

Yeme Eklene Mannan-Oligosakkarit'in Karabalıkların (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)) Gelişimine, Barsak ve Karaciğer Histolojisine Etkileri

*M. Ayçe Genç, Erdal Yılmaz, Ercüment Genç

Mustafa Kemal Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 31034, Antakya, Hatay, Türkiye
*E mail: agenc@mku.edu.tr

Abstract: Effects of dietary Mannan-oligosaccharide on growth, intestine and liver histology of the African catfish (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)). Different levels of dietary mannan-oligosaccharide (MOS) administered for 80 days to African catfish (*Clarias gariepinus*) were evaluated for their efficacy on growth parameters, and intestine and liver histology. The following levels of MOS were used in commercial trout diet: 1‰, 2‰ and 3‰ during the trial. At the end of the feeding period the live body weight gain and feed conversion ratio, hepatosomatic and gonadosomatic index values were found similar for all experimental groups (P>0.05). Also, dietary MOS did not significantly affect the liver and intestine histology.

Key Words: Mannan-oligosaccharide, *Clarias gariepinus*, intestine, liver, histology.

Özet: Farklı seviyelerde mannan-oligosakkarit (MOS)'in 80 gün süreyle karabalıkta (*Clarias gariepinus*) büyüme, barsak ve karaciğer histolojisine etkileri incelenmiştir. Çalışmada kontrol yemine (ticari alabalık yemi) %1, %2 ve %3 düzeyinde MOS ilavesi yapılmıştır. Çalışma sonunda canlı ağırlık kazancı, yem değerlendirme oranı, hepatosomatik ve gonadosomatik indeks değerlerinin gruplar arasında istatistiksel bir fark göstermediği belirlenmiştir (P>0.05). Benzer bir şekilde MOS ilavesinin barsak ve karaciğer dokularının histolojisinde de bir farklılık yaratmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mannan-oligosakkarit, *Clarias gariepinus*, barsak, karaciğer, histoloji.

Giriş

Verim artırıcı yem katkı maddeleri son yıllarda üzerinde sıklıkla çalışılan konular arasındadır. Ekmek mayası olarak da bilinen *Saccharomyces cerevisiae*'nin hücre duvarından elde edilen mannan-oligosakkarit (MOS), doğal alternatif bir katkı maddesidir. Mannan-oligosakkarit, yapısındaki terminal mannoz birimleri sayesinde, patojen bakterilerin fimbriae olarak bilinen ve lektin içeren, ince barsaklara tutunma bölgeleriyle kuvvetli bağlar oluşturarak, hayvana zarar vermeden dışkı ile vücuttan atılmalarını sağlar. MOS'un, doğal mikroflora ile birlikte yararlı bakterilerin çoğalmasını hızlandırması ve patojen mikroorganizmalara karşı savunma sistemini güçlendirmesi tipik etki mekanizmaları olarak ileri sürülmektedir. Bu nedenle, MOS patojen mikroorganizmalara karşı da kullanılmaya başlanmıştır (Newman, 1994, Ratcliff, 2000). Kullanılabilecek alternatif materyallerin, doku ve hayvansal ürünlerde kalıntı bırakmaması, sindirim kanalındaki doğal ekosisteme zarar vermemesi ve bunların yanısıra performansı artırıcı etkiye sahip olması istenmektedir (Spring, 1999; Salyers, 1999, Zduńczyk ve diğ., 2004). Ayrıca MOS'un, peletleme ve ekstrüde yem yapımında ve uzun süreli depolamalarda da stabilitesini koruduğu rapor edilmektedir. Tamamen doğal olması nedeniyle güvenle kullanılabileceği üzerinde durulmaktadır. (LeMieux ve diğ., 2003, Shashidhara ve Devegowda 2003).

Daha önce özellikle kanatlı hayvanlarda mannan-oligosakkarit'le yapılan çalışmalarda, daha iyi yemden yararlanma ve canlı ağırlık artışı görüldüğü bildirilmektedir

(Sims ve diğ. 1998; Sims ve Sefton 1999; Spring 2000). Bu konuda balıklar üzerinde yapılan çalışmalar çok yeni olup, sınırlı sayıda bilimsel kaynağa ulaşılmıştır (Pryor ve diğ., 2003; Hoşsu ve diğ., 2005; Genç ve diğ., basımda).

Daha az yemle daha yüksek canlı ağırlık kazancı elde etmek ve yemden yararlanma oranını artırmak, bütün işletmelerde ekonomik yetiştiricilik için temel hedeflerin başında gelmektedir. Yetiştiriciliğe uygun olduğu bilinen karabalık, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) (Syn. *C. lazera*; Cuv. and Val., 1840) Güney Afrika'daki Orange Nehri'nden başlayarak, tüm Afrika ve Türkiye'ye kadar olan bölgede doğal olarak yayılım göstermekte, Ülkemiz, Asi Nehri'nde bol miktarda bulunmakta ve bu bölgede doğadan yavru toplanarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Karabalık dünyada Afrika kedi balığı olarak tanınmakta ve Afrika'da 1970'li yıllardan bu yana ticari potansiyeli ile dikkat çekmektedir (Msiska, 1981, Yılmaz, 2005).

Çalışmamızla, ülkemiz ve bölgemiz için önemi bilinen karabalığın büyüme performansını artıracak düşünülen mannan-oligosakkaritin etkileri; büyüme, yem değerlendirme, yaşama oranı, fileto besin madde bileşenleri ile karaciğer ve barsak histolojileri üzerinden belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada kullanılan genç karabalıklar, Asi Nehri'nden yakalanmış ve oksijen destekli tanklarla Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Tatlısu Ürünleri Üretim ve

Araştırma Ünitesine getirilmiştir. 10 günlük bir uyum aşamasından sonra balıklar anestezi (Quinaldine: 4±1 mg/L) ile sakinleştirilerek, canlı ağırlık ve boy ölçümleri yapılmıştır. İlgili ölçümler dikkate alınarak, balıklar akvaryumlara istatistiksel farklılık olmaksızın; 10'ar adet stoklanmıştır. Araştırmada %100 saf mannan-oligosakkarit (MOS) içeren ticari bir preparat olan Aqua-Myces (VITOMIX Ltda. W. Bradenton-Colombia) kullanılmıştır. MOS ekme mayasının (*Saccharomyces cerevisiae*) hücre duvarının dış bölümünden elde edilen karbonhidrat yapısında bir maddedir. Farklı oranlarda MOS'un karabalıkların büyümesine olan etkisini belirleyebilmek için, kontrol yemi olarak %43 ham proteinli ticari alabalık büyütme yemine %1, %2 ve %3 oranlarında MOS ilave edilerek, kontrol grubu ile birlikte dört farklı muamele grubu oluşturulmuştur. Deneme, tesadüf parselleri deneme planına göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Toz halindeki mannan-oligosakkaritin yeme ilave edilebilmesi için öncelikle kontrol yemi öğütülmüş ve belirlenen oranlarda MOS yemlere eklenmiştir. Bu karışım mikserde homojenize edilmiş ve nemlendirilerek hamur kıvamına getirilmiştir. Hamur haline getirilen yemler, kıyım makinesinden geçirilerek gölgede kurutulmuş, kontrol yemi de aynı işlemlerden geçirilmiştir.

Deneme süresince 20 günlük periyotlarla büyüme, yem değerlendirme ve yaşama oranları hesaplanmıştır. Deneme sonunda MOS katkılı yemler ile beslenen balıkların hepatosomatik (HSI) ve gonadosomatik indeks (GSI) değerlerinin elde edilmesinde standardizasyona gitmek amacı ile gruplar içerisindeki minimum erkek ve dişi sayıları baz alınarak hesaplama yapılmıştır. Bu amaçla HSI ve GSI değerinin istatistiksel analizleri 7 erkek ve 6 dişi birey üzerinden belirlenmiştir.

Deneme sonunda her gruptan alınan fileto örneklerinden kuru madde (103°C' de en az 4 saat), ham kül (550°C' de en az 4 saat), ham protein ve lipid analizleri gerçekleştirilmiştir. Ham protein analizi için Kjeldahl metodu (Matissek ve diğ., 1988), lipid analizi için Bligh ve Dyer (1959)'in ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır.

MOS gibi sindirim faaliyetlerini olumlu yönde etkilediği bildirilen bir maddenin, sindirim kanalı ve sindirimle ilişkisi bilinen dokularda oluşturabileceği değişiklikleri izlemek için hepatopankreas ve barsak dokuları da incelenmiştir. Bu amaçla %4 tamponlu formaldehit solüsyonuna alınan dokular, 48 saat sonunda takibe alınmış ve parafine gömülmüşlerdir. Bloklardan rotari Mikrotom (Laika) ile 5 mikronluk kesitler alınış, hematoksilin ve eosin boyası sonrası, şeffaflaştırılarak sabit preparat haline getirilmiştir. Doku kesitleri Olympus BX50 trinoküler ışık mikroskopisinde incelenmiş ve doku görüntüleri Olympus dijital kamera ile alınarak bilgisayar ortamına aktarılmış ve değerlendirilmiştir (Takashima ve Hibiya, 1995, Tacon, 1996). Verilerin istatistiksel analizinde SPSS paket programından (SPSS 8.0 for Windows) yararlanılmış olup, analizlerde one-way-Anova (tek yönlü varyans analizi) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile 0,05 önem düzeyinde değerlendirilmiştir.

Bulgular

Deneme gruplarına göre canlı ağırlıklar değerlendirildiğinde 20. günden itibaren %3 ilaveli yemle beslenen balıkların daha iyi bir canlı ağırlık artışı sağladığı, ancak gruplar arasında bu değerler bakımından istatistiksel olarak bir farklılığın olmadığı (P>0,05) belirlenmiştir (Tablo 1). Yem değerlendirme oranları bakımından %1 MOS ilaveli yemle beslenen grubun daha iyi bir yem değerlendirme oranı sağlamasına karşın, diğer gruplardan farklı olmadığı tespit edilmiştir (P>0,05) (Tablo 2).

Tablo 1. Deneme gruplarının canlı ağırlık (g) verileri.

	Başlangıç	20. gün	40. gün	60. gün	80. gün
Kontrol	41,57±1,25*	52,47±1,99	61,10±2,53	70,87±16,14	76,10±3,13
%1 MOS	41,97±1,33	52,40±1,85	59,73±2,20	68,57±2,56	73,90±2,92
%2 MOS	41,33±1,17	52,83±1,62	62,50±2,47	72,33±2,96	77,73±3,18
%3 MOS	41,63±0,79	54,77±1,25	63,60±1,75	74,80±2,29	79,47±2,58

*Gruplar arası P>0,05, Değerler: ortalama±standart hata

Tablo 2. Yem değerlendirme oranları.

	20. gün	40. gün	60. gün	80. gün
Kontrol	1,15±0,14*	1,30±0,21	1,35±0,01	2,28±0,25
%1 MOS	1,19±0,07	1,45±0,11	1,46±0,05	2,22±0,21
%2 MOS	1,10±0,04	1,33±0,26	1,45±0,04	2,41±0,39
%3 MOS	0,10±0,05	1,37±0,12	1,39±0,06	2,90±0,25

*Gruplar arası P>0,05, Değerler: ortalama±standart hata

Tüm gruplarda dişi/erkek oranlarının % 40-60 aralığında olduğu gözlenmiştir (Tablo 3). İncelenen bu bireyler için canlı ağırlık, GSI ve HSI değerlerinin gruplar içinde ve aynı cinsiyetler için farklı olmadığı belirlenmiştir (P>0,05) (Tablo 4).

Tablo 3. HSI' (%) ve GSI' (%) verileri için incelenen balıkların cinsiyet oranları.

	Deneme gruplarında ♀ ve ♂ sayıları	♀ ve ♂ oranları (%)
Kontrol	9♂	60
	6♀	40
%1 MOS	8♂	53,33
	7♀	46,67
%2 MOS	7♂	46,67
	8♀	53,33
%3 MOS	7♂	46,67
	8♀	53,33

*HSI: Hepatosomatik indeks, *GSI: Gonadosomatik indeks

Deneme sonu fileto besin madde bileşenleri içerisinde, yalnızca kuru madde değerleri arasında bir farklılık gözlenmiş, en yüksek kuru madde içeriklerine %1 ve %2 oranlarında MOS içeren yemlerle beslenen gruplarda rastlanmıştır. En düşük kuru madde değeri ise %3 MOS ilaveli yem ile beslenen grupta belirlenmiştir. Ham protein, kül ve lipid içerikleri bakımından deneme grupları arasında istatistiksel bir farklılık gözlenmemiştir (Tablo 5).

Barsak ve karaciğer kesitleri arasında da belirgin bir histolojik değişiklik izlenmemiştir. Hepatopankreas dokularında, düşük makrofaj birikimi izlenirken yer yer düşük ve orta derecede lipid birikimi izlenmiş, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, %2 MOS katkılı grupta karaciğer dokularının daha az lipid birikimi taşıdığı, %3 MOS ilaveli grupta ise yağ birikiminin diğer gruplara oranla daha fazla

ancak yine de normal olduğu belirlenmiştir. Tüm gruplara ilişkin hepatopankreas dokuları normal bulunmuştur. Benzer bir şekilde, ince barsak dokularında lamina propriaların ve submukozaların diffüz lenfoid doku taşıdığı, gruplar arasındaki

lenfosit birikimleri ve villilerin şekil ve uzunlukları bakımından kontrol grubuna göre önemli bir farklılık gözlenmemiştir (Şekil 1).

Tablo 4. Deneme gruplarına ilişkin Hepatosomatik (HSI) ve Gonadosomatik (GSI) indeks değerleri.

	Balık sayısı- cinsiyet	CA (g)	Gonad ağırlığı (g)	Karaciğer (%)	HIS (%)	GSI (%)
Kont.	7♂	85,71±7,27	0,79±0,09	1,11±0,10	1,30±0,08	0,92±0,06
	6♀	79,00±3,76	10,23±1,63	0,69±0,07	0,86±0,07	12,87±1,82
%01 MOS	7♂	85,43±5,44	0,71±0,05	1,20±0,15	1,40±0,14	0,83±0,06
	6♀	73,00±5,45	12,71±1,42	0,77±0,18	1,06±0,23	17,39±1,28
%02 MOS	7♂	81,29±4,51	0,75±0,06	1,29±0,18	1,56±0,19	0,92±0,06
	6♀	78,50±8,98	12,53±2,67	0,61±0,05	0,80±0,05	15,36±1,62
%03 MOS	7♂	90,00±6,34	0,75±0,05	1,12±0,12	1,24±0,07	0,83±0,04
	6♀	74,50±4,59	12,43±1,41	0,59±0,05	0,79±0,06	16,64±1,55

*Gruplar arası P>0,05, Değerlendirme, her grup için, en alt sınır olan; 6 dişi ve 7 erkek üzerinden yapılmıştır. Değerler: Ortalama±standart hata

Tablo 5. Deneme gruplarından alınan fileto ve kontrol yeminin besin madde bileşenleri.

	Kuru Madde	Protein	Lipid	Kül	
Fileto	Kontrol	23,68±0,22 ^b	20,57±0,36 ^a	4,75±0,67 ^a	1,38±0,07 ^a
	%01 MOS	25,37±0,19 ^a	20,62±0,42 ^a	4,40±0,18 ^a	1,68±0,38 ^a
	%02 MOS	25,16±0,40 ^a	21,05±0,00 ^a	3,97±0,65 ^a	1,31±0,01 ^a
	%03 MOS	22,73±0,25 ^c	20,82±0,08 ^a	5,05±0,26 ^a	1,29±0,06 ^a
Yem	93,01±0,09	42,11±2,00	14,28±1,32	7,28±0,00	

*Farklı sütünlardaki farklı harfler farklılığın önemli olduğunu göstermektedir P<0,05 Değerler: Ortalama±standart hata

Tartışma ve Sonuç

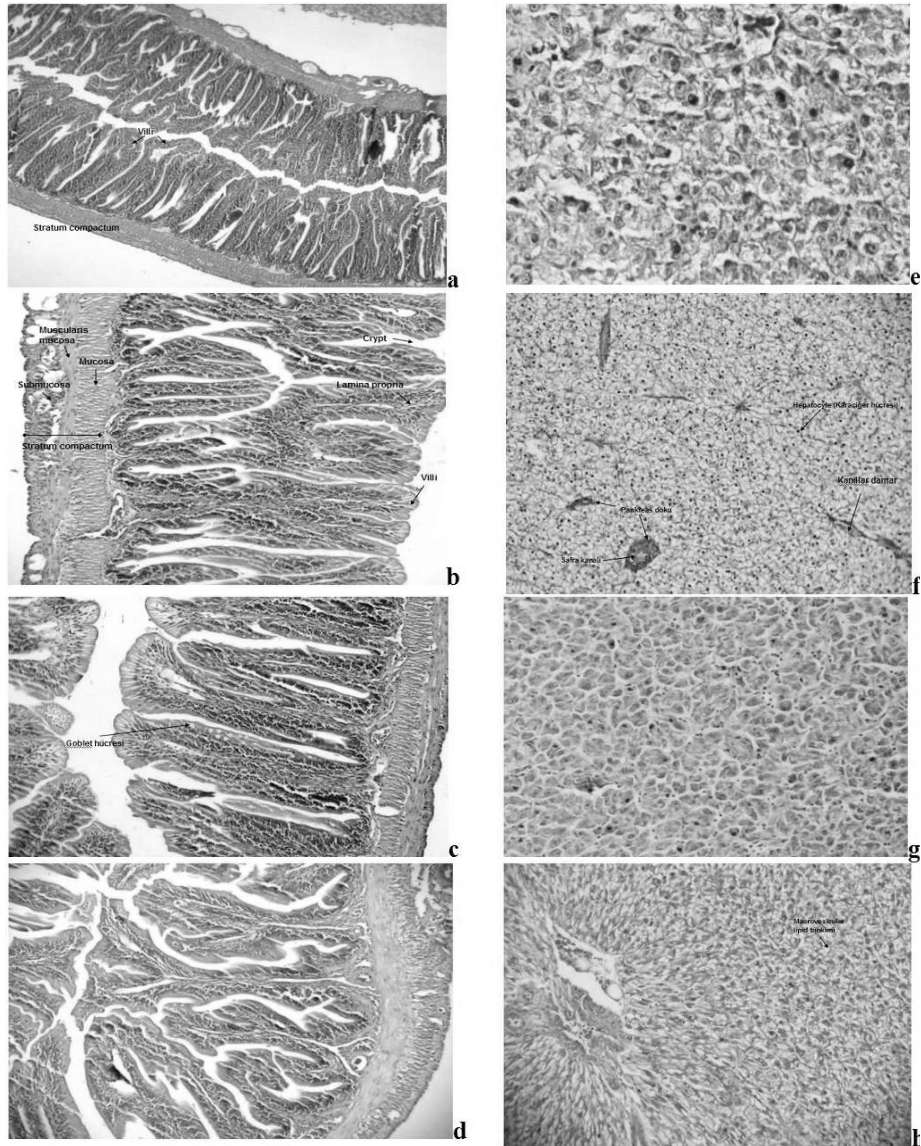
Sağlıklı besin maddeleri tüketimi yönündeki olumlu gelişmeler dikkate alındığında, birim alandan yüksek verim eldesi için kalıntı bırakacak zararlı maddelerin yerini, doğal ürünlerin alması istenmektedir. Bu ürünlerden biri olan mannan-oligosakkarit, çalışmamızla ilk kez karabalıklar üzerinde denenmiştir. Avrupa Birliği (AB), uluslararası hayvansal gıda ticareti yönergelerinde, zararlı ürünlerin (antibiyotik, vb.) kullanılmaması kararı alınmıştır. Bu karar, AB'ye hayvansal gıda ürünleri satan ülkeleri doğrudan bağlamaktadır (Parlat ve diğ., 2002).

Son yıllarda MOS ilaveli beslemenin farklı omurgalı gruplarında çalışıldığı ve olumlu etkileri nedeniyle önerilmekte olduğu bildirilmektedir (Parlat ve diğ., 2002, Heinrichs ve diğ., 2003, Shashidhara ve Devegowda 2003, Zduńczyk ve diğ., 2004, Grieshop ve diğ., 2004). Çalışmamızda ise MOS, karabalıkların büyüme performansı üzerinde istatistiksel farklılık yaratmamıştır. MOS'un diğer balık türlerinin gelişimleri üzerine etkilerinin araştırıldığı sınırlı sayıda bilimsel yayında ise farklı sonuçlar kaydedilmiştir. Bu çalışmaların ilkinde bizim bulgularımızla paralel olarak, Meksika Körfezi Mersin balıklarında, *Acipenser oxyrinchus desotoi*, %03 MOS katkılı yemlerin büyüme performansı, sindirim sistemi morfolojisi ve villi uzunluğuna önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Pryor ve diğ., 2003). MOS'un tilapia'ların gelişimi, barsak ve karaciğer histolojisi üzerine etkilerinin araştırıldığı diğer bir çalışmada ise %01,5; %03,0 ve %04,5 MOS katkılı yemlerle beslenen tilapiaların kontrol grubu ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (P>0,05). Çipuralarla yapılan farklı bir çalışmada

ise ticari bir ürün olan Bio-Mos®'un, %02 ve %04 oranlarının hem büyümeye hem de yem değerlendirme oranına pozitif bir etkisinin olduğu ve özellikle %02 oranında MOS katkısının önerilebileceği bildirilmiştir (Hoşsu ve diğ., 2005). Elde edilen farklı sonuçlar MOS'un farklı balık tür ve büyüklüğünde etki mekanizmasının da farklı olabileceğini düşündürmektedir.

Çalışma konusunu oluşturan MOS, bir prebiotiktir. Bilindiği üzere probiotikler (barsak mikroflorasının sindirime yardımcı mikroorganizmaları) prebiotik bileşikler aracılığı ile aktive olmaktadır. MOS'un kanatlıların ince barsaktaki mikrovilli uzunluklarını ve absorpsiyon kapasitelerini artırdıklarına ilişkin, Savage ve diğ. (1997)'nin bildirişlerinden farklı olarak çalışmamızda, karabalık barsak kesitlerinin lamina proprialarının ve submukozalarının diffüz lenfoid doku taşıdığı, gruplar arasındaki lenfosit birikimleri ile villilerin şekil ve uzunlukları bakımından kontrol grubuna göre önemli bir farklılık taşımadığı izlenmiştir. Bu bulgu Pryor ve diğ. (2003)'nin Meksika Körfezi Mersin balığı üzerindeki araştırma bulgularıyla örtüşmektedir. Tüm deneme gruplarında hepatopankreas dokularında ise düşük makrofaj birikimi, orta derecede lipit birikimi gözlenmiş, durum normal bulunmuştur.

Sonuç olarak, farklı oranlarda mannan-oligosakkarit içeren yemler, karabalıklarda 80 gün süreyle denenmiş, MOS'un büyüme parametreleri ve vitalitesi yüksek dokuların formasyonlarında belirgin değişikliğe neden olmadığı, fileto besin maddeleri içeriğini de olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir. Bu anlamda, MOS'un semirtme dönemindeki karabalıklar için kullanımının ekonomik olmayacağı ancak yavru dönemindeki etkilerinin araştırılabileceği sonucuna varılmıştır.



Şekil 1. a. Kontrol grubu (alabalık ticari yemi ile beslenen)'nun ince barsak kesiti normal (H&E x4 longitudinal kesit) **b.** %1 MOS katkılı yem ile beslenen grupta ince barsak kesiti normal (H&E x20 longitudinal kesit) **c.** %2 MOS katkılı yem ile beslenen grupta ince barsak kesiti normal (H&E x20 transversal kesit) **d.** %3 MOS katkılı yem ile beslenen grupta ince barsak kesiti normal (H&E x20 transversal kesit) **e.** Kontrol grubu (alabalık ticari yemi ile beslenen)'nun hepatopankreas kesiti. Makrofaj birikimi normal, orta derecede glikojen varlığı normal (H&E x40) **f.** %1 MOS katkılı yem ile beslenen grupta hepatopankreas kesiti. Makrofaj birikimi düşük (normal), orta derecede depo glikojen (H&E x10) **g.** %2 MOS katkılı yem ile beslenen grupta hepatopankreas kesiti normal (H&E x10) **h.** %3 MOS katkılı yem ile beslenen grupta hepatopankreas kesiti orta derecede macrovesicular lipid birikimi, normal (H&E x10).

Kaynakça

- Bligh, E.G., and W.J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911-917.
- Genc, M.A., E. Yılmaz, E. Genc, M. Aktas. Effects of dietary mannan oligosaccharides (mos) on growth, body composition, intestine and liver histology of the hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*). *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh* (in press).
- Grieshop, C.M., E.A. Flickinger, K.J. Bruce, A.R. Patil, G.L. Czarniecki-Maulden, G.C. Jr. Fahey. 2004. Gastrointestinal and immunological responses of senior dogs to chicory and mannan-oligosaccharides. *Archives of animal nutrition*, 2004 Dec, 58(6):483-93
- Heinrichs, A.J., C.M. Jones, and B.S. Heinrichs. 2003. Effects of mannan-oligosaccharide or antibiotics in neonatal diets on health and growth of dairy calves. *Journal of dairy science*, 86(12):4064-9.
- Hoşsu, B., S. Salnur, N. Gultepe. 2005. The effects of yeast derivatives (Bio-

Mos®) on growth of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *World Aquaculture Society Conference, Meeting Abstracts*, 9-13 May, Bali, Indonesia.

- LeMieux, F.M., L.L. Southern, and T.D. Bidner, 2003. Effect of mannan-oligosaccharides on growth performance of weanling pigs. *Journal of animal science*, 81(10): 2482-7.
- Mattissek, R., F.M. Schnegel, and G. Steiner. 1988. *Lebensmittel-Analytik*. Springer Verlag Berlin, Tokyo, 440 p.
- Msiska, O.V. 1981. Rearing of the fry of the African catfish, *Clarias lazera* (C&V) using live and artificial feedstuffs. *Isr. J. Aquacult. Bamidgeh*. 33: 122-127.
- Newman, K. 1994. Manan-oligosaccharides: Natural polymers with significant impact on the gastrointestinal microflora and the immune system. In: *Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 10th Annual Symposium* (T.P. Lyons and K.A. Jacques [eds]). Nottingham University Press, Nottingham, UK, 167-174.

- Parlat, S.S., A.Ö. Yıldız, O. Yazgan, ve Y. Bahtiyarca. 2002. Effects of inclusion of prebiotic or antibiotic to the diets containing low protein on fattening performance of japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) (in Turkish) S.Ü. Ziraat Fak. Dergisi. 16 (30): 38-42.
- Pryor G. S., J.B. Royes., F.A. Chapman and R.D. Miles. 2003. Mannan-oligosaccharides in fish nutrition: effects of dietary supplementation on growth and gastrointestinal villi structure in Gulf of Mexico sturgeon. N. Am. J. Aquacult., 65 (2) : 106-111.
- Ratcliff, J. 2000. Antibiotic bans: a European perspective. In: Proceedings of the 47th Maryland Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Maryland, USA, 135-152.
- Salyers, A.A., 1999. Agricultural use of antibiotics and antibiotic resistance in human pathogens: is there link? In: Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 15th Annual Symposium (T.P. Lyons and K.A. Jacques [eds]). Nottingham Univ. Pres, Nottingham, UK, 155-171.
- Savage, T.F., E.I. Zakrzewska, and J.R. Andreasen. 1997. The effects of feeding mannan-oligosaccharide supplemented diets to poult on performance and the morphology of the small intestine. Poultry Science, 76 (Supp. 1): 139.
- Shashidhara, R.G., and G. Devegowda. 2003. Effect of dietary mannan-oligosaccharide on broiler breeder production traits and immunity. Poultry science, 82(8):1319-25.
- Sims M.D., P. Spring, and, A.E. Sefton. 1998. Effect of mannan-oligosaccharides on performance of commercial broiler chickens. Poultry Science, 77 (Supplement 1): 89.
- Sims, M.D. and A.E. Sefton, A.E. 1999. Comparative effects of a mannan oligosaccharide and an antibiotic growth promoter on performance of commercial Tom Turkeys. 48th Western Poultry Disease Conference, Vancouver, Canada. 78-82.
- Spring, P. 1999. The move away from antibiotic growth promoters in Europe. In: Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 15th Annual Symposium (T.P. Lyons and K.A. Jacques [eds]). Nottingham University Pres, Nottingham, UK, 173-184.
- Spring, P. 2000. Yeast's secret weapon aids animal production. In: Simpósio Sobre Aditivos Alternativos na Nutrição Animal, Campinas, São Paulo. Brasil. p. 41-50.
- Tacon, A.G.J., 1996. Lipid nutritional pathology in farmed fish. Archives of Animal Nutrition 49, 33-39.
- Takashima, F. and T. Hibiya. 1995. An atlas of fish histology, normal and pathological features. 2nd ed. Kodansha Ltd. Tokyo. 195 pp.
- Yılmaz, E. 2005. The effects of two chemo-attractants and different first feeds on the growth performances of african catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) at different larval stages. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 29, 309-314.
- Zdunczyk, Z., J. Juskiewicz, J. Jankowski, and A. Koncicki. 2004. Performance and caecal adaptation of turkeys to diets without or with antibiotic and with different levels of mannan-oligosaccharide. Archives of Animal Nutrition, 58(5):367-78.