

BAZI ORGANİK ASİTLERİN EĞREZ BALIĞININ (*Vimbia vimbia tenella*) KALİTESİNE ETKİSİ

Abdullah Diler¹ Behire Işıl Işıklı¹ Ahmet Güner² Yusuf Doğruer²

Effect of Some Organic Acid on the Quality of Eğrez (*Vimbia vimbia tenella*) Fish

Özet: Araştırma, dumanlama öncesi yapılan tuzlama işleminde, salamuraya benzoik, sorbik ve laktik asit ilavesinin Eğrez balığının (*Vimbia vimbia tenella*) kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yapıldı. Bu amaçla balıklar, %20 oranında yalnızca tuz içeren salamurada (kontrol) ve %0.5 benzoik asit, %0.1 sorbik asit, %0.03 laktik asit içeren %20'lik salamuralarda 4°C'de 10 saat süreyle salamura işlemine tabi tutuldu. Bu işlemi takiben, 30°C'de 1/2 saat, 50°C ve 80°C'de birer saat olmak üzere toplam iki buçuk saat süreyle dumanlandı. Araştırmada kullanılan balıklar işleme alınmadan önce kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri bakımından incelendi. Dumanlama işlemi sonrası balıklar vakumlanarak ambalajlandı. Muhafaza süresinin 1., 7., 14., 22., 30. ve 45. günlerinde kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analize tabi tutuldu. Dumanlama öncesi salamuraya ilave edilen organik asitlerin numunelerin pH değerini ($P<0.001$) ve *Staphylococcus-Micrococcus* ($P<0.001$) mikroorganizma sayısını önemli düzeyde düşürdüğü, TTBA değerlerini ($P<0.001$) yükselttiği tespit edildi. Laktik asit uygulamasının toplam psikrofilik aerobik ($P<0.001$), koliform bakteriler ($P<0.001$), lezzet ($P<0.01$), tekstür ($P<0.001$, $P<0.05$) ve genel beğeni ($P<0.05$) bakımından diğer asitlere göre daha etkili olduğu belirlendi. Sorbik asit uygulamasının TVB-N değerini düşürdüğü ($P<0.001$), laktik asitle en yüksek renk ve görünüş puanı aldığı tespit edildi. Benzoik asit uygulamasının araştırma süresince önemli bir etkisinin olmadığı saptandı. Sonuç olarak, dumanlama öncesi yapılan tuzlama işleminde, salamurada laktik asit kullanımının balıkların kalitesi ve raf ömrü üzerinde benzoik ve sorbik aside göre daha iyi etki verdiği tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Balık, Organik Asit, Dumanlama, Muhafaza, Kalite

Summary: In this investigation, it was carried out to determine the effect of benzoic, sorbic and lactic acids added to pickling solution before smoking on the quality of Eğrez fish (*Vimbia vimbia tenella*). For this purpose, the fish were kept in four different pickling solutions for 10 h at 4°C. The first contained only 20% NaCl solution (control) and the others contained 20% NaCl with 0.5% benzoic acid, 0.1% sorbic acid and 0.03% lactic acid. The fish were smoked at 30°C for 30 min, 1 h at 50°C and 1 h at 80°C. Afterwards, the fish were vacuum packaged and stored at 4°C for 45 days. The samples were analyzed for chemical, microbiological, and organoleptical properties on days 1st, 7th, 14th, 22th, 30th and 45th during storage. The fish were analyzed for chemical and microbiological properties before salting. It was determined that organic acid added to pickling solution before salting caused to decrease in pH values ($P<0.001$) and in numbers of *Staphylococcus-Micrococcus* ($P<0.001$). However, a significant increase was observed in TBA values ($P<0.001$) of the samples. Lactic acid application was more effective on total psychophilic aerobic microorganisms ($P<0.001$), coliform bacteria ($P<0.001$), flavor ($P<0.01$), texture ($P<0.001$, $P<0.05$), and overall acceptability ($P<0.05$) than the others. Sorbic acid application caused to decrease in TVB-N levels. Sorbic and lactic acid groups received the highest color. No significant effect of benzoic acid application was found on the quality during the storage period. In conclusion, it was determined that use of lactic acid in pickling before smoking has positive effects on the quality and shelf-life of fish than the sorbic and benzoic acids.

Key Words: Fish, Organic Acid, Smoking, Storage, Quality

Giriş

Deniz ve iç sulardan elde edilen balıklar ve kabuklular yüksek oranda protein içeren hayvansal besinlerdir. Su ürünleri, diğer hayvansal protein kaynaklarından daha ekonomik olmasına karşın çok çabuk bozulabilir özelliktedirler. Bundan dolayı balıklar yakalandıktan sonra kısa bir süre içerisinde taze olarak tüketilir veya çeşitli şekillerde işlenerek değerlendirilir.

Balıkların işlenerek muhafazası, raf ömrünü arttırmasının yanı sıra piyasaya farklı lezzet ve görünümde ürün sunulmasını da sağlar.

Dumanlama, besinlerin raf ömrünü uzatmak amacıyla uygulanan en eski muhafaza yöntemlerinden birisidir. Balıkların dumanlanması genellikle tuzlama ile birlikte uygulanan kombine bir işlemdir. Balık muhafazasında etkili olan dumanlama işlemindeki baş-

lıca faktörler; tuz, ısı, kurutma ve duman bileşenlerinin antimikrobiyel ve antioksidan etkileridir (Gökoğlu ve Varlık, 1992; Salama ve Khalafala, 1993; Dillon ve ark., 1994; Zhuang ve ark., 1996; Kolsarıcı ve Özkaya, 1998; Diler ve ark., 2003).

Dumanlama sınırsız bir koruma yöntemi olmadığından, dumanlanmış balıklarda muhafaza süresini uzatmak amacıyla; dumanlanmış balıkların vakum ambalajlanması, soğuk muhafazası, salamura içersine organik asitlerin veya nitrat ve/veya nitritlerin katılması, konserve şekline getirilmesi gibi bir takım işlemler uygulanmaktadır (Cuppert ve ark., 1989; Gram, 1991; Gökoğlu ve Varlık, 1992; Dillon ve ark., 1994).

Dumanlama işlemi öncesi balıkların tuzlanmasında kullanılan salamuraya antimikrobiyel bazı katkı maddeleri ilave edilmektedir (Liewen ve Marth, 1985; Öztürk ve Çiftçioğlu, 1996). Motohiro (1988), dumanlanmış kalamar ve ahtopot için 1.5g/kg, kurutulmuş balık ve kabuklular için 1g/kg düzeylerinde potasyum sorbat kullanılabileceğini bildirmektedir. Gram (1991), dumanlanmış Nil levreği üretiminde salamuraya %0.5 oranında potasyum sorbat katılmasının maya-küf gelişimini önemli ölçüde engellediğini bildirmiştir.

Bu araştırma, dumanlama öncesi yapılan yaş salamura işleminde benzoik, sorbik ve laktik asit kullanımının dumanlanmış balıkların kalitesi ve raf ömrüne etkisini belirlemek amacıyla yapıldı.

Materyal ve Metot

Araştırmada, Karacaören I Baraj Gölünden avlanmış olan ortalama 115±25g ağırlığındaki Eğrez balıkları (*Vimba vimba tenella*) kullanıldı. Balıklar iç organları çıkarıldıktan sonra temiz suyla yıkandı. Daha sonra eşit olarak rastgele 4 gruba dağıtıldı. Birinci gruptaki balık numuneleri %20 oranında yalnızca tuz içeren salamurada (kontrol), ikinci gruptakiler %0.5 benzoik asit, üçüncü gruptakiler %0.1 sorbik asit, dördüncü gruptakiler %0.03 laktik asit içeren %20'lik salamuralarda 4°C'de 10 saat süreyle bekletildi. Tuzlama işlemi takiben fazla tuzların giderilmesi amacıyla çesme 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 toplam iki buçuk saat süreyle dumanlandı. Dumanlama işlemi takiben, polietilen/poliamid laminasyonlu vakum torbalarda vakumlanarak ambalajlanan balıklar soğuk hava deposunda (4 ±1°C'de) muhafazaya alındı. Araştırmada kullanılan balıkların kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri tuzlama öncesinde belirlendi. Dumanlanmış balıklar muhafazanın 1., 7., 14., 22., 30. ve 45. günlerinde kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikler bakımından

incelendi. Denemeler farklı zamanlarda üç tekrar olarak gerçekleştirildi.

Her dönemde, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler için her gruptan 200'er gram balık numunesi derili olarak kullanıldı.

Deneyisel numunelerin kuru madde, yağ, protein ve tuz miktarları ile pH değerleri Association of Official Analytical Chemist (1984)'in önerdiği yöntemlere göre belirlendi. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) miktarı Antonocopoulos tarafından modifiye edilmiş Lücke-Giedel metoduyla (Varlık ve ark., 1993), tiyobarbitürik asit (TBA) miktarı ise Tarladgis ve ark. (1960) tarafından önerilen distilasyon yöntemiyle tespit edildi.

Numuneler 1/4 gücündeki steril ringer solüsyonu ile 10⁻⁷'ye kadar sulandırıldıktan sonra dökme plak yöntemiyle ekildi. Toplam mezofilik aerobik (TMA) ve toplam psikrofilik aerobik (TPA) mikroorganizmaların sayımı için Plate Count Agar (PCA; Oxoid CM463), koliform bakterilerin sayımında Violet Red Bile Agar (VRBA, Oxoid CM 107), *Micrococcus-Staphylococcus* soylarındaki bakterilerin sayımı için Mannitol Salt agar (MSA, Oxoid CM 85) ve maya-küf sayımında Potato Dextrose Agar (PDA, Oxoid CM 139) kullanıldı (American Public Health Association, 1976; Harrigan ve Mc Cance, 1976).

Numuneler alüminyum folyoya sarılıp 177°C'deki fırında 10 dakika pişirildikten sonra, duyuşal muayeneler için panelistlere sunuldu. Sekiz kişiden oluşan bir panelist grubu numuneleri lezzet, tekstür, renk-görünüş ve genel beğeni bakımından inceledi. Puanlamada en yüksek 9, en düşük 1 olacak şekilde değerlendirme yapıldı (Deng ve ark., 1974; Stone ve Sidel, 1985).

Araştırmada elde edilen değerlerin istatistiksel analizleri için SPSS paket programı (10.0) kullanılarak varyans analizi (F testi) uygulandı. Önemli çıkan varyans kaynakları arasındaki farklar Duncan's Multiple Range Test uygulanarak belirlendi (Steel ve Torrie, 1981).

Bulgular

Araştırma, dumanlama öncesi yapılan tuzlama işleminde, salamuraya katılan benzoik, sorbik ve laktik asitlerin, Eğrez balığının kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yapıldı. Çiğ ve dumanlanmış balıkların kimyasal bulguları Tablo 1'de, mikrobiyolojik bulguları Tablo 2'de, organik asit ve dumanlama işlemlerine tabi tutulan balıkların muhafaza süresince elde edilen kimyasal bulguları Tablo 3'te, mikrobiyolojik bulguları Tablo 4'de ve duyuşal analiz bulguları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 1. Taze ve Organik Asit Uygulanmış Balıklarda Saptanan Kimyasal Değerler

	Dumanlanmış balıklar					
	Taze balık	Kontrol	Benzoik asit	Sorbik asit	Laktik asit	F
Kuru madde (%)	32.03±0.88 ^c	41.72±2.10 ^b	45.91±1.85 ^{ab}	42.35±2.56 ^b	50.56±1.37 ^a	13.61 ^{***}
Yağ (%)	5.01±0.10 ^c	5.34±0.19 ^{bc}	5.70±0.25 ^{ab}	3.78±0.16 ^d	6.02±0.09 ^a	24.29 ^{***}
Protein (%)	19.46±0.12 ^c	21.22±0.25 ^a	19.67±0.24 ^{bc}	20.12±0.12 ^b	18.48±0.06 ^d	30.92 ^{***}
Tuz (%)	-	4.75±0.21 ^b	5.75±0.12 ^a	3.95±0.18 ^c	4.37±0.13 ^{bc}	13.65 ^{***}
pH	6.66±0.04 ^a	6.35±0.04 ^{bc}	6.45±0.04 ^b	6.15±0.05 ^d	6.29±0.02 ^c	19.51 ^{***}
TVB-N(mg/100g)	15.40±0.20 ^c	19.60±0.28 ^a	17.50±0.40 ^b	14.00±0.17 ^d	16.80±0.31 ^b	67.28 ^{***}
TBA (mg/kg)	0.57±0.006 ^d	0.50±0.01 ^a	1.029±0.01 ^b	0.70±0.008 ^c	1.262±0.06 ^a	1446 ^{***}

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

***: P<0.001

Tablo 2. Taze ve Organik Asit Uygulanmış Balıklarda Saptanan Mikrobiyolojik Değerler (log₁₀ kob/g)

	Dumanlanmış balıklar					
	Taze balık	Kontrol	Benzoik asit	Sorbik asit	Laktik asit	F
Toplam mezofilik aerobik	4.71±0.008 ^a	3.47±0.08 ^b	4.61±0.06 ^a	3.97±0.03 ^b	3.89±0.03 ^b	96.15 ^{***}
Toplam psikrofilik aerobik	-	2.27±0.01 ^c	4.25±0.01 ^a	4.34±0.05 ^a	1.54±0.03 ^c	1222 ^{***}
Koliform bakteri	3.57±0.01 ^a	<1.0±0.00 ^b	<1.0±0.00 ^b	<1.0±0.00 ^b	<1.0±0.00 ^b	95426 ^{***}
Staphylococcus-Micrococcus	4.62±0.006 ^a	2.32±0.02 ^a	<1.0±0.00 ^b	<1.0±0.00 ^b	<1.0±0.00 ^b	34931 ^{***}
Maya-küf	2.22±0.04 ^a	<1.0±0.00 ^b	<1.0±0.00 ^b	<1.0±0.00 ^b	<1.0±0.00 ^b	2471 ^{***}

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

***: P<0.001

Tablo 3. Organik Asit Uygulanmış Balıklarda Muhafaza Süresince Saptanan Kimyasal Değerler

	Günler	Dumanlanmış balıklar				F
		Kontrol	Benzoik asit	Sorbik asit	Laktik asit	
pH	1	6.35±0.04 ^{ab}	6.45±0.04 ^a	6.15±0.05 ^b	6.29±0.02 ^b	8.82*
	7	6.08±0.06	6.26±0.08	6.18±0.04	6.31±0.06	2.27
	14	6.89±0.10	6.92±0.04	6.87±0.03	6.74±0.08	1.15
	22	6.47±0.09	6.54±0.02	6.49±0.07	6.44±0.08	0.31
	30	6.69±0.09	6.46±0.09	6.60±0.08	6.45±0.02	2.22
	45	7.02±0.08 ^a	6.36±0.03 ^b	6.49±0.05 ^b	6.25±0.09 ^b	23.18 ^{***}
TVB-N (mg/100g)	1	19.60±0.02 ^a	17.50±0.040 ^b	14.00±0.01 ^c	16.80±0.31 ^b	72.53 ^{***}
	7	14.70±0.40 ^b	16.60±0.69 ^{ab}	18.90±1.21 ^a	17.50±0.40 ^a	5.43*
	14	16.10±0.40 ^c	18.90±0.40 ^b	21.00±0.51 ^a	18.20±0.63 ^b	16.33 ^{***}
	22	15.40±0.63 ^d	22.40±0.34 ^b	28.70±0.40 ^a	20.30±1.45 ^c	142.9 ^{***}
	30	20.30±0.40 ^d	36.40±0.80 ^b	52.50±0.40 ^a	23.80±0.80 ^c	520.4 ^{***}
	45	28.70±0.40 ^c	37.10±0.40 ^b	57.40±0.80 ^a	30.10±0.40 ^c	613 ^{***}
TBA (mg/kg)	1	0.50±0.01 ^d	1.09±0.01 ^b	0.70±0.008 ^c	1.26±0.006 ^a	1402 ^{***}
	7	1.01±0.01 ^a	0.89±0.008 ^b	0.50±0.02 ^c	1.01±0.01 ^a	213.4 ^{***}
	14	0.38±0.007 ^d	0.70±0.01 ^b	0.57±0.01 ^c	1.48±0.05 ^a	230.4 ^{***}
	22	0.56±0.05 ^c	0.48±0.002 ^d	0.63±0.004 ^b	1.31±0.004 ^a	7022 ^{***}
	30	1.34±0.003 ^a	0.27±0.10 ^c	0.56±0.01 ^b	0.15±0.03 ^c	97.28 ^{***}
	45	0.81±0.02 ^a	0.80±0.007 ^a	0.56±0.005 ^b	0.79±0.01 ^a	81.94 ^{***}

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

*: P<0.05, ***: P<0.001

Tablo 4. Organik Asit Uygulanmış Balıklarda Muhafaza Süresince Saptanan Mikrobiyolojik Değerler (log₁₀ kob/g)

	Günler	Kontrol	Benzoik asit	Sorbik asit	Laktik asit	F
Toplam mezofilik aerobik	1	3.47±0.08 ^c	4.61±0.06 ^a	3.97±0.03 ^b	3.89±0.03 ^b	63.22***
	7	3.96±0.05 ^d	6.14±0.03 ^a	5.98±0.009 ^b	4.49±0.008 ^c	897.6***
	14	5.19±0.33 ^c	6.82±0.03 ^a	6.95±0.03 ^a	6.20±0.02 ^b	22.70***
	22	5.35±0.06 ^d	7.33±0.03 ^b	7.75±0.01 ^a	5.74±0.02 ^c	949.4***
	30	6.04±0.02 ^d	6.85±0.02 ^c	7.27±0.01 ^b	7.37±0.01 ^a	1121***
Toplam psikrofilik aerobik	45	7.79±0.01 ^a	5.79±0.05 ^c	7.03±0.04 ^b	4.80±0.05 ^d	817.1***
	1	2.27±0.01 ^b	4.25±0.01 ^a	4.34±0.05 ^a	1.54±0.03 ^c	1863***
	7	2.21±0.16 ^c	5.93±0.06 ^a	5.68±0.02 ^a	4.02±0.03 ^b	347.4***
	14	4.99±0.05 ^c	6.22±0.04 ^b	6.17±0.04 ^b	6.78±0.01 ^a	346.2***
	22	3.53±0.04 ^d	7.07±0.02 ^a	6.25±0.01 ^c	6.79±0.15 ^b	375.6***
Koliform bakteri	30	5.25±0.04 ^c	6.44±0.01 ^b	7.28±0.09 ^a	7.38±0.05 ^a	285.5***
	45	7.29±0.01 ^a	6.00±0.01 ^b	5.86±0.01 ^c	4.92±0.04 ^d	1339***
	1	<1.0±0.00	<1.0±0.00	<1.0±0.00	<1.0±0.00	
	7	<1.0±0.00 ^c	3.76±0.01 ^a	2.69±0.05 ^b	<1.0±0.00 ^c	5066***
	14	<1.0±0.00 ^c	3.77±0.01 ^b	6.20±0.08 ^a	<1.0±0.00 ^c	195988***
<i>Staphylococcus-Micrococcus</i>	22	<1±0.00 ^c	3.45±0.04 ^b	5.79±0.03 ^a	<1.0±0.00 ^c	9606***
	30	<1±0.00 ^c	4.60±0.04 ^b	5.47±0.11 ^a	5.52±0.68 ^a	567.5***
	45	2.19±0.1 ^b	<1.0±0.00 ^c	5.63±0.07 ^a	1.95±0.00 ^c	1308***
	1	2.32±0.23 ^a	<1.0±0.00 ^b	<1.0±0.00 ^b	<1.0±0.00 ^b	9381***
	7	4.19±0.04 ^b	4.13±0.05 ^b	4.35±0.02 ^a	2.12±0.06 ^c	420.5***
<i>Staphylococcus-Micrococcus</i>	14	4.89±0.01 ^b	4.29±0.06 ^c	5.79±0.06 ^a	3.73±0.04 ^d	298.2***
	22	2.89±0.03 ^d	5.61±0.02 ^b	6.50±0.04 ^a	4.57±0.02 ^c	2162***
	30	5.99±0.02 ^c	5.76±0.01 ^b	5.95±0.03 ^a	5.15±0.17 ^a	95.39***
	45	6.95±0.02 ^a	4.39±0.09 ^d	5.03±0.05 ^c	5.47±0.01 ^b	374***

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

***: P<0.001

Tablo 5. Organik Asit Uygulanmış Balıklarda Muhafaza Süresince Saptanan Duyusal Değerler

	Günler	Kontrol	Benzoik asit	Sorbik asit	Laktik asit	F
Lezzet	1	7.33±0.55	6.50±0.34	5.16±0.65	6.16±0.70	2.38
	7	6.83±0.40	6.50±0.76	5.66±0.84	6.33±0.42	0.59
	14	7.25±0.30 ^a	5.00±0.57 ^b	4.66±0.66 ^b	5.58±0.52 ^b	4.59*
	22	7.00±0.51	4.83±1.04	5.50±0.95	7.00±0.57	1.83
	30	7.25±0.68 ^a	2.83±0.70 ^b	2.33±0.98 ^b	6.00±0.57 ^a	10.13***
Tekstür	45	4.00±0.25 ^{ab}	3.33±0.42 ^b	4.08±0.20 ^{ab}	5.00±0.36 ^a	4.49*
	1	7.00±0.44	7.25±0.44	6.83±0.70	7.08±0.45	0.11
	7	6.66±0.71	5.75±0.68	6.58±0.45	6.16±0.30	0.75
	14	7.25±0.51 ^a	5.08±0.49 ^{bc}	4.33±0.42 ^c	6.08±0.68 ^{ab}	5.54*
	22	7.08±0.37 ^a	4.33±0.61 ^b	4.50±0.76 ^b	7.00±0.51 ^a	6.73**
Renk ve Görünüş	30	6.58±0.41	4.16±1.01	4.00±0.66	5.32±0.46	1.84
	45	3.50±0.31 ^b	3.00±0.25 ^b	3.50±0.34 ^b	4.58±0.32 ^a	4.57*
	1	8.33±0.33	8.16±0.30	7.83±0.47	7.58±0.37	0.78
	7	7.00±0.44	7.16±0.40	6.83±0.60	6.66±0.33	0.22
	14	7.25±0.54	6.66±0.42	6.66±0.42	7.00±0.36	0.41
Genel beğeni	22	7.66±0.61	6.33±0.49	6.25±0.62	6.83±0.65	1.17
	30	6.33±1.14	4.58±0.95	4.66±0.98	5.33±0.84	0.67
	45	3.25±0.17 ^{ab}	2.58±0.23 ^b	3.66±0.33 ^a	4.00±0.25 ^a	5.64*
	1	7.33±0.42	6.50±0.22	5.50±0.67	6.00±0.63	2.26
	7	7.16±0.30	6.16±0.60	5.66±0.76	6.66±0.33	1.45
Genel beğeni	14	7.91±0.37 ^a	5.25±0.47 ^b	5.00±0.57 ^b	6.00±0.68 ^b	5.96**
	22	7.25±0.30 ^a	4.58±0.84 ^b	5.25±0.81 ^{ab}	7.00±0.57 ^a	3.80*
	30	7.00±0.68 ^a	3.41±0.73 ^b	3.41±1.08 ^b	5.83±0.70 ^{ab}	4.82*
	45	4.00±0.25	3.50±0.22	4.50±0.42	4.58±0.63	1.42

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

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

Tartışma ve Sonuç

Araştırma, dumanlama öncesi yapılan tuzlama işleminde, salamuraya benzoik, sorbik ve laktik asit ilavesinin Eğrez balığının kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yapıldı. Bu amaçla balıklar, %20 oranında yalnızca tuz içeren salamurada (kontrol) ve %0.5 benzoik asit, %0.1 sorbik asit ve %0.03 laktik asit içeren %20'lik salamuralarda 4°C'de 10 saat bekletildi. Daha sonra, 30°C'de 1/2 saat, 50°C ve 80°C'de birer saat olmak üzere iki buçuk saat süreyle dumanlandı. Bu işlem sonrası balıklar, muhafazanın 1., 7., 14., 22., 30. ve 45. günlerinde kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizlere tabi tutuldu.

Balıkların kuru madde miktarı, tuzlama ve dumanlama işlemleri sonucunda oluşan rutubet kaybından dolayı önemli oranda yükseldi. Elde edilen sonuçlara göre, laktik asitle muamele edilen grubun daha fazla kuru maddeye sahip olduğu belirlendi ($P<0.001$) (Tablo 1). Araştırmada işlemler öncesi ve tuzlama-dumanlama sonrası tespit edilen kuru madde miktarı birçok araştırmacının (Gökoğlu ve Varlık, 1992; Salama ve Khalafala, 1993; Kolsarı ve Özkaya, 1998; Diler ve Becer, 2001) bulgularıyla uyum içersindedir. Diler ve Becer (2001), taze Eğrez balıklarının kuru madde miktarını %19.80-24.55 arasında, Kolsarı ve Özkaya (1998) da, çiğ alabalıkların kuru madde miktarını %29.05 düzeyinde saptamışlardır. Kolsarı ve Özkaya (1998), dumanlama sonunda kuru madde miktarını %43.65, Gökoğlu ve Varlık (1992) ise %46 olarak tespit etmişlerdir. Beltran ve Moral (1990)'ın, dumanlanmış sardunya filetolarında, Diler ve ark (2003)'ün de dumanlanmış Eğrez balıklarında belirledikleri kuru madde miktarı bu araştırmanın sonuçlarından düşük bulunmuştur. Bu farklılık, uygulanan teknolojik işlem (Beltran ve Moral, 1990) ve araştırmanın yapıldığı mevsim farklılıklarından kaynaklanabilir.

Eğrez balıklarının yağ miktarlarında tuzlama-dumanlama sonrası önemli düzeyde ($P<0.001$) farklılıklar meydana geldi. En yüksek yağ miktarı laktik asit uygulanan numunelerde tespit edildi (Tablo 1). Bu durum laktik asitle muamele edilen gruplarda meydana gelen fazla rutubet kaybından ileri gelebilir. Numunelerin yağ miktarları, Diler ve Becer (2001)'in taze, Diler ve ark. (2003)'ün taze ve dumanlanmış Eğrez balıklarında tespit ettikleri değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Farklılık kullanılan hammaddenin yağ içeriğinin değişik olmasından ileri gelebilir. Kolsarı ve Özkaya (1998), çiğ alabalıkların yağ miktarının (%8.45), sıcak dumanlama sonunda %11.23'e kadar yükseldiğini belirlemişlerdir.

Salamura-dumanlama sonrası kontrol ve sorbik asit uygulanan gruplarda protein artışı, laktik asit uy-

gulanan grupta da protein azalması önemli ($P<0.001$) bulundu (Tablo 1). Diler ve Becer (2001), taze Eğrez balıklarının protein miktarını %14.6-16.4 arasında tespit etmişlerdir. Diler ve ark. (2003), taze Eğrez balıklarında %17.66 olan protein miktarının dumanlanmış balıklarda %21.78'e yükseldiğini bildirmişlerdir. Kolsarı ve Özkaya (1998), çiğ alabalıkların protein miktarının (%19.05), sıcak dumanlama sonunda %25.60'a yükseldiğini ifade etmişlerdir. Beltran ve Moral (1990), dumanlanmış sardunya filetolarında protein miktarını %26.24 olarak saptamışlardır.

Dumanlama sonrası en yüksek tuz miktarı benzoik asit, en düşük tuz miktarı sorbik asit uygulanan grupta tespit edildi. Kolsarı ve Özkaya (1998), dumanlanmış alabalıkların tuz miktarını %3.68 olarak bildirmişlerdir. Diler ve ark. (2003), dumanlanmış Eğrez balıklarında tuz miktarını %11.96 düzeyinde tespit etmişlerdir.

Numunelerin pH değerlerinde, uygulanan katkı maddelerine bağlı olarak, tuzlama-dumanlama sonrasında önemli düşüşler tespit edildi ($P<0.001$) (Tablo 1). En düşük pH değeri sorbik asit uygulanan grupta bulunurken, bunu sırasıyla laktik, kontrol ve benzoik asit içeren gruplar izledi. Depolama süresince pH değerlerinde düzensiz değişimler görülsede genelde pH değerlerinin muhafaza süresince yükseldiği ve bu yükselmenin kontrol grubunda daha yeknesak ve fazla olduğu belirlendi. Bu durum 45. günde istatistiksel olarak önemli ($P<0.001$) bulundu (Tablo 3). Diler ve ark. (2003), dumanlama işleminin Eğrez balıklarının pH değerlerini değiştirmediğini ifade etmişlerdir. Williams ve ark. (1995), taze kedi balığı filetolarına %1, %2 oranında sodyum laktat uygulamasının pH değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar, taze kedi balıklarına %2 sodyum asetat ve %0.5 propyl gallate uygulayan Zhuang ve ark. (1996) tarafından da ifade edilmiştir. Çelik ve Gerek (2002), sudak balıklarının başlangıç pH değerinin (6.80) salamurada bekletmenin 15. gününde 6.37'ye kadar düştüğünü bildirmişlerdir.

Tuzlama-dumanlama sonrası muhafazanın başlangıcında her üç grubun TVB-N değerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu, en fazla düşüşün sırasıyla sorbik, laktik ve benzoik asit uygulanan gruplarda meydana geldiği gözlemlendi (Tablo 1). TVB-N değerlerinde, kontrol grubu hariç diğer üç grupta da muhafaza süresince paralel olarak artış gözlemlendi (Tablo 3). Muhafazanın 30. gününde, benzoik ve sorbik asit uygulanan gruplarda saptanan TVB-N değerinin kabul edilen tüketilebilirlik sınırının (30-35mg/100g) üzerine çıktığı belirlendi (Tablo 3). Diler ve ark. (2003), bu araştırma bulgularından farklı

olarak dumanlama işlemi sonrası TVB-N değerlerinin düştüğünü ileri sürmüşlerdir. Aynı araştırmacılar depolama süresince TVB-N değerlerinin sürekli olarak arttığını bildirmişlerdir. Çelik ve Gerek (2002), sudak balıklarının başlangıç TVB-N değerinin (4.19mg/100g), 4 aylık salamurada yatırma sonunda 17.49mg/100g'a yükseldiğini, tuz konsantrasyonun artmasına bağlı olarak TVB-N değerlerinde artışın engellendiğini ifade etmişlerdir. Kolsarıcı ve Özkaya (1998), çığ alabalıkta 17.60mg/100g olarak belirlenen TVB-N düzeyinin, dumanlama sonrasında 20.00mg/100g'a çıktığını, depolamanın 48. gününde de 32.72mg/100g'a ulaştığını bildirmişlerdir. Kaya ve Erköyüncü (1999), çeşitli balıkların dumanlama öncesi TVB-N değerlerini 18.9-21.9mg/100g, dumanlama sonrası 16.7- 18.7mg/100g arasında belirlemişlerdir. Araştırmacılar muhafazanın 50. gününde TVB-N değerlerini 55.8-59.7mg/100g arasında tespit etmişlerdir. Beltran ve Moral (1990), dumanlanmış yağsız sardunya balıklarının başlangıç TVB-N değerlerinin (22.90mg/100g), depolamanın 60. gününde 36.35mg/100g'a ulaştığını bildirmişlerdir.

Muhafazanın 1. gününde TBA değerinde kontrol grubu hariç her üç grupta da önemli düzeyde ($P<0.001$) artış belirlendi (Tablo 1). Depolama süresince numunelerin TBA değerlerinde düzensiz değişimler gözlemlendi. Laktik asit içeren grubun daha yüksek TBA değerine sahip olduğu tespit edildi (Tablo 3). Bu durum laktik asidin TBA ayracı ile birleşip renk oluşturmasından kaynaklanabilir. Williams ve ark. (1995)'nin sodyum laktat uyguladıkları kedi balığı filetolarında elde ettikleri değerler, araştırma sonuçlarıyla uyum içersindedir. Diler ve ark. (2003), dumanlama işlemine bağlı olarak TBA düzeyinin arttığını ileri sürmüşlerdir. Balıklarda TBA değerlerinin 5'ten fazla olmaması gerekmektedir (Varlık ve ark., 1993). Çelik ve Gerek (2002), salamura konsantrasyonun artmasına bağlı olarak TBA değerlerinin arttığını belirlemişlerdir. Cuppet ve ark. (1989), salamuraya nitrit ilavesinin, yalnızca sıvı duman ilavesine göre, TBA değerlerini önemli ölçüde düşürdüğünü, salamura konsantrasyonun artmasına bağlı olarak TBA değerlerinin arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacıların tespit ettikleri TBA değerleri bu araştırmada elde edilen değerlerden yüksek bulunmuştur. Salama ve Khalafala (1993), dumanlama sonrası TBA değerlerini 0.92mg/kg olarak belirlerken, depolama süresince düzensiz değişimler tespit etmişler ve TBA değerlerinin, bu araştırma bulgularına benzer olarak, düştüğünü bildirmişlerdir. Kaya ve Erköyüncü (1999), çeşitli tür balıkların dumanlama öncesi TBA değerlerinin (0.60-1.12mg/kg) dumanlama sonrası 0.44-0.937mg/kg düzeylerine kadar düştüğünü belirlemişlerdir.

Toplam mezofilik aerobik (TMA) mikroorganizma sayısında, dumanlama işlemi sonrasında önemli düzeyde ($P<0.001$) azalma tespit edildi. Buna karşın salamuraya ilave edilen organik asitler dikkate alındığında numunelerin TMA mikroorganizma sayılarında önemli bir farklılık ($P>0.05$) olmadığı belirlendi (Tablo 2). Fakat muhafazanın 45. gününde kontrol gruplarının daha yüksek düzeyde TMA mikroorganizma içerdiği belirlendi ($P<0.001$) (Tablo 4). Laktik asit uygulanan grupların depolama süresince genellikle daha az TMA mikroorganizma yüküne sahip olduğu gözlemlendi. Öztürk ve Çiftçioğlu (1996), laktik (%0.1) ve benzoik asit (%1) uygulamalarının dumanlanmış somon filetolarında TMA mikroorganizma sayısını düşürdüğünü bildirmişlerdir. Williams ve ark. (1995), taze kedi balığına %2 sodyum laktat uygulamasının TMA mikroorganizma sayısını önemli ölçüde düşürdüğünü bildirmişlerdir. Diler ve ark. (2003), Eğrez balıklarının TMA mikroorganizma sayısının tuzlama işlemiyle azaldığını fakat dumanlama sonrası önemli artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Kolsarıcı ve Özkaya (1998), dumanlanmış alabalıklarda TMA mikroorganizma sayısını muhafazanın 48. gününde $7.36 \log_{10}$ kob/g düzeyinde tespit etmişlerdir. Araştırmacıların belirledikleri değerler bu araştırmanın bulgularıyla uyum içersindedir. Öztürk ve Çiftçioğlu (1996), suda çözündürülen dondurulmuş somon filetolarının TMA mikroorganizma sayısını (8.50×10^4 kob/g), dumanlama sonrasında 4.5×10^3 kob/g olarak bildirmişlerdir.

Dumanlama işlemi sonrası toplam psikrofilik aerobik (TPA) mikroorganizma sayısı üzerine laktik asit uygulamasının önemli bir etkiye sahip olduğu ($P<0.001$) belirlendi (Tablo 2). Muhafaza süresinin 45. günü hariç diğer bütün günlerde kontrol grubundaki TPA sayısı asit uygulanan gruplara göre daha düşük olarak tespit edildi. Her üç asidinde muhafaza süresince TPA mikroorganizma üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlendi ($P>0.05$) (Tablo 4). Williams ve ark. (1995), %2'lik sodyum laktat uygulamasının, depolamanın ilk iki günü hariç TPA mikroorganizma sayısı üzerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Zhuang ve ark. (1996), sodyum asetatın kedi balığı filetolarında TPA mikroorganizma gelişmesini önemli ölçüde baskıladığını, sodyum laktatın ise böyle bir etkisinin bulunmadığını ileri sürmüşlerdir. Kolsarıcı ve Özkaya (1998), dumanlanmış alabalıkların 48 günlük depolama sonrasında TPA mikroorganizma sayısını $6.25 \log_{10}$ kob/g olarak belirlemişlerdir.

Koliform bakteri sayısı muhafazanın 1. gününde $<1.0 \pm 0.00 \log_{10}$ kob/g saptandı (Tablo 2). Muhafazanın ilerlemesine bağlı olarak benzoik ve sorbik

asit uygulanan grupta 7. günden, laktik asit uygulanan grupta 22. günden, kontrol grubunda da 30. günde sonra üreme gözlemlendi (Tablo 4). Depolama süresince laktik asitli grupların koliform bakteri yükü asit uygulaması yapılan diğer gruplardan daha düşük olarak belirlendi ($P<0.001$) (Tablo 4). Williams ve ark (1995), sodyum laktatın koliform bakteriler üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olduğunu ileri sürmüşlerdir. Salama ve Khalafalla (1993), koliform bakteri sayısının dumanlamaya bağlı olarak düşüğünü ve bu düşüşün depolama süresince sürdüğünü bildirmişlerdir. Öztürk ve Çiftçioğlu (1996), suda çözündürülen dondurulmuş somon filetolarının koliform bakteri sayısını (6.7×10^3 kob/g), benzoik ve laktik asit uygulamasını takiben yapılan dumanlama sonrasında 9.5×10^2 kob/g olarak belirlemişlerdir.

Uygulanan her üç asit, muhafazanın 1. gününde *Staphylococcus-Micrococcus* bakteri sayısı üzerinde önemli yıkılmayıcı etkide bulunmasına rağmen, daha sonraki dönemlerde artış meydana geldi (Tablo 2, 4). Diler ve ark. (2003), dumanlama işlemine bağlı olarak *Staphylococcus-Micrococcus* sayısında önemli azalmalar meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

İşlemler öncesi Eğrez balıklarında $2.22 \log_{10}$ kob/g düzeyinde tespit edilen maya-küf mikroorganizmaları, dumanlama sonrası ve muhafaza sırasında $<1.0 \pm 0.00 \log_{10}$ kob/g olarak saptandı. Diler ve ark. (2003), dumanlama sonrasında Eğrez balıklarının maya-küf sayısında önemli düşmeler meydana geldiğini fakat depolama süresine bağlı olarak maya-küf sayısında önemli artışların olduğunu bildirmişlerdir.

Eğrez balıklarına yapılan duyuşal değerlendirme sonucunda kontrol ve laktik asit gruplarının genellikle daha yüksek lezzet, tekstür ve genel beğeni puanları aldıkları tespit edildi ($P<0.05$, 0.01 , 0.001) (Tablo 5). Renk ve görünüm puanları dikkate alındığında, laktik asit ve sorbik asit uygulanan balıkların depolamanın 45. gününde benzoik asit uygulananlara göre önemli düzeyde ($P<0.05$) daha yüksek puanlar aldığı belirlendi (Tablo 5). Williams ve ark. (1995), sodyum laktat uygulamasının kedi balığının tat ve lezzetine katkı yaptığını bildirmişlerdir. Kolsancı ve Özkaya (1998), depolama süresine bağlı olarak, dumanlanmış alabalıkların görünüş, lezzet ve genel beğeni puanlarında önemli düzeyde azalma olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Sonuç olarak, elde edilen kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal muayene bulgularına göre, dumanlama öncesi salamuraya ilave edilen organik asitlerden özellikle laktik asidin kaliteye etkisinin daha önemli olduğu, bunu sorbik asidin izlediği, ben-

zoik asidin ise özellikle duyuşal nitelikler üzerinde istenmeyen etkiler oluşturduğu gözlemlendi. Bu bulguların ışığında, laktik asidin salamuraya ilave edilmesinin ürünün kalitesini ve raf ömrünü artırmada diğer organik asitlere göre daha etkili olabileceği kanaatine varıldı.

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.

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 filets: Biochemical and organoleptical aspects. *Lebensm. Wiss.- Technol.*, 23, 255-259.

Çelik, M. ve Gerçek, A. (2001). Sudak (Sander lucioperca Boguskaya & Naseka 1996) salamurasının buzdolabı şartlarındaki kalite değişimleri. *T. J. of Vet. and Anim. Sci.*, 26, 865-869.

Cuppert, S.L., Gray, J.I., Booren, A.M., Price, J.F. and Stachiw, M.A. (1989). Effect of processing variables on lipid stability of 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.

Diler, A. ve Becer, Z.A. (2001). Karacaören I baraj gölündeki Eğrez (*Vimba vimba tenella*, Nordman, 1840) balıklarının kimyasal kompozisyonu ve et verimi. *T. J. of Vet. and Anim. Sci.*, 25, 87-92.

Diler, A., Işıkli, B.I., Güner, A. ve Doğruer, Y. (2003). Sıcak dumanlanmanın eğrez balığının (*Vimba vimba tenella*) kalitesine etkisi. *Vet. Bil. Derg.*, Baskıda.

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.

Gökçüoğlu, N. ve Varlık, C. (1992). Dumanlanmış gökkuşan alabalığının (*Salmo gairdnerii* R.1836) raf ömrü üzerine araştırma. *Gıda*, 17, 1, 61-65.

Gram, L. (1991). Inhibition of mesophilic spoilage *Aeromonas* spp. on fish by salt, potassium sorbate, liquid smoke and chilling. *J. Food Protect.*, 54, 6, 436-442.

Hamigan, W.F. and McCance, M.E. (1976). Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology. Revised Ed., Academic Press, London.

- Kaya, Y. ve Erkoyuncu, İ. (1999). Değişik dumanlama metodlarının bazı balık türlerinin kaliteleri üzerine etkileri. On Dokuz Mayıs Üniv. Zir. Fak. Derg., 14, 1, 93-105.
- Kolsarıcı, N. ve Özkaya, Ö. (1998). Gökkuşluğu alabalığı (*Salmo gairdneri*)'nin raf ömrü üzerine tütsüleme yöntemleri ve depolama sıcaklığının etkisi. Tr. J. of Vet. and Anim. Sci, 22, 273-284.
- Liewen, M.B. and Marth, E.H. (1985). Growth and inhibition of microorganisms in the presence of sorbic acid: A Review. J. Food Protect, 48, 4, 364-375.
- Motohorio, T. (1988). Effect of smoking and drying on the nutritive value of fish: A Review of Japanese Studies (Chapter 8), In: Fish Smoking on Drying. The Effect of Smoking and Drying on the Nutritional Properties of Fish. Ed., Burt, J.R., Elsevier Science Publishers, 91-120.
- Öztürk, A. ve Çiftçioğlu, G. (1996). Dondurulmuş somon filetolarına soğuk fümeleme işleminin uygulanabilirliği ve raf ömrüne etkisi. Gıda ve Teknoloji, 4, 8-18.
- Salama, N.A. and Khalafala, G.M. (1993). Chemical, bacteriological and sensory changes in eel fish (*Anguilla vulgaris*) during smoking storage. Archiv Für Lebensmittelhygiene, 44, 1-24.
- Stone, H. and Sidel, J.L. (1985). Sensory Evaluations Practices. Food Sci. and Technol., A Series of Monographs, Academic Press Inc., London.
- Steel, R.G.D., and Torrie, J.H. (1981). Principles and Procedures of Statistics. 2nd ed. Mc Graw- Hill International Book Company, Tokyo. 1981.
- 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.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. ve Gün, H. (1993). Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İske ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Yay. No: 17, İstanbul.
- Williams, S.K., Rodrick, G.E., and Wets, R.L (1995). Sodium lactate affects shelf life and consumer acceptance of fresh catfish (*Ictalurus nebulosus marmoratus*) filets under simulated retail conditions. J. Food Sci., 60, 3, 636-639.
- Zhuang, R., Huang, Y., and Beuchat, L.R. (1996). Quality changes during refrigerated storage of packaged shrimp and catfish filets. J. Food Sci., 61, 1, 241-244.