

## BALIK YEMLERİNDE ENZİM KULLANIMI

Nalan Özgür Yiğit\*, Seval Bahadır Koca

Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta

### Özet:

Diğer hayvanlarda olduğu gibi balıklarda da büyüme hızı ve verim gücü yemden yararlanma düzeyi ile doğru orantılıdır. Son yıllarda, yem katkı maddelerinden olan enzimlerin, yemden yararlanmayı artırmak için hayvansal üretimde kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Yemlere enzim eklenmesi ile yem hammaddelerindeki antibesinsel faktörlerinin olumsuz etkilerinin azaltılması, besin maddelerinin sindirilebilirliğinin artırılması ve sudaki fosfor gibi kirleticilerin seviyesinin düşürülerek çevre kalitesinin iyileştirilmesi gibi pozitif etkileri vardır. Bu derlemede balık yemlerinde ekzojen enzim kullanımına ilişkin çalışmalar incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Balık, Büyüme, Enzim, Yem

### Abstract: The use of enzyme in fish feeds

It is known that there is a linear correlation between growth, productivity and feed efficiency in fish like another animal. In recent years, the utilization for increase of the feed efficiency of enzymes being one of the feed additives in animal production becomes widespread. Addition of feed enzyme into diet is decreased negative effects of antinutritional factors in various feed ingredients caused to poor feed efficiency, improved the nutrient digestibility and reduced phosphorus and nitrogen discharged into the aquatic environment. In this review was investigating studies related to enzyme utilization in fish feeds.

**Keywords:** Fish, Growth, Enzymes, Diet

---

#### \* Correspondence to:

Nalan Özgür YİĞİT, Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, 32500, Eğirdir, Isparta-TÜRKİYE

Tel: (+90 246) 313 34 47 Fax: (+90 246) 313 34 52

E-mail: [nalanavbal@hotmail.com](mailto:nalanavbal@hotmail.com)

## Giriş

Balık yetiştiriciliğinde verimliliği ve maliyeti belirleyen en önemli girdi yemdir. Yemlerde de yüksek düzeyde protein içeren yem ham maddeleri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Balık yemlerinde balık unu yüksek düzeyde protein içermesi, dengeli bir amino asit kompozisyonuna sahip olması ve balıklar tarafından lezzetli bulunması nedeniyle vazgeçilmez bir protein kaynağıdır. Ancak son yıllarda balık stoklarının azalması ve daha çok insan beslenmesinde kullanılması nedeniyle balık unu üretimi azalmış, yem üreticileri dışardan balık unu ithal etmeye başlamıştır. Dolayısıyla balık unu fiyatı buna paralel olarak yemin maliyetini arttırmış ve bitkisel kaynakların kullanımını gündeme getirmiştir. Bu bağlamda yem maliyetini azaltmak, balık unu yerine kullanılabilir alternatif protein kaynakları ve kullanım koşullarını belirlemek amacıyla balık beslemeciler tarafından çeşitli çalışmalar yürütülmektedir (Akiyama ve ark.,1995; Webster ve ark., 1992; Wu ve ark., 1995).

Yapılan araştırmalarda birçok bitkisel protein kaynağının özellikle de yağlı tohumların balık yemlerinde protein kaynağı olabilecek bir potansiyele sahip olduğu görülmüştür (Hendricks ve Bailey, 1989).

Maliyet açısından bakıldığında yağlı tohumların fiyatının düşük ve elde edilebilirliğinin kolay olmasına rağmen, çoğu bitkisel protein kaynakları, içerdikleri anti besinsel faktörlerden (proteaz inhibitörü, fitik asit, nişasta yapısında olmayan polisakkarit vb.) dolayı balık yemlerinde bitkisel protein kaynaklarının kullanımını sınırlandırmaktadır (Liang, 2000; Thiessen ve ark., 2004; Krogdahl, ve ark., 2005; Borgeson, 2006; Saha ve ark., 2006; Yiğit ve Ölmez, 2009). Bitkisel kaynaklı hammaddelere dayalı hazırlanan yemlerde, sindirilebilirliğin artırılması ve bunun sonucu olarak da daha iyi canlı ağırlık kazancı ve yem değerlendirme elde edebilmek için enzimlerin son yıllarda çeşitli ülkelerde kullanıldığı belirtilmektedir (Karademir ve Karademir, 2003).

Yem katkı maddesi olarak kullanılan enzimler mantar ve bakteri kökenlidirler. Bunlardan proteaz, glukanaaz, selülaaz, pektinaz, amilaz, fitaz ve lipaz gibi çeşitli enzimler tek başına veya kombine olarak karma yemlere katılmak suretiyle yem sanayinde kullanılmaktadır. Enzim kulla-

nımı ile yemlerin sindirilme dereceleri ve hayvanların yemden yararlanma oranlarında artış sağlanmaktadır (Karademir ve Karademir, 2003). Yemlerde kullanılan enzimler ve etki şekilleri Tablo 1'de verilmiştir (Çiftçi, 2001).

Yem maliyeti açısından bakıldığında, enzimlerin yeme ilavesi çok düşük bir maliyet getirecektir. Yaklaşık olarak ticari enzimlerin fiyatı 3-4 euro/kg civarındadır. Yemlerde de enzimler binde 1-2 düzeyi gibi çok düşük oranlarda kullanıldığından yaklaşık olarak 1 ton yeme 8 TL gibi çok düşük bir ilave masraf getirmektedir. Günümüzde kümes hayvanları yemlerinde kullanılmak üzere ticari enzimler satılmaktadır, fakat özellikle balık yemleri için üretilmiş enzimler piyasada yeni yer almaya başlamıştır.

## Balık Yemlerinde Ekzojen Enzimlerin Kullanımı

Balık yemlerinde enzim kullanımı, tahıllardan ve bitkisel protein kaynaklarından daha iyi yararlanabilen ılık su balığı yemlerinde daha ekonomik ve anlamlı olmaktadır. 56 günlük tilapya yavrularında yürütülen bir çalışmada üç farklı yem kullanılmıştır. Bunlar, balık unu ve soya küspesi içeren kontrol yemi (%12 balık unu, %47 soya küspesi- %44 ham protein), yüksek soya küspeli (%63 soya küspesi-%44 ham protein) yem ve bu yeme enzim ilave edilerek elde edilmiş yemdir. Yüksek düzeyde soya küspesi kullanımının büyüme performansını olumsuz etkilediği, bu yeme enzim ilavesinin ise daha iyi canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma sağladığı bildirilmiştir (Çiftçi, 1996).

Dabrowski ve Glogowski (1977), 0,5-0,6 g'lık sazan larvalarının yemlerine farklı oranlarda (0, 1,89 ve 5,67 mg/g) sığır tripsini ekleyerek yaptıkları 58 günlük çalışmada, büyüme ve yem değerlendirme oranının gruplar arasında farklılık göstermediğini bulmuşlardır. Deneme gruplarında protein etkinlik oranı, enzimsiz yemle beslenenlerde 1,32-1,36, 1,89 mg/g oranında enzim içeren yemle beslenenlerde 2,37-1,34 ve 5,67 mg/g oranında enzim içeren yemle beslenenlerde ise 1,34-1,46 arasında değiştiği bildirilmiştir. Yaşama oranı yönünden gruplar arasında, önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

**Tablo 1.** Yemlerde kullanılan enzimler ve etki şekilleri (Çiftçi, 2001)**Table 1.** Enzyme used in diet and their effect (Çiftçi, 2001)

Enzim	Substrat	Fonksiyonu	Yararları ve kullanımı
Ksilanaz	Buğday, çavdar, tritikale ve prinç kepeğinde bulunan arabinoksilan veya pentozanlar	Vizkozitenin düşmesi ve diğer etkiler	-İnce bağırsak vizkozitesinde düşme -Sindirim ve besin maddelerinden yararlanmanın artması
$\beta$ -Glukanaz	Arpa ve yulafta bulunan $\beta$ -glukanlar	Vizkozitenin düşmesi	-İnce bağırsak vizkozitesinde düşme -Sindirim ve besin maddelerinden yararlanmanın artması -Altılık karakteristiklerinde iyileşme -Kirli yumurta problemlerinde azalma
Pektinazlar	Protein kaynaklarında bulunan pektinler	Vizkozitenin düşmesi	-İnce bağırsak vizkozitesinde düşme
Selülazlar	Selüloz	Selülozun parçalanması	-Selülozun parçalanması sonucu daha fazla besin maddesinin serbest hale geçmesi
Proteazlar	Proteinler	Proteinlerin hidrolizi	-Endojen enzimlere takviye ve daha etkin parçalanma sonucunda proteinlerin sindiriminde artış
Amilazlar	Nişasta	Niştastanın hidrolizi	-Özellikle genç hayvanlarda endojen enzimlere takviye ve daha etkin parçalanma sonucunda niştastanın sindiriminde artış
Lipaz	Doymuş yağlar	Yağların hidrolizi	-Özellikle genç hayvanlarda doymuş yağ asitlerinden ve serbest yağ asitlerinden yararlanma
Fitaz	Bitkisel yem hammaddelelerinde bulunan fitik asit	Fitatfosforundan fosforun serbest hale geçmesi	-Bitki fosforundan yararlanmada artış ve dışkı inorganik fosforunda düşme -Fitik asitin anti besinsel etkisinin ortadan kalkması
Galaktosidaz	Özellikle baklagillerde bulunan galaktozidler	Vizkozitenin düşmesi ve diğer etkiler	-Galaktozidler anti besinsel etkisinin azalması, sindirim ve besin maddelerinden yararlanmanın artması
$\beta$ -Mannanaz	Özellikle baklagillerde bulunan galaktomannan ve derivatlar	$\beta$ -Mannanaz'ın parçalanması	Mannanın atibesinsel etkisinin azalması, Besin maddelerinden yararlanmanın artması

Yem maliyeti açısından bakıldığında, enzimlerin yeme ilavesi çok düşük bir maliyet getirecektir. Yaklaşık olarak ticari enzimlerin fiyatı 3-4 euro/kg civarındadır. Yemlerde de enzimler binde 1-2 düzeyi gibi çok düşük oranlarda kullanıldığından yaklaşık olarak 1 ton yeme 8 TL gibi çok düşük bir ilave masraf getirmektedir. Günümüzde kümes hayvanları yemlerinde kullanılmak üzere ticari enzimler satılmaktadır, fakat özellikle balık yemleri için üretilmiş enzimler piyasada yeni yer almaya başlamıştır.

#### Balık Yemlerinde Ekzojen Enzimlerin Kullanımı

Balık yemlerinde enzim kullanımı, tahıllardan ve bitkisel protein kaynaklarından daha iyi yararlanabilen ılık su balığı yemlerinde daha eko-

nomik ve anlamlı olmaktadır. 56 günlük tilapya yavrularında yürütülen bir çalışmada üç farklı yem kullanılmıştır. Bunlar, balık unu ve soya küspesi içeren kontrol yemi (%12 balık unu, %47 soya küspesi- %44 ham protein), yüksek soya küspeli (%63 soya küspesi-%44 ham protein) yem ve bu yeme enzim ilave edilerek elde edilmiş yemdir. Yüksek düzeyde soya küspesi kullanımının büyüme performansını olumsuz etkilediği, bu yeme enzim ilavesinin ise daha iyi canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma sağladığı bildirilmiştir (Çiftçi, 1996).

Dabrowski ve Glogowski (1977), 0.5-0.6 g'lık sazan larvalarının yemlerine farklı oranlarda (0, 1.89 ve 5.67 mg/g) sığır tripsini ekleyerek yaptıkları 58 günlük çalışmada, büyüme ve yem değerlendirme oranının gruplar arasında farklılık

göstermediğini bulmuşlardır. Deneme gruplarında protein etkinlik oranı, enzimsiz yemle beslenenlerde 1.32-1.36, 1.89 mg/g oranında enzim içeren yemle beslenenlerde 2.37-1.34 ve 5.67 mg/g oranında enzim içeren yemle beslenenlerde ise 1.34-1.46 arasında değiştiği bildirilmiştir. Yaşama oranı yönünden gruplar arasında, önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

Carter ve ark., (1992) Salmon balıkları (*Salmo salar*)'nın yemlerine amilaz enzimi ekleyerek yaptıkları çalışmada büyümenin değişmediğini saptamışlardır. Cardente ve ark., (1993) 38 g'lık gökkuşağı alabalıkları (*Onchorhynchus mykiss*)'nin pamuk tohumu küspesi içeren yemlerine (%40 ham protein) 0.4, 1.2 ve 3.6 g/kg oranlarında ticari enzim karışımı (Kenzyme) ilave edildiğinde balıkların büyümelerinde önemli bir farklılığın olmadığı görülmüştür (Deguara ve ark., 1999).

Kolkovski ve ark., (1993) 20-32 günlük çipura larvalarını canlı yem (kontrol) ve mikro yeme farklı oranlarda (0.5 ve 1.0 g/kg) domuz pankreatik enzimi ekleyerek yaptıkları çalışmada, pankreatik enzim ilave edilen yemle beslenen larvaların enzimsiz yemle beslenen larvalara göre önemli derecede daha iyi bir büyüme gösterdiğini bildirmişlerdir. 0.5 ve 1.0 g/kg oranında pankreatik enzim içeren yemle beslenen balıkların büyümesinde önemli bir farklılık görülmemiştir. Ancak canlı yemle beslenen grubun enzimli yemle beslenen balıklara göre önemli derecede daha iyi bir büyüme gösterdiği bildirilmiştir. Yaşama oranı yönünden gruplar karşılaştırıldığında önemli bir farklılığın olmadığı belirtilmiştir.

Deguara ve ark., (1999), 50 g ağırlığındaki çipura (*Sparus aurata*) balıklarının 320 g/kg soya küspesi içeren yemlerine düşük pH aktiviteli proteaz (1 g/kg) +  $\alpha$ -galaktosidaz (1 g/kg) ve yüksek pH aktiviteli proteaz (1g/kg) +  $\alpha$ -galaktosidaz (1 g/kg) enzimleri ilave ederek beslediğinde enzim içermeyen yemle beslenen balıklara göre daha iyi bir büyüme görüldüğünü saptamışlardır. En iyi büyümenin düşük pH aktiviteli proteaz +  $\alpha$ -galaktosidaz enzimi eklenen yemle beslenen çipura balıklarında olduğu bildirilmiştir.

Buchanan ve ark., (1997), karideslerin farklı oranlarda (%20, %60) kanola küspesi içeren yemlerine %0,25 oranında enzim karışımı (porzyme) ekleyerek yaptıkları 42 günlük besleme çalışmasında, %60 kanola küspesi içeren yeme enzim eklenerek beslenen karideslerin, enzimsiz yemle beslenenlere göre daha iyi büyüme

gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca %20 kanola küspesi içeren yeme enzim eklenerek beslenen karideslerin enzimsiz yemle beslenen ve kanola küspesi içermeyen temel yemle beslenenlere göre daha iyi büyüdüğü, fakat gruplar arası farklılığın önemli olmadığı tespit edilmiştir. Yemlere enzim karışımının eklenmesi yem değerlendirme oranını da iyileştirmiştir. Sonuçta eksojen enzimlerin yeme eklenmeleri ile daha fazla canlı ağırlık artışı sağlandığı belirlenmiştir.

Kolkovski ve ark. (2000), ortalama ağırlıkları 587 mg olan sarı levrek (*Perca flavescens*) balıklarının yemlerine %0.2 oranında pankreatin (sindirim enzim ekstraktı) enzimi eklenerek yapılan 47 günlük besleme çalışmasında, büyümenin önemli bir şekilde etkilenmediği, sarı levrek balıklarının yemlerine enzim katkısına gerek olmadığı sonucuna varılmıştır.

Çipura balıklarının mikro yem yemlerine %0,05 oranında pankreatin enzimi eklenerek ve canlı yemle yapılan besleme çalışmasında canlı yemle beslenen larvaların, mikro yem yeme enzim eklenmesiyle beslenenlere göre daha iyi büyüme gösterdiği bildirilmiştir (Bodur, 2001).

Tilapia balıklarının (5.2 g ağırlığında) %20 ve %40 oranında hurma çekirdeği küspesi içeren yemlerine (izonitrojenik, isokalorik ve isolipidik) %0.1 Allzyme Vegpro™ enzimi eklenerek 10 haftalık bir süre ile yapılan besleme çalışmasında %40 oranında hurma çekirdeği küspesi içeren yeme %0.1 enzim ilave edildiğinde büyüme ve yem değerlendirme oranının enzimsiz yemle beslenenlere göre daha iyi olduğu, bununla birlikte %20 oranında hurma çekirdeği küspesi içeren yeme %0.1 oranında enzim eklenen yemle beslenen tilapia balıklarının enzim içermeyen yemle beslenenlere oranla büyümelerinde önemli bir farklılığın olmadığı görülmüştür (Ng ve ark., 2002).

Yılmaz (2004) çipura balıklarının soya küspesi ağırlıklı yemlerine % 0.2 oranında enzim karışımı (Allzyme vegpro) ekleyerek yapılan çalışmada, büyümenin ve vücut kompozisyonu besin değerlerinin değişmediğini bildirmiştir.

Rodehutsord ve Pfeffer (1995), soya küspesi ağırlıklı hazırlanan ve sadece bitkisel yem hammaddelerin fosfor içerdiği (toplam fosforun yaklaşık %60'ı fitat fosforu olarak bağlı bulunmakta) alabalık yemlerine 1000 IU/kg fitaz enzimi ekleyerek besleme çalışması yapmışlardır. Yemlere fitaz eklenmesi ile 15°C'de fosfor sindirilebilirliğin %25'den %57'ye, arttığını bildirmişlerdir.

Wang ve ark., (2008) gökkuşağı alabalıklarının yemlerine farklı seviyelerde fitaz enzimini sadece soya küspesine muamele ederek ve spreyle yeme ilave edilerek 90 gün beslemişlerdir. Spreyle yeme verilen fitazın yemden yararlanma oranı (FCR) ve protein etkinlik oranını ( $PEO = [\text{Deneme sonu canlı ağırlığı (g)} - \text{Başlangıç canlı ağırlığı (g)}] / \text{Protein alımı (g)}$ ) önemli derecede iyileştiği ve spesifik gelişim oranının (SGR) değişmediğini, soya küspesine fitaz muamelesi ile SGR, FCR ve PEO'nun iyileştiğini fakat bunun önemli derecede olmadığını bildirmişlerdir. Yeme her iki metotla fitaz eklenmesinin protein ve minerallerin sindirilebilirliğini arttırdığını, yağ sindiriminin negatif etkilediğini, ayrıca dışkı ile besin salınımının azaldığını, fakat yağ salınımının hafif miktarda arttığını bildirmişlerdir. Fosfor salınımı ve fosfor sindirilebilirliği sonucuna göre soya küspesine fitaz uygulamanın, spreyle fitaz ilavesine göre daha iyi bir metot olduğu bildirmiştir. Çalışmanın sonucunda spreyle yöntemi ile 2000–3000 IU/kg seviyesinin, soya küspesine muamele ile 1000 IU/kg seviyesinin uygulama için uygun değer olduğu bildirilmiştir. Denemenin sonucunda gökkuşağı alabalıklarının yemlerinde fitaz kullanılmasının çevreye ve ekonomiye faydasının olabileceği bildirilmiştir.

Vielma ve ark., (2004) gökkuşağı alabalığı yemlerine fitaz ilavesi için yaptıkları iki besleme denemesinde birincisinde % 50 soya küspesi içeren yarı saf yemlere 0, 500, 1000, 2000 ve 4000 IU/kg oranlarında fitaz ekleyerek beslemişlerdir. Deneme sonunda yeme fitaz eklenmesi ile dışkıdaki fitik asit içeriğinin 35mg'dan 5 mg'a düşürdüğünü, fosfor sindirilebilirlik oranının %23'den %83'e arttığını, çinko sindirilebilirliğinin önemli derecede arttığını bildirmişlerdir. İkinci besleme denemesinde, %36 soya küspesi içeren ticari yeme 2000 IU/kg fitaz ekleyerek beslediklerinde dışkıdaki fitik asit içeriğinin %34mg'dan 14 mg'a düşürdüğünü, fosfor sindirilebilirlik oranının %35'den %54'e arttığını, çinko sindirilebilirliğinin önemli derecede artmadığını bildirmişlerdir.

Cheng ve Hardy (2002), 223 g ağırlığındaki gökkuşağı alabalık (*Oncorhynchus mykiss*)'lerinin buğday, arpa ve kanola içeren yemlerine 500 IU/kg fitaz eklendiğinde Ca, Mg, toplam P ve fitat fosforu sindirilebilirliğinin önemli derecede iyileştiğini, bununla beraber ham protein sindirilebilirliğinin değişmediğini bildirmişlerdir.

Sugiura ve ark., (2001) gökkuşağı alabalığı yemlerinde soya küspesine farklı oranlarda (500,

1000, 2000 ve 4000 IU/kg yem) fitaz enzimi ilavesinin çinko, manganez, demir, bakır, kalsiyum, total fosfor, fitat fosforu ve protein sindirilebilirliği etkisi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Düşük seviyede kül içeren soya küspeli yemlere fitaz uygulamanın fosfor, nitrojen, kül, kalsiyum, magnezyum, bakır, demir ve çinko absorpsiyonunu artırdığı, yüksek seviyeli kül içeren soya küspesi ve balık unu bulunduğu yemlere fitaz uygulamanın, balıklarda fosfor, nitrojen, kül, kalsiyum, magnezyum, bakır, demir, ve çinko'nun absorpsiyonunu etkilemediği belirtilmiştir. Düşük kül içeren yemde, fosfor sindirilebilirliğinin yeme eklenen fitazın seviyesine göre arttığı bildirilmiştir.

Farhangi ve Carter, (2007) 16 g ağırlığındaki gökkuşağı alabalıklarının %50 kabuğu soyulmuş lupen içeren yemlerine 4 farklı ekzojen enzim (Yem (E) (Energex™), Yem (B) (Bio-Feed™pro), Yem (α) (Alfa galaktosidaz™) ve bütün enzimleri içeren Yem (Mix) eklenerek 6 haftalık bir besleme çalışması yapmışlardır. Yemlere enzim eklenmesi ile gruplar arasında ağırlık kazancı ve karkas kompozisyonunda önemli bir değişikliğin olmadığını bildirmişlerdir.

Sürpriz bir şekilde, Yem (α), Yem (E) ve Yem (Mix) ile beslenen grupların balık unu ile beslenen gruptan daha iyi ağırlık kazancı gösterdiğini saptamışlardır. Yem alımının Yem (α) ve Yem (E) ile beslenen balıklarda, sadece balık unu içeren yemle beslenen balıklara göre önemli derecede daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Cheng ve ark., (2004) ortalama ağırlıkları 100g olan gökkuşağı alabalıklarını üç farklı yeme (soya protein konsantresi temeline dayanan yem, soya küspesi temeline dayanan yarı saf yem ve soya küspesi temeline dayanan ticari yem) 500, 1000, 2000 ve 4000 FTIU/kg oranlarında fitaz enzimi ekleyerek beslemişlerdir. Deneme sonunda ilk iki yeme fitaz eklenmesiyle minerallerin (kalsiyum, magnezyum, fosfor, manganez, çinko) sindirilebilirliğinde önemli artış gözlemediği fakat kuru madde sindirilebilirliğinde değişimin olmadığını bildirilmiştir. Son yeme fitaz eklenmesiyle kuru madde, ham protein, amino asit (triptofan ve trosin hariç) ve minerallerin (bakır ve demir hariç) sindirilebilirliğinde önemli artış olduğu gözlemlenmiştir. Gökkuşağı alabalıklarında optimal fitaz kullanım seviyesinin yaklaşık olarak 500 FT IU/kg olduğu bildirilmiştir.

Forster ve ark., (1999), ortalama ağırlıkları 17,9 g olan gökkuşağı alabalıklarının 415.8 g/kg kanola protein konsantresi içeren yemlerine farklı oranlarda (500, 1500 ve 4500 fitaz ünitesi/kg) fitaz enzimi eklendiğinde büyümenin değişmediğini bildirmiştir.

Drew ve ark., (2005) Kanola – bezelye içeren alabalık yemlerine 250 g/t proteaz eklendiğinde protein lipit enerji ve kuru madde sindirilebilirliğinin arttığını bildirmiştir.

Ayhan ve ark., (2008), balık unu yerine soya unu kullanılan (% 40 soya unu, % 25 balık unu) çipura yemlerine proteaz, miks enzim kokteyli ve fitaz ilavelerinin büyüme, yemden yararlanma ve azot-fosfor kirliliğine etkilerini araştırmak için 12 haftalık bir besleme çalışması yapmışlardır. Deneme sonunda gruplar arasında ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranı yönünden önemli farklılık göstermezken, fitaz grubu kontrol grubuna göre önemli derecede daha iyi yem değerlendirme göstermiştir. Bu çalışmada en yüksek azot sindirilebilirliği proteaz grubunda, en düşük kontrol grubunda, fosfor sindirilebilirliği en iyi fitaz grubunda en düşük ise kontrol grubunda gözlenmiştir.

## Sonuç

Balık yemlerinde enzimlerin kullanımı ile ilgili çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, yapılan araştırmalar değerlendirildiğinde; balık yemlerinde yem katkı maddesi olarak enzim kullanımının bazı yem hammaddelerinin kullanımını etkili bir şekilde artırdığı, yüksek oranda bitkisel yem hammaddesi kullanılarak hazırlanan balık yemlerine enzim kullanımının daha olumlu sonuçlar verdiği, yemlerde bazı enzimlerin kullanımı ile yemin sindirilebilirliği artarak çevreye bıraktıkları fosfor ve azot kirliliğinin azalabileceği, ayrıca bazı minerel maddelerin sindirilebilirliğinin artabileceği belirtilmiştir.

Bu çalışmalara ilaveten enzimlerin balık yemlerinde kullanımının ekonomik olarak da değerlendirilmesinin ve maliyet analizinin yapılması gerekmektedir. Yem katkı maddelerinden olan enzimlerle ilgili daha çok araştırmanın yapıp geliştirilmesi ve kullanımlarının yaygınlaştırılması ile su ürünlerine büyük kazançlar sağlanabileceği düşünülmektedir.

## Kaynaklar

- Akiyama, T., Munuma, T., Yamamoto, T., Marcouli, P., Kishi, S., (1995). Combinational use of malt protein flour and soybean meal as alternative protein sources of fingerling rainbow trout diets, *Fisheries Science*, **61**(5): 825-832.
- Bodur, T., (2001). Mikro yem yemlerin çipura (*Sparus aurata*, L. 1758) larvalarının beslenmesinde kullanımı. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi. 50s. Isparta.
- Borgeson, T.L., (2006). Effect of replacing fish meal with simple or complex mixtures of vegetable ingredients in diets fed to nil tilapia (*Oreochromis niloticus*). Master thesis. Department of Animal and Poultry Science. University of Saskatchewan.140p. Saskatoon.
- Buchanan, J., Sarac, H.Z., Poppi, D., Cowan, R.T. (1997). Effects of enzyme addition to canola meal in prawn diets, *Aquaculture*, **151**: 29-35. [doi:10.1016/S0044-8486\(96\)01478-0](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01478-0)
- Carter C.G., Houlihan D.F., McCarthy I.D., (1992). Feed utilization efficiencies of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr: Effect of a single supplementary enzyme, *Comparative Biochemistry and Physiology*, IOIA: 369-374. [doi:10.1016/0300-9629\(92\)90548-5](https://doi.org/10.1016/0300-9629(92)90548-5)
- Cheng, Z.J., Hardy, R.W., (2002). Effect of microbial phytase on apparent nutrient digestibility of barley, canola meal, wheat and wheat middlings, measured in vivo using rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture Nutrition*, **8**: 271-277. [doi:10.1046/j.1365-2095.2002.00219.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2002.00219.x)
- Cheng, Z. J., Hardy, R. W., Verlhac, V., Gabaudan, J. (2004). Effects of Microbial Phytase Supplementation and Dosage on Apparent Digestibility Coefficients of Nutrients and Dry Matter in Soybean Product-Based Diets for Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, *Journal of the World Aquaculture Society*, **35**: 1–15. [doi:10.1111/j.1749-7345.2004.tb01054.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2004.tb01054.x)
- Çiftçi, İ., (2001). Yem katkı maddesi olarak enzimler, çiftlik hayvanlarının beslenmesinde temel prensipler ve karma yem üretiminde

- bazı bilimsel yaklaşımlar. Farmavet ilaç sa-  
nayı ve ticaret A.Ş. İstanbul, 543-583.
- Dabrowski K., Glogowski, J., (1977). A study of  
the application of proteolytic enzymes to  
fish food, *Aquaculture*, **12**(4): 349-360.  
[doi:10.1016/0044-8486\(77\)90213-7](https://doi.org/10.1016/0044-8486(77)90213-7)
- Deguara, S., Jauncey, K., Feord, J. and Lopez, J.  
(1999). Growth and feed utilization of gilt-  
head sea bream, *Sparus aurata*, fed diets  
with supplementary enzymes, *CIHEAM/AMZ*, **37**: 195-215.
- Ayhan V., Diler İ., Arabacı M., Sevgili H.,  
(2008). Enzyme Supplementation to Soy-  
bean Based Diet in Gilthead Sea Bream  
(*Sparus Aurata*): Effects on Growth Para-  
meters and Nitrogen and Phosphorus,  
Excretion, *The Journal of The Faculty of  
Veterinary Medicine University of Kafkas*,  
**14**(2): 161-168
- Drew M.D., Racz V.J., Gauthier R., Thiessen  
D.L., (2005). Effect of adding protease to  
coextruded flax:pea or canola:pea products  
on nutrient digestibility and growth perfor-  
mance of rainbow trout (*Oncorhynchus my-  
kiss*), *Animal Feed Science and Technology*,  
**119**: 117-128.  
[doi:10.1016/j.anifeedsci.2004.10.010](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2004.10.010)
- Farhangi M., Carter, C. G., (2007). Effect of  
enzyme supplementation to dehulled lupin-  
based diets on growth, feed efficiency, nut-  
rient digestibility and carcass composition of  
rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Wal-  
baum), *Aquaculture Research*, **38**: 1274-  
1282.  
[doi:10.1111/j.1365-2109.2007.01789.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01789.x)
- Forster, I., Higgs, D. A., Dosanjh, B. S.,  
Rowshandeli, M., Parr, J., (1999). Potential  
for dietary phytase to improve the nutritive  
value of canola protein concentrate and de-  
crease phosphorus output in rainbow trout  
(*Oncorhynchus mykiss*) held in 11°C fresh  
water, *Aquaculture*, **179**: 109-125.  
[doi:10.1016/S0044-8486\(99\)00156-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00156-8)
- Hendricks, K. J., Bailey, G. S., (1989). Adventi-  
tues; toxin. Fish nutrition (Second Edition).  
Academic Press Inc. New York. USA. 605-  
651.
- Karademir, G., Karademir V., (2003). Yem katkı  
maddesi olarak kullanılan biyoteknolojik  
ürünler, *Lalahan Hayvan Araştırmaları  
Enstitüsü Dergisi*, **43**(1): 61-74.
- Kolkovski, S., Tandler, A., Wm, G., Kissil and  
Getrlar, A. (1993). The effect of dietary  
exogenous enzymes on ingestion, asimila-  
tion, growth and survival of gilthead seab-  
ream (*Sparus aurata*, *Sparidae*, *Linnaeus*)  
larvae, *Fish Physiology and Biochemistry*,  
**12**(3): 203-209. [doi:10.1007/BF00004368](https://doi.org/10.1007/BF00004368)
- Kolkovski, S., Yackey, C., Czesny, S., Dab-  
rowski, K. (2000). The effect of microdiet  
supplementation on dietary digestive enzy-  
mes and a hormone on growth and enzyme  
activity in yellow perch juveniles, *North  
American Journal of Aquaculture*, **62**: 130-  
134.  
[doi:10.1577/1548-  
8454\(2000\)062<0130:TEOMSO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8454(2000)062<0130:TEOMSO>2.0.CO;2)
- Krogdahl, A., Hemre G. I., Mommsen, T.P.,  
(2005). Carbohydrates in fish nutrition: di-  
gestion and absorption in postlarval stages,  
*Aquaculture Nutrition*, **11**; 103-122.  
[doi:10.1111/j.1365-2095.2004.00327.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2004.00327.x)
- Liang, D., 2000. Effect of enzyme supplemen-  
tation on the nutritive value of canola meal  
for broiler chickens. Master thesis of De-  
partment of Animal Science. The University  
of Manitoba, 123p. Canada.
- Ng, W. K., Lim H.A., Lim S.L., İbrahim C.O.,  
(2002). Nutritive value of palm kernel meal  
pretreated with enzyme or fermented with  
*Trichoderma koningii* as an dietary ingredi-  
ent for red hybrid tilapia *Oreochromis* sp,  
*Aquaculture Research*, **33**: 1199-1207.  
[doi:10.1046/j.1365-2109.2002.00757.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2002.00757.x)
- Rodehutsord, Pfeffer, E., (1995). Effects of  
supplemental microbial phytase on phospho-  
rus digestibility and utilization in rainbow  
trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Water Sci-  
ence and Technology*, **31**(10): 143-147.  
[doi:10.1016/0273-1223\(95\)00433-N](https://doi.org/10.1016/0273-1223(95)00433-N)
- Saha, S., Roy, R. N., Sen, S. K., Ray, A. K.,  
(2006). Characterization of cellulase- pro-  
ducing from the digestive tract of tilapia, *Ore-  
ochromis mossambica* and grass carp, *Cte-  
nopharyngodon idell*, *Aquaculture Research*,  
**37**(4): 380-388.  
[doi:10.1111/j.1365-2109.2006.01442.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01442.x)
- Sugiura S. H., Gabaudan J., Dong F. M. Hardy,  
R.W., (2001). Dietary microbial phytase



- supplementation and the utilization of phosphorus, trace minerals and protein by rainbow trout [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)] fed soybean meal-based diets, *Aquaculture Research*, **32**: 583-592.  
[doi:10.1046/j.1365-2109.2001.00581.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2001.00581.x)
- Thissen, D. L., Maenz, D. D., Newkirk, H. L., Classen, H. L., Drew, M. D. (2004). Replacement of fishmeal by canola protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture Nutrition*, **10**: 379-388.  
[doi:10.1111/j.1365-2095.2004.00313.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2004.00313.x)
- Vielma J, Ruohonen K, Gabaudan J, Vogel K., (2004). Top-spraying soybean meal-based diets with phytase improves protein and mineral digestibilities but not lysine utilization in rainbow trout [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)], *Aquaculture Research*, **35**: 955-964.  
[doi:10.1111/j.1365-2109.2004.01106.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2004.01106.x)
- Wang F, Yang Y, Han Z, Dong H, Yang C, Zou Z, (2008). Effects of phytase pretreatment of soybean meal and phytase-sprayed in diets on growth, apparent digestibility coefficient and nutrient excretion of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum), *Aquaculture International*, **17**(2): 143-157.  
[doi:10.1007/s10499-008-9187-5](https://doi.org/10.1007/s10499-008-9187-5)
- Webster, C.D., Tidwell, J.H., Goodgame, L.S., Yancey, D.H., Mackey, L. (1992). Use of soyabean meal and distillers grains with solubles as partial or total replacement of fish meal in diets for channel catfish *Ictalurus punctatus*, *Aquaculture*, **106**: 301-309.  
[doi:10.1016/0044-8486\(92\)90262-J](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90262-J)
- Wu, Y.V., Rosati, R.R., Sessa, D.J., Brown, P.B. (1995). Evaluation of corn gluten meal as a protein source in tilapia diets, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **43**(6): 1585-1588. [doi:10.1021/jf00054a032](https://doi.org/10.1021/jf00054a032)
- Yılmaz, M.: (2004). Enzim ilaveli yemle beslenen çipura balıklarında (*Sparus aurata* L. 1758) ette protein ve yağ oranlarının tespiti ile büyümenin izlenmesi üzerine bir araştırma, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri, Enstitüsü Yüksek lisans tez, 56s.
- Yigit, N.O., Olmez, M. (2009). Canola meal as an alternative protein source in diets for fry of tilapia *Oreochromis niloticus*, *Israeli Journal of Aquaculture -Bamidgeh*, **61**(1): 35-41.