

Balık yemlerinde besin madde analiz yöntemlerinin karşılaştırılması

Comparison of nutritional analysis methods in fish feed

Ali Yıldırım Korkut^{1*} • Ahmet Kaan Karamanoğlu² • Aysun Kop¹

¹ Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35040, İzmir, Türkiye

² Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiricilik ABD., İZMİR

*Corresponding Author: ali.korkut@ege.edu.tr

How to cite this paper:

Korkut, A.Y., Karamanoğlu, A.K., Kop, A., 2015. Comparison of nutritional analysis methods in fish feed. *Ege J Fish Aqua Sci* 32(2): 99-104.
doi: 10.12714/egejfas.2015.32.2.06

Abstract: The fisheries sector in our country all over the world as it is a growing industry. The biggest cost is feed for the sector and the feed directly affecting the quality of the final product is the most important factor. The feed quality is directly affecting the egg quality, hatching rate, survival rate, growth performance, meat quality, training time and directly affects the price of the fishes. In this study, feed analysis methods were investigated and compared. Nonetheless, the raw materials, feed and processed food ingredients in the final product analysis and residue testing is mandatory in all HACCP, ISO, FDA and stages of quality controls protocols. In this case, it was searched and compared the analysis methods for feed, meat and raw materials. In this study, different two type fish meal (originate from Peru and China) are compared with analysis methods, processing time and economical. Also we have suggested that equipments and methods suitable for economical and practical in fish feed laboratory. As a result of all analysis methods in private and faculty laboratory, for protein Duma method, for lipid rotating evaporation method, for fiber and ash classical method and for moisture balance of moisture was founded the best of methods.

Keywords: Fish meal, Weende analysis, analysis methods, cost, efficiency

Özet: Su ürünleri sektörü tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de giderek büyüyen bir sektördür. Sektördeki en büyük maliyet yemdir ve yem son ürün kalitesini direkt etkileyen en önemli unsurdur. Yem kalitesini, yumurta kalitesini, yumurtadan çıkma oranını, yaşama oranını, büyüme performansını, et kalitesini, yetiştirme süresini ve son ürünün fiyatını doğrudan etkilemektedir. Bunun yanında; HACCP, ISO, FDA ve kalite kontrol aşamalarında hammadde, yem ve işlenmiş son ürünlerde besin madde analizleri ve kalıntı testleri zorunludur. Bu çalışmada yem hammaddeleri, yem ve et için analiz metotları araştırılmış ve karşılaştırılmıştır. Buna göre önemli bir hayvansal protein kaynağı olan balık unu ele alınarak belirlenen analiz yöntemleri her bir hammaddede (Peru ve Çin Kökenli balık unu) uygulanmış ve bunların spekterine göre doğrulaması yapılarak, zaman, metot, pratiklik ve ekonomik olarak karşılaştırılmıştır. Buna göre, ekonomi ve kullanım pratikliği açısından uygun olan yöntemler irdelenmiştir. Sonuç olarak; özel ve fakültenin laboratuvarlarında yapılan analizler sonucunda; protein analizi Duma metodu ile, yağ analizi döner buharlaştırıcı ile, selüloz ve kül analizlerinde klasik yöntem ile ve kuru madde analizleri için de nem terazisi ile hızlı, pratik ve ekonomik çalışmaların gerçekleştirilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Balık unu, Weende analizleri, analiz yöntemleri, maliyet, verimlilik

GİRİŞ

Günümüzde insanların beslenmesinde su ürünlerinin önemi oldukça artmış ve su ürünleri üretiminin yükselişi kaçınılmaz olmuştur. Yapılan gelecek planlarında su ürünleri üretiminin ilk on yıllık dönemde günümüz üretiminden yaklaşık 5 kat olacağı öngörülmektedir. Bununla birlikte üretim maliyetlerinin düşürülmesi ciddi bir konu olup, önemini arttırmıştır (Hoşsu vd., 2012; Korkut vd., 2004; Kutlu ve Çelik, 2010).

Su ürünlerinde üretimin artması ile birlikte en büyük maliyet olan yem için tüketim de artmakta olup, toplam maliyetin ortalama %50-70'ini oluşturmaktadır. Yem rasyonlarından yapılan formüller daha fazla geliştirilemediği gibi, soya gibi bitkisel ürünlerden yapılan formüllerde de balığın gelişimi

yavaşlamakta, çok daha uzun zamanda pazar boyuna gelmesine ve yem değerlendirme oranının artışına eden olmaktadır. Ayrıca iyi bir yem kalitesi ile yetiştiricilik aşamalarının her birinde (yumurta kalitesi, yumurtadan çıkma oranı, yaşama oranı, büyüme performansı, et kalitesi, yetiştirme süresi, FCR ve son ürünün fiyatı) doğrudan etkili olabilmektedir. Bunun yanında; yem ve hammaddelerdeki HACCP, ISO, FDA ve kalite kontrol aşamaları gibi analizlerin özellikle ihraç edilen bu ürünlerde zorunludur. Hatta besin madde analizleri ile birlikte kalıntı testleri zorunludur (Tarım, Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı, 2010; TÜRKAK, 2010 ve 2011).

Bu nedenle su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişebilmesi, rekabet gücünün artırılabilmesi için yemin ve son ürünün

kalitesinin arttırılabilmesi, kısa sürede gelişimin sağlanabilmesi, canlının refahının yükseltilmesi, düşük maliyet, yüksek kar ve küresel izlenebilirlik ve geçerlilik için kalite kontrol analizlerinin çok dikkatli ve hassas şekilde yapılması gerekmektedir (Altıniğne, 1992; Gündüz, 2002; Mueller, 2004; Skoog vd., 2007). Bu çalışmada referans olarak alınan iki adet balık ununun kuru madde, HP, HY, HS ve HK miktarları farklı metodlar kullanılarak belirlenmiş ve karşılaştırılması yapılmıştır. Bu amaçla yem hammaddeleri, yem ve son ürün için analiz metodları araştırılmıştır ve değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada laboratuvar analizlerini gerçekleştirmek üzere, uygulanacak metodların bulunduğu laboratuvarlar belirlenmiş ve bu amaçla, İzmir Gıda Kontrol Laboratuvarı, E.Ü. Bergama Meslek Y.O. Toprak Yaprak Su Analiz Laboratuvarı, EDGE Özel Gıda Kontrol Laboratuvarı, Alaşehir Ticret Borsası Toprak laboratuvarı, Aybak Natura Özel Gıda Kontrol Laboratuvarı, Denizli Gıda Kontrol Laboratuvarı uzman ve cihazlarından yararlanılmış ve analizler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca çalışmada ele alınan numunelerin (balık unu) değerlendirme için ön analizleri E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Balık

Besleme ve Yem Teknolojisi Laboratuvarında Weende analiz metodlarına göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla; protein analizi için, Azot Protein Tayin Cihazı (Gerhardt KB-20S VAP 20), ham yağ analizi için; Yağ Ekstraksiyon Sistemi (Gerhardt EV6), selüloz tayini için Selüloz Tayin Cihazı (Gerhardt SOX406), nem tayini için Kuru Madde (nem) Cihazı (Nüve 400 Etüv) ve kül analizi için Kül Fırını (Carbolite ELF11/3) kullanılmıştır. Ölçümler 0,001g hassasiyetli terazi ve uygun sarf malzemelerin kullanımı ile gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen her analiz en az üç tekrar oluşturulacak şekilde uygulanmış olup, elde edilen değerler ortalama olarak sunulmuştur.

Araştırmada analiz sonuçlarının değerlendirilmesi için ithal balık unu olan Peru ve Çin kökenli birer kiloluk numune sağlanarak, bu numunelerin hem Fakülte laboratuvarında hem de belirlenen laboratuvarlarda analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizlerin sonucunda elde edilen bulgulara göre sonuçlar ele alınan hammaddelerin doğruluk değerleri numunelerin referans değerlerine göre karşılaştırılmış ve önerilerde bulunulmuştur. Buna göre analizler için temin edilen balık unularının referans değerleri, tedarikçi firma analiz sonuçlarına göre Tablo 1'de belirtilmiştir.

Tablo 1. Analizleri gerçekleştirilen balık unularının referans değerleri
Table 1. Two different originate fish meals value of reference

Balık Unları	HP (%)	HY (%)	HS (%)	NEM (%)	KÜL (%)
Peru	65-68	8-11	1-3	9-10	17-19
Çin	65-72	12-14	1-5	9-12	16-20

Analiz Yöntemleri

Ham protein analizleri: Balıkların en büyük gereksinimlerinin protein olduğunu düşündüğümüzde yemin kimyasal analizleri içerisinde olmazsa olmaz olan en önemli kriter yemin protein içeriğidir. Ham protein analizinin yapılmasında tüm dünyada kullanılan dört adet metod bulunmaktadır (Mueller, 2004; Skoog vd., 2007). Bunlar;

1. Kjeldahl metodu: Numune, yüksek sıcaklıkta derişik sülfürik asit içerisinde katalizör desyeğiyle yakılır. Aminoasitlere bağlı azot amonyağa dönüşür. Amonyak distilasyon ile ayrılır ve final nicel değer için titre edilir. HgO ve CuSO₄/TiO₄ veya SeO₂ gibi katalizörlerin kullanımı numuneye göre önceden bilinmelidir. Aksi halde tam yanma gerçekleşmez. MATRIKS analizde çok etkilidir. Yakma sonrasında safsu ve NaOH desteğiyle distilasyon işlemi yapılarak azot toplama balonunda boric asit içine hapsedilir. Hapsedilen azotun değerini ölçmek için 0,1 N lik HCl ile titrasyon işlemi yapılarak harcanan HCl miktarı uygun katsayı ile (yem için 6,25) çarpılarak toplam ham protein miktarı % olarak elde edilir.

Analiz, 2,5 – 4,5 saat zaman almakta ve analiz başına 12 - 25 € maliyet oluşturmaktadır. Kjeldahl metodu tüm dünyada geçerliliğe sahiptir. İlk yatırım maliyeti düşük analiz maliyeti en yüksek olan metottur.

2. Duma metodu: Numune, analitik terazi yarımıyla 0,5 gr'a yakın olacak şekilde tartılır ve cihazın krozesine konur. Kroze cihazın numune kompartımanına yerleştirilerek cihaz çalıştırılır. Cihaz içerisinde var olan 1200 °C kül fırını kısa sürede yüksek sıcaklığa çıkarak numuneyi tamamen yakar, bu esnada çıkan gazlar TCD dedektör yardımıyla ölçülür. Elde edilen azot miktarı uygun katsayı ile çarpılarak ham protein değeri elde edilir.

Analiz, en fazla 4 dakika sürede, 2-3 € bedelle gerçekleştirilmektedir. Duma metodu tüm dünyada geçerliliğe sahiptir. İlk yatırım maliyeti yüksek, analiz maliyeti en düşük ve en istikrarlı metottur.

3. Lawry metodu: Protein tayininde en yaygın kullanılan metod Folin-Lowry yöntemidir. Metot alkali koşullar altında biüre reaksiyonu ve hoş kokulu aminoasitlerin bakır katalizli oksidasyonundan sonra fosfomolibdikfosfotungistik asit ile heteropolimolibden mavisine indirgenmeyi içeren Folin-

Cocalteau reaksiyonunun bir kombinasyonudur. Koyu mavi renk oluşumu karakteristikdir. Yöntem çok duyarlıdır (0,1-1mg protein/ml) ancak pH'ya bağımlıdır (pH:10,0-10,5). Renk oluşumu proteinlere göre farklılık gösterebilir, renk tamamen protein konsantrasyonu ile orantılı olmayabilir, lipitler, sakkoroz, fosfat, monosakkaritler ve hegzaminler girişim yapar. Analiz, 40 – 60 dakika sürede, 9 – 18 € maliyetle gerçekleştirilmektedir. Lawry metodu tüm dünyada geçerliliğe sahiptir. Hem yatırım maliyeti hemde analiz maliyeti olarak orta seviyededir.

4. NIR metodu: Günümüz teknolojisinde en gelişmiş metottur. NIR alanda çalışan cihaza hiçbir numune hazırlığı yapılmadan 5 gr civarında tartılarak numune haznesine yerleştirilerek daha önceden hafızaya alınmış kalibrasyon metotlarına kıyas yapılarak direkt sonuç alınmaktadır. Sadece protein analizi değil; ham yağ, ham selüloz ve kitin analizlerini de birlikte yapabilmesi ve çok hızlı sonuca gitmesi tercih edilmesine en büyük etkidir ancak cihazın aynı derecede yüksek handikapları da bulunmaktadır. Bunlar;

- Maddeye/matrikse bağlı çok zor kalibrasyon
- Kalibrasyon, yetiştirme şartlarına bağlı olarak yıldan yıla değişir.
- Değişen kompozisyondaki karışımların kalibrasyonu yapılamaz.
- Diğer metotlarla karşılaştırıldığında daha düşük hassasiyet ve keskinlik.

Analiz, 5 dakika sürede, sadece elektrik sarfiyat maliyeti ile gerçekleştirilmektedir. NIR metodunun geçerliliği yoktur sadece hızlı analiz için kullanılabilir. En yüksek yatırım maliyeti ile en düşük analiz maliyetine sahiptir.

Ham Yağ Analizleri: Yağ, balıkların beslenmesinde ikinci en önemli besin maddesi konumundadır. Balıklar, yağı enerji kaynağı, hücre zarının yapı taşı ve etkil maddelerin sindirilebilirliğinde kullanırlar. Ham yağ analizlerinde tüm dünyada kullanılan iki ayrı metot bulunmaktadır (Wolf vd., 2001; Mueller 2004; Skoog vd., 2007).

1. Sokshalet ekstraksiyon metodu: Sokshalet ekstraksiyonunda manuel sistemlerden tam otomatik sistemlere kadar birçok alternatif bulunmaktadır, ancak maliyet ve süre açısından bakıldığında birinin diğerine göre bir üstünlüğü bulunmamakta fakat tam otomatik sistemlerin kullanıcıyı iş yükünü hafiflettiği gözlenmektedir.

Sokshalet ekstraksiyonunda, tartılan numune kaynamanın yapılacağı kaba petrol eteri ve akol ile birlikte muamele edilerek konuluyor ve ısıtıcıya yerleştiriliyor. Kabın ağzı geri soğutucuya bağlanarak geri soğutucu sonunda yağın toplanması için sokshalet kartuşuna bağlanıyor. Kaynatılan ve buharlaştırılan çözülmüş yağ geri soğutucu sonunda yerleştirilen kartuşta solventlerden ekstrakte edilerek tutulur. Kartuşun analiz öncesi alınan tartımı ile analiz sonunda alına tartımı arasındaki fark bize ham yağ miktarını vermektedir.

Analiz, 3,5 – 8,5 saat sürede 4,5 – 28 € maliyetle gerçekleştirilmektedir. Metot tüm dünyada geçerliliğe sahiptir. Analiz maliyeti yüksek ve risklidir.

2. Döner buharlaştırma metodu: Buharlatırma metodunda tartımı alınan numune solventlerle çözündürülerek buharlaştırma balonuna konulur, balon su banyosu kısmına yerleştirilerek ısıtma vakum ve dönme işlemleri yapılarak buharlaştırma sağlanır ve geri soğutucuda yoğunlaştırılan yağ toplama balonunda toplanır ve tartımı alınır. Analiz, en fazla 4 saat içerisinde 8 – 25 € maliyetle gerçekleştirilmektedir. Metot tüm dünyada geçerliliğe sahiptir. Sokshalet metoduna göre düşük maliyetlidir.

Ham Selüloz Tayini: Ham selüloz besin maddesi olmasından çok balıkların gelişiminde, yem değerlendirmesinde sorunlar yaratması sebebiyle önemlidir. Ham selüloz tayininde tüm dünyada kullanılan iki metot karşımıza çıkmaktadır (Wolf vd., 2001; Mueller 2004; Korkut vd., 2004; Skoog vd., 2007; Kutlu ve Çelik, 2010).

1. Manuel metot: Elle yapılan bu metotta 450 °C'lara kadar çıkabilen dört göze sahip seri ısıtıcılar ve bunlara bağlı geri soğutucu düzenekleri kullanılmaktadır ki; ham yağ analizinde kullanılan sokshalet metoduna çok yakındır. Tartılan numune petrol eteri ve asit karışımı çözücüde çözündürülerek balon joje içerisinde ısıtıcıya konulur ve geri soğutucuya bağlanır. Geri soğutucu sonuna 0.45 mikronluk filtre kâğıdı tartılarak yerleştirilir. Yapılan kaynatma ve soğutma işlemleri sonrasında filtre kâğıdında tutulan fiber materyal tartılıp filtre kâğıdının ilk ağırlığı çıkarılarak ham selüloz miktarı belirlenir.

Analiz, 3,5 – 8,5 saat sürede 1,5 – 4 € maliyetlerle gerçekleştirilmektedir. Metot tüm dünyada kabul edilmektedir. İlk yatırım maliyeti ve analiz maliyeti düşüktür.

2. Otomatik metot: Bu metot, selüloz analizlerini yapmak üzere dizayn edilmiş analizörler yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Tartımı yapılan numune cihazın numune kompartımanına yerleştirilerek cihaz çalıştırılmaktadır. Analiz için gerekli olan ısı ayrıştırma biriktirme ve tartım işlemleri kapalı olarak cihaz içerisinde gerçekleştirilip direkt olarak sonucu vermektedir.

Analiz, en fazla 2 saat sürede, 1,5 – 4 € maliyetle yapılmaktadır. Metot tüm dünyada geçerlidir. Analiz maliyeti manuel metot ile aynı, yatırım maliyeti ise çok yüksektir (Wolf vd., 2001; Mueller, 2004; Korkut vd., 2004; Skoog vd., 2007; Kutlu ve Çelik, 2010).

Ham Kül Tayini: Ham kül tayininde birçok metot kullanılabilir. Kül fırını ile kurutma ve tartım, Vakum-desikatör yardımıyla kurutma ve tartım, tolüen distilasyon ve tartım, dondurarak kurutma ve tartım ve nem terazisi ile analiz bunlardan bazılarıdır. En ucuz maliyet vakum-desikatör yardımıyla kurutma yönteminde iken en ideal çözüm nem terazisidir. En çok kullanılan metot ise kül fırını yardımıyla

550°C 1 saat kurutma işlemi sonrası tartım metodudur. Denemede yakma fırını ile uygulanan klasik yöntem ve vakum desikatör ile yapılan analizler karşılaştırılmıştır. Bütün metotlar tüm dünyada geçerliliğe sahiptir (Wolf vd., 2001; Mueller, 2004; Korkut vd., 2004; Skoog vd., 2007; Kutlu ve Çelik, 2010).

Kuru Madde Tayini: Kuru madde tayini en kolay analizlerden biridir. Uygulama şekli açısından iki yöntem bulunmaktadır. Etüv ile 105 °C sıcaklıkta darası alınmış petri içinde ağırlığı belli olan örneklerin içindeki nemin uçurulması ilkesine dayanmaktadır. Ayrıca nem terazisi yöntemi ile de analiz

basitçe yapılabilir (Korkut vd., 2004; Skoog vd., 2007; Kutlu ve Çelik, 2010).

BULGULAR

Belirlenen cihaz ve uygulanan yöntemler doğrultusunda mevcut laboratuvarlarda gerçekleştirilen beş esas besin madde analizlerinin sonuçları ve bunların birbirine göre karşılaştırılmaları Tablo 2, 3 ve 4'te belirtilmiştir. Tüm analiz ve süre uygulamaları üç tekrar oluşturulacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. İki farklı balık ununun ham protein analizlerinin zaman ve uygulama yöntemlerine göre değerlendirilmesi

Table 2. Comparison of crude protein analysis method and times for two different fish meals

Ham Protein	Süre		HP (%)	
	P	Ç	P	Ç
Yöntem				
Kjeldahl	136 dak	272 dak	68,63 ±1,76	67,27±1,96
Duma	2 dak 14 sn	2 dak 46 sn	68,66 ± 1,09	67,27±1,74
Lawry	42 dak 30 sn	119 dak	68,60±1,12	67,23±1,49
NIR	3 dak 39 sn	4 dak 42 sn	68,50±1,07	67,30±1,53
Referans Değeri			65-68	65-72

P, Peru balık unu, Ç, Çin balık unu.

Tablo 3. İki farklı balık ununun ham yağ analizlerinin zaman ve uygulama yöntemlerine göre değerlendirilmesi

Table 3. Comparison of crude lipid analysis method and times for two different fish meals

Ham yağ	Süre		HY (%)	
	P	Ç	P	Ç
Yöntem				
Sokshalet	423 dak	458 dak	8,46±0,15	9,38±0,11
Döner Buharlaştırıcı	157 dak	62 dak	8,45±0,10	9,32±0,06
Referans Değeri			8-11	12-14

P, Peru balık unu, Ç, Çin balık unu.

Tablo 4. İki farklı balık ununun ham selüloz, ham kül ve kuru madde (nem) analizlerinin zaman ve uygulama yöntemlerine göre değerlendirilmesi

Table 4. Comparison of crude fiber, ash and moisture analysis method and times for two different fish meals

Yöntem	Süre		HS (%)	
	P	Ç	P	Ç
Ham Selüloz				
Manuel metot	379 dak	421 dak	2,41±0,05	2,68±0,05
Otomatik metot	118 dak	116 dak	2,41±0,06	2,68±0,07
Referans Değeri			1-3	1-5
Ham kül				
Yakma (kül) fırını	196 dak	227 dak	15,23±0,01	16,70±0,05
Vakum desikatör	4 dak 15 sn	5 dak 12 sn	16,20±0,02	17,67±0,06
Referans Değeri			17-19	16-20
Kuru madde				
Etüv	375 dak	346 dak	10,23±0,03	10,61±0,17
Nem terazisi	3 dak 45 sn	7 dak 12 sn	10,20±0,01	10,87±0,11
Referans Değeri			9-10	9-12

P, Peru balık unu, Ç, Çin balık unu.

Tablo 2 ve **3**'te elde edilen analiz sonuçlarına göre ele alınan numunelerin referans değerlerine göre karşılaştırıldığında protein değerlerine göre büyük farklılıklar gözlenmediği belirlenmiştir. Ancak yağ analizlerinde elde edilen değerlerde özellikle Çin kökenli balık unundan elde edilen sonuçlarda azalma gözlenmiştir. Bu durum, genelde Çin ve benzer uzak doğu ülkelerinden gelen hammaddelerde sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Yem fabrikalarının analiz değerlendirilmelerinde bu konunun tedarikçi firmalara iletildiği ve şikâyetlerde bulunduğu bilinmektedir. Zaman olarak Çin kökenli balık unu analizlerinin daha uzun sürdüğü gözlenmiştir. Bunun hammaddenin yapısal özelliğinden kaynaklanması açıklanmaktadır. Genelde bu tip hammaddelerin saf olmaması, üre vb. maddelerce desteklenmesi analiz sürelerine ve tarrarlarda farklı değerlerin çıkmasına neden olabilmektedir.

Her iki örneğin yapılan analizleri sonucunda bulunan analiz sonuçlarının kabul edilebilir değerler içinde olduğu görülmüştür. Nem analizleri tek bir yöntem olan etüv ile kurutma olup, yapılan analiz sonuçlarında yine farklı bir değerle karşılaşmamıştır. Ancak zaman olarak yöntemler arasında ciddi farklar olduğu gözlenmiştir. Çin kökenli balık unu yapılan analizlerde diğer örnekten farklı sonuçlar göstermiştir. Bu analiz

yöntemlerinden değil, daha çok ürünün kalitesine bağlı olarak değerlendirilmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada elde edilen sonuçlar ve buna bağlı değerlendirmeler için tüm analiz metotlarının kurulum maliyetleri, analiz sarf giderleri, süre, paraleller arasındaki stabilite (uygunluk), bu cihazlara karşı laboratuvarların eğilimi (tercih edilme değerleri) ve referans olabile (agretitasyon ve uluslararası kabul görme değerleri) dikkate alınmıştır. Buna göre metotların ve cihazların birbirlerine karşı farkları ve değerlendirme sonuçları ile en iyi sonuçlar Tablo 5'te belirtilmiştir. Analizleri yapılması için tercih edilen balık unları bu çalışmada sadece analiz yöntemlerinin karşılaştırılmasında kullanılmış olup, balık unu dışındaki bir hammadde de çalışmada kullanılabilir. Bu çalışmada analiz yöntemlerinin birbirlerine göre karşılaştırılması yapılmış, bu amaçla bir hammaddenin iki farklı menşei ile bu hammaddelerin tavsiye edilen spektleri bulunan analiz sonuçlarının sapsması kontrol edilmiştir. Buna göre genelde önerilen spektler dâhilinde sonuçlar elde edilmiş olup, analiz yöntemlerinde bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ancak analiz metotlarına göre özellikle zamana göre ciddi farklar gözlenmiştir.

Tablo 5. Ana besin maddeleri analizlerinde kullanılan cihaz ve metodların birbirlerine göre karşılaştırılması ve önerilen (+) yöntemler

Table 5. Recommended methods (+) and devices which are used in nutrient analysis and their comparisons

Metot	Ham Protein				Ham Yağ			Ham Selüloz		Kuru madde		Kül		Enerji	
	K	D	N	L	S	B	MM	OM	E	NT	KF	VD	C	F	
Yatırım maliyeti	+			+	+		+		+	+		+		+	
Analiz maliyeti		+	+			+	+			+	+			+	
Süre		+		+		+		+		+		+		+	
Girişim			+	+		+		+		+			+	+	
Stabilite	+	+		+		+		+	+		+	+		+	

K: Kjeldahl Metodu

L: Lawry Metodu

MM: Manuel metot

NT: Nem terazisi

C: Kalorimetre

D: Duma Metodu

S: Sokshalet Metodu

OM: Otomatik metot

KF: Kül Fırını

F: Formül

N: NIR Analizi

B: Buharlaştırma Metodu

E: Etüv

VD: Vakum desikatör

Bu çalışmada sadece beş kriterin analizlerinin karşılaştırılması gerçekleştirilmiş olup, bunların sonuçları değerlendirilmiştir. Bilindiği gibi balık yemleri için bu besin madde analizleri dışında amino asit, yağ asitleri vb. diğer analizlerin yapılması da zorunludur. Özellikle yem formülleri ve rasyon için bu önemlidir. Ancak tüm analizlerin temeli olarak ana besin analiz grupları temel olarak alınmakta olduğundan, bu çalışmada bu yöntemlerin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Buna göre değerlendirmeler aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

Ham protein analizindeki metotlar arasında tercih için direk

olarak yatırım maliyeti, işletim maliyeti ve süre kriterleri dikkate alınmalıdır. Buna göre Duma metodunun tercih edilmesi önerilmektedir. Bir başka alternatif ise UV-VIS-NIR cihazı kullanılarak protein, mineral, vitamin analizlerinin tek bir bünyede yapılmasını sağlamak olabilir ancak bu ciddi bir AR-GE çalışması gerektirecektir. Benzer şekilde soya protein konsantresi ile kapılan karşılaştırmada (Jung vd., 2003), Kjeldahl ile Duma metotları analiz, zaman ve uygulanabilirlik açısından değerlendirilmiş ve her iki metot sonucunda elde edilen bulgulara göre, büyük farklar olmamasına karşın, pratiklik açısından Duma metodu önerilmiştir. Yine de Kjeldahl metodunun daha güvenilir olduğu belirtilmiştir.

Ham yağ analizinde tercih, maliyet ve süreden çok, daha sonra yapılması düşünülen analizlere göre belirlenmelidir. Eğer, yağ asitleri analizi, yağ/lipid analizleri yapılacak ise buharlaştırma metodu bir sonraki analiz için önemlidir.

Ham selüloz analizinde metot tercihi için, yapılacak yıllık analiz sayısı önemlidir.

Eğer protein kaynağı olarak bitkisel hammaddeler fazla kullanılacaksa analizör kullanılması, analiz sayısı düşük olacaksa manuel metot tercih edilmelidir.

Ham kül tayininde göz önünde bulundurulması gereken detay ise ham protein analizinde kullandığımız metottur. Eğer ham protein analizimizi Duma metodu ile yapıyorsak ek olarak ham kül tayini için analize ihtiyacımız bulunmamaktadır. Ancak genelde yakma fırınının laboratuvarlarda bulundurulması büyük bir maliyete ve sarfa yol açmaz. Bu değerlendirmelere göre özetle aşağıdaki yöntemler için önerilen metotlar sırasıyla;

- Ham protein analizlerinde Duma metodu,
- Ham yağ analizlerinde döner buharlaştırıcı,
- Ham selüloz ve kül analizlerinde klasik yöntem,
- Su/kuru madde analizlerinde nem terazisi önerilebilir.

Yapılan çalışmada farklı iki balık unu kullanılması metotların ve uygulanan cihazların karşılaştırılması yönünden önemlidir. Bu çalışma ile uygulamanın pratikliği ve sürati ayrıca yem yapım ya da yem ve hammaddelerin değerlendirilmesi açısından önemlidir. Bu nedenle zaman bu çalışmada dikkate alınmıştır. İki balık unu ile yapılan uygulamada Çin kökenli balık ununun daha uzun süreler alması ya da spektlerinden farklı sonuçlar vermesi, analiz metotlarının ya da uygulamaların

hatası değildir. Bu tip ülkelerden gelen hammaddelerde genelde buna benzer sonuçlarla karşılaşıldığı bilinmektedir. Zaten ülkemizde buna bağlı olarak Çin ve Hindistan kökenli ülkelerden getirilen hammaddelere karşı bir hassasiyetin varlığı gözlenmektedir. Analizlerde ki farklılıklar bu hammaddelerin içeriklerinin değişik olmasından kaynaklanmış olabilir. Daha önce de belirtildiği gibi bu hammaddelerde esansiyel amino ve yağ asitlerinin yapılması, üre ve diğer zenginleştiricilerin analizlerinin yapılması da önerilmektedir.

Günümüzde geline nokta da yemde kullanılan hammaddeler kısıtlı ve çok değerlidir. Bu nedenle maliyeti düşürmek ve kaliteyi artırmak için balığa verilen yemin kalitesi yükseltmemiz ve maliyetini düşürmemiz gerekmektedir. Bunun yolu da yem üretiminin hammaddeden ete kadar olan dönemde kontrol altında tutulması ve kalite analizlerinin yapılmasından geçmektedir. Dünyada ve ülkemizde yüksek ivme ile gelişen su ürünleri marketindeki en büyük maliyet olan yemi ancak yüksek kalite kontrol analizleri ile kontrol altında tutabilir ve en yüksek verimliliği sağlanabilir.

Bununla beraber kalite analizleri yapmak için yapılacak yatırımın maliyeti, analizlerin işlevselliği ve analiz maliyetlerinin de göz önünde tutulması ve laboratuvar yatırımın bu veriler doğrultusunda işletme için en büyük yararı sağlayacak şekilde yapılması şarttır. Araştırma var olan analiz metotlarının ve analiz ekipmanlarının doğru tercihi ve yatırımın en ideal şekilde yapılabilmesi için sektörümüze ışık tutması yol gösterilmesi üzerine yapılmıştır. Kalite analizleri için birçok kriter, veri ve metot mevcuttur ve burada da yem hammaddelerinde olduğu gibi dışa bağımlılık söz konusudur. Bu nedenlerle yatırımın mümkün olan en yüksek dikkatle ve önemle yapılması şarttır.

KAYNAKLAR

- Altınığne N., 1992, Besin Analizi Teorik, E.Ü. Eczacılık Fakültesi Yayınları. Ege.b1115856. 213, İzmir.
- Gündüz, T. (2002). Instrümental Analiz, Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Gazi Kitabevi, Ankara. International Standard (ISO, 1976), ISBN975-7313-43-2.
- Hoşsu B, Korkut, A. Y., Kop, A., 2012, Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I, (Balık Besleme Fizyolojisi ve Biyokimyası). Ege Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 50, 7. Baskı.
- Jung, S., Rickert, D. A., Deak, N. A., Aldin, E. D., Recknor, J., Johnson, L. A., Murphy, P. A., 2003, Comparison of Kjeldahl And Dumas Methods For Determining Protein Contents of Soybean Products. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 80(12): 1169-1173. doi: [10.1007/s11746-003-0837-3](https://doi.org/10.1007/s11746-003-0837-3)
- Korkut A.Y., Hoşsu, B., Kop, A., 2004, Yem ve Yem Yapım Teknolojisi II, (Laboratuvar Uygulamaları ve Yem Yapım Teknolojileri). Ege Ü. Su Ürünleri Fak. Yayın No: 54. İzmir.
- Kutlu, H. R., Çelik, L., (2010). Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No:266, Ders Kitapları, 2. Baskı, Yayın No:A-86, Adana.
- Mueller, H., I., 2004. Review of modern analytical techniques in feed analysis. Chapter 1 in: 'Assessing Quality and Safety of Animal Feeds'. FAO Animal Production and Health Papers - 160. ISBN 92-5-105-46-5. 170p.
- Skoog, D. A., Holler, F. J., Crouch, S. R., 2007, Principles of instrumental analysis, 6th Ed., Belmont, CA, Thomson.
- Tarım, Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı, 2010, Yemlerin Resmi Kontrolü İçin Numune Alma ve Analiz Metotlarına Dair Yönetmelik, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- TÜRKAK, 2010, R50-07 İyi Tarım Uygulamaları Yeterlilik Kriterleri Rehberi, Ankara.
- TÜRKAK, 2011, R40-06 Gıda Güvenliği Uygulamaları ve Akreditasyon Kriterleri, Ankara.
- Wolf M.W., Hall, D., Collins, M., Lacefield, G, Mertens, D., 2001, Understanding Forage Quality, American Farm Bureau Federation Publication 2001-01, Park Ridge IL