

## Balık Atıklarının Değerlendirilmesi

Berna Kılınc

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye  
E mail: kilinc@mail.ege.edu.tr

**Abstract:** *Utilization of fish solid wastes.* Large amounts of fish waste and deteriorated whole fish are discarded daily in the fish processing industry and fish markets in Turkey. Traditionally, these solid wastes effluents are discarded in landfills or into natural waterways in Turkey. Recovery of these wastes for human consumption could be fundamental benefits to both in seafood industry and public health. These amounts could be recycled as a potential source of high-protein feedstuff in animal feeds.

**Key Words:** Fish wastes, utilization, recovery, fish sauce, fish meal, fermentation.

**Özet:** Her yıl Türkiye'de milyonlarca balık artıkları değerlendirilmeden arazilere veya doğal su kanallarına atılmaktadır. Bu artıklar doğal kaynaklarımızı kirlenmesinin yanı sıra çevreye ve insan sağlığına da büyük ölçüde zarar vermektedir. Balık artıkları; yetiştiriciliği yapılan işletmelerde balıkların temizlendikten sonra arda kalan kısmı (baş, barsak, iç organlar vs) ve işleme fabrikalarında (konserve, tütsü, marinat) işlenerek değerlendirilen balıklardan arda kalan kısımlardır. Bu katı artıklar oldukça büyük bir potansiyeli oluşturmaktadır. Balık artıklarının insan veya hayvan gıdasına dönüştürülerek değerlendirilmesi gerek Türkiye ekonomisine sağlayacağı katkı gerekse çevreye ve insan sağlığına vereceği zararın önlenmesi açısından oldukça önemli bir konudur.

**Anahtar Kelimeler:** Balık artıkları, değerlendirme, geri kazandırma, balık sosları, balık yemleri, fermentasyon.

### Giriş

Avrupa topluluğunun verilerine göre her yıl 2000 milyon ton atık atılmakta, bu atıkların %14'ünü katı atıklar oluşturmaktadır (EC, 2000). Biyosfer tabakası büyük miktarlardaki bu atıkları absorblayamaz veya yararlı hale dönüştüremez. Bu atıklar çevreye ve insan sağlığına büyük zarar vermektedir (Garcia ve diğ., 2005).

Dünyada her geçen yıl nüfus artışına paralel olarak gıda maddesi üretimi önemli bir konu haline gelmektedir. Dünyada bu amaçla yeni protein kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle protein ihtiyacını bitkisel orjinli gıdalardan sağlayan ülkelerde kuraklık nedeniyle problem yaşanmaktadır. Gıda endüstrilerinin katı atıkları protein içeriği açısından en önemli kaynaktır. Özellikle balık atıkları yüksek protein içeriğine sahiptir. Balık atıkları eski tekniklerle bozulmaya karşı korunurken, potansiyel gıda içeriğinin önemli bir şekilde kaybına da neden olunabilmektedir. Balık artıklarının korunması için adapte edilen yeni teknolojide balık artıkları kolay bir şekilde taşınabilmesi ve depolanabilmesi için kurutulmaktadır. Ancak, kurutma öncesi ve sonrasında yeterli olmayan koruma nedeniyle balık beslemesinde kullanılan balık unu formülasyonunda bazı problemler ortaya çıkabilmektedir. Ayrıca pahalı alet ve ekipman da gerektirmektedir. Balık atıklarının silaj yapımı bazı ülkelerde kullanılmaktadır. Ancak su içeriğinin yüksek olması nedeniyle taşınmasının pahalı olması dolayısıyla bu gün kullanımı tercih edilmemektedir. Ayrıca balık silajları yüksek oranda balık kokusuna sahip olduğundan kullanımı kısıtlayabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı balık artıklarının mikrobiyal starter kültür

ilavesi ile fermente edilerek balık artıklarının fermentasyon yoluyla korunmasının sağlanabildiği gibi balık kokusunun uzaklaştırılması ve patojenlerin inhibe edilerek probiyotik etki de sağlanarak sağlık açısından yararlı ürünler elde edilebilmektedir ( Hammoumi ve diğ., 1998; Gelman ve diğ., 2001; Gildberg, 2001; Garcia ve diğ., 2005; Gao ve diğ., 2006).

Balık atıkları laktik asit fermentasyonu ile hayvan beslenmesinde kullanılmak üzere değerlendirilmektedir. Laktik asit fermentasyonu ile üretilen bu ürünler güvenilirdir. Fermentasyon esnasında pH değeri 4.5'un altına azalmaktadır. pH'daki bu azalmanın koruma için kısmen etkili olduğu belirtilmiştir. Silajın dekarboksilaz aktivitesi pH değerlerini ve oksijen konsantrasyonunu azaltmıştır. Biyojenik aminler bu tip ürünlerde potansiyel risk oluşturabilmektedir. Biyojenik amin üretmemesi açısından starter olarak seçilen laktik asit bakterisi izolatlarının büyük önemi vardır. Laktik asit bakterisi türlerinin bazıları bu metabolitleri aminooksidaz yoluyla indirgeyebilmektedir. Bu olay ürünlerde biyojenik aminlerin kontrolü ve silaj üretimi açısından önemlidir (Lee, 1997; Hammoumi ve diğ., 1998; Gildberg, 2001; Garcia ve diğ., 2005; Gao ve diğ., 2006).

Balık artıklarının fermentasyon yoluyla değerlendirilerek insan tüketimine yönelik sos üretimi de gerçekleştirilebilmektedir. Genellikle balık sosları geleneksel olarak tuz ve balığın oda sıcaklığında fermentasyonu sonucu oluşmaktadır. Ancak balık/tuz oranları ülkelere göre değişmekte ve oluşan soslar değişik adlarla adlandırılmaktadır. Balık sosları ekonomik değere sahip olan yada ıskarta balıkların etlerinden yapılabildiği gibi balık

atıklarından (baş, barsak, iç organlar) kullanılarak da yapılabilmektedir. Balık eti kullanıldığında sos üretim hızını artırmak için enzim, proteolitik aktivitesi yüksek iç organlar (pilorik seka) vs., laktik asit bakteri kültürü vs. ilave edilmektedir. Sıcaklığın yükseltilmesi de fermentasyon süresinin kısalmasında oldukça etkilidir (Kılınç, 2003). Balık sosları genellikle sardalya, uskumru, hamsi'den yapılmaktadır. Fermentasyonun hızlandırılması için iç organlardan veya proteaz enzimle (%5-10 tripsin) zenginleştirilmiş barsaklardan yararlanılmaktadır. Ya da tuz oranı azaltılmaktadır (% <20) (Dissaraphong ve diğ., 2006). Balık sosları genellikle güney doğu Asya ülkelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Jung-Nim Park ve diğ., 2001; Sanni ve diğ., 2002; Klomklo ve diğ., 2006). Türkiye'de ise balık soslarının üretim ve tüketimi bulunmamaktadır. Balık atıkları yüksek miktarda protein içermekte, aynı zamanda yüksek proteolitik aktiviteye de sahip olmalarından dolayı balık sosu olarak değerlendirilmeye çok uygundur (Kılınç, 2003). Balık atıkları bazı araştırmalarda balık protein hidrolizati üretiminde (Shahidi ve diğ., Guerard ve diğ., 2002; Martone ve diğ., 2005), balık işleme atıklarından gübre eldesi (Martin, 1999), balık iç organlarının hidrolizi ile peptonların üretiminde (Vazquez et al., 2004), balık atıklarından (deri, kemik ve yüzgeçlerden) kollegenin izolasyonunda (Nagai ve Suzuki, 2000), balık sos, balık silajla ilgili olarak balık atıklarından enzimlerin ve bioaktif peptidlerin elde edilmesinde kullanılmaktadır (Gildberg, 2004).

## 1. Balık artıklarından silaj elde edilmesi

Dünyadaki geleneksel kullanımı anaerobik fermentasyon yoluyla yada asit eklenerek aranmıştır. Balık silajı ilk olarak 1940 yılında İsveç'te hayvan beslemedeki balık ununa alternatif olarak bulunmuştur. Avantajı basit bir teknoloji ile üretilebilmesidir. İlk önemli ve kabul gören balık silajı 1948 yılında Danimarka'da yapılmıştır. Üretim iskarta balıklardan ve balık atıklarından yapılmış, koruyucu olarak ta formik asit veya formik asit - sülfirik asit karışımı kullanılmıştır. Silaj domuzların ve kümes hayvanlarının protein ihtiyacını karşılamak için kullanılmıştır. 1970' li yıllarda Danimarka'daki silaj üretimi yıllık yaklaşık 60.000 ton civarındaydı. 1980 li yıllarda silaj işleme ekipmanları Norveç'te geliştirilmiştir. Silaj % 2 formik asit ve antioksidant ile üretimde ve nakliede korunmaktadır. İşleme makinelerinin ana özelliği yağ ile proteini birbirinden ayırmak ve proteini bir araya toplamaktır. İyi bir ayırma için balık dokusunun çözünürlüğü sağlanmalıdır. Bunu yapmak içinde sindirim enzimleri baştaki hammadde de kullanılır. Silajın aktivitesi (pH=4)'de balık pepsinlerinin protein sindirimi için optimum koşuldur. 2 gün boyunca sıcaklığı 30-40°C de tutarak maksimum balık dokusu çözünürlüğü sağlanmaktadır. Katı parçacıklar santifrüjle atılır ve yağ sıvı proteinden 90°C deki ısıl işlemin uygulanmasından sonra ayrılır. Son olarak sıvı proteine vakum buharlaştırma uygulanarak %40-50 kuruluk sağlanır. Protein konsantrasyonu yem fabrikalarına satılır. Silajlar asit veya mikrobiyal silaj üretiminde karbonhidrat kaynağı ilave edilerek gerçekleştirilmektedir. Formik asitin %2.5 ve %3.5 oranlarında ilave edilmesi uygundur. İnorganik

asit karışımları (sülfirik, fosforik ve hidroklorik) ve organik asitler (formik ve propiyonik) kullanılabilir. Bakteriyal silaj üretimi için en azından %10 melas ilavesi uygun silaj üretimi için gereklidir. Ayrıca diğer karbonhidrat kaynakları fermente pirinç, ragi, tapyoka ve tahıldan yapılmış gıdalarda kullanılabilir. Benzer şekilde laktik asit bakteri starter kültürleri de ilave edilmektedir (Espejo-Hermes, 1998).

## 1.1. Laktikasit fermentasyonu ile balık artıklarının değerlendirilmesi

**1.1.1. Mikroorganizma inoküle edilerek fermentasyon yoluyla silaj elde edilmesi:** Yapılan bir çalışmada, parçalanmış sardalya atıkları, baş, kuyruk, iç organlar %25 melas ve *Saccharomyces* türleri ve *Lactobacillus plantarum* starter kültürleri inoküle edilmiştir. Silajlar 22°C'de inkübe edilmiştir. 15 gün fermentasyon işlemi esnasında (TVB-N, TMA-N, yağlar, pH, kuru madde, kül gibi biyokimyasal özellikler ve besinsel kalitedeki değişimler incelenmiştir. Mikrobiyal değişimlerden toplam canlı sayımı, koliform, *Clostridium*, lipolitik ve proteolitik bakteriler incelenmiştir. Fermentasyon işlemi esnasında pH önemli bir şekilde azalmış, 4.2 ve 4.5'da sabit kalmıştır. Toplam azot azalırken, protein olmayan azot ve toplam uçucu azot önemli bir şekilde yükselmiştir. TMA değeri başlangıç değerine bağlı olarak düşük değerlerde sabit kalmıştır. Koliform ve *Clostridium* sayıları hızlı bir azalma göstererek 5-7 günden sonra düşük değerlere ulaşmıştır. Lipolitik ve proteolitik mikroorganizmalar fermentasyon işlemi esnasında önemli bir şekilde azalmış ve 5. ve 8. günlerden sonra minimuma ulaşmıştır (Faid ve diğ., 1997).

Mikroorganizma inoküle edilerek tilapia artıklarından fermentasyon yoluyla balık silajı elde edilmesi için 50 ml/kg *Lactobacillus plantarum* (10<sup>7</sup> CFU/g) starter kültürü ve 150 g/kg şeker beet melas ilave edilerek 50 litrelik plastik fıçılar içerisinde anaerobik koşullarda 30°C'de 7 gün fermente edilmiştir. Daha sonra pastörize edilmiş, nötralize edildikten sonra 30°C'de 180 gün depolanmıştır. 50 ml /kg soğan ekstraktı antioksidant olarak ilave edilmiştir. Islak silaja (2:1) oranında tavuk unu hidrolize olmuş soya unu ve balık unu ilave edilerek soğuk ekstraksiyon metodu ile pellet hale getirilmiştir (Fagbenro ve Jauncey, 1998).

Sardalya balığı atıkları % 15 melas ve *Lactobacillus plantarum* starter kültür ilave edilerek karıştırılmıştır. Silaj 22°C'de 20 gün fermente edilmiştir. Besinsel kalite ve biyokimyasal değişimler (pH, kuru madde, mineraller, toplam ve protein olmayan azot ve yağlar) 15 günlük fermentasyon işlemi esnasında incelenmiştir. Fermente üründe pH önemli bir şekilde azalmış ve daha sonra 4.2 ve 4.5 ta sabit kalmıştır. Toplam azot önemli bir şekilde azalırken, protein olmayan azot önemli bir şekilde yükselmiştir. Farklı formülasyonları karşılaştıracak olursak, tavuk beslenmesinde probiyotik özelliğe sahip olması dolayısıyla azot kaynağı olarak ta balık silajı kullanımının olası olduğu belirtilmiştir. (Hammoumi ve diğ., 1998).

Balık işleme atıklarının, balık atıklarında bulunan değerli

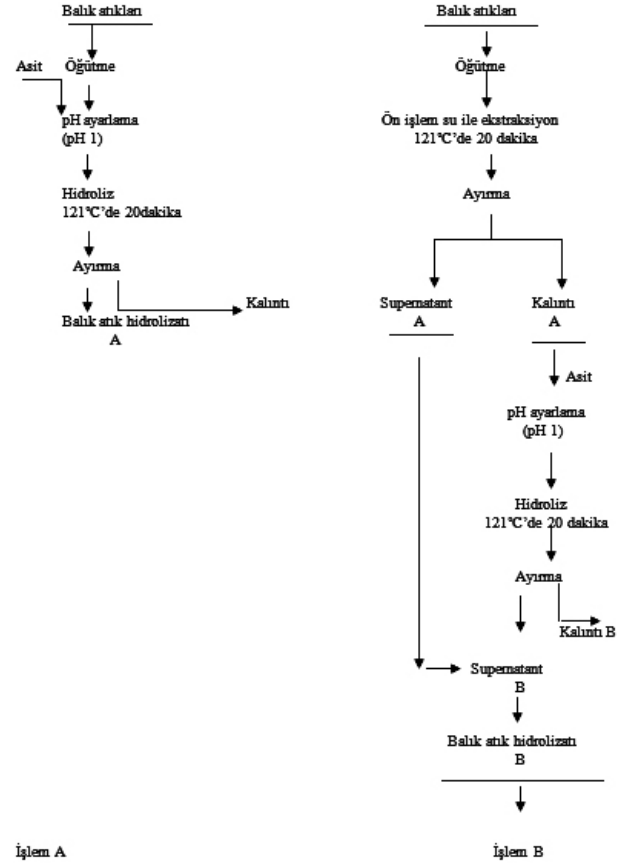
biomass'a dönüştürülmesi için çalışma yapılmıştır. Fermentasyonda mikroorganizmaların gelişimi için önemli kaynak olarak değerlendirilmektedir. Balık atıklarının üretimi az enerji gerektiren kolay ve pahalı olmayan bir işlemdir. Çalışmada aside dayanıklı mikroorganizma olan *Scytalidium aciabphilum* inoküle edilerek fermente edilmiştir. Bu küf iyi aminoasit kompozisyonu ile mikrobiyal biomass protein kaynağıdır (Martin e diğ., 1999).

**1.2. Doğal yolla fermentasyon ile silaj elde edilmesi:** Taze balık iç organları %10 melas, %0.5 propiyonik asit ve % 0.02 ethoksiquin ile 26°C'de ve 37°C'de fermente edilmiştir. pH değerleri şeker içeriğini azaltarak önemli bir şekilde azalmış ve laktik asit içeriği yükselmiştir. 26°C ve 37°C'ler de fermentasyon işlemi esnasında koliformlar, *Escherichia coli*, *Enterococcus* türleri, *Staphylococcus* türleri ve *Salmonella* türleri keşfedilmemiştir. Toplam canlı sayısının düşük olduğu ve laktik asit bakteri sayısının başlangıçta 48 saate kadar yüksek olduğu bulgulanmıştır. 37°C'deki fermentasyonun 26°C'ye göre daha hızlı olduğu belirtilmiştir (Ahamed ve Mahendrakar, 1996).

### 1.3. Asit hidrolizi ile balık artıklarından silaj elde edilmesi:

Şekil 1' de Balık atıklarından asit hidroliz işleminin şeması görülmektedir. İşlemden önce atıklar öğütülmekte, ikinci işlem olarak kıyılmış balık atıkları (1:1) oranında su ile karıştırılmaktadır. Üçüncü işlem olarak, sulandırılmış balık atıklarına 6 M HCl. ilave edilerek başlangıçtaki pH'ı 1'e ayarlanır. Son olarak ta sulandırılmış balık artıkları 121°C'de 20 dakika hidrolize edilir ve 2706 gramı 20 dakika santrifüjlenir. Supernatant kısmı laktik asitin üretimi için besin kaynağı olarak kullanılmıştır. Kalan kalıntılar nötralizasyondan sonra gübre olarak kullanılır. İşlem B'de balık atıkları öğütülerek kıyıldıktan sonra aynı oranda su ile karıştırılır. İkinci olarak; karışım 121°C'de 20 dakika asit ilave edilmeksizin karıştırılır. Üçüncü olarak; İşlem A'da olduğu gibi balık atıkları kalıntı A santrifüjle ayrıldıktan sonra sağlanan supernatant A ve kalıntı A asit hidrolizlenir. Son olarak supernatant A ve B'nin karışımı ile FWH (balık atık hidrolizati) hazırlanmaktadır. Buna ilave olarak, 40 dakikada işlem B ile hidrolize edilen balık atıkları %90'ın üzerindedir. Besinlerin enzimatik hidrolizleri genellikle kullanılmaktadır. Buna karşın besinlerin asit hidrolizi düşük fiyatlı laktik asit üretimi için bu çalışmada çalışılmıştır. Asit hidrolizi için iki işlem yapılmıştır. İşlem A ve İşlem B'de amaç asitle besin maddelerinin yıkımını azaltmak amaçlanmaktadır. İşlem A'da balık atıkları proteinlerin hidrolizi sulandırılmış asitle gerçekleştirilirken, İşlem B'de İşlem A'ya ek olarak su ile ekstraksiyon yapılmıştır. İşlem A'da sulandırılmış asit ile hidroliz besinlerin hidrolizi için etkili bir metottur. Su ile ekstraksiyonla birleştirildiği zaman laktik asit üretiminde besinsel performansın yükselmesini sağlamıştır. Hidrolize olmaması balık atıkları laktik asit üretiminde oldukça zayıf iken, geliştirilmiş işlemlerle hidrolize olmuş balık artıklarının laktik asit üretiminde oldukça iyi olduğu belirtilmiştir. Özellikle, % 6.8 balık atık hidrolizati (İşlem B) 20g/L yeast ekstrakt'tan daha çok yerimlilik sağlamıştır. Düşük

fiyatlı besinlerle karşılaştırıldığında, balık atıkları hidrolizati B'nin laktik asit üretiminde daha yüksek performansa sahip olduğu, fiyatının düşük olduğu, maya ekstrakta ek olarak balık atık hidrolizatlarının besinsel potansiyel oluşturabileceği, bunlara ilave olarak ta çevre kirliliğine çözüm getireceği içinde oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır. (Gao ve diğ., 2006).



İşlem A

Şekil 1. Balık atık hidrolizatlarının üretimi (Gao ve diğ., 2006).

### 1.4. Asit hidrolizi ve fermentasyon işlemi birlikte kullanılarak balık silajı elde edilmesi:

Üç farklı balık atık materyali kullanılarak silaj üretimi gerçekleştirilen çalışmada ticari deniz balık artıkları, ticari tatlı su balık artıkları ve tilapia fileto atıkları kullanılarak asit hidrolizi ve anaerobik fermentasyonla balık silajı üretimi gerçekleştirilmiştir. Asit hidrolizinde (20 ml/kg formik asit and 20 ml/kg sülfirik asit) ve fermentasyon işleminde (50 g/kg *Lactobacillus plantarum*, 150 g/kg konserve şeker melası) kullanılmıştır. Taze materyallerin protein ve aminoasit kompozisyonları belirlenmiştir. Deniz balığı atıklarının protein içeriğinin (776.7 g/kg), tatlı su balık atıkları (496.2 g/kg) ve tilapia balık atıkları (429.9 g/kg) ile karşılaştırıldığında daha yüksek değerde protein içerdiği bulgulanmıştır. Çalışmada kullanılan bütün balık atıklarının balık beslenmesinde kullanımı için uygun olduğu belirlenmiştir (Vidotti ve diğ., 2003).

Balık atıklarından balık ve hayvan beslenmesinde kullanılmak üzere yem elde edilmiştir. Çalışmada balık atıkları toplanarak 30 litrelik hermetik kaplar içerisine konularak ağızları

kapatılmış ve laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarında 1 mm. çapında parçalanarak karıştırılıp homojenize edildikten sonra balık atıkları 4°C'de depolanmıştır. Balık atıklarına mikrobiyal açıdan uygun olması için ısı işlem (65-80°C) (10-60 dk) uygulanmıştır. Isıl işlem uygulanması nem içeriğini azaltır, anti besinsel faktörlerin etkisini azaltır ve atıkların işlenmesini kolaylaştırır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre balık artıklarının protein ve yağ kaynağı açısından balık ve hayvan beslenmesinde mükemmel bir kaynak olduğu belirtilmiştir (Garcia ve diğ., 2005).

Yapılan bir çalışmada, L laktik asit üreten *Lactobacillus rhamnosus* (NBRC 3863), laktik asit üretiminde yüksek verimlilik sağladığı için kullanılmıştır. İzolat -80°C depolanmıştır. Fermentasyondan önce kültür, inokülasyon için anaerobik koşullarda 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnokülüm hazırlığı için ortam aşağıdaki kompozisyonları içermektedir. Litrede YE: 5.5 g; peptone: 12.5 g; glucose: 11.0 g; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>: 0.25 g; K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>: 0.25 g; CH<sub>3</sub>COONa: 10.0 g; MgSO<sub>4</sub>: 0.1 g; MnSO<sub>4</sub>: 0.05 g; FeSO<sub>4</sub>: 0.05 g. Çalışmada iki fermentasyon ortamı kullanılmıştır. Kontrol ortamı litrede; 20 g YE (Difco), 100 g glucose, 0.1 g NaCl, 0.5 g K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> and 2.0 g MgSO<sub>4</sub>, deney ortamı litrede; 100 g glucose, 0.1 g NaCl, 0.5 g K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 2.0 g MgSO<sub>4</sub> and 17 g, 34 g, 51 g or 68 g FWH içermektedir. Fermentasyon 2 litrelik fermentasyon kavanozlarında (çalışma hacmi 1 litre), sıcaklık, pH kontrolleri ve çökeltme izlenmiştir. Küçük miktarlarda azot fermentasyon broth'un içindeki çözünmemiş oksijeni uzaklaştırmak için, fermentasyon kavanozu (fermentor) içerisine ilave edilmiştir. Fermentasyon broth'unun dönme hızı 100 rpm ve sıcaklığı 42°C sağlanmıştır. pH değeri 6.0 olacak şekilde %10 sulandırılmış amonyak ilave edilerek kontrol edilmiştir. Çalışmada balık atıkları bir süpermarketten sağlanmış, kullanıma kadar dondurulmuş ve kullanımdan hemen önce homojenize edilmiştir (Gao ve diğ., 2006).

Yapılan diğer bir çalışmada balık atıkları kullanılarak silaj üretimi gerçekleştirilmiştir. Silaj üretimi laktik asit bakterisi (*Lactobacilli plantarum*), sülfirik asit ve organik asit karışımları (formik asit ve propiyonik asit )(1:1 oranında) gerçekleştirilmiştir. Silaj üretiminde % 4 (w/w) sülfirik asit ve 4% (w/w) organik asit karışımları (formik asit ve propiyonik asit (1:1 oranında) balık silaj üretiminde en uygun olduğu belirlenmiştir (Pagarkar ve diğ., 2006).

## 2. Balık atıklarından sos eldesi

Fermente balık sosları ilk çağlardan beri tüketilmektedir. O zamanlar *Garum* olarak isimlendirilmiştir. En iyi kalitede *garum*'un uskumru'nun iç organları ve kanından yapıldığı belirtilmiştir. *Garum*'un o zamanlar yapılan çoğu üründen farklı olduğu, hidrolize olmamış balık dokusu içeren kalıntılardan berrak sıvının elde edilmesi için süzülmesi belirtilmiştir. Hidrolize olmamış balık dokusu içeren kalıntılar daha katı sos *alec* olarak bilinmektedir. *Alec* genellikle hamsilerden kalan kalıntılardan elde edilmiştir. Yunanistan'da sos, balık iç organlarından yapılmaktadır. İç organlarda bulunan proteolitik enzimlerin yüksek konsantrasyonu nedeniyle sos oldukça

çabuk üretilmektedir. Bu ürün *Garos* olarak bilinmektedir. Bugün bile Yunanistan'da sos *Scomber colias*'ın kısmen çiğ ve iç organlarından yapılmaktadır. Eskiden Yunanistan'da üretilen diğer bir sos da *Aimeteon* dur. Bu sos Tunny'nin (büyük balık) iç organları ve kanından yapılmıştır. 19 yy.'da İtalya ve Yunanistan'da *Botargue* ve *Ootarides* adlı balık soslarının hala üretildiği belirtilmiştir. Roma İmparatorluğunun çöküşü ticari eski balık soslarının Kuzey ve merkezi Avrupa'da azalmasına neden olmuştur. Bu yerlerde uygun balık türleri ile ev yapımı sos üretiminin zor olduğu belirtilerek balık sos tüketiminin bu alanlarda niçin azaldığını da açıklamaktadır (Beddows, 1985, Kılıncı, 2003).

Arctic capelin ve Atlantik morina balığı barsakları hammateryal olarak kullanılarak yüksek kalitede sos üretimi için değerlendirilmiştir. Kırılmış capelin eti % 5±10 enzimle zenginleştirilmiş morina balığı pilorik seka ilave edilerek 6 ay depolanmıştır. Soğuğa adapte olmuş enzimler proteazlar morina balığı pilorik sekasında da bulunmasına rağmen, 26° C'de depolandığında 21°C'ye göre daha yüksek oranda sos üretimi gerçekleşmiştir. Örneklerin başlangıçtaki pH'ını 8'e ayarlanarak alkali durumu kas çözünürlüğünü hızlandırarak son ürünün pH'ını etkilemeksizin balık sosunun daha iyi dönüşümü sağlanmıştır. Az miktarlarda kalsiyum ilavesi ne proteaz aktivitesini ne de balık soslarında protein dönüşümünü önemli şekilde etkilememiştir (Gildberg, 2001).

Eski Roma dönemine ait 'garum' fermente balık sosu ton balığı (*Thunnus thynnus*) karaciğeri ve uskumru (*Scomber scombrus*)'dan üretilmiştir. Sos üretimini hızlandırmak için proteolitik enzimler ve çeşitli teknik fermentasyon parametreleri (tuz yüzdesi, sıcaklık, enzim dozu, devamlı karıştırma) kullanılmıştır. En iyi koşulun %10 tuz (%5'inin fermentasyon işleminin başında ve % 5'inin fermentasyonun 24 saatinden sonra ilave edilmesi) ile gerçekleştiği belirtilmiştir. Fermentasyon işlemi 35-37°C'de 48 saatte gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar koşullarında üretilen garum balık sosunun Güneydoğu Asya ülkelerinde imal edilenlerden farklı olduğu bildirilmiştir (Aquerrata ve diğ., 2002).

Bonito işleme atıklarının değerlendirilerek sos üretimi konusunda yapılan çalışmada, bonito atıklarına çeşitli enzimlerin (iç organların, soya fasulyesi koji ve ang-khak) ilavesi ile balık sosları hazırlanmıştır. Ayrıca çalışmada bütün balık kullanılarak karşılaştırma yapılmıştır. Balık sos üretiminde bütün balık veya balık atıkları kullanımının balık sos kalitesi üzerine etkileri benzer olarak bulgulanmıştır. Ang-khak ilve edilerek yapılan balık soslarının tat açısından daha iyi olduğu belirtilmiştir. Toplam 23 tane balık soslarının aromaları ile bağlantılı olabileceği düşünülen uçucu bileşen tanımlanmıştır. Balık soslarının bu aroma bileşenleri çoğunlukla yağlardan, amino bileşenlerinden ve taze materyallerin şekerlerindedir (Shih ve diğ., 2003).

Ton balığı iç organları (27 kg) solar tuz (9 kg) karıştırılarak 50 litrelik kavanozlar içerisine yerleştirilmiştir. Kavanozlar (27-35°C)'de fermente edilmiştir. Sos üretimi esnasında meydana gelen fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler incelenmiştir. Çalışmada elde edilen mikrobiyal sayı, toplam uçucu bazik azot, trimetilamin sonuçlarına göre

depolamaya bağlı olarak oda sıcaklığında tutulan ton balığı iç organları, buzda tutulana göre daha hızlı bozulmuştur. Ton balığı iç organlarından elde edilen balık sosunun uzun süre oda sıcaklığında tutulduğunda daha çok amino azot, TVB-N, TMA içeriği belirtilmiştir. Buna karşın, fermentasyon esnasında oluşan sosların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik değişimlerinde depolama koşullarının etkisi olmadığı saptanmıştır. Ayrıca taze ve buzda depolanan iç organlardan hazırlanan soslarda, oda sıcaklığında tutulan iç organlardan hazırlanan soslara göre daha düşük değerlerde histamin içeriği bulgulanmıştır. Bu nedenle oda sıcaklığında depolanan iç organlardan balık sos üretiminde, kalite üzerine etkisi olmaksızın ton balığı iç organlarının oda sıcaklığında 8 saate kadar kullanılabilirlikleri belirtilmiştir (Dissaraphong ve diğ., 2006).

## Sonuç

Türkiye'de çok sayıda balık üretim ve işleme fabrikası bulunmaktadır. Bunların sayıları ise her geçen gün artmaktadır. Sayıları artan bu işletmelerin balık atıkları protein açısından oldukça zengin olup değerlendirilmemektedir.

Türkiye balık yetiştirme ve işleme konusunda dünya standartlarını yakalamış olup, yurt dışına balık ürünlerini pazarlayan işletmelere de sahiptir. Buna karşın gerek yetiştiriciliği yapılarak gerekse denizlerde balıkların potansiyel olarak bulunduğu Türkiye'de balık atıklarının değerlendirilmesi konusuna yönelik çalışmalar ve endüstriyel bazda kazanç mevcut değildir. Dünyada balık atıklarının değerlendirilmesine yönelik çalışmalar vardır ancak balık atıklarının fermentasyon yoluyla değerlendirilmesine yönelik çalışmalar ise sınırlı sayıdadır. Balık atıklarının değerlendirilmesiyle bu tür atıkların çevremize verdiği zararların (kirlilik v.s.) önlenmesi yanısıra, balık atıklarının değerlendirilmesiyle elde edilecek ürünler balık ve diğer hayvanların beslenmesinde kullanılabilir. Ayrıca insanların tüketimine yönelik hazırlanan soslar farklı tat ve aromaya sahip ürünler oldukları ve besin değeri açısından yüksek oldukları için çeşitli ürünlerin formülasyonlarında da yer alabilir.

## Kaynakça

- Ahamed, J., N.S. Mahendrakar. 1996. Chemical and Microbial changes in fish viscera during fermentation ensiling at different temperatures. *Bioresource Technology*, 59: 45-46.
- Aquerrata, Y., I. Astiasaran, J. Bello. 2002. Use of exogenous enzymes to elaborate the Roman fish sauce 'garum'. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 107-112.
- Beddows C.G. 1985. Fermented fish and fish products. *Microbiology of Fermented Foods*. Vol.2, Brian J.B. Wood, Ed. Elsevier Applied Science Publishers LTD, England, ISBN: 0-85334-333-0.
- Dissaraphong, S., S. Benjakul, W.Visessanguan, H. Kishimura. 2006. The influence of storage conditions of tuna viscera before fermentation on the chemical, physical and microbiological changes in fish sauce during fermentation. *Bioresource Technology*: 2032–2040.
- Espejo-Hermes, J. 1998. Fish processing technology in the tropics. In: *Fish silage production and storage*, 205-207.
- European Union, 2000. Council Decision 2000/766/EC of 4 December (2000) concerning certain protection measures with regard to transmissible spongiform encephalopathies and the feeding of animal protein. *Journal of the European Communities*. L 306, 07/ 12/2000, 0032–0034.
- Fagbenro, O.A., I. K. Jauncey. 1998. Physical and nutritional properties of moist fermented fish silage pellets as a protein supplement for tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Animal Feed Science Technology*, 71: 11-18.
- Faid, M., A. Zouiten, A. Elmarrakchi, A.Achkar-Begdouri. 1997. Biotransformation of fish waste into a stable feed Ingredient. *Food Chemistry*, 60: 13-18.
- Gao, M., M. Hirata, E. Toorisaka, T. Hano. 2006. Acid-hydrolysis of fish wastes for lactic acid fermentation. *Bioresource Technology*, 97: 2414–2420.
- Garcia, A.J., M.B. Esteban, M.C. Marquez, P. Ramos. 2005. Biodegradable municipal solid waste: Characterization and potential use as animal feedstuffs. *Waste Management*, 25: 780–787.
- Gelman, A., V. Drabkin, L. Glatman. 2001. Evaluation of lactic acid bacteria, isolated from lightlypreserved fish products, as starter cultures for newfish-based food products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 219-226.
- Gildberg, A. 2001. Utilisation of male Arctic capelin and Atlantic cod intestines for fish sauce production ± evaluation of fermentation conditions. *Bioresource Technology*, 76: 119-123.
- Gildberg, A. 2004. Enzymes and bioactive peptides from fish waste related to fish silage, fish feed and fish sauce production. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 13: 3-11.
- Guerard, F., L.Guimas, A. Binet. 2002. Production of tuna waste hydrolysates by a commercial neutral protease preparation. *J. Mol. Catal. B.Enzyme* 19-20: 489-498.
- Hammoumi, A., A.M.Y. Faid, H. Amarouch. 1998. Characterization of fermented fish waste used in feeding trials with broilers. *Process Biochemistry*, 33 (4) : 423-427,
- Jung-Nim P., F.Yuki, F. Eriko, T.A.Tadayoshi, W.E Takuya, O.E. Soichiro, Tetsuji, S.E W.Katsuko, A. Hiroki. 2001. chemical composition of fish sauces produced in southeast and east asian countries. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14: 113-125.
- Kılınc, B. 2003. Fish sauce tecnology (in Turkish). *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 20(1-2): 263 – 272.
- Klomkiao, S., S. Benjakul, W. Visessanguan, K. Hideki, K. S. Benjamin. 2006. Effects of the addition of spleen of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) on the liquefaction and characteristics of fish sauce made from sardine (*Sardinella gibbosa*) *Food Chemistry*, 98: 440–452.
- Lee, C. 1997. Lactic acid fermented foods and their benefits in Asia. *Food Control*, 8 : 259-262.
- Martin, A.M. 1999 . A Low energy Process for the Conversion Waste Biomass. *Renewable Energy*, 16: 1102-1105
- Martone, C.B., O.P. Borla, J. J. Sanchez. 2005. Fishery by-product as a nutrient source for bacteria and archaea growth media. *Bioresource Technology*, 96: 383-387.
- Nagai, T., N. Suzuki. 2000. Isolation of collagen from fish waste material, skin, bone and fins. *Food Chemistry*, 277-281.
- Pagarkar, A.U., S. Basu, A. Mitra, N.P. Sahu. 2006. Preparation of bio-fermented and acid silage from fish waste and its biochemical characteristic. *Biotechnology and Environmental Sciences*, 8 (2): 381-387.
- Sanni, A. I., M. Asieduw, G. S. Ayernow. 2002. Microflora and chemical composition of momoni, a ghanaiian fermented fish condiment. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15: 577–583.
- Shahidi, F., X.Q.Han, J. Synowiecki. 1995. Production and characteristics of protein hydrolysates from capelin. *Food Chemistry*, 53: 285-293.
- Shih, I. L., L.G. Chen, T.S.Yu, W.T. Chang, S.L. Wang. 2003. Microbial reclamation of fish processing wastes for the production of fish sauce. *Enzyme and Microbial Technology*, 33: 154-162.
- Vazquez, J.A., M.P. Gonzalez, M.A. Murado. 2004. Peptones from autohydrolysed fish viscera for nisinand pediocin production. *J. Biotechnology*, 112: 299-311.
- Vidotti, R.M., E.M.M.Viegas, D.J. Carneiro. 2003. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. *Animal Feed Science and Technology* 105: 199–204.