

Balıkçılık endüstrisinde uygun yem katkı maddelerinin seçimi ve kullanımı

Gülizar TUNA KELEŞTEMUR*

Fisheries Faculty, Fırat University, 23119, Elazığ, Turkey

Geliş Tarihi (Received Date): 27.01.2022

Kabul Tarihi (Accepted Date): 03.07.2023

Öz

Kültür balıkçılığında, kültürü yapılacak türün çevresel isteklerinin sağlanmasının yanında sağlıklı olarak yaşamına devam etmesi için besin madde isteklerinin sağlayan yem ham maddeleri üretim ve yetiştiriciliğin en önemli konudur. Bilimsel araştırma ve geliştirme çalışmaları ile belirlenmiş olan yem ham maddeleri, balığın türü ve yaşam evresine göre balıklara verilerek balığın büyüme performansı ve verimliliği arttırılmaktadır. Yemler, balığın büyüme ve üreme ihtiyaçlarını karşılayacak hayvansal ve bitkisel kaynaklı besin maddeleri ile doğal veya sentetik katkı maddelerini de içerecek şekilde ilave edilerek yemler formüle edilirler. Balığa uygun olan içerikte hazırlanan yemler rasyon olarak ifade edilmekte ve balık için günlük besin maddelerini ihtiva etmektedir. Balık türlerinin yem veya rasyonları farklı içerikte olup toz, pelet, granül olarak isimlendirilen formlarda hazırlanmaktadır. Yeme fonksiyonellik kazandırılması, yemi iyileştirici ve yemin kalitesi arttırıcı yeni yem maddelerinin ve yem katkı maddelerinin farklı formülasyonlar ile yeme katılması kültür balıkçılığını bir adım daha öne taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Balık besleme, sağlık, yem katkıları, fonksiyonel yem

Selection and use of feed additives in fishing industry

Abstract

In aquaculture, it can be useful to continue growing from a source that is being cultivated. The feed raw materials, determined by scientific research and development studies, are grown and developed to grow according to the species and universe. Formulates inside-grown feeds in such a way that feeds are grown and created with animal-derived nutrition from the diet. The live feeds with the content suitable for the fish are expressed and

*Gülizar TUNA KELEŞTEMUR, gkelestemur@firat.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-8581-4385>

consumed as nutrition for the fish. Fish feed or rations have different contents and are prepared in forms called powder, pellet, granule. It is one step ahead of the eating culture with different preparations from new feed and feed production in order to make the feed user-friendly, improve the feed and increase the shaping.

Keywords: *Fish feeding, health, feed additives, functional feed*

1. Giriş

İlk var oluştan beri insanlar doğada besin olabilecek tüm kaynaklarla (canlı ve cansız) sürekli ilgilenmişler ve yetiştiriciliğe uygun olan türlerin kültürlerini yapmışlardır. Yetiştiriciliğin yeni uygulanmaya başladığı dönemler de doğal yem kaynakları besin olarak kullanılmış olmakla birlikte daha sonra kültür ve yetiştiricilik uygulamalarındaki gelişimlerle beraber farklı formlarda ve içeriklerde formüle edilen yeni nesil yemler üretilmeye başlanmıştır [1, 2]. Artan nüfusa paralel olarak dünya su ürünleri tüketimi, su ürünlerden daha iyi yararlanılması ve pazarlamanın iyileştirilmesi gibi sebeplerle her geçen gün artmaktadır. Ayrıca beslenmeye olan katkısı, yüksek kaliteli, kolay sindirilen hayvansal proteinleri ve özellikle mikro-besin bakımından çok zengin olması balık etinin gıda değerini arttırmaktadır. Su ürünleri yaklaşık olarak kişi başına günlük 34 kalorilik bir katkı sağlamakta ve yaklaşık 150 g ağırlığında olan balık porsiyonu bir yetişkinin günlük protein ihtiyacının % 50-60'ını karşılamaktadır. Bu durum su ürünleri içerisinde yer alan ve en çok tüketilen balık türlerinin üretim ve yetiştiriciliğine olan ilginin artarak tüm dünya ülkelerinde büyüyen bir pazar içerisinde yer almasına sebep olmuştur [3].

Su ürünleri yetiştiriciliği ve üretimi için farklı türler ve bu türlerin biyolojik gelişim dönemleri için birçok araştırma yapılarak besleme stratejileri geliştirilmiştir. Besleme bilimi, sadece besin maddelerinin fonksiyonlarını ve aralarındaki interaksiyonlarını değil enerji ihtiyacı, onarım, büyüme ihtiyacının karşılanması ve sindirim fizyolojisi konularını kapsar [4]. Balık besleme, balıkların fizyolojik gereksinimlerini karşılayacak besin maddelerinin bir araya getirilerek farklı formülasyonlarla balıklara verilmesidir. İyi bir besleme ve yem formülasyonu için, balıkların besin madde ihtiyaçları ve bunu etkileyen faktörlerin bilinmesi, yemlerin besin madde kompozisyonlarının belirlenmesi, besin maddelerinin sindirilebilirlikleri ve metabolize edilebilirliklerinin bilinmesi, yemlerin antibesinsel içeriğinin belirlenmesi, yemlerin biyoyararlılıklarının yani vücut tarafından bağırsakta emilimden sonra metabolize olan kısmının belirlenmesi, yemin yapısı, miktarı, yemleme sıklığı, yem değerlendirme, yemin tipi (yüzen veya batan), yemleme metodu, balığın sağlıklı ve dengeli büyümesi için oldukça önemlidir [5]. Besin maddelerinin elde edilebilirlikleri ve maliyetleri su ürünleri yetiştiriciliği için önemlidir. Maliyetin çok yüksek olması istenmemekle beraber bir diyet formüle ederken, kültüre alınan balık türünün besin gereksinimlerini (esansiyel amino asitler, protein, lipid, karbohidrat, esansiyel yağlar, vitamin ve mineraller) karşılayacak düzeyde içeriğe sahip olmasına dikkat edilmelidir.

Kültüre alınan balıklar, uygun olmayan çevre şartlarından, stres ve hastalık faktörlerinden olumsuz olarak etkilenebilir ve toplu olarak ölebilirler. Bu durum yetiştirici için oldukça riskli bir durumdur. Balıkların bakım ve beslemesi, yetiştiricilik faaliyetleri içerisinde balıklar sofralık döneme gelinceye kadar titizlikle yapılması gereken en önemli unsurlardır [6, 7]. Bu araştırmada, kültür balıkçılığı sektörü için oldukça önemli olan yem

ve yem katkıları, yem teknolojisinin gelişimi, yeni nesil fonksiyonel yemlerin önemi ve besleme alanındaki gelişmeler araştırılmıştır.

2. Yem katkı maddelerinin kullanım güvenliği

Besin güvenliğinin sağlanması günümüzün en önemli konularından biridir. Gıda güvencesi, sürdürülebilir, yeterli ve dengeli beslenmeyi sağlayarak çeşitli ürünlere ekonomik olarak erişilebilir gıda arzı olarak tanımlanabilir [7, 8]. Besin güvencesinin sağlanması, üretilen besinlerin kayıplarının önlenmesi, üretimin artırılması ve besinin bol olduğu dönemlerde kalitelerinin korunarak saklanması ve raf ömrünün uzatılması önemli konular arasındadır [9, 10]. Gıda katkı maddeleri birçok farklı tanıma göre (Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, 1997) [11];

-Gıda ham maddesi veya yardımcı maddesi olarak kullanılmayan veya tek başına gıda olarak tüketilmeyen,

-Seçilen teknoloji gereği kullanılan,

-Tek başına tüketildiğinde besleyici değeri olan veya besleyici değeri olmayan,

-İmalat veya işlem sırasında kalıntı ve kalıntı türevleri işlenmiş maddede bulunabilen,

-Gıdanın işlenmesi, üretilmesi, hazırlanması, depolanması, ambalajlanması ve nakli sırasında gıdanın fiziksel ve biyolojik özelliklerini korumak ve istenmeyen değişiklikleri önlemek için kullanılan maddelerdir.

Yem katkı maddeleri iki grupta incelenir [12];

Doğal katkı maddeleri: Probiyotikler, prebiyotikler, organik asitler, bitkisel ekstraktlar (doğal antioksidan, antimikrobiyal, antikanserojen vb. ekstraktlar), pelet bağlayıcılar, bitkisel sulardan (örneğin; pancar suyundan) elde edilen kırmızı renklendirici gibi.

Yapay katkı maddeleri: Sentetik organik maddeler, toksin bağlayıcılar, antimikrobiyaller (nitrit, nitrat), antioksidanlar (BHA, BHT, gallatlar), benzoik asit gibi.

3. Yem katkı maddelerinin kullanımı

Kültürü yapılan ve insan gıdası olarak pazara sunulan tüm hayvanlar gibi su ürünleri içinde en çok kültürü yapılan balık türlerinin de, kültür şartlarında yaşamlarını sağlıklı bir şekilde sürdürebilmeleri ve beklenen seviyede ürün verebilmeleri için eksiksiz ve dengeli olarak beslenmeleri gerekmektedir. Yemlere katılacak tüm organik ve inorganik besin maddelerinin yemlere katılmalarına izin verilmesi için; katkı maddelerin yapılan bilimsel çalışmalar ile biyolojik olarak yararlı etkilerinin olduğunun ve olumsuz etkilerinin olmadığı belirlenmiş olması, çevresel kirliliğe yol açmaması ve biyolojik olarak kolay parçalanabilir olması, maliyet olarak ekonomik olması kolay elde edilebilmeleri kanser yapıcı ve toksik etkilerinin olmaması gereklidir. Ayrıca diğer katkı maddeleri ile çapraz rezistansa neden olmamasına dikkat edilmeli ve kullanımında teknolojik zorluklar bulunmamalıdır. Doğal/doğala özdeş veya yapay olabilen katkı maddeleri, izin verilen besinlerde ve izin verilen miktarlarda kullanılmalı, sindirimi kolay olmalı ve bağıışıklık sistemini desteklemelidir [4, 12, 13].

3.1. Yem katkı maddelerinin kullanım amaçları

Gıda katkı maddeleri kullanım amaçlarına göre 4 grupta incelenir [7, 14];

1) Gıdaları koruyarak raf ömürlerini uzatanlar;

- Antimikrobiyaller (nitrit, nitrat, benzoik asit, propionik asit, sorbik asit, kükürt dioksit)
- Antioksidanlar (BHA, BHT, Gallatlar)
- 2) Gıda maddelerinin sağlıklı olarak homojen bir şekilde pişmesinin sağlayan ve sindirilebilirliklerini arttıran katkıları [13, 14];
 - Stabilizörler, kıvam arttırıcılar, tatlandırıcılar
 - Nem ayarlayıcılar
 - Pelet bağlayıcılar
 - Topaklanmayı önleyiciler: silikat, magnezyum oksit, magnezyum karbonat
 - Emülsifiyerler: lesitin, mono ve digliseritler
- 3) Asitliği düzenleyiciler [13, 14];
 - Asetik Asit, sitrik asit, laktik asit, malik asit gibi maddeler, besinlerin pH'sını kontrol altında tutmak, değiştirmek, istenilen düzeyi sağlamak amacıyla kullanılırlar. Bu maddeler, pH değerini düşürerek besinde antimikrobiyal, antitoksin, bakteriosidal ve bakteriostatik etki de gösterebilirler.
- 4) Gıdaların besin değerini koruyucu ve geliştirici maddeler [7, 14];
 - İşleme sırasındaki kayıpları yerine koyma (vitamin B1, B2, niasin gibi)
 - Yeme besin öğelerinin ilavesi (eksik olduğu takdirde; A, D vitaminleri), sentetik aminoasitler, yağ asitleri gibi.

4. Yem yararlılığının arttırılması amacıyla uygulanan işlemler

Yemlerin işlenmesi, yemin sindirim kanalı boyunca daha etkin bir şekilde sindirilerek besin maddelerinden yararlanmayı arttırmak için uygulanan, yüksek teknoloji gerektiren veya gerektirmeyen önemli işlemlerdir. Örneğin; tahıl tanelerinin kabukları içerikteki unlu kısımdan vitamin bakımından daha zengindir. Bunların öğütülmesi bu vitaminlerden de yararlanmayı sağlamaktadır [15].

İşleme teknikleri mekanik ve ısı işlemleri olarak 2'ye ayrılır [16];

-Mekanik işlemler; kabuk çıkarma, ekstrüzyon ve öğütme işlemlerinden oluşur.

-Isıl işlemler; kuru ısıtma yöntemi ve nemli ısıtma yönteminden oluşur.

Su ürünleri yetiştiriciliği yapılan işletmelerde hedef, en ekonomik şekilde en kaliteli ürünü elde edebilmektir [6]. Temel besin maddelerinin balıklara verilmesi formüle edilen yemler sayesinde olmaktadır. Yemin genel anlamda bir tanımı yapılacak olursa; bünyesinde organik ve inorganik besin maddelerini bulunduran, belli oranlarda verildiğinde yetiştiriciliği yapılan canlının sağlık, gelişme, üreme gibi fizyolojik ihtiyaçlarını karşılayan içeriktir, denilebilir [5].

Yemlerin ve yemlerdeki ham maddelerine genleştirilme işlemi uygulanarak besinlerin sindirilebilirliklerinin daha uygun hale getirilmesi sağlanmaktadır. Balık yemlerinin, balığın türene uygun olarak suya batmadan kalabilmesi veya dibe batması önemlidir. Balıkların yemi sudan alabilmesi ve yemden yararlanabilmesi için uygun oranda jelatinizasyonun sağlanması gerekmektedir [17]. Yemin yapımında kullanılan hammaddelerin homojenize olması zorunludur. Yemde nişastayı jelatinize etmek, içeriğin sindirilebilirliğini, kıvamını ve lezzetini artırmak, yemde anti-besinsel faktörleri elimine ederek kaliteyi arttırmak amacıyla ekspander veya ekstruder işlemleri uygulanır [18]. Işın teknolojisi kullanımı ile (gama ışını), tahılların sindirilebilirlik ve besleyici değerinin arttığı, nişasta olmayan polisakkarit düzeyinin azaldığı ve bağırsak emilimini arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca ışınlama uygulaması ile (gama ışınlama) yemde patojen

mikroorganizma oluşumunu engellendiği, sindirilebilirliğin arttığı ve enerji değerinin dengelendiği belirlenmiştir [19].

Fonksiyonel terimi son yıllarda yem sanayisinde de sıklıkla kullanılmaktadır. Yemin yararlılığının artırılması amacı ile fonksiyonel katkılar veya fonksiyonelleştirilmiş yemler son yılların önemli konularındandır. Canlının normal fizyolojik fonksiyonlarının ve enerji gereksinimlerinin karşılanmasının yanı sıra ilave faydalar sağlayacak şekilde formüle edilen organik veya inorganik yapıda olan katkı veya besin maddelerine fonksiyonel katkı veya gıdalar denilmektedir. Fonksiyonel katkılar ve/veya gıdalar yem bileşimi içeriğine doğal olarak saf halde katılabildikleri gibi işlenip zenginleştirilerek veya teknolojik olarak yapısı değiştirilip (nanoteknoloji uygulamaları veya genetik olarak değiştirilerek) sağlığa daha yararlı hale getirilerek kullanılabilirler. Gıda katkısı hazırlanan yeme, fonksiyonel etken içeriğine sahip olan doğal bir besin maddesi olabileceği gibi (havuç-beta karoten, domates-likopen) sadece fonksiyonel olan etken madde olarak da (iyotlu tuz, esansiyel amino asitler, yağ asitleri, probiyotik veya vitaminler gibi) ilave edilebilmektedir. [20, 21]. Yemlerin korunması, raf ömürlerinin uzun olması, kültür şartlarında yetiştirilen hayvanların verimliliklerinin artması ve sağlıklarının korunması gibi nedenlerle sektörün hizmetine sunulan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm gıda katkı maddeleri yemlerin fonksiyonel olmalarını sağlamaktadır [22].

4.1. Yemleri koruyan katkılar

Yemlerde depolama şartları da nemlenme sonucu küf, toksin, oksidasyon ve patojen oluşumunu sınırlandırarak veya engelleyerek yemin besin kalitesini korunması fonksiyonel olarak gıda katkıları ile sağlanabilmektedir. Özellikle propiyonik asit, laktik asit ve asetik asit gibi organik asitler gıda katkısı olarak kullanıldıkları zaman yemlerin depo koşullarında küflenmelerini önlediği belirlenmiştir [23]. Ayrıca, organik asitler sindirim sistemi boyunca, enzim aktivitesini artırarak minerallerin (demir, kalsiyum, fosfor, magnezyum, çinko gibi) proteinlerin ve aminoasitlerin sindirilebilirliği ve yararlılığını arttırmaları. Organik asitlerin bir diğer faydası düşük pH düzeyinde aktivite göstererek, yemlerin depolanması sırasında mikrobiyal ve fungal aktiviteleri engelleyerek antimikrobiyal ve antifungal olarak da görev yaparlar [23, 24].

4.2. Yem tüketimini artıran katkılar

Yem katkıları, hazırlanan yemlere tat ve lezzet verici katkı maddeleri olarak ilave edilebilmektedir. Örneğin; pelet bağlayıcı gıda katkıları, pelet yemlerin sağlamlığını artırarak ufalanmasını engellerler. Peletleme işleminde, yemlerin istekle tüketilmesini sağlamaktadır. Pelet bağlayıcı katkıları; toz sodyum bentonit, melas, bitkisel yağlar, gum, sıvı veya katı hemiselüloz ve sodyum-lignosülfatlar gibi maddelerdir. Ayrıca yemlerin, lezzet ve tüketimini artırmak amacıyla fonksiyonel olarak katılan katkıları arasında, anason tohumu, zencefil, çay ağacı yağı, çemen ve çörek otu gibi doğal katkıları ile sakkarin, monosodyum glutamat, anetho vanilin gibi sentetik aromalar da kullanılmaktadır [21, 23]. Yem tüketimini arttıran katkıları olarak topaklaşmayı önleyiciler ve pıhtılaştırıcı katkıları da rasyonlara katılan önemli katkılarıdır (sodyum, koloidal silika, kalsiyum silikat, potasyum ferrosiyenid bentonit, kaolinitik kil, lignosülfat, sentetik kalsiyum alüminatlar, sitrik asit, sodyum ferrosiyenid, potasyum, kalsiyum sülfat dihidrat gibi) [21, 22].

4.3. Yemlere katılan enzimler

Enzimler, sindirime yardımcı katkı maddeleri olarak yemlere ilave edilirler. Organizmada sentezlenmeyen ve yeterince sentezlenmeyen enzimler, yemlerdeki sindirimi güç olan

ham selüloz unsurları ile diğer organik ve inorganik unsurlardan daha iyi yararlanılması sağlamak amacıyla yemlere katılırlar. Yemlerde tek enzim preparatı kullanılacağı gibi birkaçı bir arada kullanılabilmektedir. Enzimlerin kullanımındaki olumsuzluklar ise ithal edilmeleri ve etken maddelerinin korunmasının güç olmasıdır [22,24].

4.4. Büyüme uyarıcı katkıları

Büyüme uyarıcı (hormonlar, iyonoforlar gibi) birçok sentetik katkı maddesi uzun yıllar kültür hayvanlarında kullanılmış ancak zamanla zararlı ve yan etkilerinin olduğu ortaya çıkınca kullanımları sınırlandırılmış veya yasaklamıştır [22,26].

4.5. Bağışıklık sistemini destekleyici ve koruyucu katkıları

Bağırsak florasını patojen mikroorganizmalara karşı koruyan probiyotikler ve onların besinleri olan prebiyotikler (oligosakkaritler; maltoz, laktoz gibi) sağlık için yararlı etkileri olan yem katkı maddeleridir. Canlı yem katkıları olan mikroorganizmalar, *Lactobacillus* sp, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Aspergillus oryzae* en çok kullanılan probiyotiklerdir. Çeşitli formlarda (toz, granül, sıvı, kapsül, pelet) üretilerek bağırsak sistemini korumak ve yemden yararlanmayı arttırmak için fonksiyonel olarak yeme katılarak kullanılabilirler [25, 26, 27].

Depolama şartlarında yemlerde nemlenme veya oksidasyon kaynaklı mikotoksin veya aflotoksin üremeleri oluşabilmektedir. Mikotoksinler, yemle beraber alındıkları zaman ciddi sağlık sorunlarına ve ölümlere yol açarak ekonomik kayıplara neden olur. Bu gibi toksik ürünlerin oluşumunu önlemek amacı ile katkı maddesi olarak organik asitler ve tuzları, organik boyalar, bakır sülfat, amonyak, zeolit, gibi birçok kimyasal ürün kullanılmaktadır [28, 29].

4.6. Bitkisel ve hayvansal doğal katkıları

Yemlerde kullanılan antibiyotikler, hormonlar ve iyonoforların yan etkilerinden dolayı kullanılmasının yasaklanmasıyla, bitkisel ve hayvansal doğal katkı maddeleri (arı sütü, probiyotikler, propolis, bitkisel yağlar, hidrosoller, bitkisel ekstraktlar gibi) üzerinde çalışmalar yoğunlaşmış ve günümüz gıdalarında en çok tercih edilen katkıları arasındadır [29, 30]. Bu doğal katkıları antibakteriyel, antifungal, antikanserojen ve antiviral gibi etkileri ile yeme fonksiyonellik katmak için güvenli dozlarda kullanılırlar. Örneğin; antibiyotiklere alternatif olabilecek çörekotu ve kekik yağı bitkisel doğal katkı olarak yeme katılabileceği gibi propolis hayvansal bir ürün olarak bağışıklık sisteminin desteklenmesi için yeme katılan önemli katkılarıdır [21, 22, 31, 32].

4.7. Metabolizmayı etkileyen diğer katkı maddeleri

Kültür ortamında yetiştirilen balıkların büyüme üreme, yemden yararlanma ve bağışıklık sistemine olan olumlu etkilerinden dolayı sentetik olarak yemlere ilave edilirler. Örneğin; vitamin A ve Betakaroten, üreme performansına ve bağışıklık sistemi üzerine önemli etkilere sahip iki önemli fonksiyonel katkıdır [35, 36]. Mineral karmaları da vitamin karmaları gibi fizyolojik fonksiyonların devamı için oldukça gerekli ve önemli katkılarıdır. Örneğin, Çinko ve selenyum enzim aktivitesinde önemli rol oynarken, sodyum, potasyum, magnezyum ise hücrede geçirgenliği kontrol ederler. Bu amaçla, ekstrasellüler (Na, Cl ve HCO₃) ve intrasellüler (K, PO₄) elektrolitler kullanılmaktadır. Emülgat Yemlere katılan yağların yem içinde homojen olarak dağılımının sağlanması için emülgatörler kullanılmaktadır. Lesitin yemelerde en fazla kullanılan emülgatördür [21, 22].

5. Yem üretiminin önemi

Gıdalar besleyici, duyuşsal ve fizyolojik olarak başlıca üç fonksiyona sahiptir. Tüm gıdalar, besleyici ve duyuşsal fonksiyona sahipken fizyolojik fonksiyona sahip değildırlır. Son yıllarda uygulanan farklı teknolojilerle temel bazı gıdalara fizyolojik olarak fonksiyonellik kazandırılabilmektedir [10, 37, 38].

Fonksiyonel gıda üretimleri sırasında veya sonrasında, besin madde kompozisyonu değıştirilebilmekte ve yapısındaki zararlı etkiye sahip bileşenler uzaklaştırılıp veya sınırlandırılabilmektedir. Ayrıca, yararlı bileşenler yapısında bulunuyorsa düzeyi artırılarak veya bulunmuyorsa eklenebilmektedir [9, 39]. Son yıllarda birçok ilaç ve sentetik koruyucu katkı maddelerine getirilen yasak sonrası kültür balıkçılığında da katkı maddeleri (probiyotik, prebiyotik, bitkisel ekstrakt, protein, esansiyel yağ ve aminoasitler vb.) üzerinde birçok çalışma yapılmış ve formüle edilen çevre dostu, sağlıklı ve doğal katkılarla desteklenmiş, son teknoloji işleme teknikleri ile oluşturulan yeni nesil rasyonların üretimine geçilmiştir. Üretilen yeni nesil fonksiyonel rasyonlarla balıkların fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde önemli faydalar sağlayarak büyüme performansının arttığı, et kalitesinin iyileştiğı ve immun sistemlerinin desteklendiğı yapılan birçok araştırma ile kanıtlanmıştır [8, 39, 42, 43]. Fonksiyonel yem üretiminin temel mantığı, olumsuz etkinliğı olan bir maddenin yemden tamamen veya kısmen uzaklaştırarak yerine yararlı etkilere sahip doğal veya sentetik besin maddesi veya katkı maddelerinin eklenmesidir. Fonksiyonel yemlere; fonksiyonel bir etken içeren doğal bir katkı (fenolik bileşikler içeren katkılar, likopen içeren bitki ekstraktları (örneğin; domates), antioksidan madde içeren ekstraktları (örneğin; betakaroten içeren meyve, sebze ekstraktları veya bitki yağları), esansiyel yağ asitleri, esansiyel aminoasitler, probiyotik ve prebiyotik içeren katkılar gibi) veya yemdeki zararlı bir etken maddeyi yok ederek biyo-yararlılığı arttıran katkılar ile bunların farklı kombinasyonları kullanılarak yeme fonksiyonellik kazandırılabilmektedir [23, 44, 45].

Organizmada meydana gelen metabolik ve fizyolojik aktiviteler beslenme ve besin maddeleri ile doğrudan ilişkilidir. Sağlıksız beslenme nedeni ile olumsuz etkilenen bağışıklık sistemi, metabolik hastalıklara ve patojenlere karşı savunma sisteminde zafiyet doğmasına da neden olacaktır [39, 46, 47]. Yem ve beslenme aracılığı ile kültürü yapılan tüm hayvanlarda olduğu gibi balıklarında yaşamsal isteklerine uygun aynı zamanda tüketici sağlığına uygun besin içeriğine sahip olacak şekilde fonksiyonellik kazandırılması çalışmaları yüzyılımızın önemli konuları arasındadır [48].

6. Yeni nesil yem üretim örnekleri

Yeni fonksiyonel yemlerin geliştirilmesi, işlenmesi, raf ömürlerinin uzatılması, patojenlerin bertaraf edilemesi, biyoaktif maddelerin taşınması ve kontrollü olarak salınımları gibi uygulamalar nanoteknolojik uygulama konularını kapsamaktadır. Nano gıdalar, nanoteknolojik partiküller kullanılarak üretilen gıdalardır [49, 50, 51]. Gıdalara fonksiyonellik kazandırmak amacı ile renk, koku, tat, kıvam gibi fiziksel özelliklerini değıştirmenin yanı sıra yeme katılan organik ve inorganik nanopartiküller nano ölçekte üretilerek (vitamin, mineral, aminoasit, yağ asiti gibi nütrasötik gıda katkılar) yemin işlevselliğı ve yararlılığını arttırmak için kullanılırlar. Nanopartiküller, yemdeki besinlerin sindirim ve emilimlerini arttırarak ilgili doku ve organlarda iletimlerinin daha etkin olmasını sağlarlar. Nano ölçekli taşıyıcılar, nanoemilsiyonlar, miseller, lipozomlar, biyopolimerik nanopartiküller, nano ölçekli protein-karbonhidrat kompleksleri, katı

nanolipit partikülleridir. Örneğin; krom nanokompozitin, et kalitesini arttırdığı, kas ağırlığı, kan metabolitleri ve bazı endokrin parametreler üzerinde olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir [51]. Ayrıca, gıda patojenlerini bağlayarak inaktif hale getiren biyoaktif partiküller içeren yemler üretilmiştir. Bağırsaklarda doğal metabolik süreci taklit eden lipozomal teknolojiler geliştirilerek yağların sindirim düzeyi arttırılmıştır. Esansiyel yağ ve aminoasitler, ko-enzim Q10, vitaminler gibi nutrasötiklerin biyoyararlılığının artması için nanopartiküller kullanılmaktadır. Oksijene duyarlı organik bileşiklerin (esansiyel yağlar; omegalar, 3, 6, 9, vitamin E, A, D gibi) nanopartiküller ile kaplanması ile biyoyararlılığının arttırılmasında nano teknoloji kullanılmaktadır [20]. Nanopartiküller biyoyararlılığı arttırırken, nanotüpler ise biyoaktif bileşenleri istenilen organa kolay bir şekilde ulaştırılmasını sağlamaktadır. Peynir altı suyu proteinleri kullanılarak doğal nonatüpler oluşturulmaya başlanmış ve nano teknolojide etkin bir şekilde kullanımı artmıştır. Nanoteknolojinin sağladığı tüm faydalara ve üstünlüklere rağmen kullanılan tekniklere ve maddeler bağlı olarak oluşabilecek sonuçların dikkatle değerlendirilerek gerekli araştırmaların titizlikle yapılması büyük önem taşımaktadır. Teknolojinin nimetlerinden yararlanmak adına güvenli olduğu kanıtlanan tüm nanoteknolojik ürünlerin ilgili sektörlerle paylaşılması insanlık için büyük önem taşımaktadır [14].

7. Sonuç ve öneriler

Önemli bir gıda ihraç pazarı olan Avrupa Birliği'nin (AB) 28 Ocak 2002 tarihli EC 178/2002 numaralı Gıda Yasası ve Türkiye'nin bu yasaya uyum için çıkartmış olduğu 27.05.2004 tarih ve 5179 sayılı "Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun" gıda güvenliği için, hammadde girişinden son ürünün dağılımına kadar tedarik zincirindeki tüm işletmelerin gıda izlenebilirliğinin sağlanması mecburi ve zorunlu hale getirilmiştir. Gıda kalitesinde, üretimden tüketime kadar güvenliğin sağlanması ve risk olduğu zaman hızlı ve etkin bir şekilde geri toplama işleminin gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Ülkemiz hem deniz hem de iç suları ile oldukça geniş bir kültür balıkçılığı potansiyeline sahiptir. Kültürü yapılan balıkların bir kısmı kafeslerde yetiştirilerek bir kısmı ise doğal ortamdan tamamen arındırılmış yetiştiricilik işletmelerinde yetiştirilerek pazarlanmaktadır. Yetiştiricinin en büyük sarf giderini yem giderleri oluşturmaktadır. Yem masraflarından kaynaklanan ağır bir yük altında bulunan işletmelerde, kullanılan yemin hangi ölçüde değerlendirildiğinin belirlenmesi, masrafların minimuma indirilmesi bakımından önem teşkil etmektedir. Farklı yem kaynakları kullanılarak hazırlanan yemlerde verimlilik ve maliyet, balık üreticileri tarafından bizzat uygulanacak basit yemleme denemeleri ve hesaplama yöntemleri ile doğrudan belirlenerek, daha verimli ve az maliyetli yem elde edilmesi mümkün olacaktır. Son yıllarda artan tüketici bilinci ile gıdaların sentetik ve kimyasal koruyucularla sadece hijyenik ürünler değil aynı zamanda sağlıklı ürünlere dönüştürülmesine yönelik yapılan araştırma yapılmış, bu kapsamda yem ve besleme en çok üzerinde durulan kritik nokta olarak önem kazanmıştır. Yem ve beslenme aracılığı ile kültürü yapılan tüm balıkların yaşamsal isteklerine uygun olarak farklı besin içeriğine sahip olacak şekilde fonksiyonellik kazandırılması amacı ile yeni nesil yem, rasyon veya diyet formülasyonlarının araştırma çalışmaları ilgili sektörün en önemli konularından biri olmuştur.

Kaynaklar

- [1] Gatlin III, D.M., **Nutrition and Fish Health**, In: Halver, J.E. and Hardy, R.W., Eds., Fish Nutrition, 3rd Edition, Academic Press, London, (2002).
- [2] <http://www.tarim.gov.tr/Konu/1437/GDO-Resmi-Kontrol.html>, (14.12.2016)
- [3] FAO, **Fishery and Aquaculture Statistics**, Rome, (2018).
- [4] Jones, J.M., **Food Safety**, Eagan Press, St. Paul, USA, (1998).
- [5] Kutlu, H.R., Görgülü, M. ve Çelik, L., **Genel Hayvan Besleme**, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Ders Notu, Adana, (2007).
- [6] Keleştemur, G.T. ve Uslu, A. Balık beslemede yeni besin maddelerinin kullanımı, **International Journal of Innovative Engineering Applications**, 1, 1, 23-26, (2017).
- [7] Altuğ, T., **Gıda katkı maddeleri**, Meta Basım, İzmir, (2001).
- [8] Özpolat, E. and Duman, M., Effect of black cumin oil (*Nigella sativa* L.) on fresh (*Barbus grypus*) fillets during storage at 2±1 °C, **Food Science and Technology**, 37, 1, 148-152, (2017).
- [9] Özpolat, E. and Patır, B., Combined effect of different casing and liquid smoked cocentrartion on the shelf-life of sausages produced fish (*Capoeta umbla*), **Indian Journal of Animal Research**, 51, 956-961, (2017).
- [10] Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete. Sayı: 23172 16, (1997).
- [11] Jin, L.Z., Ho, Y.W., Abdullah, N. and Jalaludin, S., Digestive and bacterial enzyme activities in broilers fed diets supplemented with lactobacillus cultures, **Poultry Sciences**, 79, 886-891, (2000).
- [12] Weiss, J., Takhistov, P. and McClements, J., Functional materials in food nanotechnology, **Journal of Food Science**, 71, 9, 107-116, (2006).
- [13] Hoşsu, B., Korkut, A.Y. ve Fırat, A., **Balık besleme ve yem teknolojisi I**, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:50, İzmir, 320, (2008).
- [14] Kutlu, H.R. ve Çelik, L., **Yemler bilgisi ve yem teknolojisi**, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, Yayın No: A-86, Adana, (2005).
- [15] Arvanitoyannis, I.S. and Houwelingen-Koukaliaroglou, M.V., Funtional foods: A survey of health Claims, Pros and Cons, and Current Legislation, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 45, 385-404, (2005).
- [16] Demir, O., Türkiye Su ürünleri yetiştiriciliği ve yem sektörüne genel bakış, **Journal of Fisheries Sciences.com**, 2, 5, 704-710, (2008).
- [17] Al-Kaisey, M.T., Mohammed, M.A., Alwan, A.K. and Mohammed, M.H. The effect of gamma irradiation on the viscosity of two barley cultivars for broiler chicks, **Radiation Physics and Chemistry**, 63, 295-297, (2002).
- [18] Başaran, A.A., Nutrasötikler, **Journal of Medicine Science**, 146-149, (2008).
- [19] Langhout, P., New additives for broiler chickens, *World Poultry*, 16, 22-27, (2000).
- [20] Kılıç, Ü., Boğa, M. ve Görgülü M., Ruminant beslemede kullanılan yem katkı maddeleri, **Yem Magazin**, 48, 25-32, (2007).
- [21] Altinterim, B. and Aksu, Ö., Effects of oils of macerated garlic (*Allium sativum* Limne) and macerated Tunceli garlic (*Allium tuncelianum* Kollman) on some

- hematological parameters and NBT (Nitroblue Tetrazolium) levels of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W) at high stocing density, Journal of Balıkesir University Institute of Science and Technology, 21(2), 716-723, (2019a).
- [22] Özer, N., Aksu Ö. ve Altınterim, B., Yem katkı maddesi olarak kullanılan ve farklı yöntemlerle elde edilen çörekotu (*Nigella sativa*) yağının gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) kan parametrelerine etkileri, 2. Uluslararası GAP Matematik, Mühendislik, Fen ve Sağlık Bilimleri Kongresi, Adıyaman, (2019).
- [23] Akyıldız, S., Etlik piliç karma yemlerine bitkisel ekstrakt ilavesinin besi performansı, serum biyokimyası ve bağırsak mikroflorasına etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, (2017).
- [24] Altınterim, B., Kutluyer, F. and Aksu, Ö., Effects of differnt plant oils having different oxygen radical absorbance capacity (ORAC) on hematological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) at high stocking density, **Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi**, 13(1), 63-69, (2018).
- [25] Altınterim, B., Öztürk, E., Kutluyer, F. and Aksu, Ö., Yeşil çay yağının gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) yem değerlendirme oranına ve hematolojik parametrelerine etkileri, **Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi**, 13(2), 159-164, (2018).
- [26] Altınterim, B. and Aksu, Ö., Influence of macerated fenugreek (*friganella foenum graecum*) oil added to trout feed at the different rates on the feed conservation (FCR), body lenght, blood parameters and nitroblue tetrazolium (NBT) values rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Wall), **Cellular and Molecular Biology**, 65(3), 89-93, (2019b).
- [27] Şeyhaneyıldız Can, Ş., Kutluyer, F., Can, E., Kayış, Ş., Delihasan Sonay F., Köse Ö., Aksu Ö., Erdamar H., Yiğitoğlu M.R. and Kayım M., Effects of dietary kefir on the digestive and liver enzymes activities and glucose level of Coruh trout, *Salmo coruhensis* (Actinopterygii; Salmoniformes: Salmonidae), **Acta Ichthyologica Et Piscatoria**, 44(2), 167-170, (2014).
- [28] Altınterim, B., Kutluyer, F. and Aksu, Ö., Effects of different plant oils having different oxygen radical absorbance capacity (ORAC) on hematological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) at high stocking density, **Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi**, 13(1), 63-69, (2018).
- [29] Altınterim, B., Öztürk, E., Kutluyer, F. and Aksu, Ö., Yeşil çay yağının gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) yem değerlendirme oranına ve hematolojik parametrelerine etkileri, **Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi**, 13(2), 159-164, (2018).
- [30] Karademir, G., Karademir, B., Yem katkı maddesi olarak kullanılan biyoteknolojik ürünler, **Lalahan Hayvan Araştırma Enstitüsü Dergisi**, 43, 1, 61- 74, (2003).
- [31] Bach, K., Development of antibiotic resistance and options to replace antimicrobials in animal diets, **Proceeding of the Nutrition Society**, 60, 291-299, (2001).
- [32] Sumpter, J.P., Control of growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), **Aquaculture**, 100, 1-3, 299-320, (1992).

- [33] Ralfe, R.D., The role of probiotic cultures in the control of gastrointestinal helth, **Journal Nutrition**, 130, 396-402, (2000).
- [34] Yılmaz, A. ve Özay, G., Gıda ve yemlerde mikotoksinlerin detoksifikasyonu, **Gıda Dergisi**, 7, 80-84, (2001).
- [35] Richard, J.L., Some major mycotoxins and their mycotoxicoses an Overview, **International Journal of Food Microbiology**, 119, 3-10, (2007).
- [36] Kamel, C.A., Novel look at a classic approach of plant extracts, **Feed Mix Special**, 19-21, (2000).
- [37] Çabuk, M., Alçiçek, A., Bozkurt, M. ve İmre, N., Aromatik bitkilerden elde edilen esans yağların antimikrobiyal özellikleri ve alternatif yem katkı maddesi olarak kullanım imkanı, **Yem Magazin**, 35, 39-41, (2003).
- [38] Goordazi, M. and Shahram, N., Effect of onian extract in broiler chickens, **IERI Procedia**, 8, 107-112, (2014).
- [39] Özen, N.F., Kırıkpınar, M. Özdoğan, M.M. ve Yurtman İ.Y., Hayvan Besleme, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 2. Cilt, 753-771, (2005).
- [40] Andersen, H. J., Oksbjerg, N., Young, J. F. and Therkildsen, M., Review: feeding and meat quality future approach, **Meat Science**, 70, 543-554, (2005).
- [41] Altınterim, B. and Aksu, Ö., Effects of oils of macerated garlic (*Allium sativum* Limne) and macerated Tunceli garlic (*Allium tuncelianum* Kollman) on some hematological parameters and NBT (Nitroblue Tetrazolium) levels of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W) at high stocing density, **Journal of Balıkesir University Instituteos Science and Technology**, 21(2), 716-723, (2019a).
- [42] Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J. and Cofrades, S., Healthier meat and meat products: their role as functional foods, **Meat Science**, 59, 5-13, (2001).
- [43] Farr, D.R., Functional foods, *Canser Letters*, 114, 59-63, (1997).
- [44] Sundrum, A., Organic livestock farming, **Livestock Production Science**, 67, 207-215, (2001).
- [45] Roberfroid, M.B., What is benefical for helth? The consept of functional food, **Food And Nutrition**, 16, 7-8. (2000)
- [46] Sloan, E., The top 10 functional food trends-the next generation, **Food Technology**, 56, 4, 32-57, (2002).
- [47] Kocaoğlu, G.B. ve Kara K., Ruminant beslemede alternatif yem katkı maddelerinin kullanımı: Probiyotik, probiyotik ve enzim, **Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, 6, 1, 65-75, (2009).
- [48] Pala, M., Fonksiyonel Gıdalar, **Gıda teknolojisi**, 2, 12, 78-84, (1997).
- [49] Kumari, A. and Yadav, S.K., Nanotechnology in agri-food sector, **Reviews in Food Science and Nutrition**, 54, 975-984, (2014).
- [50] Kutlu, H.R. ve Çelik, L., **Yemler bilgisi ve yem teknolojisi**, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, Yayın No: A-86, Adana, (2005).
- [51] Torney, F., Trewyn, B., Lin, V.S.Y. and Wang, K., Mesoporous silica nanoparticles deliver DNA and chemicals into plants, **Nature Nanotechnology**, 2, 295-300, (2007).