, KY, USA.
- Dimitroglou, A., Janssens, T. ve Davies, S. 2006. Effect of Bio-Mos on sole (*Solea solea*) gut integrity (histological perspectives). Poster presented at Alltech's 22nd Annual Symposium, April 24-26, Lexington, KY, USA.
- Ellis, A. E. 1990. Lysozyme assays. In Techniques in Fish Immunology (ed. By J.S. Stolen, T.C. Fletcher, D.P. Anderson, B.S. Robertson & W.B. van Muiswinkel). SOS Publications, Fair Haven, NJ, USA. 101-103.
- Gibson, G. R. ve Roberfroid, M. B. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. J Nutr., 125:1401-1412.
- Hoseinifar, S. H., Esteban, M. A., Cuesta, A. ve Sun, Y. Z. 2015. Prebiotics and fish immune response: A Review of current knowledge and future perspectives. Reviews in Fisheries Science and Aquaculture 23(4):315-328.
- Karaarslan G., Kabak, T., Çakır, B. ve Kubilay, A. 2007. Gökku a ı alabalı ı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin içorgan, kan serumu ve döllenmi yumurtalarında lizozim aktivitesi. Ulusal Su Günleri, 16-18 Mayıs, Antalya.
- Kiron, V. 2012. Fish immune system and its nutritional modulation for preventive health care. Anim Feed Sci Technol., 173:111-133.

- Kullisaar, T., Songisepp, E., Zilmer, M. 2012. Probiotics and oxidative stress. V. Lushchak (ed.), Oxidative stress-Environmental induction and dietary antioxidants, 203-222.
- Manning, T. S. ve Gibson, G. R. 2004. Prebiotics. J. Best Practice and Research Clinical Gastroenterology, 18:287-298.
- Matissek, R., Schnegel, F. M. ve Steiner, G. 1988. Lebensmittel- Analytick. Springer Verlag Berlin, Tokyo, 440p.
- Özlüer Hunt, A., Berköz, M., Özkan, F., Yalin, S., Erçen, Z., Erdogan, E. ve Gunduz S. G. 2011. Effect of mannan oligosaccharide on growth, body composition, and antioxidant enzyme activity of tilapia (*Oreochromis niloticus*), The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, IIC, 63 (2) : 619-627.
- Pryor, G. S., Royes, J. B., Chapman, F. A. ve Miles, R. D. 2003. Mannan-oligosaccharidaes in Fish Nutrition: Effects of Dietary Supplementation on Growth and Gastrointestinal Villi Structure in Gulf of Mexico Sturgeon North American. Journal of Aquaculture, 65(2):106–111.
- Ringø, E., Olsen, R. E., Gifstad, T. Ø., Dalmo, R. A., Amlund, H., Hemre, G. I. ve Bakke, A. M. 2010. Prebiotic in aquaculture: review”. Aquaculture Nutrition, 16: 117-136.
- Roed, K. H. ., Fjalestad, K. T. ve Stromsheim, A. 1993. Genetic variation in lysozyme activity and spontaneous haemolitic activity in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 114:19-31.
- Sakai, M. 1999. Current research status of fish immunostimulants. Aquaculture, 172:63-92.
- Sohail, M. U., Rahman, Z. U., Ijaz, A., Yousaf, M. S., Ashraf, K., Yaqub, T., Zaneb, H., Anwar, A. ve Rehman, H. 2011. Single or combined effects of mannan-oligosaccharides and probiotic supplements on the total oxidants, total antioxidants, enzymatic antioxidants, liver enzymes, and serum trace minerals in cyclic heat-stressed broilers. Poultry Science, 90:2573–2577.
- Staykov, Y., Spring, P., Denev, S. ve Sweetman, J. 2007. Effect of a mannan oligosaccharide on the growth performance and immune status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture International 15(2):153–161.
- Staykov, Y., Spring, P. ve Denev, S. 2005a. Influence of dietary Bio-Mos® on growth, survival and immune status of rainbow trout (*Salmo gairdneri irideus* G.) and common carp (*Cyprinus carpio* L.). Pages 333-343 in T. P. Lyons and K. A. Jacques, editors. Proceedings of Alltech's 21st annual symposium: nutritional biotechnology in the feed and food industries. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
- Staykov, Y., Spring, P. ve Denev, S. 2005b. Effects of dietary Bio-Mos on growth rate and immunity of rainbow trout (*Salmo gairdneri irideus* G.) grown in raceways. Poster presented at Alltech's 21st Annual Symposium, May 22-25, 2005; Lexington, KY, USA.
- engül, H. 2007. Mannan-oligosakkarit (MOS) kullanımının sazan (*Cyprinus carpio*) yavrularının büyüme, karaci er ve barsak histolojisine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Hatay, Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Torrecillas, S., Makol, A., Caballero, M. J., Montero, D., Robaina, L., Real, F., Sweetman, J., Tort, L. ve Izquierdo, M. S. 2007. Immune stimulation and improved infection resistance in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed mannan oligosaccharides. Fish Shellfish Immunol., 23:969–981.
- Torrecillas, S., Montero, D. ve Izquierdo, M. 2014. Improved health and growth of fish fed mannan oligosaccharides: Potential mode of action. Fish Shellfish Immunol., 36:525-544.
- Torrecillas, S., Montero, D., Caballero, M. J., Robaina, L., Zamorano, M. J., Sweetman, J. ve Izquierdo, M. 2015. Effects of dietary concentrated mannan oligosaccharides supplementation on growth, gut mucosal immune system and liver lipid metabolism of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. Fish Shellfish Immunol., 42:508-516.
- Uribe, C., Folch, H., Enriquez, R. ve Moran, G. 2011. Innate and adaptive immunity in teleost fish: a review. Veterinarni Medicina 56(10):486-503.
- Yousefian, M. ve Amiri, M. S. 2009. A review of the use of prebiotic in aquaculture for fish and shrimp. African Journal of Biotechnology, 8 (25):7313-7318.