

SICAK DUMANLAMAMANIN EĞREZ BALIĞININ (*Vimba vimba tenella*) KALİTESİNE ETKİSİ

Abdullah Diler¹

Behire Işıl Işıklı¹

Ahmet Güner^{2@}

Yusuf Doğruer²

Effect of Hot Smoking on the Quality of Vimba (*Vimba vimba tenella*)

Özet: Çalışmada, sıcak dumanlama uygulamasının Eğrez balığının (*Vimba vimba tenella*) kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal kalitesine etkisini belirlemek amaçlandı. Bu amaçla, balıklar % 17'lik salamurada 12 saat bekletildikten sonra, 30° C'de 1/2 saat, 50° C ve 80° C'de birer saat olmak üzere toplam iki buçuk saat süreyle dumanlama işlemine tabi tutulduktan sonra vakumlanarak 4±1° C'de depolandı. Dumanlanmış Eğrez balıklarının kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizleri depolamanın 1, 7., 14., 21., 28. ve 43. günlerinde yapıldı. Ayrıca, araştırmada kullanılan balıkların tuzlama öncesi ve sonrasındaki bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri de belirlendi. Tuzlama işlemi neticesinde numunelerin tuz ve kül miktarları ile TBA değerlerinde önemli düzeyde (p<0.001, p<0.01) artış saptandı. Dumanlama işlemi sonucunda numunelerin rutubet, yağ, protein ve kül miktarlarında, çiğ ve tuzlanmış balıklara göre önemli derecede (p<0.001, p<0.05) farklılıklar ortaya çıktı. Tuzlama işlemi sonucunda toplam mezofilik aerobik mikroorganizma (TMA) ve koliform bakteri sayısında azalma (p<0.001, p<0.05), *Micrococcus - Staphylococcus* bakteri sayısında ise artışlar (p<0.001) tespit edildi. Dumanlamaya bağlı olarak TMA mikroorganizma sayısında önemli artış (p<0.001), *Micrococcus - Staphylococcus* bakteri ve maya-küf sayısında da önemli azalma (p<0.001) gözlemlendi. Depolama sırasında numunelerin mikrobiyolojik değerlerinde standartlarda öngörülen değerlerin üzerinde üremeler tespit edilmesine rağmen balıkların duyuşsal özellikleri yaklaşık 43 gün süreyle tüketim için uygun bulundu. Sonuçta, sıcak dumanlama uygulamasıyla, Eğrez balığının taze tüketimine alternatif olarak, farklı tat ve aromada bir ürün elde edildi ve 4°C'de muhafazasıyla tüketilebilirlik özelliğini yaklaşık 43 gün koruduğu ortaya konuldu.

Anahtar Kelimeler: Eğrez Balığı, Dumanlama, Muhafaza, Kalite

Summary: In this investigation, it was aimed to determine the effects of hot smoking on the chemical, microbiological and organoleptical quality characteristics of Eğrez Fish (*Vimba vimba tenella*). For this purpose, the fish was dipped in brine (containing 17% NaCl) for twelve hours, and then they were smoked at 30°C for 1/2 hour, and one hour at 50°C and at one hour at 80°C afterwards they were vacuum packaged and stored at 4 ±1° C. Smoked fish were analyzed for chemical, microbiological and organoleptical on the 1st, 7th, 14th, 21st, 28th, and 43rd. On the other hand the fish were analyzed for determining some chemical and microbiological characteristics before and after salting. Important increases were seen in the ash and salt content and TBA value of fish after salting process (p<0.001, p<0.01). Following the smoking process, moisture, fat, protein, and ash content of smoked fish showed differences in important degrees related to raw and salted fish (p<0.001, p<0.05). After salting process, it was determined that *Micrococcus - Staphylococcus* were increased (p<0.001) although total mesophilic aerobic and coliform bacteria count were decreased (p<0.001, p<0.05). Related to smoking process, total mesophilic aerobic count increased (p<0.001) eventhough *Micrococcus- Staphylococcus* and yeast-mould counts decreased (p<0.001). It was determined that sensory properties of the samples were found acceptable to consume nearly 43 days period eventhough microbiological numbers of the samples were higher than values stated in the standard. In conclusion, with application of hot smoking process a product alternate to raw consume of Eğrez fish was obtained with different taste and aroma and stored safely at 4°C for 43 days.

Key Words: Vimba, Smoking, Storage, Quality

Giriş

Dumanlama, besinlerin raf ömrünü uzatmak amacıyla uygulanan en eski muhafaza yöntemlerinden biridir. Dumanlama genellikle tuzlama ile birlikte uygulanan kombine bir işlem olup; tuzlama, ısı, kurutma ve duman bileşenlerinin antimikrobiyel ve an-

tioksidan etkilerinden faydalanılarak gerçekleştirilmektedir. Tuzlama ve dumanlamanın etkisi ile ürünün raf ömrü uzamakta, dumanlanmış ürüne has bir lezzet ve aromaya erişilmektedir (Hobbs ve Hodgkiss, 1982; Bligh ve ark., 1988; Frazier ve Westhoff, 1988; Connel, 1990; Sikorski, 1990; Öztürk ve Çiftçioğlu, 1996; Marc ve ark., 1998). Gıdaların dumanlanmasında başlıca; ge-

Geliş Tarihi :05.08.2002 @ : aguner@selcuk.edu.tr

1. Süleyman Demirel Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Eğirdir/ISPARTA

2. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, KONYA

lişmiş ülkelerde duyuşal niteliklerin (örn., renk, aroma ve lezzet) değiştirilmesi, gelişmekte olan ülkelerde ise muhafaza süresini uzatmak amaçlanmaktadır (Ami-nullah Bhuiyan ve ark., 1986; Dillon ve ark., 1994; Gö-koğlu ve Varlık, 1992; Horner, 1992; Subashinge, 1993).

Balıkların dumanlanması, soğuk ve sıcak du-manlama olarak iki şekilde yapılmaktadır. Genellikle 15-28° C'de geręekleřtirilen soğuk dumanlamada; duman bileşenleri koruyucu etkiyi gösterirken, balığın tekstüründe olumsuz herhangi bir etki söz konusu değildir. Buna karşın, 30-80° C'de uygulanan sıcak du-manlamanın, lezzet bileşenleri ve tekstür üzerine etkili olduğu fakat soğuk dumanlamaya göre daha kısa sü-rede tamamlandığı bildirilmektedir (Bligh ve ark., 1988; Dillon ve ark., 1994).

Eğrez balığı (*Vimba vimba tenella*) avlandığı böl-gede, taze ve salamura olarak tüketilmektedir. Bu alışmada, Eğrez balığına değişik lezzet ve görünüm ka-zandırılarak tüketime sunulması amacıyla sıcak dumanlanma uygulanması ve bu uygulamanın Eğrez balığının kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal kalite ni-teliklerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada, Karacaören I. Baraj Gölünden av-lanan, ortalama 293±66 g ağırlıklarındaki Eğrez ba-lıkları kullanıldı. Balıklar iç organları çıkarıldıktan sonra temiz suyla yıkandı. Daha sonra salamura çözeltisinde (% 17 NaCl), 4° C'de 12 saat süreyle tuzlama işlemi uygulandı. Tuzlama işlemini takiben fazla tuzların gi-derilmesi amacıyla eşme suyuyla yıkandı ve 1 saat süreyle sularının süzülmesi sağlandı. Balıklar 30° C'de 1/2 saat, 50° C ve 80° C'de birer saat olmak üzere to-plam iki buçuk saat süreyle dumanlama işlemine tabi tu-tuldu. Dumanlama işlemini takiben vakumlanarak am-balajlanan balıklar soğuk hava deposunda (4±1° C) muhafazaya alındı. Dumanlanmış Eğrez balıkları de-polamanın 1., 7., 14., 21., 28. ve 43. günlerinde kim-yasal, mikrobiyolojik ve duyuşal analizlere tabi tutuldu.

Ayrıca, araştırmada kullanılan balıkların tuzlama öncesi ve sonrasındaki bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özel-likleri de belirlendi. Denemeler farklı zamanlarda üç tek-rar olarak geręekleřtirildi.

Deneyisel numunelerin rutubet, yağ, protein, kül ve tuz miktarları AOAC'ye (1984) göre saptandı. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) miktarı Antonocopoulos ta-rafından modifiye edilmiş Lücke-Geidel metoduyla (Var-lık ve ark., 1993), tiyobarbitürük asit sayısı (TBA) ise Tar-ladgis ve ark. (1960) tarafından önerilen distilasyon yöntemiyle belirlendi. Numunelerin pH değerinin sap-tanmasında Türk Standartları Enstitüsü (1978) ta-rafından bildirilen yöntem uygulandı.

Toplam mezofilik aerobik (TMA) ve toplam psik-rofilik aerobik (TPA) mikroorganizmaların sayımı için Plate Count Agar (PCA, Oxoid CM463), koliform bak-terilerin sayımında Violet Red Bile Agar (VRBA, Oxoid CM107), *Micrococcus* - *Staphylococcus* soylarındaki bakterilerin sayımı için Mannitol Salt Agar (MSA, Oxoid CM85) ve maya-küf sayımında Potato Dextrose Agar (PDA, Oxoid CM139) kullanıldı (American Public Health Association, 1976; Harrigan ve McCance, 1976).

Numuneler alüminyum folyoya sarılıp 177°C'deki fırında 10 d pişirildikten sonra duyuşal muayeneler için panelistlere sunuldu. Sekiz panelist numuneleri renk-görünüş, tekstür, lezzet ve genel beğeni dikkate alı-narak, en yüksek puan 9, en düşük puan 1 olacak ře-kilde değerlendirdi (Deng ve ark., 1974; Stone ve Sidel, 1985).

Elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistiksel ana-lizinde, SPSS paket programı kullanılarak varyans ana-lizi ve Duncan Testi uygulandı (Steel ve Torrie, 1981).

Bulgular

Eğrez balığına tuzlama öncesi ve sonrası ile du-manlama sonrası bazı kimyasal analiz bulguları Tablo 1'de, mikrobiyolojik analiz bulguları da Tablo 2'de gös-terilmektedir. Dumanlanmış balıkların depolama sü-resince kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal analiz bul-

Tablo 1. Çiğ, Tuzlanmış ve Dumanlanmış Eğrez Balıklarının Kimyasal Analiz Bulguları

Özellik	iğ balık	Tuzlanmış balık	Dumanlanmış balık	F
Rutubet (%)	77,83±1,013 ^a	77,10±0,38 ^a	67,33±1,21 ^b	39,413***
Yağ (%)	1,98±0,17 ^b	1,62±0,08 ^b	3,50±0,26 ^a	32,798***
Protein (%)	17,66±0,73 ^b	17,33±0,73 ^b	21,78±0,86 ^a	10,272*
Kül (%)	1,23±0,13 ^c	2,75±0,13 ^b	4,58±0,14 ^a	165,24***
Tuz (%)	1,00±0,00 ^c	17,33±0,93 ^a	11,96±0,95 ^b	117,54***
pH	7,00±0,07	7,06±0,07	7,11±0,10	0,481
TVB-N (mg/100g)	21,00±0,77	18,50±1,26	19,56±0,99	1,497
TBA (mg malonaldehit /kg)	0,27±0,02 ^b	0,51±0,06 ^a	0,63±0,05 ^a	12,145**

a,b,c: Aynı satırda değişik harf taşıyanlar birbirlerinden farklı bulunmuştur.

*, **, ***: P<0.05, p<0.01, p<0.001

Tablo 2. Çiğ, Tuzlanmış ve Dumanlanmış Eğrez Balıklarının Mikrobiyolojik Analiz Bulguları (log10 kob/g)

Özellik	Çiğ balık	Tuzlanmış balık	Dumanlanmış balık	F
Toplam mezofilik aerobik	4,43±0,01b	4,28±0,02c	4,77±0,03a	133,19***
Koliform grubu	3,16±0,02a	1,30±0,65b	1,10±0,60b	5,06*
<i>Micrococcus-Staphylococcus</i>	3,44±0,02b	3,99±0,02a	2,42±0,04c	842,93***
Maya-küf	3,59±0,03a	3,45±0,05a	2,05±0,06b	290,21***

a,b,c: Aynı satırda değişik harf taşıyanlar birbirlerinden farklı bulunmuştur.

*, **, ***: P<0.05, p<0.01, p<0.001

Tablo 3. Dumanlanmış Eğrez Balıklarının Depolama Süresince Kimyasal Analiz Bulguları

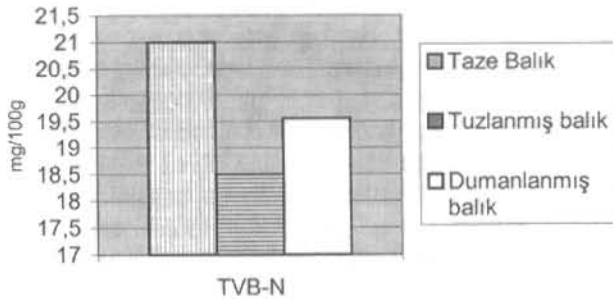
Özellik	Gün					
	1	7	14	21	28	43
pH	7,11±0,10	6,72±0,08	6,75±0,08	7,06±0,05	7,16±0,09	7,23±0,06
TVB-N	19,56±1,00	15,13±1,04	25,50±1,81	25,58±2,32	25,95±3,07	58,60±3,92
TBA	0,63±0,06	0,70±0,07	0,93±0,06	0,70±0,08	1,13±0,20	1,28±0,15

Tablo 4. Dumanlanmış Eğrez Balıklarının Depolama Süresince Mikrobiyolojik Analiz Bulguları (log 10 kob/g)

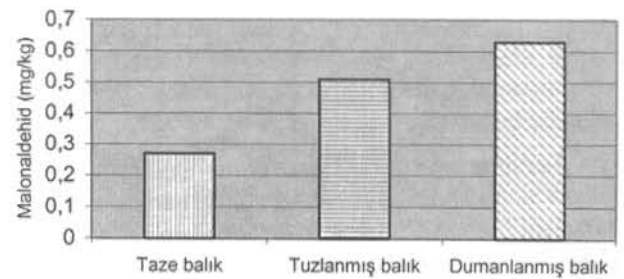
Özellik	Gün					
	1	7	14	21	28	43
Toplam mezofilik aerobik	4,77±0,03	7,39±0,02	6,95±0,008	8,01±0,06	7,81±0,03	8,05±0,03
Toplam psikrofilik aerobik	4,51±0,01	7,40±0,04	5,71±0,06	7,36±0,06	6,97±0,29	8,33±0,02
Koliform grubu	1,10±0,60	5,47±0,01	4,63±0,03	7,08±0,07	6,09±0,04	7,63±0,03
<i>Micrococcus-Staphylococcus</i>	2,42±0,04	4,39±0,03	3,74±0,08	4,38±0,05	4,22±0,02	4,43±0,02
Maya-küf	2,05±0,06	4,15±0,03	3,86±0,04	6,67±0,04	4,81±0,02	6,82±0,03

Tablo 5. Dumanlanmış Eğrez Balıklarının Depolama Süresince Duyusal Analiz Bulguları

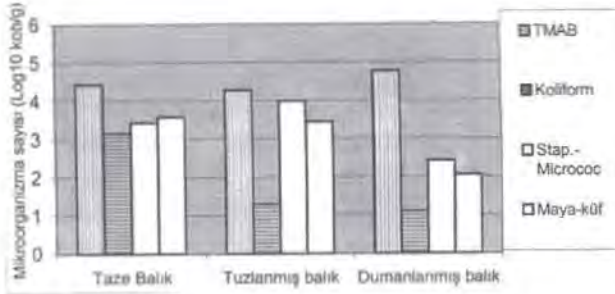
Özellik	Gün					
	1	7	14	21	28	43
Renk ve görünüş	6,92±0,26	6,60±0,32	5,50±0,43	5,18±0,24	4,71±0,23	3,88±0,22
Tekstür	7,44±0,44	6,94±0,29	5,88±0,34	5,38±0,18	5,07±0,26	3,75±0,14
Lezzet	7,30±0,21	6,83±0,26	5,38±0,37	5,18±0,18	5,05±0,34	3,58±0,31
Genel beğeni	6,94±0,32	6,61±0,24	5,42±0,36	5,08±0,17	4,86±0,26	3,62±0,23



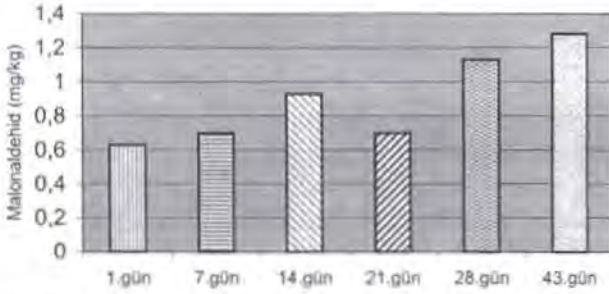
Şekil 1. Dumanlama ve Tuzlama İşlemlerinin TVB-N Değerleri Üzerine Etkisi



Şekil 2. Dumanlama ve Tuzlama İşlemlerinin TBA Değerleri Üzerine Etkisi



Şekil 3. Dumanlama ve Tuzlama İşlemlerinin Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi



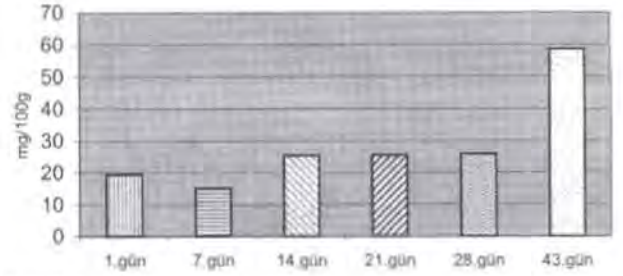
Şekil 5. Dumanlanmış Balıkların Depolama Süresince TBA Değerleri

guları sırasıyla Tablo 3, 4, ve 5'te verilmiştir. Dumanlama ve tuzlama işlemlerinin TVB-N, TBA ve mikroorganizma değerlerine etkisini gösteren grafikler sırasıyla Şekil 1, 2 ve 3'te, dumanlanmış balıkların depolanması süresince elde edilen TVB-N, TBA ve mikroorganizma değişimlerini gösteren grafikler sırasıyla Şekil 4, 5 ve 6'da gösterilmiştir.

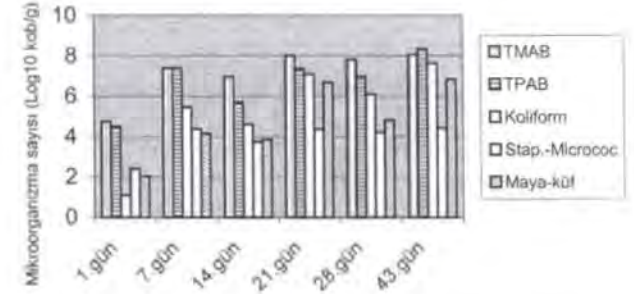
Tartışma ve Sonuç

Araştırma, sıcak dumanlamanın Eğrez balığının kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal niteliklerine etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirildi. Bu amaçla, balıklar % 17'lik salamurada 12 saat bekletildikten sonra, 30° C'de 1/2 saat, 50° C ve 80° C'de birer saat olmak üzere toplam iki buçuk saat süreyle dumanlama işlemine tabi tutuldu. Dumanlanmış Eğrez balıkların depolanmanın 1., 7., 14., 21., 28. ve 43. günlerinde kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal analizlere alındı. Ayrıca, araştırmada kullanılan balıkların tuzlama öncesi ve sonrasındaki bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri de belirlendi.

Tuzlama işlemi neticesinde numunelerin tuz ve kül miktarları önemli düzeyde ($p < 0.001$) artarken, diğer kimyasal bileşenlerde çok az bir değişim gözlemlendi (Tablo 1). Dumanlama işlemi sonucunda numunelerin rutubet, yağ, protein ve kül miktarlarında çığ ve tuzlanmış balıklara göre önemli derecede ($p < 0.001$,



Şekil 4. Dumanlanmış Balıkların Depolama Süresince TVB-N Değerleri



Şekil 6. Dumanlanmış Balıkların Depolama Süresince Mikroorganizma Değerleri

$p < 0.05$) değişimler saptandı (Tablo 1). Numunelerin TBA değerlerinde tuzlama ve dumanlama sonucunda önemli yükselmeler ($p < 0.01$) belirlenirken, TVB-N değerlerinde gözlemlenen düşmeler ve pH değerlerindeki yükselmelerin önemli olmadığı ($p > 0.05$) tespit edildi (Tablo 1). Tuzlama ve dumanlama işlemleri neticesinde Eğrez balığının kimyasal bileşiminde ortaya çıkan değişimler bir çok araştırmacının (Hassan, 1988; Aminullah Bhuiyan ve ark., 1986; Kolsancı ve Özkaya, 1998) bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Tuzlama işlemi sonucunda toplam mezofilik aerobik (TMA) mikroorganizma ve koliform bakteri sayısında önemli düşmeler ($p < 0.001$, $p < 0.05$) tespit edilirken, dumanlamaya bağlı olarak TMA mikroorganizma sayısında önemli artış ($p < 0.001$) meydana geldi (Tablo 2, Şekil 3). *Micrococcus* - *Staphylococcus* bakteri sayısında tuzlama işlemi takiben önemli artışlar ($p < 0.001$) belirlenirken, dumanlama işlemi sonucunda sayı önemli kabul edilebilecek düzeyde azaldı (Tablo 2, Şekil 3). Eğrez balıklarının maya-küf sayısında tuzlama işlemine bağlı herhangi bir değişim meydana gelmezken, dumanlama işlemine bağlı olarak önemli azalmalar ($p < 0.001$) gözlemlendi (Tablo 2, Şekil 3). Bu durum yüksek sıcaklık derecelerinde uygulanan ısı işlemlerinin tuzlama işlemine göre maya ve küfler üzerinde daha etkili ol-

duğunu ortaya koymaktadır.

Eğrez balığının pH değerlerinde, tuzlama ve dumanlama işlemleri sonucunda önemli olmayan ($p>0.05$) artışlar gözlemlendi (Tablo 1). Depolama sırasında zamana bağlı olarak düzenli bir değişim göstermeyen pH değeri; depolamanın birinci haftasında düşüş gösterirken ikinci haftadan sonra tekrar yükselerek depolamanın 43. gününde 7.20'ye çıktı. Öztürk ve Çiftçioğlu (1996), soğuk dumanlama uyguladıkları somon filetolarında depolamanın başlangıcında 5.68-6.04 arasında tespit ettikleri pH değerinin depolamanın ilerlemesine bağlı olarak 5.90-6.18 arasında düzensiz değişimler gösterdiğini bildirmişlerdir. Kolsarı ve Özkaya (1998), soğuk ve sıcak dumanlama sonrası soğuk hava deposunda muhafaza ettikleri alabalıkların pH değerini sıcak dumanlanarlarda 6.45-6.59, soğuk dumanlanarlarda 6.00-6.45 arasında olduğunu ifade etmişlerdir. Hassan (1988), sazan balıklarına uygulanan soğuk dumanlama işlemi neticesinde; tuzlama, kurutma ve duman bileşenlerinin etkisi ile çiğ balığın sahip olduğu pH değerinin (6.47) önemli düzeyde düştüğünü (5.67) bildirmiştir. Aynı araştırmacı dumanlama işleminin pH'yı önemli düzeyde azalttığını ve dumanlama süresinin artmasına bağlı olarak pH'nın daha da düştüğünü ileri sürmüştür. Bu çalışmada tuzlama ve dumanlama işlemi sonucunda pH değerlerinde görülen yükselmeler Hassan (1998)'in bulgularından farklı bulunmuştur. Bu durum araştırmacının soğuk dumanlama uygulamasından kaynaklanabilir. Nitekim Kolsarı ve Özkaya (1998) sıcak dumanlama uyguladıkları alabalıkların pH değerlerinin soğuk dumanlanarlara göre yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Depolama süresince pH değerlerinde gözlemlenen düzensiz değişimler Öztürk ve Çiftçioğlu (1996)'nın bulgularıyla uyum içersindedir. Eğrez balıklarında araştırmanın değişik safhalarında tespit edilen pH değerleri bazı araştırmacıların (Öztürk ve Çiftçioğlu, 1996; Kolsarı ve Özkaya 1998) bulgularından düşük bulunmuştur. Farklılık bu araştırmacıların deniz balıklarında çalışmalarından kaynaklanabilir.

Eğrez balığında 21.00 mg/100g tespit edilen TVB-N değeri dumanlama işlemi sonrasında 19.56 mg/100g olarak belirlendi (Tablo 1, Şekil 1). Depolama süresince TVB-N değerleri artış gösterdi ve 28. günde 25.95 mg/100g düzeyinde tespit edildi (Tablo 3, Şekil 4). Depolamanın 43. gününde Eğrez balığının sahip olduğu TVB-N değeri (58.60 mg/100g) tüketilebilirlik sınırının üzerinde bulundu. Kolsarı ve Özkaya (1988), sıcak dumanlama uyguladıkları alabalıkların başlangıç TVB-N değerinin (18.55 mg/100g), 48. günde 32.72 mg/100g'a ulaştığını bildirmişlerdir. Gökoğlu ve Varlık (1992), soğuk muhafaza ettikleri

sıcak dumanlanmış alabalıkların 45. gün TVB-N değerini 35 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Beltran ve Moral (1990), 1° C ve -18° C'de depoladıkları sıcak dumanlanmış sardalya filetosunda TVB-N değerlerini başlangıçta yağlı sardalyalarda 22.90 mg/100g, yağsızlarda 24.05 mg/100g olarak belirlerken, depolamanın 60. gününde değerlerin yağlı sardalyalarda depolama sıcaklığına bağlı olarak sırasıyla 36.35 mg/100g ile 22.25 mg/100g arasında, yağsız sardalyalarda ise sırasıyla 37.05 mg/100g ile 24.25 mg/100 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kaya ve Erkoyuncu (1999), oda sıcaklığında muhafaza ettikleri sıcak dumanlanmış çeşitli balıkların TVB-N değerlerinin dördüncü günden sonra tüketilebilirlik sınırını aştığını, buzdolabında muhafaza sırasında tirs ve palamut balıklarında 15. günde, salmone ve alabalıkta 25. günde tüketilebilirlik sınırının üzerine çıktığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen TVB-N değerleri bazı araştırmacıların (Beltran ve Moral, 1990; Gökoğlu ve Varlık, 1992; Kolsarı ve Özkaya, 1998) bulgularından yüksek, Kaya ve Erkoyuncu (1999)'nun değerlerinden düşük bulundu. TVB-N değerlerine ilişkin araştırmacıların değerleri arasında ortaya çıkan bu farklılıklar balık türü, tazeliği, tuzlamada kullanılan tuz miktarı ve tuzlama şeklinin yanı sıra dumanlama sıcaklığı ve süresi gibi faktörler tarafından etkilenebilir.

Eğrez balıklarının TBA değerleri tuzlama işlemiyle birlikte önemli artışlar ($p<0.01$) gösterirken, dumanlama sonrası gözlemlenen artış önemli bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 1, Şekil 2). TBA düzeyleri depolama süresince düzensiz değişim göstermekle birlikte depolamanın başlangıcında 0.63 mgMA/kg olan TBA değerlerinin depolamanın 43. gününde 1.28 mgMA/kg'a yükseldiği (Tablo 3, Şekil 5) ve tüketilebilirlik sınırının üzerinde olduğu saptandı. Salama ve Khalafalla (1993), farklı oranlarda tuzladıkları yılan balıklarının TBA değerlerinin depolama süresince düzensiz değişimler gösterdiğini ve 6 haftalık depolama süresince TBA değerlerinin tüketilebilirlik sınırının altında kaldığını bildirmişlerdir. Kaya ve Erkoyuncu (1999), sıcak dumanlama işlemi uygulanan çeşitli balıkların oda sıcaklığında depolanması sonucu TBA değerlerinin 5. günde alabalık ve salmone balığında sırasıyla 2.02 mgMA/kg- 2.34 mgMA/kg, palamut ve tirsde 4.24 mgMA/kg, 3.90 mgMA/kg olarak tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar bu balıkların buzdolabında muhafazası sırasında TBA değerlerinin depolamanın 50. gününde 2.56 – 3.56 mgMA/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Marc ve ark. (1998), 2° C'de 3 hafta depolanan soğuk dumanlanmış Nil levreği filetosunun TBA değerlerinin sıcak dumanlanarlara göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmacıların bulgularına karşın, Deng ve ark. (1974) da sıcak dumanlanmış ve -12° C ve 3.3° C'de depolanmış İspanyol uskumrusunun TBA değerlerinde depolama

süresince herhangi bir artış görülmediğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada depolama sırasında düzeniz değişim gösteren TBA değerleriyle benzer olarak, Cuppet ve ark. (1989), fileto halindeki dumanlanmış ve 4°C'de depolanmış *Coregonus clupeaformis*'in TBA değerlerinin düzensiz değişim gösterdiğini ve depolamanın 22. gününde elde edilen değerlerin 14. gündeki değerlerden düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar sıvı dumanın antioksidan aktivitesinin odun dumanına göre daha düşük olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Tuzlama sonrası Eğrez balıklarının toplam mezofilik aerobik (TMA) mikroorganizma sayısı önemli düzeyde ($p<0.001$) azalırken, dumanlama sonrasında önemli artışlar ($p<0.001$) tespit edildi (Tablo 2, Şekil 3). Dumanlama sonrası 4.77 log₁₀ kob/g olarak tespit edilen TMA mikroorganizma sayısının 7. günden sonra Türk Standartları Enstitüsü (1993) Balık Eti Standardında (TS 10923) verilen en yüksek değerlerden fazla olduğu belirtildi (Tablo 1) Kolsarıcı ve Özkaya (1998), soğuk dumanlanan alabalıklarda TMA mikroorganizma sayısını 16. günde 8.55 log₁₀ kob/g, sıcak dumanlananlarda ise 48. günde 7.36 log₁₀ kob/g olarak bildirmişlerdir. Marc ve ark. (1998), çiğ Nil levreği filetosunun TMA mikroorganizma sayısının dumanlama işlemi ile azaldığını ve depolama süresince, sıcak dumanlanan balıkların TMA mikroorganizma sayısının soğuk dumanlanmış örneklerle göre daha fazla artış gösterdiğini ifade etmişlerdir. Bunlara karşın Salama ve Khalafalla (1993), sıcak dumanlanmış ve 7°C'de depolanmış yılan balıklarının TMA mikroorganizma sayısının dumanlama işlemine bağlı olarak düştüğünü ve 6 haftalık depolama süresince oldukça sabit değerler gösterdiğini bildirmişlerdir. Dumanlanmış balık ürünlerinin raf ömrü balığın başlangıç mikrobiyel yüküyle oldukça ilişkilidir. Hildebrandt ve Erol (1988), üreticiden alınan dilimli somon fümelerin % 63'ünün mikrobiyolojik ve duyuşal yönden uygun olmadığını ayrıca mikrobiyolojik yönden bozulmuş kabul edilecek bazı örneklerin duyuşal olarak hala tüketilebilir olduğunu ifade etmişlerdir.

Dumanlanmış balıkların depolamanın başlangıcında tespit edilen toplam psikofilik aerobik (TPA) mikroorganizma sayısının (4.51 log₁₀ kob/g), 7. günde 7.40 log₁₀ kob/g'a, 43. günde 8.33 log₁₀ kob/g'a ulaştığı tespit edildi (Tablo 4, Şekil 6). Deng ve ark. (1974), sıcak ve soğuk dumanlanan balıkların TPA mikroorganizma sayısının uzun süre depolama sonucunda arttığını ileri sürmüşlerdir. Aynı şekilde Kolsarıcı ve Özkaya (1998), soğuk ve sıcak dumanlama uygulayarak 4°C ve -18°C'de muhafaza ettikleri alabalıkların TPA mikroorganizma sayısının depolama süresine bağlı olarak arttığını bildirmişlerdir.

Eğrez balıklarının koliform bakteri sayısında tuzlama işlemi sonucunda meydana gelen azalma önemli ($p<0.05$) bulunurken, tuzlamayı takiben yapılan dumanlama işlemine bağlı olarak meydana gelen azalma önem arz etmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 2, Şekil 3). Dumanlama sonrası koliform bakteri sayısında önemli azalmalar meydana gelmesine karşın depolamanın ilerlemesiyle birlikte tekrar artarak 43. gününde 7.63 log₁₀ kob/g seviyelerine ulaşmıştır (Tablo 4, Şekil 6). Öztürk ve Çiftçiöğlü (1996), buzdolabında muhafaza ettikleri soğuk dumanlanmış somon filetolarının başlangıç koliform bakteri sayısının (102 kob/g) 15. günde 5.0x10⁶ kob/g düzeyine yükseldiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, Salama ve Khalafalla (1993), dumanlama işlemi sonucu balıkların koliform bakteri sayısının azaldığını ve bu durumun da formaldehit, fenoller ve organik asitler gibi duman bileşenlerinden ileri geldiğini ifade etmişlerdir.

Eğrez balıklarının *Micrococcus* - *Staphylococcus* bakteri sayısı tuzlama işlemi neticesinde artış gösterirken ($p<0.01$), dumanlama işlemi sonucunda önemli düzeyde ($p<0.001$) azalmıştır (Tablo 2, Şekil 3). Depolama süresince *Micrococcus* - *Staphylococcus* sayısında düzensiz değişimler gözlemlendi, fakat bu bakterilerin sayısında önemli yükselmeler tespit edilmedi. Depolamanın 7. gününden itibaren *Micrococcus* - *Staphylococcus* sayısının TSE standardında belirtilen kabul edilebilirlik seviyesinin üzerinde olduğu saptandı. Salama ve Khalafalla (1993), sıcak dumanlamanın *S. aureus* sayısını düşürdüğünü ve yılan balıklarının 6 haftalık soğuk muhafazası (7°C) sırasında bu bakteri sayısında bir değişim bulunmadığını ifade etmişlerdir. Marc ve ark. (1998), çiğ Nil levreğinde çok az sayıda tespit ettikleri *S. aureus*'un, sıcak ve soğuk dumanlama işlemleri sonucunda yıkıldığını bildirmişlerdir.

Tuzlama işlemine bağlı olarak Eğrez balıklarının maya-küf sayısında önemli bir değişim tespit edilemezken, dumanlama işlemi sonucunda önemli düşmeler ($p<0.001$) belirtildi. Depolamanın ilerlemesiyle birlikte düzensiz değişimler gösteren maya-küf sayısı, 43. günde 6.82 log₁₀ kob/g sayısına ulaştı.

Sıcak dumanlama uygulanan ve 4°C'de depolanan Eğrez balıkları, dumanlamanın kaliteye ve depolama süresine etkisini belirlemek amacıyla; depolama süresince renk-görünüş, tekstür, lezzet ve genel beğeni yönünden duyuşal analizlere tabi tutuldu. Eğrez balıklarının 43. günde tüketilebilirlik özelliklerini tamamen kaybettiği belirtildi. Araştırmada elde edilen duyuşal analiz bulguları, bazı araştırmacıların (Deng ve ark, 1974; Gökoğlü ve Varlık, 1992; Kolsarıcı ve Özkaya, 1998) bulgularıyla uyum içersindedir. Bununla birlikte Kaya ve Erkoyuncu (1999), sıcak dumanlama uyguladıkları çeşitli tür balıkların 13-15 günlerde du-

yusal niteliklerini tüketilemeyecek derecede kaybettiklerini ileri sürmüşlerdir. Salama ve Khalafalla (1993) sıcak dumanladıkları yılan balıklarının duyuusal niteliklerinde, 42 günlük depolama sonrasında, herhangi bir bozulma olmadığını ifade etmişlerdir. Beltran ve Moral (1990) da sardalya balıklarının 120 günlük depolama sonrasında tüketilebilirlik özelliklerini kaybettiğini bildirmişlerdir.

Sonuç olarak, sıcak dumanlama uygulamasıyla, Eğrez balığının taze tüketimine alternatif olarak, farklı tat ve aromada bir ürün elde edildi. Ayrıca 4°C'de muhafazasıyla tüketilebilirlik özelliğinin 43 gün korunduğu ortaya konuldu.

Kaynaklar

- American Public Health Association (1976). "Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods" Ed. Mervin L. Speck, American Public Health Association, Inc., Washington.
- Aminullah, Bhuiyan A.K.M., Ratnayake, W.M.N., and Ackman, R.G. (1986). Effect of smoking on the proximate composition of Atlantic Mackerel (*Scamber scombrus*). J. Food Sci., 51, 2, 327-329.
- Association of Official Analytical Chemist (1984). "Official Methods of Analysis". 15th ed., Association of Official Analytical Chemist, Virginia.
- Beltran, A., and Moral, A. (1990). Keeping quality of vacuum-packaged smoked sardine fillets: Biochemical and organoleptical aspects. Lebensm. Wiss.U.-Technol., 23, 255-259.
- Bligh, E.G., Shaw, S.J. and Woyewoda, A.D. (1988). Effect of drying and smoking on lipids of fish. In "Fish Smoking and Drying on the Nutritional Properties" Ed. Burt, J.R., Elsevier Science Publishers
- Connel, J.J. (1990). Control of Fish Quality. 4th , Fishing News Books.
- Cuppert, S.L., Gray, J.I., Booren, A.M., Price, J.F., and Stachiw, M.A. (1989). Effect of processing variables on lipid stability in smoked great lakes whitefish. J. Food Sci., 54, 1, 52-54.
- Deng, J., Toledo, R.T., and Lillard, D. (1974). Effect of smoking temperatures on acceptability and storage stability of smoked Spanish mackerel. J. Food Sci., 39, 596-601.
- Dillon, R., Patel, T.R., and Martin A.M. (1994). Microbiological control for fish smoking operations. In "Fisheries Processing Biotechnological Applications" Ed., Martin A.M., 1st ed. Chapman&Hall.
- Frazier, W.C., and Westhoff, D.C. (1988). Food Microbiology. 4rd Ed., Mc Graw-Hill Book Company Inc., New York.
- Gökoğlu, N. ve Varlık, C. (1992). Dumanlanmış gökkuşaağı alabalığının (*Salmo gairdneri*R.1836) raf ömrü üzerine araştırma. Gıda, 17, 1, 61-65.
- Harrigan, W.F. and Mc Cance, M.E. (1976). "Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology" Revised ed., Academic Press, London.
- Hassan, I.M. (1988). Processing of smoked common carp fish and its relation to some chemical, physical and organoleptic properties. Food Chem., 27, 95-106.
- Hildebrant, G., and Erol, İ. (1988). Sensory and microbiological examination of vacuum-packaged sliced smoked salmon. Archiv Für Lebensmittelhygiene, 39, 5, 120-123.
- Hobbs, G., Hodgkiss, W. (1982). The bacteriology of fish handling and processing. In "Developments in Food Microbiology-1" Ed. Davies, R., Applied Science Publishers Ltd., England.
- Horner, B. (1992). Fish smoking: ancient and modern. Food Sci. and Technol., 6, 3, 166-171.
- Kaya, Y. ve Erkoyuncu, İ. (1999). Değişik dumanlama metotlarının bazı balık türlerinin kaliteleri üzerine etkileri. On Dokuz Mayıs Üniv. Zir. Fak. Derg., 14, 1, 93-105.
- Koşancı, N. ve Özkaya, Ö. (1998). Gökkuşaağı alabalığı (*Salmo gairdneri*)'nin raf ömrü üzerine tütüleme yöntemleri ve depolama sıcaklığının etkisi. Tr. J. of Vet. and Anim. Sci., 22, 273-284.
- Marc, C., Kaakeh, R., and Mbotung, C.M.F. (1998). Effect of salting and smoking method on the stability of lipid and microbiological quality of Nile perch (*Lates niloticus*). J. Food Quality, 22, 517-528.
- Öztürk, A. ve Çiftçioğlu, G. (1996). Dondurulmuş somon filetolarına soğuk fümleme işleminin uygulanabilirliği ve raf ömrüne etkisi. Gıda ve Teknoloji, 4, 8-18.
- Salama, N., and Khalafalla, G.M. (1993). Chemical, bacteriological and sensory changes in eel fish (*Anguilla vulgaris*) during smoking and storage. Archiv für Lebensmittelhygiene, 44, 6-9.
- Subashinge, S. (1993). Smoking and drying new technology for old world products. INFOFISH International, 3, 27-31.
- Sikorski, Z.E. (1990). Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation. CRC Press, Inc., Florida.
- Steel, R.G.D., and Torrie, J.H. (1981). Principles and Procedures of Statistics. 2nd ed. Mc Graw- Hill International Book Company, Tokyo.
- Stone, H. and Sidel, J.L. (1985). Sensory Evaluations Practices. Food Sci. and Technol., A Series of Monographs, Academic Press Inc., London.
- Tarladgis, B.G., Lalts, M.M. and Yunathon, M.T. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancide foods. J. American Oil Chem. So. 37, 44-48.
- Türk Standartları Enstitüsü (1978). "Et ve Et Mamullerinde pH Tayini". T.S. 3136. Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü (1993). "Balık Eti". T.S. 10923, Ankara.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. ve Gün, H. (1993). Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İike ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Yay. No: 17, İstanbul.