

1. GİRİŞ

Avcılık ve yetiştiricilik olmak üzere iki yöntemle üretilen su ürünleri; balıklar, yumuşakçalar (Mollusca), kabuklular (Crustacean), bitkisel ürünler ve planktonlardan oluşmaktadır. Üretimin büyük bir kısmı avcılık yoluyla gerçekleşmektedir. Ancak yetiştiricilik yoluyla yapılan kültür balıkçılığının toplam su ürünleri üretimi içindeki payı sürekli artmaktadır. Bugün endüstrileşmiş ülkelerde alabalık ve salmon gibi kültür balıklarının üretimi her geçen gün artan bir öneme sahiptir. Bunun en önemli nedeni doğal kaynaklardan avcılık yoluyla elde edilebilecek ürün miktarının talebi karşılamada yetersizlik göstermesidir. Üç tarafı denizlerle kaplı olsa da, Türkiye gibi açık denize kıyısı olmayan ve açık deniz balıkçılığının olmadığı ülkeler için su ürünleri üretiminde en önemli kaynak yetiştiriciliğe dayalı kültür balıkçılığıdır (Jensen et al., 1998).

Su ürünleri yetiştiriciliği, FAO (Food and Agriculture Organisation) tarafından dünyada en hızlı büyüyen gıda sektörü olarak belirlenmiştir. 2001 verilerine göre toplam dünya su ürünleri üretimi yaklaşık 142 milyon tondur. Bu üretimin %66'sı avcılık, %34'ü ise kültür balıkçılığı ile sağlanmıştır (Anonymous, 2003). Türkiye'nin 2001 yılı toplam su ürünleri üretimi 595 bin ton, 2002 yılında ise 628 bin ton kadardır. 2002 yılı üretimin yaklaşık 67 bin tonu, 2003 yılı üretiminin ise yaklaşık 68 bin tonu yetiştiricilik yoluyla sağlanmıştır. Yetiştiricilikten elde edilen üretimin %97'sini balıklar, %3'ünü ise diğer deniz ürünleri oluşturmaktadır. 8.333 km kıyı uzunluğuna sahip olan ülkemizde yaklaşık 25 milyon hektar kullanılabilir su ürünleri üretimine uygun alan bulunmaktadır (Anonymous, 2001^a, Anonymous, 2002, Anonymous, 2004).

Ülkemiz su ürünleri içinde ekonomik olan su ürünlerinin sayısı 100'ü geçmemekte ve balık üretiminin yaklaşık %80-90'ı pelajik (kıyı) türlerden oluşmaktadır. Karadeniz'de hamsi, istavrit, kefal, palamut, lüfer, Akdeniz'de sardalye, kefal, Ege Denizi'nde sardalye, Marmara'da hamsi, istavrit, kefal gibi balıklar önemli ekonomik pelajik türlerdir. Demersal (dip) balıklardan, Karadeniz'de kalkan, mezigit, Ege ve Akdeniz'de çipura, barbunya, berlam ve iskarmoz gibi balıklar ön sırada yer alırlar. Su ürünleri sanayisinde, ürünlerin çabuk kalite kaybı veya bozulmasını önleyecek uygun etkin teknolojiler kullanılmadığı, yüksek katma değerli mal üretiminin sağlanamadığı işletmelerde ve ürünlerde Avrupa Birliği (AB)

standartlarına yeterli ölçüde uyumlu olunamadığı ve bu ülkelere ihracatın durdurulduğu bilinmektedir (Anonymous, 2001^b).

Su ürünleri üretimini artırıcı yönde kaynakların geliştirilerek ülkenin sosyal, ekonomik ve diğer ulusal amaçlarına uygun, açık deniz balıkçılığı, yetiştiricilik, koruma kontrol, hastalıklar, parazitler ve biyoteknoloji konularını kapsayan araştırma, geliştirme ve eğitim faaliyetlerine önem verilmesi önerilmektedir. Su ürünleri sanayisinin geliştirilmesi, ürünlerin kalitesi bozulmadan tüketiciye ulaştırılması için ülkede değerlendirme tesisleri ile entegre olan soğuk ve donmuş zincirin etkinlikle kurulması sağlanarak avcılık ile üretim, yetiştiricilik, değerlendirme ve pazarlamanın birbirine karşı dengeli, etkin ve kapasitesi yeterli bir sistem kurulmasının önemi belirtilmektedir (Anonymous, 2001^b).

Türkiye su ürünleri üretiminin büyük bölümünü Karadeniz'den sağlamaktadır. Karadeniz, kıyısı olan ülkelerin av baskısı altında olan, bu nedenle üretim miktarını daha fazla artırma imkanı olmayan bir denizdir. Avcılık yoluyla üretimin %74'ü Karadeniz'de yapılmaktadır. Bunu %15 ile Marmara izlemektedir. En az balık ise Akdeniz'de avlanmaktadır. Ege denizi avcılık yoluyla üretimde %9 paya sahiptir. Buna karşın denizde yetiştiricilik yolu ile üretim en fazla Ege denizi'nde yapılmaktadır. Türkiye, dünya genelinde söz sahibi olmasa da, kendi bölgesi içinde önemli bir su ürünleri üretim potansiyeline sahiptir. Yakın doğu ülkeleri arasında Mısır'dan sonra en fazla yetiştiricilik yapan ülkedir (Anonymous, 2001^b).

Türkiye'de su ürünlerinin muhafazası, taşınması ve depolanması yeterli düzeylerde olmadığı için üretilen su ürünlerinin büyük bir kısmı ancak taze olarak üretildiği bölgelerde tüketilmektedir. Yıl içi ve yıllar arası su ürünleri üretimleri büyük dengesizlikler gösterirken, ürünler daha çok taze olarak tüketime sunulmaktadır.

Su ürünleri üretiminde ürünün bol ve ucuz olduğu dönemlerde, alternatif yeni ürünlere işlenebilirliğini cazip hale getirerek, buzdolabı koşullarında uzun süreli depolanabilirliğini geliştirebilme olanakları, dolayısı ile özellikle ω -3 ve ω -6 yağ asitleri olmak üzere, doymamış yağ asitleri stabilitesini artırmak ve ürünün toplam kalite özelliklerini geliştirmek, hammadde üretiminde yeni açılımlar sağlayacaktır. Günümüzde beslenme alışkanlıkları nedeniyle ω -6 yağ asitleri diyetle fazlasıyla

alınmakta, ancak ω -3 yağ asitleri yeterince alınamamaktadır. Yapılan araştırmalar diyetle alınan ω -6, ω -3 yağ asitleri oranının 15/1-20/1 arasında olduğunu göstermektedir. Ancak Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından ω -6/ ω -3 oranının 5/1-10/1 arasında olması gerektiğini belirtilmektedir. Bu oranın 10/1'in üzerinde olması durumunda, tüketimin ω -3 yağ asitlerince zengin olan deniz hayvanları, balık yağı, soya, kanola yağı gibi gıdalara kaydırılması gerekmektedir (Nettleton, 1995).

1998 yılı verilerine göre, yetiştiricilik ile yapılan üretim, iç su alabalığı için 32.340 ton deniz alabalığı için 2.290 ton, çipura için 10.150 ton, levrek içinse 8.660 ton, toplam yetiştiricilikten elde edilen üretim ise 56.700 tondur (Anonymous, 2001^b). Bu veriler, tatlı su alabalığı üretim miktarının toplam üretimin %57'sini kapsadığını göstermektedir.

Dünyada kültür olarak üretilen su ürünlerinin başında alabalık (*Oncorhynchus mykiss*), sazan (*Cyprinus carpio*) gibi tatlı su balıkları ve çipura (*Sparus auratus*), levrek (*Dicentrarchus labrax*), salmon (*Salmo salar*), kalkan (*Scophthalmus maeoticus*) gibi deniz balıkları gelmektedir (Nettleton, 1995).

Gökkuşaağı alabalığının yetiştiriciliği son yıllarda oldukça gelişmiştir. Üretimin fazla olduğu dönemlerde ürünün kalite kaybına uğramadan, ya da olabilecek en az kayıpla tüketiciye ulaştırılması önemli bir konudur. Soğuk zincir boyunca meydana gelebilecek değişimlerin bilinmesi ve ürünün raf ömrünün belirlenebilmesi için soğukta depolanan su ürünlerindeki kalite değerlerinin ve bu değerlere göre yapılmış kalite sınıflamasının bilinmesi gereklidir.

Bütün gıda ürünlerinde olduğu gibi balık ve ürünlerinin uzun süreli muhafazasına olanak sağlamak amacıyla değişik muhafaza teknikleri uygulanmaktadır. Raf ömrünün uzatılması çeşitli faktörlere bağlıdır. Gıda muhafazasındaki geleneksel yöntemler (güneşte kurutma, tutsüleme, vs.) özellikle uzun süreli muhafazada yetersiz kalmaktadır. Modern yöntemler (dondurma, dondurarak kurutma, kontrollü atmosferde depolama) ekonomik nedenlerden her zaman kullanılamamaktadır.

Soğuk dumanlanmış balık ürünleri, tuz içeriği %6'nın altında, pH değeri 5'in üzerinde olan ve nitrit gibi koruyucular katılarak buzdolabı sıcaklığında muhafaza

edilen, hafif korumalı ürünlerdir. Bu tip ürünlerde fenol miktarı genellikle 0,5 mg/100 g'dan daha azdır. Dumanın dayanıklılığı artırma etkisi yetersiz olup, dumanlama mutlaka kütleme, kurutma ve ısıtma gibi diğer temel işlemlerle birlikte kullanılmalıdır. Soğuk dumanlanmış balık ürünlerinin raf ömrü buzdolabı koşullarında yaklaşık bir hafta kadardır. Bu süreyi arttırmak ve olası kalite bozukluklarını önlemek için son yıllarda çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Ayrıca; balık muhafazası ve işlenmesinde ω -yağ asitlerinin korunması konusunda da çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Allam et al., 1988, Nettleton, 1995, Bòrquez et al., 1997, Shahidi and Wanasundara, 1998, Leroi et al., 2001, Kiessling et al., 2001, Trautwein, 2001; Kamal- Eldina and Yanishlievab, 2002).

Lipit bozulmasının en önemli nedeni, doymamış yağ asidi radikallerinde oksijen faaliyetidir. Doymamışlık arttıkça oksijen faaliyeti ve oksidasyon artar. Doymamış yağ asitlerince son derece zengin olan balık da oksidasyona karşı daha hassastır. Yağ asitleri, enzimatik yıkım gerçekleştiğinde oksidasyonu hızlı bir şekilde destekler. Bu açıdan bakıldığında bu yağ asitlerinin stabilitesinin artırılması son derece önemlidir (Nettleton, 1995).

Antimikrobiyal ve antioksidan kullanımının soğuk dumanlanmış balıklarda kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal açıdan etkilerini incelemek bu araştırmanın temel konusunu oluşturmaktadır. Çalışmada, farklı antimikrobiyal ve antioksidan ajan kullanımı ile dumanlama işleminin taze balık, salamura balık ve kontrol grubuna karşı ürünün kalitesi üzerine etkileri belirlenmiş, özellikle işleme ve depolama sırasında ω -3 ve ω -6 yağ asitlerinin kayıpları saptanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Bazı Su Ürünleri İstatistikleri

Ülkemiz deniz ve iç suları, soğuk ve sıcak su balık çeşitlerinin avlanması ve yetiştirilmesi için uygun ekolojik özelliklere sahiptir. Karadeniz’de 247, Marmara Denizi’nde 200, Ege Denizi’nde 300 ve Akdeniz’de 500 balık türü bulunmaktadır. Ancak ekonomik olan ve istatistiklerde yer alan türlerin sayısı 100 kadardır. 1998 yılı istatistiklerine göre Türkiye’de su ürünleri üretiminin %80’i denizlerden, %10’u iç sulardan ve yine %10’u yetiştiricilikten elde edilmiştir (Anonymous, 2001^b).

Her ne kadar Çizelge 1’de ele alınan ülkeler arasında Türkiye toplam 652.000 ton üretim ile oldukça iyi bir yerde olsa da, kişi başına yıllık tüketim açısından çok alt seviyelerde yer almaktadır.

Çizelge 2.1: Bazı Avrupa Birliği Ülkeleri’nin su ürünleri üretimi ve kişi başına tüketimleri (Anonymous, 2001^b).

Ülkeler	Miktar (ton)	Kişi Başına Tüketim kg/yıl	Tüketilen Toplam Protein Oranı (%)
Danimarka	2.041.000	20	11,0
İspanya	1.320.000	21	5,6
İngiltere	1.103.000	18	5,1
Fransa	875.000	27	5,4
Türkiye	652.000	8	7,6
İtalya	609.000	21	5,6
Hollanda	521.000	20	4,0
İrlanda	412.000	18	3,8
Almanya	298.000	12	3,8
Yunanistan	198.000	24	5,8

Çizelge 2.2: Dünya su ürünleri üretimi ve değerlendirme şekli (Anonymous, 2001^b).

	1990		1995		1997	
	Miktar (1000 ton)	%	Miktar (1000 ton)	%	Miktar (1000 ton)	%
Doğrudan tüketim	70.810	71,9	85.580	73,6	92.610	75,8
Balık unu ve yağı	27.730	28,1	30.450	26,4	29.530	24,2
Toplam	98.540		116.030		122.140	

Çizelge 2.1’de de görüldüğü gibi, yıllar itibariyle dünyada tüketime sunulan balık miktarı ve toplam üretime göre balık unu ve yağına işlenmeden doğrudan tüketim oranı artmaktadır. Tüketici sağlık ve beslenme sorunlarına bağlı olarak daha fazla balık ve balık ürünleri tüketimine yönelmektedir.

2.2. Gökkuşığı Alabalığına Ait Özellikler

Önceki yıllarda alabalık, *Salmo gairdneri* veya *Salmo irideus* adıyla anılsa da bugün geçerli olan ismi *Oncorhynchus mykiss*'dir. Alabalıkta vücut rengi çeşitlilik göstermekle birlikte genellikle vücut, baş ve yüzgeçlerinde siyah yuvarlak noktalara sahip zeytin yeşili renktedir. Geniş bir ağız ve gelişmiş dişlere sahiptir. Ortalama ağırlık 150-300 g ve boy 24-30 cm'dir. Sezona göre değişmekle birlikte ortalama kimyasal kompozisyonu; %70-80 su, %7-8 yağ, %18-20 protein ve %1 kül şeklindedir (Mills, 2001). Cattaneo et al. (1983), taze alabalıkta %65,8 nem, %13,2 yağ, %19,14 protein, %1,6 kül, %0,4 tuz belirlerken, 25 °C'de 3-4 saat dumanladıkları %4,3 tuz konsantrasyonuna sahip alabalıkta bu değerleri aynı sıraya ve % orana göre, 58,8, 13,11, 21,86, 5,86 ve 4,3 olarak bildirmişlerdir.

Balık, yüksek biyolojik değerde protein, çoklu doymamış yağ asitleri , mineral ve A, B3, (nikotinamid), B6 (pridoksin), B12 (kobalamin), E (α-tokoferol), ve D vitamin değerinden dolayı insan beslenmesinde çok büyük bir öneme sahiptir (Hyytiä et al., 1997, Lyhs et al. 1998). Ülkemizde üretilmekte olan bazı balıkların kimyasal kompozisyonları ve yenilebilir kısım oranları aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 2.3: Bazı balıklarda kimyasal kompozisyon ve yenilebilir kısım oranları (%).

Tür	Protein	Yağ	Kül	Yenilebilir Kısım
Alabalık*	17	3	1,0	51
Alabalık**	19	4	1,3	70
Hamsi*	19	12	1,5	60
Levrek*	16	0,6	1,6	50
Sazan*	18	13	1,5	41
Uskumru*	18	13	1,5	50

* Karakaya ve Kılıç, 1995

** Çelikkale, 1982

Baran vd. (1982)'nin gökkuşığı alabalığı (*Onchorynchus mykiss*) üzerine yaptıkları araştırmaya göre, dişi balıkların genelde erkek balıklara göre daha büyük ve ağır olması gerekirken dişi ve erkek balıklar arasında belirgin bir fark gözlenmediğini bildirmişlerdir. Dişi ve erkek balıklarda kimyasal kompozisyon açısından fark bulamazlarken, yağ ve protein içeriklerindeki artışın yaşla ilişkili olmadığı ve kül miktarının önemli bir değişim göstermediğini ortaya koymuşlardır. Balıkların vücut yapılarındaki değişmelerin, büyük ölçüde yaşla ilgili olduğu ve ayrıca balıklarda boy ve ağırlık arttıkça protein miktarının arttığını ileri sürmüşlerdir.

Erikson et al. (1997), yapmış oldukları çalışmada Atlantik salmonun canlı taşınması sırasında oluşan stres ve kesimle ilgili işlemler ve su kalitesinin karkas kalitesine etkisi ile ilgili belirgin bir fark elde edememişlerdir.

Soğuk dumanlanmış balık endüstrisinde temel materyal salmon ve alabalıktır. Soğuk dumanlanarak vakum paketlenen balık ürünleri çok çabuk bozulabilen, hafif korumalı, tüketime hazır gıdalardır (Hyytiä et al., 1997, Lyhs et al. 1998, Vaz-Velho et al. 1998, Stohr et al., 2001). Geleneksel olarak soğuk dumanlanmış Atlantik salmon, nem içeriği %60-70, pH'sı 5,8 - 6,3 arasında, raf ömrü kısa, hafif korumalı bir üründür. (Duffes et al., 1999, Sigurgisladottir et al., 2000^b).

Soğuk dumanlanmış balığın buzdolabı sıcaklığında aerobik koşullar altında muhafazası, çoğunluğu *Pseudomonas* spp. ve mayalardan oluşan mikrobiyal gelişime neden olur. Vakum paketlenme veya modifiye atmosferde paketlenme sırasında laktik asit bakterileri hızla dominant mikroflora olarak gelişir. Saprofit olan laktik asit bakterileri patojenlerin kontrolüne yardımcı olacağından bu özellik son derece önemlidir. *Cl. botulinum* ve *L. monocytogenes* kontrolü soğuk dumanlamanın yanı sıra nitrit gibi bazı katkıların ilavesi ile kontrol altına alınabilir. Laktik asit üreten mikroorganizmalar, biyojen amin üreten mikroorganizmaların faaliyetlerini engellemektedir. Bu konuda en etkili önlem, ürünün işlenmesi sırasında hijyen kurallarına dikkat etmek, hızla soğutmak ve hasattan tüketime kadar düzenli bir şekilde soğuk koşullarda muhafaza etmektir (Anonymous, 2001^c, Jahncke and Herman, 2001). Yapılan çalışmalar, laktik asit bakterisi inokülasyonu ile soğuk dumanlanmış balıkların depolanabileceğini ortaya koymuştur (Petäjä et al., 2000). Sıcak dumanlama sırasında amin üreten etkenler inhibe edilse de, soğuk dumanlama aynı etkiyi göstermez (Flick et al., 2001).

2.3. Dumanlama ve Dumanlamanın Amaçları

Dumanlama, eski dönemlerde balığın depolama süresini artırıcı temel işlem olarak kullanılmakta iken, günümüzde modern soğutma sistemlerinin kullanılmasıyla birlikte, balığın renk ve duyu özelliklerini korumak ve geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır (Rørvik,2000, Rørä et al., 2003,).

Ürün hasat sonrası hemen temizlenip yıkanmalı ve buzla kaplanmalıdır. Temizleme sırasında kontaminasyon önlenmeli ve baş koparılmamalıdır.

Dumanlama sırasında kaliteli hammadde kullanılması, temiz yıkanması, yeterli kuruma sağlanması, kontaminasyon riskinin minimize edilmesi, salamura çözeltilisinin sıklıkla değiştirilmesi, ürünün buz dolabı sıcaklığında muhafaza edilmesi gerekir. Hasat sonrası balık buzla kaplanarak rigor durumu sona erinceye kadar buzda tutulmalıdır. Tuzlama işlemi, ağırlık kaybına yol açmadığı ve kalite açısından avantajlı olduğu bilinen salamura metodu ile yapılmaktadır. Buna karşın üreticiler tarafından, kurutma süresini uzatmamak için kuru tuzlama tercih edilmektedir (Bannerman and Horne, 2001, Mills, 2001).

Günümüzde dumanlama, ürüne daha güzel bir flavor kazandırmak amacı ile yapılmaktadır. Bu nedenle daha az tuzlanıp, daha hafif dumanlama uygulanarak buzdolabı sıcaklığında raf ömrü 1 hafta kadar olan bir ürün üretilmiş olur (Horne, 2001).

Dumanın üründe kullanılmasının amaçları (Öztan, 2003);

1. Aromayı ve tadı geliştirmek,
2. Renk gelişimi sağlamak,
3. Ürünün dayanıklılığını artırmak,
4. Oksidasyonu önlemek,
5. Yeni ürünler elde etmek.

Ağaç dumanından 300 adet bileşen izole edilmiş olup, ağaç dumanındaki en yaygın bileşenler; fenoller, alkoller, organik asitler, karboniller, hidrokarbonlar ve CO, CO₂, O₂, N₂, N₂O gibi gaz formundaki bileşiklerdir. Ağaçtan, 20 farklı fenol izole edilmiştir. Ağacın, %40-60'ı selüloz, %20-30'u hemiselüloz, %20-30'u lignindir (Pearson and Tauber, 1986, Öztan, 2003).

Bugün soğuk dumanlama işlemi çok değişik metodlaruygulanarak yapılmakta ve uygulanan işlemlere göre “yoğun dumanlam”, “hafif dumanlama”, “füme dumanlama” ve “geleneksel dumanlama” gibi terimlerle ifade edilmektedirler . Bu ürünlerin niteliğini, şekerler, baharatlar ve kürlenme metodları belirler (Hilderbrand, 2001). Atlantik salmon genellikle soğuk dumanlanır veya herhangi bir ısı işlem yapılmaksızın marinatta bekletilip ince dilimlere ayrılır. Soğuk dumanlama işlemi üç aşamalıdır. Bu aşamalar; tuzlama, kurutma ve dumanlama olup, bütün bu işlemler sırasında sıcaklık 30 °C'nin altında tutulur. Soğuk dumanlanan salmonda

su fazla tuz içeriği, %2,0-6,0 arasında, su içeriği %65-70 ve pH içeriği 5,8-6,3 arasındadır. Dumanlama işlemi sırasında ağırlık kaybı çığ ürünün kaynağına, dumanlama sırasında uygulanan zaman ve sıcaklık gibi parametrelere bağılı olarak yaklaşık %10-25 arasında gerçekleştiğı belirtilmiş olup, aynı çalışmada duyusal analizler için 8-9 kişilik panelist grup arasında test yapılmıştır (Howgate, 1979).

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), gökkuşaağı alabalığının raf ömrü üzerine tıtsüleme yöntemleri ve depolama sıcaklığının etkisi üzerine yapmış oldukları çalışmada, 80° salinometrelik salamurada +28 °C'de 8 saat tıtsüleyip vakum paketledikleri gökkuşaağı alabalıklarını, +4 °C'de depolamışlardır. Depolama süresi boyunca 4 günlük periyotlarla yapılan analizlerde, soğuk dumanlanmış balıkta kuru madde %37,8, protein %23,65, yağ %9,96, kül %3,35, tuz %2,25 olarak belirlenmiştir. pH değeri, çığ alabalıkta 6,12, depolama başlangıcında 6,42, 16 günlük depolamanın sonunda ise 6,00 değerine düşmüş ve bu düşüş laktik asit bakteri yükündeki artışa bağlanmıştır. TVB-N değeri depolama başlangıcında 19 mg/100g iken 12. günde 37 mg/100 g, 16. günün sonunda 50 mg/100 g değerine ulaşmıştır. toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (TMAB), başlangıçta 5,39 log kob/g iken 16. günde 8,55 log kob/g olarak gerçekleşmiş, aynı sürede laktik asit bakteri sayısı (LAB) 6,00 log kob/g değerinden, 8,89 log kob/g değerine, toplam psikrofilik bakteri sayısı ise (TPAB), 3,82 log kob/g değerinden 5,63 log kob/g değerine yükselmiştir.

Leroi et al. (2001), piyasadan alınan 5 farklı üretim yerine ait soğuk dumanlanmış vakum paket salmonu 5 °C'de 5-6 hafta depolamışlar, raf ömürleri 1-6 hafta, ortalama % nem içeriği 60,5, ortalama % yağ içeriği 14, ortalama % tuz içeriği 3,1, fenol içeriği 0,55, ortalama pH ise 6,2 olarak belirlenmiştir. Çalışmada *Lactobacillus* yükü yüksek çıkan ürünlerde pH düşüşü gözlemlenmiş ve asitliğin yükselmesinin nedeni *lactobacillus* yükündeki artışa bağlanmıştır. Diğer yandan aynı çalışmada soğuk dumanlanmış ürünün raf ömrü fenol ve tuz konsantrasyonuna bağlanmıştır. Diğer yandan ürünün kalitesinin tek bir kimyasal veya mikrobiyolojik parametreye bağlanamayacağı ifade edilmiştir.

Dondero et al. (2004), %2,4 tuz konsantrasyonuna sahip soğuk dumanlanmış salmonun 0, 2, 4, 6, 8 °C'de depolanması sırasında kalite değişimini inceledikleri çalışmalarında, aynı sıraya göre depolama ömrü, 26, 21, 20, 10 ve 7 gün olarak belirlenmiştir. TMAB ve TVB-N değeri sıcaklıkla pozitif korelasyon göstermiştir.

TVB-N değeri yukarda belirtilen sıcaklık ve depolama sürelerinde 22,1-25,8 mg TVB-N/100 g başlangıç değerinden 31,8, 29,3, 29,8 30,0 ve 29,9 mg değerine, TMAB değeri ise 150- 170 x 10³ kob/g değerinden 185x10⁴, 303 x10⁵, 450x 10⁴, <300x10⁶ ve 760 x10³ kob/g değerine ulaşmıştır.

Dodds et al. (1992), toplam mikrobiyolojik özelliklerini belirlemek amacı ile piyasadan aldıkları 34 dumanlanmış balık üzerinde 4 °C'de depolama sırasında yaptıkları mikrobiyolojik kalite çalışmasında, başlangıçta TMAB değeri 10³-10⁵ arasında belirlenirken, örneklerdeki su aktivitesi 0,727-997 arasında belirlenmiştir.

Sigurgisladottir et al. (2000^a) yapmış olduğu çalışmada, dumanlama ve kurutma sıcaklığı 20-30 °C olarak uygulanan ürün, daha sonra soğuk depoda 1 °C'de 1 gün bekletilmiştir. Bağıl nem %65 ve hava akımı 2 m/s (5 saat) olarak belirlenmiştir. Çalışmada kuru tuzlamanın salamura tuzlamaya göre kas lifleri çapında daha fazla daralmalara yol açtığı belirlenmiştir.

2.4. Balık Yağı ve Yağ Asitleri

Balıkların türü, yaşı, büyüklüğü, üreme dönemi, bulunduğu coğrafik bölge ve mevsimler yağ miktarı ve yağ asitleri bileşimini etkilemektedir. İçerdikleri yağ miktarları farklı türler ve hatta aynı tür içinde dahi değişik faktörlere bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Örneğin; Atlantik uskumru %5,1-22,6, som balığı %2,2-19 arasında yağ içermektedir. Balık yağlarında diğer hayvansal yağlardan farklı olarak 20 ve daha uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri bulunmaktadır.

Deniz ürünlerindeki yağlar, bitki ve hayvan yağlarına göre daha kompleks yapıdadırlar. Karbon zinciri uzunluğu C:14 ve C:24 arasındadır, hatta C:12 ile C:26 bile bulunabilmektedir. C:14 ile C:16 tekli doymamış bağ içerirken, C:20 ve C:22 yağ asitleri, dört, beş ve hatta 6 çift bağ içerirler (Cutting, 1961, Nettleton, 1995, Hamilton et al., 1997, Ashton and Sharnbrook, 2002). Su ürünlerindeki yağların yağ asitleri içeriklerinin farklı olması; beslenme şekli, coğrafik şartlar, çevre sıcaklığı, avlanma mevsimi, vücut uzunluğu, cinsiyet ve tür gibi faktörlere bağlıdır. Tatlı su balıklarının yağ oranları, kara hayvanları ve deniz balıkları arasında yer almaktadır (Keskin, 1981).

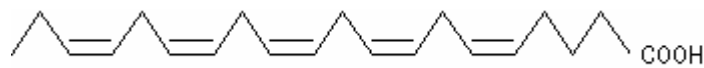
Vücutumuz doymuş yağ asitleri ve tekli doymamış yağ asitlerini sentezleyebilir. Ancak çoklu doymamış yağ asitlerinden olan linoleik ve linolenik asit gibi yağ asitlerini sentezleyemez, bunlar mutlaka diyetle dışarıdan almak zorundadır (Nettleton, 1995). Uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin günlük alımındaki artışın orta yaşlı Amerikalılarda kalp-damar hastalıklarından kaynaklanan ölümlerde %40'lık azalmalara yol açtığı ortaya konmuştur. Linolenik asit (LNA), dokosaheksaenoik (DHA) ve eikosapentaenoik (EPA) yağ asitleri birbirlerinin yerini tutamazlar. Her biri farklı görevler üstlenmişlerdir. LNA ω -3 yapısında olmasına rağmen insanlar ve hayvanlarda metabolize olması EPA ve DHA'dan farklıdır. Esansiyel yağ asitlerince yetersiz beslenen kişilerde, özellikle bebeklerde ve çocuklarda, büyüme ve gelişme aksamakta, egzama, aşırı su kaybı, deride kızarıklıklar, mikroplara karşı dirençsizlik, anormal kan pıhtılaşması, böbrek yetmezliği, yüksek tansiyon ve karaciğer yağlanması gibi metabolik bozukluklar ortaya çıkabilmektedir. Bu yağ asitleri membranın yapısal bileşenlerinin oluşturulması için gereklidir (Nettleton, 1995).

DHA ve EPA beyin hücrelerinin ve retina tabakasının gelişmesi için mutlaka gerekli olduğundan büyüme çağındaki olan çocuklar için önem taşımaktadır. Diyetin bol miktarda DHA içermesi öğrenme kabiliyetini geliştirirken, eksikliği öğrenme yetersizliğine neden olur. DHA'nın beyinde yıkılması oldukça hızlı olur. DHA eksikliğinde bebeklerde kist oluşumu, fenolketonuria, depresyon, saldırganlık ve adalenin gelişmemesi gibi bozukluklar meydana gelir. Beyinde DHA'nın azalması ile yaşlılık dönemlerinde kavrama bozukluğu ve Alzheimer hastalığı meydana gelmektedir. Görmenin gelişmesi bebeğin ω -3 yağ asitlerince zengin diyet ile beslenmesi sonucu gerçekleşmektedir. Bu nedenlerle bebek mamalarına ω -3 yağ asitlerinin katılması ile bu yağ asitlerinin eksikliğinden dolayı ortaya çıkabilecek olumsuzluklar önlenmiş olur (Horrocks and Keo, 1999).

Batı toplumlarında ölüme sebep olan en önemli rahatsızlıklar kalp-damar hastalıklarıdır. Epidemiyolojik çalışmalarda, balık tüketimi ile miyokardiyal hastalıktan meydana gelen ani ölümün azalması arasında güçlü korelasyon olduğu belirlenmiştir. Günlük 200 mg DHA'nın balıktan sağlanması ile bu azalma %50 oranında gerçekleşmiştir (Mazza, 1998, Sadler and Saltmarsh, 1998, Horrocks and Keo, 1999, Mantzioris et al., 2000).

Balıklarda bulunan en önemli ω -3 yağ asitleri EPA ve DHA'dır. DHA'yı ancak fitoplanktonlar sentezleyebilir. Beyinsel aktiviteleri, balık, yumuşakça ve kabukluların daha iyi geliştirebileceği bilinmektedir. Düşük yağlı balıklarda ve düşük sıcaklıkta yaşayan balıklarda bulunan ω -3 oranı kısmen de olsa daha yüksektir. ω -3 yağ asitlerince en zengin balık yağları, Atlantik salmon, pembe salmon, sockeye salmon, chnook salmon, göl alabalığı ve gökkuşağı alabalığı gibi *salmonidea* familyası üyelerinin yanında, Avrupa sardalyesi, sardunya, mavi balık, Atlantik uskumru, Atlantik ve Pasifik ringa gibi türlerdir. EPA ve DHA'ya ilaveten balık yağları 18:4 ω -3, 20:4 ω -3, 22:5 ω -3 ve 18:5 ω -3 yağ asitlerini de içerebilir. Genellikle bu yağ asitlerinin oranı toplam yağ asitlerinin %1'inden daha azdır. Fakat 18:4 ω -3 yağ asitleri yanında ω -6 yağ asitlerince de zengin kaynaklardır. Çoğunluğu %30'dan daha az doymuş yağ asidi içerir. Araştırmalar ω -3 yağ asitleri içeren yiyeceklerin tüketiminin kalp-damar hastalıklarının azaltılması ile ilişkili olduğunu göstermiştir. ω -3 yağ asitleri içeren gıdalar kandaki kolesterol (LDL kolesterolü) ve trigliserit seviyesini düşürür ve normal değerde tutar. Kanı sulandırır ve damar içinde pıhtılaşmasını engeller, kalp krizi riskini azaltır. Yüksek miktarda yağlı ve proteinli yiyeceklere rağmen damar sertliği oluşumunu yavaşlatır (Linko and Hayakawa, 1996, Sidhu, 2003).

Doymamış yağ asitleri metil grubundan itibaren numaralandırıldığında çift bağın yerine göre ω -3, ω -6 veya ω -9 olarak adlandırılabilir. Çizelge 2.4'de doymamış yağ asitleri ve hangi gıdalarda bulundukları gösterilmiştir (Nettleton, 1995).



Eikosapentaenoik asit 20:5 ω -3 (EPA)



Dokosahekzaenoik asit 22:6 ω -3 (DHA)

Su ürünleri, EPA ve DHA gibi ω -3 yağ asitleri içeren çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA)'nin en zengin kaynaklarıdır. Üründe, ω -3 yağ asitleri enzimatik yıkımın ardından otoksidasyonu hızla destekler. Bu nedenle bunların kalitesinin korunması çok önemlidir. Bu yağ asitlerinden bazıları başka kaynaktan elde edilemez. Bununla birlikte DHA miktarları balık lipitleri içerisindeki yüzde oranları açısından türe, mevsime, ekolojik ortama göre farklılıklar gösterir (Lyhs et al., 1998, Hyytiä et al., 1997).

Çizelge 2.4: Doymamış yağ asitleri ve bulundukları gıdalar (Nettleton, 1995).

Grup	Yağ asidi	Yapı	Kaynağı
ω -3	Linolenik asit	18:3	Bitkiler
	Eikosapentaenoik asit	20:5	Balık
	Dokosaheksaenoik asit	22:6	Balık
ω -6	Linoleik asit	18:2	Bitkiler
	Araşidonik asit	20:4	Hayvanlar
ω -9	Oleik asit	18:1	Bitkiler

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, deniz balıklarında 4,5-desaturaz enzimi olmaması ve gıda zincirinde yer alan DHA'nın orijinini aldığı, gıda zincirinde rol alan fitoplankton gibi organizmaların yetersizliği durumunda yüksek yapılı balıklar DHA sentezleyemedikleri için lipitlerindeki DHA miktarının düşük olduğu tespit edilmiştir. Deniz balıkları DHA'yı mutlaka dışarıdan almalıdırlar. Deniz balıklarının DHA oranları predetor beslenmeye bağlı kaynağını beslendiği balığın niteliğinden alan miktarlara bağlı olarak yükselip düşebilir. Tropik bonitodaki lipitlerin DHA oranları, diğer balıklarla karşılaştırıldığında kısmen daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Saito et al., 1997, Mazza, 1998).

Depolama süreci içinde doymuş yağ asidi (DmYA) miktarı artmış, tekli doymamış yağ asidi (TDYA) miktarı dalgalanma göstermiş, ancak depolama süresince kısmen artmıştır. ÇDYA ise 0. günden başlayarak sürekli düşmüştür.

Türe bağlı olarak çeşitli ekonomik balıklardaki ω -3 yağ asitleri miktarındaki değişimler Çizelge 2.6 verilmiştir. Linolenik asit (LNA, 18:3), eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5), dokosaheksaenoik asit (DHA, 22:6) ω -3 yağ asitlerindendir. LNA doğada yaygın olarak bitkilerde, EPA ve DHA ise daha çok deniz hayvanlarında bulunmaktadır (Çizelge 2.4).

EPA ve DHA fitoplanktonlar tarafından sentezlenir. Bu fitoplanktonlar, balıklar ile diğer deniz hayvanları tarafından tüketilirler. Bu nedenle deniz ürünlerinde bu yağ asitleri konsantre haldedir. LNA ise bitkilerde kloroplast zarında hegzadekatrienoik asitten sentezlenir. Bazı yüksek yapılı bitkiler linoleik asidi linolenik aside dönüştürme yeteneğine sahiptir. İnsanlarda ihtiyaçları olan ω -3 yağ asitlerini kendileri sentezleyemez, yedikleri besinlerden alırlar (Nettleton, 1995, Mazza, 1998).

Çizelge 2.5: Fileto edilerek, dondurulup depolanan gökkuşağı alabalığının yağ asitlerindeki değişimler (%) (Dönmez ve Tatar, 2001)

Yağ Asitleri	0. Ay	1. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
C14:0	4,25	4,48	4,96	4,71	4,75	4,70
C15:0	0,49	0,51	0,57	0,54	0,52	0,54
C16:0	19,08	20,02	21,02	23,0	21,71	22,05
C17:0	0,46	0,50	0,49	0,51	0,46	0,5
C18:0	5,06	5,30	5,59	5,62	5,16	5,45
C20:0	0,33	0,31	0,28	0,30	0,29	0,31
C24:0	0,37	0,45	0,52	0,42	0,41	0,45
Toplam Doymuş Yağ Asidi	30,04	31,57	33,43	35,1	33,3	34,00
C16:1	6,03	5,43	5,02	5,75	6,58	6,30
C18:1	21,76	19,52	22	20,45	21,7	22,00
C20:1	iz	-	-	-	-	-
C22:1	0,27	0,26	0,29	0,25	0,21	0,23
C24:1	0,38	0,25	0,30	0,28	0,24	0,29
Toplam Tekli Doymamış	28,44	25,46	27,61	26,73	28,73	28,82
C18:2	6,85	6,09	5,55	6,07	6,00	5,89
C8:3 (ω -3)	0,76	0,83	0,82	0,77	0,76	0,73
C18:4 (ω -3)	0,53	0,49	0,45	0,52	0,43	0,40
C20:2	0,59	0,19	0,29	0,20	0,25	0,21
C20:3 (ω -3)	0,87	0,87	0,80	0,75	0,82	0,81
C20:5 (ω -3)	4,00	4,01	3,75	3,97	3,90	3,81
C22:5 (ω -3)	1,64	1,48	1,50	1,54	1,52	1,50
C22:6 (ω -3)	1,75	14,00	14,05	13,75	14,14	13,71
Toplam Çoklu Doymamış	29,99	27,96	27,21	27,57	27,82	27,06

Balık yağı tüketiminin astımlı hastalarda olumlu etkiler gösterdiği bilinmektedir. Bağırsak iltihabı hastalarının ω -3 yağ asitleri katkılı gıdalarla beslenmesi olumlu

etkiler sağlamıştır. Balık yağı, tümör hücrelerinin çoğalmasını azaltırken, uzun zincirli ω -6 yağ asidi olan araşidonik asit tümörlü hücreleri çoğaltmaktadır.

Çizelge 2.6: Çeşitli balıklarda ω -3 yağ asidi oranları (%) (Nettleton, 1995)

Gıdalar	LNA*	EPA**	DHA***	EPA+DHA
Atlantik uskumru	0,1	0,9	1,6	2,5
Chinook Salmon	0,1	0,8	0,6	1,4
Sardalya balığı	0,5	0,4	0,6	1,1
Göl Alabalığı	0,4	0,5	1,1	1,6
Hamsi balığı	0	0,5	0,8	1,3
Morina karaciğeri	0	11	12	23

* LNA Linolenik asit ** EPA eikosapentaenoik asit *** DHA dokosahegzaenoik asit

C vitamini de antioksidan etkiye sahip olup, kanser oluşma riskini azaltır. ω -3 yağ asitlerinin tüketilmesinin çeşitli kanser tiplerinin gelişimini engellediği belirtilmektedir. Çeşitli bakteriyel enfeksiyonlara maruz kalmış insanlara diyetle balık yağı verilmesi olumlu etki sağlamaktadır. Deriyle ilgili hastalıklarda da diyetle balık yağı ilavesi olumlu etkilerde bulunmaktadır (Roynettea et al., 2003 Sidhu, 2003). Rogers et al. (1995), dumanlanmış balıklar ve nitrit içeren ürünlerin tüketilmesi durumunda oluşan kanser riskine karşı askorbik asit içeren diyetleri önermiştir.

Sindirildikten sonra insan hücreleri linolenik asidi daha uzun zincirli ω -3 çoklu doymamış yağ asitleri olan EPA ve DHA'e dönüştürme yeteneğine sahiptir. Sınırlı miktarda LNA alımı vücudun linolenik asitten sınırlı miktarda EPA oluşturmaya neden olur. Bu durumda bol miktarda çoklu doymamış uzun zincirli ω -3 yağ asitleri içeren deniz hayvanı ürünlerinin tüketilmesi gerekmektedir (Nettleton, 1995).

2.5. Balıkta Yağ Oksidasyonu ve Ransidite

Balıkta yağ oksidasyonu ve ransidite gelişimine yol açan faktörler (Ashton and Sharnbrook, 2002);

A. İçsel faktörler;

1. Lipitlerin kaynağı ve yağ asidi kompozisyonu,
2. Endojen antioksidanlar ve endojen oksidatif katalistlerin seviyeleri,

B. Dışsal faktörler;

1. Oksijen konsantrasyonu,
2. Oksijenle temas yüzeyi alanı,
3. Depolama sıcaklığı,
4. Doku deformasyonuna yol açan işleme şekli.

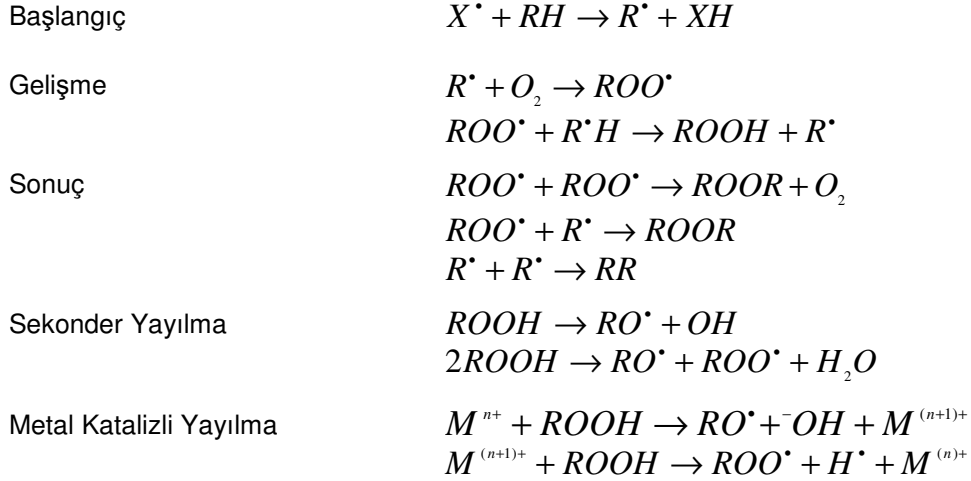
Balık kas dokusu hava ile temas ettiğinde, oksidasyona uğrar. Oksijen, yağ içeren hayvansal dokularla reaksiyona girebilir. Bu, lipidlerin içeriğinde bulunan ÇDYA'ların oksidasyonuna yol açarak, aroma kaybına neden olur. Bu tür kalite kaybı "Ransidite" olarak adlandırılır. Fileto veya kıyma gibi çeşitli formlarda işlenen üründe doku belli miktarda oksijene maruz kalır. Filetoda yalnızca yüzeyde oksijen artışı olur. Buna karşın kıyma haline getirmek dokuyu daha fazla oksijenle etkileşime sokar. Oksijenin dokuya penetrasyonu 1-4 mm kadardır. Herhangi bir şekilde oksijenin balık dokusundan uzaklaşması ile oksidasyon yavaşlar. Bu durum, buzda depolama, buzla kaplama, kontrollü atmosfer, modifiye atmosfer veya vakum paketlenme ile sağlanabilir. Balık kasında lipid peroksidasyonunu katalizleyen bileşenlerin çoğu pişirmenin ardından benzer davranışlar sergiler. Pişirme sonucu demirin serbest hale geçmesi ile lipid oksidasyonunun hızlandığı bilinmektedir. Diğer yandan bazı işlemlerin balıkta ω -3 yağ asidi içeriğini etkilediği belirlenmiştir. Özellikle yüksek oranda yağ içeren deniz ürünleri için lipid oksidasyonu kalite düşmesinin en önemli nedenidir. (Ashton and Sharnbrook, 2002).

Yüksek sıcaklık uygulamaları vakum altında yapılmalıdır. ÇDYA'ların korunması için antioksidanlarla radikal otoksidasyonunun önlenmesi önemlidir (Kolakowska and Szczygielski, 1994, Kolakowska, 2003).

Bitkisel kaynaklı doğal antioksidanların kalp damar sağlığı ve kanser açısından düşük risk taşıdığı bilinmektedir. Etteki gibi pişmiş balıkta da myoglobin katalitik myoglobin forma aktive edilerek ransidite gelişimini hızlandırır. Balıkta, hemin hidrojenperoksiti aktive ettiği ile ilgili kayıt bulunmamaktadır. Doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu, 2-pentenal, 2-heksanal, 4-heptenal, 2,4-heptedienal ve 2,4,7-trienal formasyonu ile ilgilidir. Doku içeren yağ asitleri, soğuk depolama ve

donmuş depolama sırasında daha hızlı okside olur (Kolakowska and Szczypiński, 1994, Kolakowska, 2003).

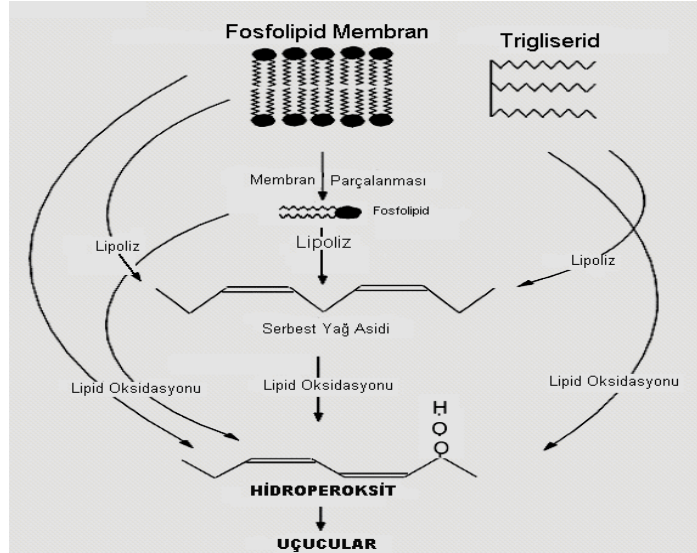
Lipit oksidasyonu;



şeklinde gelişmektedir (Gordon, 2001).

Oksijenin bulunduğu ortamda lipit oksidasyonu meydana gelir. Lipit bozulmasının en önemli nedeni, doymamış yağ asidi radikallerinde oksijen faaliyetidir. Doymamışlık arttıkça oksijen faaliyeti ve oksidasyon artar. Doymamış yağ asitleri açısından zengin olan balık oksidasyona karşı daha hassastır. Tat ve kokunun ortadan kalkması yalnız hidroperoksitlerden kaynaklanmayıp, hidroperoksidlerin oksidasyonu ile oluşan karbonil gruplar gibi ikincil maddelerden kaynaklanır (Ertaş, 1998).

Donmuş balığın depolanması sırasında meydana gelen tat kayıpları, ÇDYA'lardaki oksidasyonun sonucudur. Lipit oksidasyonunun birincil ürünleri olan hidroperoksitler, tat bozukluğuna yol açmazlar. Tat bozukluğu, hidroperoksitlerin parçalanması ile açığa çıkan ikincil ürünlerin artması ile ortaya çıkar. Hidroperoksitler stabil olmayan bileşenler olup, daha kısa zincirli aldehitler gibi hidrokarbonlara parçalanarak ransit tat-kokudan sorumlu uçucu bileşenleri oluştururlar. Oluşan ikincil ürünler balıkta tat kaybına yol açar. Yağların stabilitesinin korunması deniz ürünlerinde temel kalite kriteridir. TBA değeri malonaldehit gibi aldehitlerin miktarını ortaya koyar (Mazza, 1998, Ashton and Sharnbrook, 2002, Hamre et al., 2003).



Şekil 2.1: Lipit oksidasyonunun muhtemel oluşum döngüsü (Ashton and Sharnbrook, 2002).

Peroksit değeri, oksidatif ransiditenin belirlenmesinde kullanılan en yaygın metot olmakla birlikte, TBA değeri ileri bozulmaları belirleme konusunda daha duyarlıdır. (Shahidi and Wanasundara, 1998). Yapılan çalışmalarda, TBA ile ÇDYA arasında ilişki her zaman belirlenememiştir (Murata and Yamauchi, 1990).

Su ürünlerinde oksidasyon için moleküler oksijen ve lipitler substrat görevi görürler. Substrat özellik gösteren lipitler iki gruba ayrılırlar. İnterselüler ve intraselüler olarak yağ damlaları şeklinde oluşan doğal trigliserid ve hücresel membranlarda çift tabakalı olarak bulunan polar fosfolipitlerdir (Hultin and Botta, 2000).

2.6. Oksidasyonun Önlenmesi

ÇDYA koku ve tat kaybının nedenidir. Bu nedenle su ürünlerinin yağlarının oksidasyonunun engellenmesi gıda ürünlerinin işleme, depolama ve değerlendirilmesinde temel kriterdir. İkincil oksidasyon ürünleri, depolanan su ürünlerinde lezzet kaybının oluşmasından sorumludur (Bórquez et al., 1997). Lipit oksidasyonuna karşı uygulanabilecek etkili yöntemlerin başında antioksidan ilavesi gelmektedir (Kolakowska, 2003).

Su ürünlerinde lipit oksidasyonunu geciktirme ve azaltma stratejilerini geliştirmedeki zorunluluklardan birisi, materyaldeki proksidan ve antioksidanların

sabit olarak deęiřen sırasıdır. Post mortem deęiřim dokuyu oksidasyona karřı daha duyarlı hale getirir. Uskumrunun depolanması sırasında mevcut olan dūřuk molekūler demirin miktarı 155 ppb'den 225 ppb'ye kadar deęiřen miktarlarda, farklılıklar gōstermiřtir. Dūřuk molekūler aęırlıktaki demir miktarında meydana gelen bu artıř, depo proteini ferritinden gelir. Aynı balıkta, aynı kořullar altında dūřuk molekūler aęırlıklı bakırın konsantrasyonunda artıř olmamıřtır. Depolanan kasta hem konsantrasyonunda da deęiřim kaydedilmiřtir. Kas dokunun redūksiyon kapasitesi, depolama sūresi ile azalır (Hultin and Botta, 2000).

Stolyhwo et al. (2005), dumanlanmış Atlantik uskumru ve Baltık aa balığında uzun zincirli çoklu doymamış yaę asitleri ile ilgili çalışmalarında, %20 NaCl konsantrasyonuna sahip salamurada 1:1 oranı ile 7 C'da 2,5-3 saat salamura işleminin ardından 28 C'de 3-3,5 saat n kurutmanın ardından 26 C'de 1-1,5 saat dumanlamış, karton kutularda kutulamanın ardından 2 C'de 2 hafta depolamışlardır. Elde edilen sonuçlara gōre uskumru ve aa balığının DHA ve EPA içerikleri dumanlanmamış ve dumanlanmış ũrűnde istatistiksel olarak önemli fark gōstermemiřtir.

Hařlanmıř ve kurutulmuř hamside, EPA ve DHA'da azalmalar olmuř ve dumanlama iřlemi bu kayıpları azaltmıřtır. Burada duman içerisindeki fenolik bileřenlerin antioksidan olarak iřlev gōrdűęű dūřűnűlmektedir (Sunen, 1998; Ashton and Sharnbrook, 2002).

2.7. Antioksidanların Balıkta Kullanımı

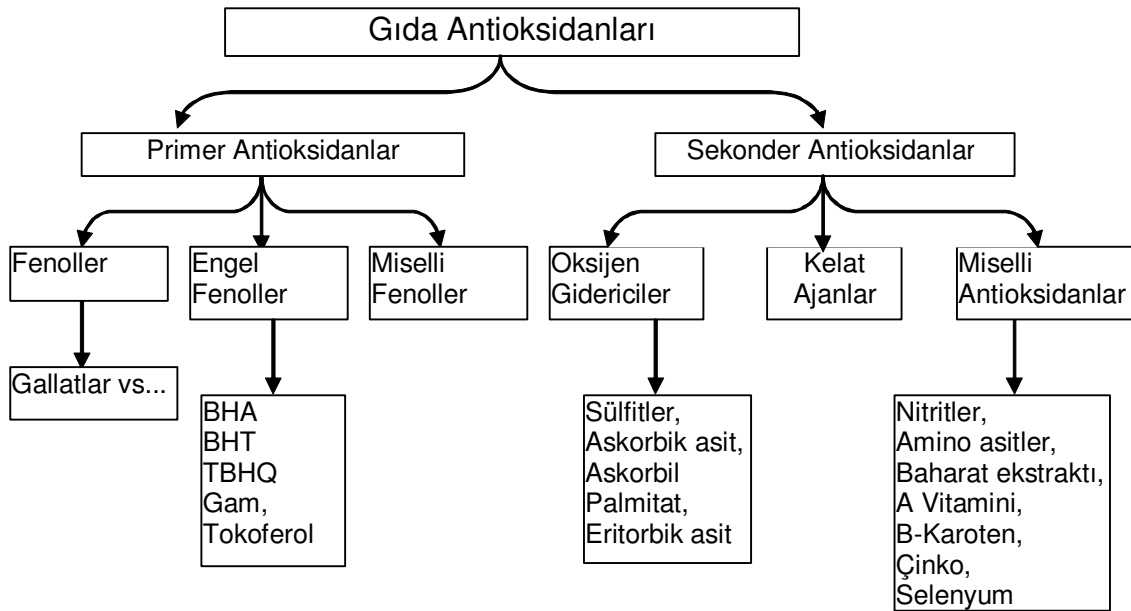
Otoksidasyonu ortadan kaldırmak veya geciktirmek amacı ile elli yıldan daha uzun bir sűredir antioksidanlar kullanılmaktadır. Ancak gibi sentetik antioksidanların toksikolojik özelliklerinden dolayı bunların yerine doğal antioksidanların kullanımı daha avantajlıdır (Formanek et al., 2001).

Avrupa Birlięi'nde balıęa antioksidan ilavesi mevzuatla dűzenlenmiřtir. Blok halinde iřlenen balıkta, askorbik asit ve sitrik asit dıřında antioksidan kullanımına izin verilmemektedir. Bu konuda EC, No: 95/2/EC yűrűrlűkteki yasadır. Antioksidan kullanımı, balıkta aroma kaybını engellemek için kullanılan en yaygın metottur (Ashton and Sharnbrook, 2002, Kolakowska, 2003).

Antioksidanların etkileri (Madhavi et al., 1996);

1. Metal iyonlarını kelatlayarak yayılma periyodunu yavaşlatırlar,
2. Oksijen konsantrasyonunu azaltırlar,
3. Tekli oksijen ve süperoksit anyonunu baskırlar,
4. Primer oksidasyon ürünlerini, uçucu olmayan bileşiklere dekompoze ederler,
5. Hidroksil radikalleri gibi bileşiklerle ilk zincir reaksiyonunun başlamasını engellerler,
6. Oksidasyon zincirini kırarlar.

Askorbik asit, bir tür oksijen giderici sinerjist antioksidandır. Gıda ürünlerine ilave edilmeleri durumunda fenolik antioksidan kullanım gereksinimi azalır. Sinerjist antioksidanlar daha asidik bir ortam sağlarlar. Bu durumda, özel antioksidanların stabilitesini koruyucu bir ortam sağlar. C vitamini, suda çözünen bir vitamin olarak, yağda çözünme özelliğine sahip olan peroksit radikallerinin oksidasyon oluşturmalarını engelleyen ve serbest oksijeni bağlama özelliğine sahip olan E vitaminini rejenere eder.



Şekil 2.2: Antioksidanların sınıflandırılması (Rajalakshmi and Narasimhan, 1996).

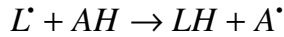
Askorbik asit oksidasyonu engellemek için sulu çözeltilere yaygın bir şekilde eklenir. Fenolikler için hidrojen dörör özelliktedir. Askorbik asit proksil radikallerini toplayarak oksidanların indüklediği sitotoksisiteyi inhibe eder. Reaktif oksijen

kanser ve diğer hastalıklara zemin hazırlar. Yalnızca DNA'yı değil DNA replikasyonunu da etkiler (Jadhav et al., 1996, Madhavi et al., 1996, Rajalakshmi and Narasimhan 1996, Jacobsen and Timm, 2001). Aynı zamanda H₂O₂ indüklenmiş lipid peroksidasyonunu ve OH-deoksiguanosin formasyonunu redükte eder (Yen et al., 2002).

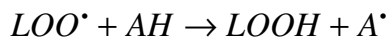
Bu eşitlikte, ilave edilen antioksidan, oksidasyonu durdurmaz. Radikaller ÇDYA ile reaksiyona girerek, lipid serbest radikallerini oluştururlar. Antioksidanlar SYA oluşumunu engellemezler (Kolakowska, 2003).

Askorbik asidin balıktaki olumlu etkileri daha önce yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur (Tomek et al., 1991, Wasson et al, 1991, Kim, et al., 2000, Hamre et al., 2003). Askorbil palmitat, askorbik asit ve tokoferoller gibi özel antioksidanlarla birlikte sinerjist reaksiyon gösterirler (Madhavi et al., 1996). Freeman (1981), yapmış olduğu çalışmada askorbik asitin balıkta oksidasyona karşı olumlu sonuç verdiğini bildirmiştir. Buna karşın Weilmeier and Regenstein (2004), bazı antioksidanların etkilerini inceledikleri taze balıkta askorbik asidin fosfatlara kıyasla etkili bir antioksidan özellik göstermediğini bildirmişlerdir.

Oksijenin düşük olduğu durumlarda aşağıdaki reaksiyon oluşur;



Daha genel bir reaksiyon ise;



Şeklinde ifade edilebilir (Hultin and Botta, 2000).

Auburg et al. (2004), dondurulmuş uskumrunun buzda depolanması sırasında, oksidasyona karşı en iyi etkiyi %0,5 sitrik asit ve %0,5 askorbik asit ilavesi yapılan grupların gösterdiğini belirtmişlerdir. Ruff et al. (2003), pazar büyüklüğündeki balıklarda E ve C vitamini seviyesinin fileto kalitesine etkileri üzerine yaptıkları çalışmada, C vitamininin fileto kalitesi üzerine olumlu etkisinin olmadığı ortaya konmuştur. Waliszewski and Avalos (2001), %0,1 potasyum sorbat, %0,15 sitrik asit ve % 0,2 askorbik asit içeren ilave edilen sudan elde edilen buz içerisinde -3 °C'de 15 gün depoladıkları tilapya balıklarında en iyi sonuç veren gruplardan birisinin de %0,2 askorbik asit ilave edilen grup olduğu belirlenmiştir. Soyer and

Şahin (1999), glaze oluşumunda oksidasyona karşı butillendirilmiş hidroksi toluen ve butillendirilmiş hidroksi toluen- butillendirilmiş hidroksi anisol katışımının askorbik asitten daha etkili sonuç verdiğini belirlemişlerdir.

Hamre et al. (2003), ringa (*Clupea harengus* L.)'ya avlanma sonrası askorbik asit muamelesinin buzda depolama sırasında etkilerini araştırmışlar, %2 askorbik asit içeren solüsyonla muamelenin, -30 °C'de 9 hafta dondurulmuş depolama sırasında renksel nitelikler üzerine çok azda olsa bir etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Sprey metodu ile yapılan askorbik asit muamelesi, 9 haftalık buzda depolama sırasında balığı lipid oksidasyonuna karşı korumuştur. Askorbik asit ve tuzları, hamur içerisinde ortam pH'sını düşürerek redüksiyon gücünü artırıcı yönde görev yapmışlardır.

Askorbik asidin 500 ppm konsantrasyonda kullanımı, demirin hem grubundaki Fe^{+3} 'nin Fe^{+2} 'ye dönüşümünü engelleyerek oksidasyonu azaltır. Fe^{+2} , Fe^{+3} den yüz kez daha fazla oranda reaktiftir (Tomek et al., 1991).

TBA yöntemi, doymamış yağ asidi içeren gıdalarda oksidasyon derecesinin saptanması ve antioksidanların etkilerinin belirlenebilmesi için kullanılan en yaygın yöntemdir (Tarladgis et al., 1962, Stuckey, 1972, Green and Cumuze, 1981). TBA değeri kilogramdaki malonaldehidi ortaya koysa da çoğu okside olmuş lipidleri kapsamaz ve genellikle minör ikincil oksidasyon ürünlerini ortaya koyar. TBA testi ÇDYA analizlerinde daha güvenilir sonuçlar verir (Kolakowska, 2003).

Sazan (*Cyprinus carpio*) dumanlanarak 20°C ve 4°C'de depolanmış, depolanma sırasında ekstrakte edilen yağların, yağ asidi kompozisyonu ve oksidatif ransiditesi belirlenmiştir. Dumanlama, yağ içeriği, serbest yağ asitleri, peroksit değeri, TBA ve karbonil değerlerinde artışa neden olmuş, fakat değerler kabul edilebilir limitlerde kalmıştır. Yağ asitlerine ait analizler, taze sazanın salamurada bırakılmasının, doymuş yağ asitlerinin oranını artırırken, doymamış yağ asitleri oranını azalttığını göstermiştir. İşlemler sırasında yağ asitleri hafifte olsa etkilenmiştir (Allam et al., 1988).

Askorbik asit, antioksidan, proksidan, metal kelatlayıcı, redükte edici ajan veya oksijen toplayıcı özellikleri ile kompleks çoklu fonksiyonlara sahiptir. Askorbik asit nitrosamin oluşum riskini azaltır. Sulu ortamlarda yüksek yoğunlukta bir

antioksidan olarak işlev görür. Buna karşın düşük yoğunluklarda bir proksidan olarak işlev görür (Girard, 1992, Frankel, 1996, Kolakowska, 2003). Sulu bir ortamda askorbik asit, iyi bir oksijen toplayıcıdır. 24 saatlik bir çalkalamada cm³'de 3,3 mg teorik değerde oksijen ortamdan kalkar. Bununla birlikte askorbik asidin etkin işlevi için anaerob koşulların sağlanması gerekir. Çünkü askorbik asit hava bulunan bir ortamda dekompoze olma eğilimindedir (Kolakowska, 2003).

Antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde, indüksiyon periyodunun genişleme safhasının ölçülmesi hedeflenir. İndüksiyon periyodunun yayılması, antioksidan indeks veya koruyucu faktör olarak ifade edilir. İndüksiyon periyodu üründe aroma kaybına neden olur. Antioksidan olarak askorbik asit sentetik olmayıp doğal olması bir avantajdır. Pahalı olması, renk değişimine sebep olma olasılığı ve tat kaybı dezavantaj olarak kabul edilebilir (Jadhav et al., 1996).

Askorbat ve eritorbat kullanımı, kalıntı nitrit miktarını azaltır. Bununla birlikte nitritin antimikrobiyal etkisini de azaltır. Ayrıca nitritin etkisi asitlikle doğru orantılı olarak artar. Askorbik asit güçlü redüksiyon özelliği gösteren antioksidan ajan olup, metmiyogloblin formasyonunu inhibe etme yeteneğindedir (Calebrese et al. 1983, Ranken, 2000, Ahn et al., 2004).

2.8. Soğuk Dumanlanmış Üründe Mikrobiyal Bozulma

Soğuk dumanlanmış salmon üzerine yapılmış olan önceki çalışmalar, artan tuz konsantrasyonu ve düşürülen depolama sıcaklığının, depolama süresini uzattığını ortaya koymuştur. Buzdolabı sıcaklığında depolama sırasında, laktik asit bakterilerinin dominant olduğu kompleks bir flora gelişir. Depolamanın sonunda laktik asit bakterileri dominantken, *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas*, *Enterococci*, *Micrococci* ve mayalar daha az oranlarda bulunurlar. Buna karşın çoğu araştırma bulguları ürünlere uygulanan farklı işlem ve farklı dumanlama koşullarının önemli farklar oluşturabileceğini ortaya koymuştur. Üründe bozulmayı geciktirmek ve depolama sırasında oluşacak mikrobiyal aktiviteyi kontrol altına almak amacı ile nitrat kullanılmıştır (Pederson and Meyland, 1981, Knøchel and Huss, 1984, Duffes, 1999, Stohr et al., 2001).

González-Rodríguez et al. (2002), yaptıkları çalışmada 30 °C'de soğuk dumanlanmış salmon ve 24 °C'de soğuk dumanlanmış vakum paketlenmiş

alabalıkların 2 ± 1 °C'de 3 hafta depolama sürecinde duysal, kimyasal, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik karakteristiklerini incelemişlerdir. Çalışmada, soğuk dumanlanmış alabalık için protein, %21,5, yağ %10,8 olarak belirlenmiştir. Ürün için pH değeri 5,71-6,11 olarak belirlenirken, su fazlı tuz değeri ise %4,11-4,70 arasında belirlenmiştir. Diğer yandan vakum paketlenme koşullarında laktik asit bakterileri dominant florayı oluşturmuştur. Küf yükü ise salmon örneklerinden daha yoğun olmuştur. İki hafta depolamanın ardından toplam yük 5,62- 8,39, laktik asit bakteri yükü ise 4,81- 8,25 log kob/g aralığında belirlenmiştir.

Leroi et al. (2000), soğuk dumanlanmış salmon balığının 5 °C'de soğuk depolanması sırasında mikrobiyolojik kalitesi üzerine tuz ve dumanın etkisi üzerine yapmış oldukları çalışmada, vakum paketlenen ürün 5 °C'de 5 hafta depolanmış, TMAB konsantrasyonunun fenol ve tuz (%2,4-5 w/w) konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak lineer olarak azaldığı belirlenmiştir. Buna karşın bu iki faktörün birlikte kullanımının sinerjistik Hurdle etki göstermediği belirlenmiştir. TMAB sayısı, Fransız limiti olan $<10^6$ kob/g değerine 4. haftada ulaşmış, %3 tuz konsantrasyonundaki üründe ise $<10^6$ kob/g standart değeri belirlenmiştir. H₂S konsantrasyonu açısından bu iki faktör arasında negatif Hurdle belirlenirken, maya inhibiasyonu üzerinde pozitif bir etki belirlenmiştir.

Hyytiä et al. 1997'de yaptıkları çalışmada, gökkuşağı alabalığının, enjeksiyon metodu ile 1,6 bar basınç altında %21 tuz konsantrasyonundaki salamura ile son üründeki tuz konsantrasyonu %3,4 olacak şekilde tuzlamışlardır. Salamuradaki NaNO₂ konsantrasyonu 3 g/l iken, KNO₃ konsantrasyonu 13 g/l olacak şekilde ayarlanmıştır. Son üründe NaNO₂ 166 mg/kg, KNO₃ ise 686 mg/kg olarak belirlenmiştir. Salamura işleminin ardından, soğuk dumanlanarak vakum paketlenen ürün, +4 °C'de depolanmıştır. 57 günlük depolamada 166 ppm olan nitrit miktarı 60 ppm'e inmiştir. Depolama sonunda, kontrol grubunda TMAB 7,93 log kob/g, LAB 7,08 log kob/g, nitritin kullanıldığı grupta, TMAB 5,08 log kob/g, LAB ise 5,17 log kob/g olarak belirlenmiştir. Diğer yandan çalışmada TMAB yükü 5,08 log kob/g'a ulaşan +4 °C'de depolanmış nitritli grupta, duysal olarak bozulma belirlenmiştir.

Laktik asit bakterileri diğer ürünlerde olduğu gibi balıkta da fermentasyona yol açmaktadır. Laktik asit bakterilerinin >8 log kob/g olduğu, laktik asit enjekte edilmiş

üründe duyuşal nitelikler kabul edilebilirlik sınırını aşmamıştır. Bu yoğunlukta pH değeri 5,0-5,3 arasında gerçekleşmiştir. Üründe iğ balığın baskın florası olan *Pseudomonas*'lar ortadan kalkmıştır. Biyojen amin yükü LAB inoküle edilmiş üründe, LAB inoküle edilmemiş ürüne göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu tip ürünlerin geleneksel olarak üretilen ürünlerden daha uzun raf ömrüne sahip olduğu tespit edilmiştir (Petäjä et al., 2000).

Düşük sıcaklıkta üretilen ürünlerin en az üç saat dumanlanması, 10 °C'nin altına düşecek şekilde soğutulması ve tüketim öncesi pişirilmesi gerekir. Üründe su salma görülmemesi için sıcakken paketlenmemesi önerilmektedir. (Woody et al., 2000).

Sodyum nitrit, kürlenmiş et ve balığın rengini ve diğer kalite parametrelerini korumak için yaygın bir şekilde kullanılan katkıdır (Miyauchi, et al., 2002). Salmon kasında nitrit miktarı 100-200 ppm arasında olmalıdır. Bu oranı sağlamak için salamuradaki nitrit miktarı son üründe istenen miktarın iki katı, yani 200-400 ppm olması gerekmektedir. Salamuraya balık eklenmeden nitrit veya nitritli kürlleme tuzu (NKT) ilavesi yapılarak iyice özündürülmelidir (Woody et al., 2000).

Sodyum nitrit eklenmiş suda, balığın 24 saatte biriktirdiği nitrit miktarı 7,0-12,0 mg/100 g olmuştur. Nitritin balık etine kazandıracağı avantajlardan birisi lipit stabilitesini artırmasıdır (Woody et al., 2000). Nitrit balıkta renk, yağ ve mikrobiyal stabilite için kullanılırken, 200 mg/kg kullanıldığında ette oksidasyonu tamamen engellemektedir (Shahidi, 1994, Altuğ, 2001).

Cl. botulinum tip E, balıkta en yaygın toksin üretici tip olup, 3,3 °C gibi düşük sıcaklıklarda dahi gelişebilir. Sodyum nitrit, sodyum klorürle birlikte kullanıldığında *Cl. botulinum*'u inhibe eder. Kalıntı nitrit miktarı, sıcaklık ve ürün formülasyonuna bağlı olarak depolama sırasında azalır (Hyytiä et al., 1997, Hyytiä, 1999).

Kurutulmuş balıkta, mikrobiyolojik bozulma ve ransiditeye karşı kimyasal koruyucular önerilmektedir (Doe, 2000). Nitrit, ette tat, renk ve antibotulinal etkisinden dolayı kullanılmaktadır. Nitrit balık etine kazandıracağı avantajlardan birisi lipit stabilitesini artırmasıdır (Woody et al., 2000).

Nitrit, *Cl. botulinum* ve toksin gelişimini engelleyen önemli bir antimikrobiyal ajandır. Sodyum klorür ve sodyum nitrit soğuk dumanlanmış balıkta ve sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığında koruyucu ajan olarak kullanılmıştır. Buna karşın nitritin bozulmaya yol açan bakteri grupları üzerine spesifik etkilerini inceleyen çalışma yok denecek kadar azdır. Soğuk dumanlanmış balık yağ asitlerine etkilerini inceleyen çalışmalara ise rastlanmamıştır. 600-900 g balıklar üzerine nitrit ve nitrat ile yapılmış bir çalışmada salamura işlemi enjeksiyonla gerçekleştirilmiş, salamurada tuz konsantrasyonu %21 olarak alınmış, son üründe %2,2 (w/w)'lik tuz oranı elde edilmiştir. NaNO_2 konsantrasyonu 3 g/l, KNO_3 konsantrasyonu ise 13 g/l olarak uygulanmıştır. Üretimin ardından son üründe elde edilen konsantrasyonlar ise sırası ile 166 ppm ve 686 ppm olarak belirlenmiştir. Filetolar dış beslemeli elektronik kontrol sistemine sahip dumanlama ünitesinde gece boyu dumanlandıktan sonra vakum paketlenerek O_2 geçirgenliği 29-45 ml $\text{O}_2/\text{m}^2/24 \text{ s/atm}$. (23 °C, %50 kısmi nem/ RH) ve 10-15 g/ $\text{m}^2/24 \text{ s}$ (38 °C, %90 RH) (1 atm= 101 325 Pa) olan poliamid filmler kullanılmış, paketlenen ürün +4 ve +8 °C'de depolanmıştır. Örneklerde duyusal analizler haftada bir kez 9-10 kişilik panelist grup tarafından yapılmıştır. Çalışmada, tüm bozulmuş ürünlerde laktik asit bakterileri %76 oranla ağırlıklı mikroflorayı oluşturmuş, nitrit ve nitrat ilavesi ile bozulmuş üründeki laktik asit bakteri yükü azalmıştır. Laktik asit bakteri florası, nitrit kullanılan ürünlerde, yalnız tuz kullanılan ürünlere göre daha yüksek bulunmuştur. Çalışmada laktik asit bakterilerinin nitrite karşı dirençli olduğu belirlenmiştir (Lyhs et al., 1998, Lyhs et al., 2002).

Tüm gruplarda saprofit mikrofloranın temel olarak laktik asit bakterilerinden ibaret olduğu birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur. Yine laktik asit bakterilerinin nitrit ve nitrat içeren ürünlerde daha yüksek oranda olduğu karşılaştırmalı olarak belirlenmiştir. Yukarıda değinilen çalışmalarda LAB'nin nitrite karşı daha dayanıklı olduğu görülmüştür. Nitrit ve nitrata karşı duyarlılık anaerob koşullarda daha da artmıştır. Nitrat bu tip ürünlerde tavsiye edilmemiştir (Lyhs et al., 1998).

Üç farklı grup halinde kürlenerek soğuk dumanlanıp vakum paketlenen gökkuşağı alabalığında, 4 °C'de depolamada bozulma anında bakteri izolasyonu yapılmış, izole edilen 4 farklı bakteri grubundan yalnız NaCl (%2,2 (w/w)) katılan grupta toplam laktik asit bakterisi miktarı %50, NaCl ve KNO_3 (686 ppm) katılan grupta

%94, NaCl ve NaNO₂ (166 ppm) katılan grupta ise %79 oranında laktik asit bakterisi izole edilirken mayalara rastlanmamıştır (Lyhs et al., 1998).

Petäjä et al. (2000), yaptıkları çalışmada, LAB inokülasyonu için salamura hazırlamış ve LAB ile birlikte balık ağırlığının %5'i oranında enjekte edilen salamura %20 NaCl, %18 glikoz, %0,5 askorbik asit, %0,625 KNO₃ katmıştır. Dumanlanan ürünler vakum paketlenerek 7-8 °C'de bir haftalık olgunlaştırmanın ardından 4 °C'de 3 hafta depolanmıştır. Bu haliyle ürünün raf ömrünün 35 gün olduğu bildirilmiştir. Çalışmada, depolamanın 3. haftasında asitlik %1'e ulaşmış, 4. günde inoküle gruplarda %1,5-1,9'a ulaşmıştır. Kontrol grubunda asitlik %1,5'e ulaşmıştır. Daha sonraki 4. haftada değerlerde değişim gözlemlenmemiştir. Tüm gruplarda ağırlık kaybı olgunlaştırmanın 3. gününde %14,6 olurken, 7. günde %25,1-31,7 olarak gerçekleşmiştir. a_w değerleri, 0. gün 0,98, 3. gün 0,952, 7.gün 0,927 olarak belirlenmiştir. Çiğ materyalde belirlenen LAB 4,9 log kob/g, inoküle üründe 6,3-7,1 log kob/g, fermentasyonun 3. gününde inoküle üründe 7,5 log kob/g, kontrol grubunda 5,8 log kob/g, depolamanın 7. gününde, inoküle filetolarda 7,9- 8,3 log kob/g, kontrol gruplarında 6,8-7 log kob/g, depolamanın 35. gününde inoküle gruplarda 8 log kob/g olarak belirlenirken kontrol grubunda 5,9 log kob/g değerinde LAB tespit edilmiştir.

Enjeksiyon yapılan üründe, düşük pH'ya bağlı olarak duyusal testlerde kontrol grubuna göre daha ekşimsi tat ve sıkı yapı tespit edilirken, ekşimsi tat olumlu karşılanmıştır. Biyojen amin miktarı pH ile doğru orantılı geliştiği, yani pH düştükçe biyojen amin oluşumunun azaldığı tespit edilmiştir (Petäjä et al., 2000).

Çiğ materyaldeki maya miktarı 2-33 log kob/g olarak belirlenirken, 35. günlük depolamanın ardından < 2,0-3,8 log kob/g değerine ulaşmıştır. Depolamanın 30. gününde LAB < 8 log kob/g'a ulaşmıştır. İnokülasyon yapılmayan gruplarda toplam yük depolamanın 7. gününde < 6,8 log kob/g'a ulaşmıştır. Depolama sırasındaki *Pseudomonas* yükünde azalma tespit edilmesi, ortamdaki saprofit mikroorganizma yükünde azalmanın indikatörü olarak gösterilmiştir. LAB 35. günde baskın florayı oluşturmuştur (Petäjä et al., 2000).

NaNO₂ etlerde kürlenme ajanı olarak kullanıldığı gibi aynı zamanda etkili bir lipit oksidasyon inhibitörüdür. Hemin katalizlediği lipit oksidasyonu, nitritin

nitrosomiyoglobin oluşturması ile inhibe olur. Bu şekilde demirin inaktive edilmesi ile membran lipit oksidasyonu ortadan kalkar, dolayısı ile membranlardaki ÇDYA stabil hale geçer. Metal katalitik kelatlar hem bağlı olmayan demir ve bakırla inaktif kompleksler oluşturur. Nitrikasit ile serbest radikalleri toplar veya antioksidan özelliği ile bilinen nitrosamin oluşturur. Fosfolipitler trigliseritlerden daha hızlı okside olurlar. Balıkta hem demiri 6-15 ppm, hem bağlı olmayan demiri ise 10 ppm oranında bulunur ve lipit oksidasyonunu katalizler. Metabolitler ve kompleks haldeki demir düşük moleküler ağırlıktayken, hemoglobin ve myoglobne bağlı kompleks demir yüksek moleküler ağırlıktadır. Pişme sırasında denatürasyona bağlı demirin serbest kalması oksidasyonu tetikler. Balık etindeki diğer proksidan kompleksler, mitokondri, NADP, lipoksigenaz, askorbat, ferritin ve transferindir. Balık kara etinde hem daha yoğun, ÇDYA ve lipit oranı daha yüksek olduğundan balık beyaz etinden daha hızlı okside olur (Kolakowska, 2003).

Genellikle birden fazla koruyucunun, ısı, soğutma, ışınlama, kurutma veya modern işlemlerle (yüksek basınç uygulaması vs.) birlikte kullanılması yarar sağlar. a_w , pH modifikasyonu, paketleme, dumanlama ve düşük sıcaklık gibi birçok koruyucu tekniğin birlikte kullanımı mikroorganizma gelişimi, enzimatik otoliz ve ransiditeye karşı birlikte sinerjist engel etkisi sağlayabilir (Doe, 2000).

Karışım lar geniş spektrumlu etki oluşturur, tek başına kullanıldığından daha az yoğunlukta kullanılır.

Birlikte kullanımın sağladığı engel etkisi;

- Düşük mikroorganizma yükü sağlar,
- Depolama sıcaklığı açısından avantaj sağlar
- Su aktivitesi açısından çeşitlilik sağlayabilir,
- pH'nın etkisi koruyucularla artar,

Bazı engel teknolojiler, gıda kalitesi gibi antimikrobiyal etkilerinden dolayı güvenliğini de etkiler. Bu teknoloji nitrit uygulamalarında da kullanılır. Engel etki pozitif veya negatif olabilir. rn kalitesini yükseltmede kullanılan engel etkiler, sıcaklık, a_w , Eh, vakum paket, rekabet flora, laktik asit bakterileri askorbatlar,

kelat ajanlar, nitrit gibi koruyuculardır. Engel teknolojisi gelişmiş ülkelerde uygulanabilir (Lück and Jager, 1995).

Çizelge 2.7: Bazı koruyucuların mikroorganizmalara etkileri (Lück and Jager, 1995)

	Bakteri	Maya	Küf
Nitrit	++	-	-
Sülfid	++	++	+
Sorbik asit	++	+++	++++
Formik asit	+	++	++
Propionik asit	+	++	++

-: Etkisiz, +: Hafif etki, ++: Orta etki, +++: Yüksek etki

Nykänen et al. (1999), soğuk dumanlanmış gökkuşağı alabalığının mikrobiyolojik kalitesini yükseltmek için laktik asit ve nisin kullanılabilirliği üzerine yapmış oldukları çalışmada, laktik asidi tuz solüsyonu ile karıştırarak balığa enjekte edip, vakum paketleyerek 3 °C'de depolamışlardır. NaCl, laktik asit ve nisin karışımının ürünün bakteriyel yükündeki gelişimi geciktirdiği, tipik dumanlanmış balık tadını geliştirdiğini, fakat daha az elastiki tekstür kazandırdığını belirlemişlerdir. Diğer yandan laktik asit tek başına koku ve tadı etkilememiştir.

Hansen et al. (1995), yapmış oldukları soğuk depolanan Atlantik salmonda kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik değişimler üzerine tuzlama ve depolama sıcaklığının etkisi ile ilgili çalışmada, vakum paketlenen soğuk dumanlanmış salmon 5-10 °C'de ve %2,2-4,6 tuz oranında incelemiş, tüm denemelerde, saprofit flora karakteristikleri ile duyuşal değişiklikler arasında ilişki bulamazken, toplam flora duyuşal bozunum öncesi 10⁸ kob/g'a kadar yükseldiğini saptamışlardır. Hipoksantin, soğuk dumanlanmış balığın en belirgin indikatörü olarak belirlenmiştir. Duyuşal değişimle mikrobiyal değişim (toplam psikrotrof, laktik asit bakterileri veya Enterobakterler) arasında korelasyon olmadığı belirlenmiştir. Toplam bakteri, duyuşal bozulma öncesi haftalarda 10⁸ kob/g bulunmuştur. Etanol, tuz konsantrasyonu ile artarken bu durumun sıcaklığa bağlı olmadığı, tüm denemelerde depolama sıcaklığına bağlı olarak hipoksantin, trimetilamin, etanol artmıştır. TMA değeri, duyuşal bozulma sırasında 2-8 mg ile 10 mg arasında bulunmuştur. Asetik asit, azalan tuz ve artan sıcaklıkla artmıştır.

Hansen et al. (1996), soğuk dumanlanmış salmon kalitesi üzerine otoliz ve mikrobiyolojik aktivitenin etkisi ile ilgili yapmış olduğu çalışmada, kimyasal bileşenlerden hipoksantin, asetik asit, TMA ve TVB değerleri incelemişlerdir. Çalışmada otolitik enzimlerin tekstürel değişimde önemli role sahip oldukları belirlenmiştir.

Hansen and Huss (1999), üç dumanlama fabrikasından alınan soğuk dumanlanmış çürümüş balıktan izole edilen mikrofloranın karşılaştırılması ile ilgili yaptığı çalışmada, vakum paketlenmiş salmonlar, farklı fabrikalara ait aynı materyalle paketlenen balıkların mikroflorasında büyük varyasyonlar tespit etmişlerdir. Mikroflorada baskın olan bakterinin 10^7 kob/g'la laktik asit bakterilerinin olduğu tespit edilmiştir.

TMA, mikrobiyal metabolit olup, tazelik indeksi değil, bozulma indeksi olarak kullanılabilir. *Elasmobranchii* ve dip balıklarında, genellikle yüksektir. Birçok tatlı su balığı TMA içermese de Nil perch ve tilapya gibi bazı balıklarda yüksek çıktığından genel olarak tazeliği yansıtan bir parametre olarak kullanılamaz (Anonymous, 2000).

Dumanlanmış balık, çiğ balığın fiyatından daha düşük fiyatlarla satılması ve füme ürünlerin daha lüks bir ürün olmamasından dolayı Fransa'da gelişmiş bir endüstri haline gelmiştir. Ancak Fransa'da dumanlanmış balıkta katkı kullanılmasına izin verilmemektedir. Soğuk dumanlanmış, vakum paketlenmiş balık mikroflorası ile ilgili çok az çalışma mevcut olup, mikroflora balığın kesim öncesi çevresel koşulları ve işleme koşullarına göre çok büyük değişimler gösterir. 8 °C'de 3 haftalık depolama ile mikrofloranın %60'ının laktik asit bakterilerinden oluştuğu çalışmalarla ortaya konmuştur. Dumanlama, pakitleme, tuzlama ve ısı uygulamasının *Listeria* spp. gelişimini etkilemediği ortaya konmuştur. *Listeria* spp. gelişimi ancak nitrit gibi kimyasalların ve değişik asitlerin ilavesi ile engellenebilir. Ancak bu katkıların ilavesi duyuşal nitelikleri değiştirebilir. Soğuk dumanlanmış, vakum paketlenmiş balık için Fransa'da 3 haftalık raf ömrü önerilse de bazı ülkelerde yedi haftalık raf ömrü önerilir. Aynı çalışmada raf ömrünün işleme koşullarına bağlı olduğu ifade edilmiştir (Huss et al., 1995, Duffes,1999,. Duffes et al.,1999).

Leroi et al. (1998) yaptıkları çalışmada, soğuk dumanlanmış salmonun, 8 °C'de 5 hafta depolanmasının ardından kimyasal ve duyusal analizleri yapılmış, aerob total bakteri yükü 20 °C'de 6 günde maksimum derecesine (3×10^6 kob/g)'a ulaşmıştır. Buna karşın raf ömrü panelistlerce 2-3 hafta olarak tahmin edilmiştir. Bozulma karakteristikleri ekşilik, acılık, ransit koku-tat, macunsu tekstür olarak ele alınmıştır. TMA az miktarda belirlenmiş, *Shewanella putrefaciens*, *Aeromonas* spp., *Carnobacterium piscicola*, *Lactobacillus farciminis*, *L. sakei*, *Shawenanelle putrefaciens*, *Photobacterium phosphoreum* çürümeden sorumlu diğer mikroorganizmalar olarak belirtilmiş, aynı zamanda bu bakterilerin çeşitli deneme koşullarında faaliyet gösteren mikroorganizmalar olduğu ifade edilmiştir.

Ramanathan and Das (1993), yapmış oldukları, bazı polifenolik doğal ürünlerle balıktaki lipit oksidasyonunun kontrolü hakkındaki çalışmada, farklı antioksidan kullanılan tombak balığı (*Scomberomorus commerson*) çiğ ve pişmiş olarak 4 °C ve -20 °C'de üç hafta depolanmıştır. Uygulamalarda tüm antioksidanlar (200 ppm) ve α -tokoferolün (30 ppm), lipit oksidasyonunu çiğ balıkta inhibe ettiği belirlenmiştir. Kullanılan diğer antioksidanlar; askorbik asit, polifenol quercetin, myricetin, tannik asit ve ellagik asit olmuştur.

Wasson et al. 1991'de kaya balığının (*Sebastes alascanus*) renginin korunması için antioksidanların kullanımı ile ilgili yapmış olduğu çalışmada, karıştırılmış tokoferol, askorbik asit, BHT ve sodyum eritorbat, depolama sırasında balığı kırmızı rengini korumak için kullanmışlardır. Sonuç olarak uygulanan antioksidanların balık rengini belirgin bir şekilde koruduklarını gözlemlemişlerdir. Bu antioksidanlardan en iyi koruma sağlayanın tokoferol ve askorbik asidin birlikte kullanımı olduğu belirtilmiştir.

Balık tekstürü en önemli kalite karakteristiği olup, yumuşamış filetolar balık endüstrisi için sorun oluşturmaktadır. Balık tekstürü, balık türü, yaşı, balık büyüklüğü, yağ içeriği, yağın kas içerisindeki miktarı, dağılımı ve kesim öncesi stres gibi bir çok faktörden etkilenir (Hultman and Rustad, 2004).

Meilgaard et al. (1999) yapmış oldukları bir çalışmada tekstürel ölçüm, TA, XT2 model (stable microsystems, Haslemere, U.K.) 5 cm ϕ silindirle donanımlı tekstür analizör ile, doku örnekleri 1,5 cm çaplı diskler halinde kesilerek her disk en az 10

tekrarlı incelenecek şekilde tekstür ölçümleri yapılmıştır. Maksimum dilimlenme direncinin belirlenmesi için tekstürmetre Warner Braitzler cell ile donatılarak 25 mm x 25 mm'lik filetolarda testler yapılmıştır. Çalışmada, koku, tat ve flavor için altı özellik belirlenmiştir. Yapılan analizler sonunda tuzluluğun artışı ile son üründe, sertlik, gam yapısı, çiğnenebilirlik, yapışkanlık ve esneklik artmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmada hammadde olarak kullanılan gökkuşağı alabalığı, Fethiye'nin Köyceğiz ilçesinde faaliyet gösteren Bağcı Su Ürünleri ve Enerji Üretim A.Ş.'den temin edilmiştir.

Balıklar yakalanıp otomatik makinelerle içleri boşaltılıp yıkandıktan sonra hemen $+4\pm1$ °C'de soğutulmuş, strafor kutularda buzla kaplanarak 12 saat içerisinde Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, pilot işletmelerinde bulunan soğuk hava deposuna nakledilerek işlemeye alınmıştır. Salamura işlemleri $+4\pm1$ °C'lik soğuk hava deposunda yapılırken üretim sırasında gerekli hijyen kuralları uygulanmıştır.

Denemeler öncesi her biri yaklaşık 200 g ≤ ağırlığında toplam 400 adet balık kullanıldığı iki ön deneme yapılmış, farklı antioksidan ve farklı antimikrobiyal katkıları kullanılarak üretilen balıklarda farklı dumanlama ve salamura metotları denenmiş, ürünlerde fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizler yapılmış, elde edilen sonuçların değerlendirilmesiyle asıl denemelerde uygulanacak katkıları, oranları ve işleme tekniği belirlenmiştir. Ön denemelerde elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş, katılan nitrit miktarının artırılması ile nitritin tek başına etkisi ve askorbik asitle birlikte kullanımının oluşturacağı etki, nitrit miktarında yapılacak artış ile istatistiksel olarak daha önemli farklar ortaya koyabileceği düşünülerek denemelerde nitrit oranı artırılmıştır. Deneme iki tekerrürlü olarak yapılmış ve her biri 200 g ≤ ağırlığında balıklar kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Fiziksel ölçümler

İşleme öncesi rasgele seçilen yirmi balık üzerinde toplam boy (TB) ve ağırlık gibi fiziksel parametreler tespit edilip, tıknazlık faktörü (TF), ağırlık (P) ve uzunluk (L) saptanarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Çelikkale, 1982).

$$TF = \frac{P}{L^3} \times 100$$

3.2.2. Deneme planı ve salamura işlemleri

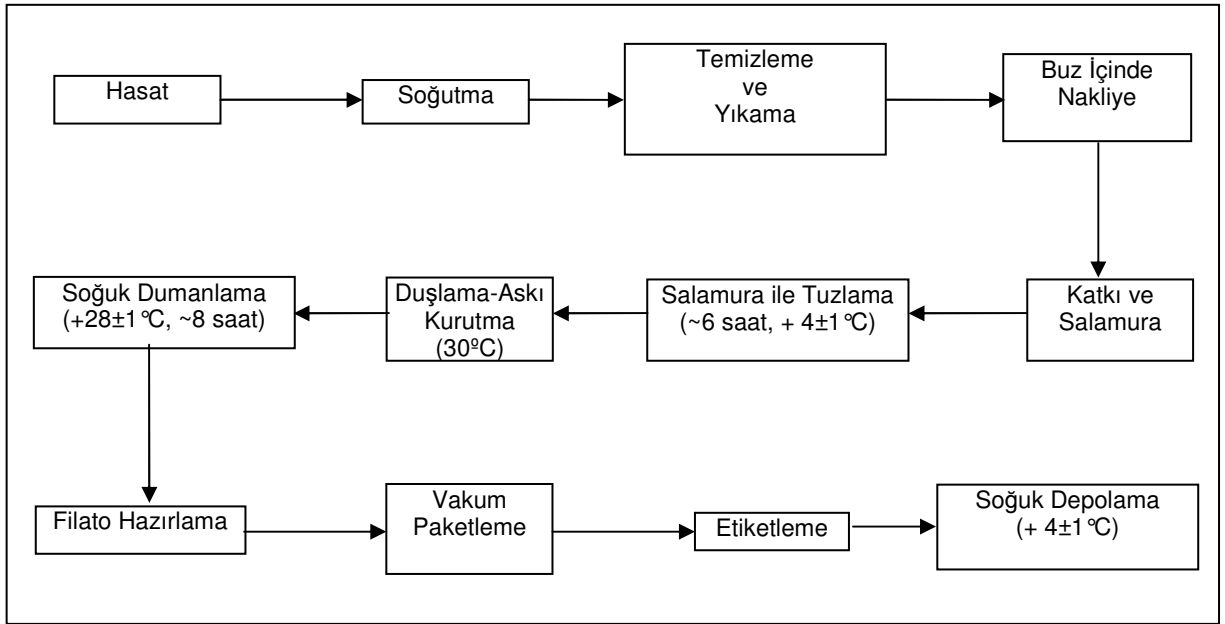
Deneme iki tekrarlı yapılırken, her denemede 130 adet balık kullanılmıştır. Salamura öncesi balıklar 8 ayrı gruba ayrılarak etiketlenmiştir. Bu gruplara ait uygulanan parametreler Çizelge 3.1’de verildiği gibidir.

Çizelge 3.1: Denemelere ait gruplar, salamura ve katkıları.

Grup	Gruplar, salamura ve katkıları
¹ T	Dondurma
² S	%10’luk salamurada ~6 saat, (100 gr NaCl +1 lt Su) (Dondurma)
³ K	%10’luk salamurada ~6 saat, (100 gr NaCl +1 lt Su)
⁴ N4	%4’lük NKT kullanılmıştır (4 gr NaNO ₂ + 100 gr NaCl + Su ile lt ‘ye tamamlama)
⁵ N2	%2’lük NKT kullanılmıştır (2 gr NaNO ₂ +100 gr NaCl + Su ile lt ‘ye tamamlama)
⁶ A	Tuzun %2,5’u kadar (2,5 gr Askorbik Asit + 100 gr tuz + Su ile lt ‘ye tamamlama)
⁷ N4A	%4’lük NKT, %2,5 A.A (2,5 gr A.A. + 4gr NaNO ₂ + 100 gr NaCl + Su ile lt ‘ye tamamlama)
⁸ N2A	%2’lük NKT, %2,5 A.A (2,5 gr A.A.+ 4gr NaNO ₂ + 100 gr NaCl + Su ile lt ‘ye tamamlama)

¹: Taze, ²: Salamura, ³: Kontrol, ⁴: %4 Nitritli grup, ⁵: %2 Nitritli grup, ⁶: Askorbik asitli grup, ⁷: %4 Nitritli ve askorbik asitli grup, ⁸: %2 Nitritli ve askorbik asitli grup

Beş adet balık, taze balıkla ilgili özelliklerin belirlenmesi için işlem yapılmadan vakum paketlerde şoklanarak derin dondurucuda -18±1 °C’de depolanmıştır. Salamura sonrası yine aynı miktarda balık vakum paketlenerek şoklanmıştır. Kullanılan salamuralarda, birinci grupta herhangi katkı kullanılmadan kontrol grubu (K) olarak salamuraya yatırılırken, katılan tuz üzerinden olmak üzere ikinci grupta %4 nitrit (N4), üçüncü grupta %2 nitrit (N2), dördüncü grupta (A) %2,5 askorbik asit, beşinci grupta (N4A) %4 nitrit ve %2,5 askorbik asit, altıncı grupta (N2A) ise %2 nitrit ve %2,5 askorbik salamuraya ilave edilerek homojen bir şekilde karıştırılmış, salamura hazırlanırken askorbik asit en son ilave edilmiş, karıştırma sırasında suyun çalkalanmamasına özen gösterilmiştir. Salamura işlemleri, salamuranın balıkları tam kaplayacağı büyüklükteki paslanmaz çelik kaplarda yapılmıştır. Salamura işlemlerinde salamura: balık oranı 2:1 olarak uygulanmıştır.



Şekil 3.1: Fume balık üretiminde uygulanan üretim işlemlerine ait üretim akım şeması ve parametreleri.

Balıklar $+4\pm1$ °C'de 6 saat süre ile salamurada bekletilirken ürünün homojen tuz emilimi için, salamuranın tüm balıkları basacak şekilde uygulanmasına dikkat edilmiş, işlem sırasında balıklar zaman zaman salamura içerisinde karıştırılmış, tuz geçişi Baumémetre ile sürekli takip edilmiştir.

Ağırlık kontrolü amacı ile gruplar içerisinde rasgele örneklemeyle her gruptan 5 adet balık etiketlenerek salamura öncesi ve sonrası, dumanlama sonrası ve sonrası ile fileto çıkartma sonrası tartılarak fireler saptanmıştır (N. Kolsarıcı, 2003, sözlü görüşme).

3.2.3. Dumanlama işlemi

Dumanlama işleminde Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümüne ait sanayi tipi dumanlama fırını kullanılmış, işlemler sırasında fırın içi bağıl nemi %70 olarak belirlenmiştir. Duman eldesinde Hacettepe Üniversitesi bünyesinde faaliyet gösteren işletmeden elde edilen ham gürgen talaşı kullanılmış, duman üretme ünitesinde duman üretme sıcaklığı 300-350 °C olarak belirlenmiştir. Dumanlama işlemlerinin yapıldığı dumanlama ünitesi, (Arı Torna Makineleri Sanayii, İstanbul) yaklaşık 2 m³'lük iç hacme sahip, dikey duman akış özelliğinde, 20 cm ø'ında duman tüneli donanımlı, elektronik olarak kumanda edilebilme özelliğine sahiptir.

Salamura işleminin ardından balıklar dumanın karın içi yüzeylerine işlemlerini engellemeyecek şekilde özel şişlere geçirilip dumanlama ünitesinde askıya alınarak bir süre duşlanmış, duşlamanın ardından belli bir süre sızdırma ve kurutma işlemi uygulanmıştır. Maksimum %5'lik kuruma sağlanıncaya kadar yaklaşık olarak 30 dakika kurutma işlemine devam edilmiştir. Yüzeysel kurumaların ardından balıklara $+28\pm1$ °C'de, 8 saat soğuk dumanlama uygulanmıştır. Çalışmada %10 dumanlama firesi hedeflenmiştir (Hattula et al. 2001).



a



b



c

Şekil 3.2: Dumanlama sırasında (a), fileto çıkartma sonrası (b) ve vakum paketlenmiş (c) alabalık.

3.2.4. Paketleme

Dumanlamanın ardından balıkların kılçıkları, derisi, yüzgeçleri ve kafası çıkarılarak fileto haline getirildikten sonra, daha önce gruplara göre etiketlenen, oksijen geçirgenliği $29-45 \text{ ml O}_2/\text{m}^2 / 24 \text{ s/ atm}$ (23 °C , %50 RH) ve su buharı geçirgenliği $10-15\text{g/ m}^2/ 24 \text{ s.}$ (38 °C , %50 RH)-(1 atm/101325 pa) polietilen /poliamid poşetlerde sanayi tipi vakum makinesi (Abant Makine Sanayii Ltd. Şti., Adapazarı) ile tek tek vakum paketlenmiştir. İşlem $+4\pm1$ °C'lik soğuk hava deposunda gerçekleştirilmiştir.

3.2.5. pH tayini

10 g örnek tartılıp, üzerine 90 ml saf su eklenip karıştırıcıda 1 dak homojenize edildikten sonra, süzülerek pH 4 ve pH 7 standart tampon çözeltileriyle kalibrasyonu yapılan, Inolab ba 12217e dijital pH metre ile pH değerleri her örnek için üç tekrarlı olarak okunmuştur (Vural ve Öztan, 1996).

3.2.6. Kuru madde miktarı

Her bir balık kıyması örneğinden yaklaşık 10 g alınarak, 105±2 °C'lik etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup, sabit ağırlığa getirilmiş kuru madde kaplarında, aynı sıcaklıkta sabit ağırlığa gelene dek kurutma yapılarak,

$$\% \text{Nem} = \frac{M_1 \times M_2}{m} \times 100$$

M_1 : örnek ve kabın kurutmadan önceki ağırlığı (g)
 M_2 : örnek ve kabın kurutmadan sonraki ağırlığı (g)
 m : örnek miktarı (g)

formülüne göre belirlenmiştir (Vural ve Öztan, 1996).

3.2.7. Protein miktarı

Balık kıyması örneklerinin toplam ham protein miktarı, Kjeldahl yöntemi uygulanarak belirlenmiştir. Bu amaçla 2,0-2,5 g arasında örnek parşömen kağıdına tartılıp, yakma ünitesinde katalizör ve ısı uygulanarak yakılmış, tam yanmanın olduğu örnekler, soğumanın ardından destilasyon ünitesine bağlanarak destilasyon başlatılmıştır. Destilasyon işlemi azot çıkışı sona erene kadar sürdürülmüş, destilatlar %2 konsantrasyondaki borik asit (Merck) ve metilen kırmızısı ile hazırlanan erlenlerde toplanarak asitle titre edilip, asit sarfiyatları üzerinden,

$$N(\%) = \frac{0,014 \times n \times (V_1 - V_0)}{m} \times 100$$

V_0 : Tanık deneme için harcanan HCl miktarı (ml)
 V_1 : Örnek için harcanan HCl miktarı (ml)
 m : Örnek miktarı (g)
 n : HCl çözeltisinin normalitesi
 N : Azot miktarı

formülü uygulanarak belirlenen azot miktarı 6,25 faktörü ile çarpılarak protein miktarı saptanmıştır (Lees, 1975).

3.2.8. Yağ miktarı

Daha önceden su miktarları tespit edilen örnekler, yağ miktarlarının belirlenmesi için de kullanılmıştır. Bu amaçla Soxhlet yöntemi ve analizler için çözücü olarak n-hekzan kullanılmıştır. Ekstraksiyon yaklaşık 8 saat yapılmış, tartımlar 0,001 hassasiyetle belirlenmiştir.

Belirlenen değerlere göre,

$$\text{Yağ (\%)} = \frac{M_2 - M_1}{m} \times 100$$

M_1 : Kaynama taşları ile birlikte ekstraksiyon balonunun ağırlığı (g)

M_2 : Kurutulan ekstraksiyon balonu, kaynama taşları ve yağın ağırlığı (g)

m : Örneğin kurutulmadan önceki ağırlığı (g)

formülünden yağ miktarı belirlenmiştir (Vural ve Öztan, 1996).

3.2.9. Kül miktarı

Deneme süresince kül tayini için balık kıymasından alınan yaklaşık 2,0-2,5g 'lık örnekler 0,001 hassasiyetle tartılıp, 550°C deki kül fırınında sabit ağırlığa gelinceye kadar yakılarak,

$$\text{Kül(\%)} = \frac{M_2 - M_1}{m} \times 100$$

M_2 = Yakmadan sonra kroze + örnek ağırlığı

M_1 = Kroze ağırlığı

formülüne göre kül miktarı belirlenmiştir (Anonymous, 1990).

3.2.10. Tuz miktarı

Mohr yöntemine göre; yaklaşık 10 g örnek üzerine 100 ml saf su eklenip karıştırıcıda iyice parçalanıp süzölmüş, 10 ml süzüntü alınıp üzerine 10 damla potasyum kromat eklenerek açık sarı renk elde edilmiş, büretten yavaş ve karıştırılarak 0,1 N gümüş nitrat (Merck) eklenerek titrasyon yapıp, renk

kahverengiye dönüşünce titrasyon sonlandırılıp aşağıdaki formüle uygulanmıştır (Vural ve Öztan, 1996).

$$\text{Tuz (\%)} = A \times 0,584$$

A: 0,1 N AgNO₃'dan harcanan miktar

3.2.11. Kalıntı nitrit miktarı

10 g örnek beher içinde sıcak saf su ile iyice karıştırılarak, 500 ml'lik balona alınmış, balon ve içindekiler sıcak su banyosunda yarım saatte bir çalkalanarak iki saat kaynatıldıktan sonra, balon soğutularak işarete kadar soğuk saf suyla tamamlanmıştır. Çözelti süzgeç kağıdından süzülerek ilk 50 ml atılıp, 100 ml süzüntü 200 ml'lik ölçülü balona alınmış, 10 ml sodyum karbonat çözeltisi, 5 ml FeCl₃.6H₂O çözeltisi eklenip, saf su ile 200 ml'ye tamamlanarak çalkalanmıştır. Örnek, süzgeç kağıdından süzülüp, ilk 50 ml atılmış, süzüntüden 5 ml, 100 ml'lik balonjojeye konup, 8-10 ml eksik kalana kadar saf su eklenmiştir. Diğer yandan 100 ml'lik balonjölere standart nitrit çözeltisi III'den 5, 10, 15, 20, 25, 30 ml konulup, 8-10 ml eksik kalana kadar saf su ile doldurulmuştur. Kör içinde 100 ml'lik balona 90 ml saf su konmuş, tüm balonlara 1 ml HCl, 2 ml sülfanilamid çözeltisi ve 1 ml Coupler reaktifinden eklenmiş ve çizgilerine kadar saf su ile tamamlanmıştır. 10 dak bekletildikten sonra 540 nm'de spektrofotometrede absorbanslar okunmuştur. Konsantrasyonlara karşı absorbanslar grafiğe geçirilerek, elde edilen bu kalibrasyon eğrisinden örneğe ait absorbans değerinin hangi konsantrasyon değerine karşı geldiği bulunmuştur (Vural ve Öztan, 1996).

3.2.12. TVB-N (Toplam uçucu bazik azot tayini)

TVB-N değeri Varlık vd. (1993)'ne göre su buharı distilasyon prensibine dayalı olarak çalışan Antona düzeneği (Bkz. EK- 5) ile belirlenmiştir. İşlemlerde, 10 g balık kıyması 2 g kadar magnezyum oksit ve köpük giderici ile Antona balonuna yerleştirilerek yaklaşık olarak 12 dakika destilasyon yapılmış, %2 konsantrasyonda borik asitle hazırlanıp metilen kırmızısı damlatılan erlende toplanan destilat asitle titre edilerek sarf edilen asit miktarı,

$$\text{TVB-N} = (A-B) \times 14 \times 100$$

A : Örnek titrasyonundaki asit sarfiyatı

B : Kör titrasyonundaki asit sarfiyatı,

formülüne uygulanarak TVB-N değeri belirlenmiştir. Cihaz duyarlılığı ön denemeler yapılarak kullanılan materyale göre belirlenmiştir. 35 mg/100 g ≤ TVB-N değerlerinde balık bozulma noktasında kabul edilmiştir. Analizler, 4 günlük periyotlarla tüm depolama süresi boyunca belirlenmiştir (Varlık vd., 1993).

3.2.13. TBA testi

Örneklerin TBA testi malonaldehit miktarına göre belirlenmiştir. Vural ve Öztan (1996)'a göre 10 gr örnek ile çalışılmış, nitritli üründe farklı olarak 1 ml sulfanilamid reaktifi ilave edilen örnekler yöntemde belirtildiği gibi 50±1 °C sıcaklıkta su ve 4 N HCl ilavesinin ardından buhar destilasyonu düzeneğine bağlanıp, yaklaşık 50 ml destilat toplanıncaya kadar destilasyon yapılmış ve elde edilen destilatlar, 5 ml renkli şişelere konarak 5 ml TBA reaktifi ilave edilmiştir. Örnekler sıcak su banyosunda 35 dak bekletilip soğutulmuştur. Soğutmanın ardından 538 nm'de spektrofotometrede absorbans değerleri elde edilip 7,8 katsayısı ile çarpılarak mg malonaldehit/ kg cinsinden TBA değeri belirlenirken, kör için 5 ml destilat yerine 5 ml saf su kullanılarak aynı katkılarla aynı prosedür uygulanmıştır. Analizler 4 günlük periyotlarla tüm depolama sırasında belirlenmiştir.

3.2.14. Toplam titrasyon asitliği miktarı

10 g homojenize edilmiş 200 ml saf su ile karıştırıcıda karıştırılıp, toplam hacim 250 ml'ye tamamlanarak, süzülüp, süzüntüden 25 ml alınarak 100 ml'ye tamamlanmış, indikatör eklenip, 0,1 N NaOH ile titre edilerek, titre edilebilir asit miktarı ağırlık yüzdesi olarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır,

$$\text{Titrasyon asitliği (\%)} = \frac{V \times 0,009008 \times 100}{m}$$

V : Titrasyonda harcanan 0,1 N'lik NaOH miktarı (ml)
m : Örnek miktarı (g)

(Vural ve Öztan, 1996).

3.2.15. Su aktivitesi (a_w) değeri

Kıyma halindeki balık eti örnekleri, için Aqua Lab model cx2 su aktivitesi (okuma duyarlılığı = ±0,003) ölçüm cihazı kullanılmıştır. Örnekler homojen hale getirildikten

sonra standart a_w metre kaplarında otomatik kalibrasyonla okumalar yapılmış, ortam sıcaklığına göre önerildiği biçimde düzeltme faktörü uygulanmıştır.

3.2.16. Ham yağ eldesi

Tong et al. (2000) uyguladıkları yöntem modifiye edilerek; kıyma haline getirilen balık eti, 10.000-14.000 rpm'de, oda sıcaklığında Sigma 3-18 K santrifüj kullanılarak, 20 dak santrifüj edilmiş ve üç faz halinde ayrılan örnekten yağ enjektörle çekilerek renkli şişelere doldurulup, derin dondurucuda -18 °C'de depolanmıştır.

3.2.17. Metil esterlerinin oluşturulması

Yağ asidi metil esterleri (YAME), AOCS Official Methods Ce 2-66 metoduna göre yapılmıştır. 20 mg yağ 0,001 hassasiyette tartılarak, üzerine 2 ml n-hekzan eklenip üzerine 0,2 ml metanolde hazırlanmış 2 N KOH ilave edilerek 2 dak vortekste karıştırılıp, 5000 rpm'de 5 dak santrifüj edilerek iki faz halinde ayrılan örnekten üstteki renksiz faz pipetle çekilerek renkli şişelere alındıktan sonra, azot gazı verilerek kapatılıp, -18 °C'de depolanmıştır (Anonymous, 1989).

3.2.18. Yağ asitlerinin belirlenmesi

Yağ asitleri, 25 metre uzunluk, 0,25 mm iç çapında, 0,2 µm film kalınlığına sahip AT - WAX kılcal kolon (Supelco) kullanılarak, HP 5890 Seri II gaz kromatografisinde belirlenmiştir. Dedektör olarak FID (Alev İyonlaşma Dedektörü), taşıyıcı gaz olarak azot gazı (1 ml/dak) kullanılmıştır. Enjeksiyon miktarı 1 µl ve kolon sıcaklığı 190 °C'ye ayarlanmıştır. Dedektör sıcaklığı 260 °C, enjeksiyon sıcaklığı 250 °C'ye ayarlanmıştır. Analizler 15 günlük periyotlarla depolama süresi başlangıcı (0. gün), depolama süresi ortası (15. gün) ve depolama süresi sonunda (30. gün) ekstrakte edilen örneklerde belirlenmiştir. Balık yağ asitleri standardı için Omegawax Test Mix (Supelco, 48476) yağ asidi standardı kullanılmıştır (Anonymous, 1989).

3.2.19. Serbest yağ asitlerinin belirlenmesi

7,5 gr örnek 75 ml'lik alkol ve 2 ml indikatör eklenerek NaOH ile sürekli pembe renk oluşumu sağlanana kadar titre edilip,

$$\% Oleik asit = \frac{V_x N \times 28,2}{m}$$

V= Titrant sarfı (ml)

N= Titrant normalitesi

m= Örnek miktarı (gr)

formülü uygulanarak bulunan değerin 1,99 faktörü ile çarpılması ile elde edilmiştir (Vural ve Öztan, 1996).

3.2.20. Renk analizi

Renk, Minolta Spektrofotometre (Interlab CM- 3600d) ile Hunter renk skalası baz alınarak belirlenmiştir. CIE “L” beyazlık, “a” kırmızılık, “b” sarılık değerleri, lateral ve ön dorsalden alınan örneklerde 90° açı ile döndürülmek sureti ile her örnekte dört defa belirlenmiştir. Belirlenen değerlerin ortalamaları verilmiştir. Analizler 4 günlük periyotlarla tüm depolama sırasında belirlenmiştir (Skjervold et al., 2001, Candoğan ve Kolsarıcı, 2003).

3.2.21. Tekstür analizi

Tekstür, Ta Plus Texture Analyser (Amatek Lloyd Instruments Ltd., UK) ile belirlenmiştir. 12,5 mm ø silindirik prop donanımlı tekstür metre ile 70 mm/ dk.’lık penetrasyon hızı, 0,01 N test direncinde ve %60 penetrasyonla, yan hattın 1,5 cm üstünde boynun altı ile sırtın yüzgecine denk gelen kısımdan alınan 1,5 cm³’lük örnekler üzerinde testler üç tekrarlı gerçekleştirilmiştir. Analizler 4 günlük periyotlarla tüm depolama sırasında belirlenmiştir (Skjervold et al., 2001, Rørä et al., 2003).

3.2.22. Mikrobiyolojik analizler

Bu çalışmada, mikrobiyolojik analizler için, Merck firmasına ait hazır besiyerleri kullanılmıştır. Homojen hale getirilen et örneklerinden 25 g steril poşetlere konulduktan sonra, üzerine 0,1 g/lit oranında pepton ve %0,85 oranında NaCl içeren serum fizyolojik ilave edildikten sonra, stomacherde 2 dak homojenize edilmiştir. Homojenizasyonun ardından aseptik koşullarda her grup için ayrı ayrı 1/10 oranında 10 seri dilüsyon yapılmış ve dilüsyonlar tüm ekimlerde kullanılmıştır. Bütün mikrobiyolojik çalışmalarda her örnek için üç paralelli çalışılmıştır.

Mikrobiyolojik analizler 4 günlük periyotlarla tüm depolama sırasında belirlenmiştir. Petri kutularına 1 ml seyreltme yapılan dilüsyonlardan eklenerek üzerine hazırlanmış besiyerinden ≥ 12 ml dökülüp, Çizelge 3.2’de belirtilen sürede inkübasyonun ardından 30-300 arası kolonilerin sayımı yapılmıştır (Gürgün ve Halkman, 1988, A. K. Halkman, 2002, sözlü görüşme).

Çizelge 3.2: Mikrobiyolojik analizlerde uygulanan parametreler (Speck, 1976).

Parametreler	Sayımı yapılan mikroorganizma grupları (log kob/g)			
	¹ T.M.A.B.	² T.P.A.B.	³ T.L.A.B.	⁴ T.M.K.
Besiyeri	PCA	PCA	MRSA	PDA
İnkübasyon	36±2 °C/48 saat	6±2 °C/10 gün	37±2 °C/48 saat	25 °C 5 gün
Yöntem	Dökme plak	Dökme plak	*Ç. T Dökme plak	Dökme Plak

1 Total Mezofilik Aerobik, 2 Total Psikrofilik Aerobik Bakteri, 3 Toplam Laktik asit Bakterisi, 4 Toplam Maya-Küf, * Çift tabakalı dökme plak

3.2.23. Duyusal değerlendirme

Duyusal analizler için füme balıklar alüminyum folyoya sarılarak etüvde 160 °C’de 20 dak pişirildikten sonra plastik tabaklara konularak etiketlenilip, standart ışıklandırması yapılan bir odada panelistlere sunulmuştur. Uzman dokuz kişiden oluşan panelistler tarafından dış görünüm, renk, yapı, genel beğeni, tat ve koku özelliklerine göre dokuzlu hedonik skalaya göre; 0-4,0> kötü, 4,1-6,0 orta, 6,2-8,0 iyi, 8,1-9,0 çok iyi şeklinde değerlendirilmiştir (Amerina et al., 1965, Chytiri et al., 2004).

3.2.24. İstatistiksel değerlendirme

İstatistiksel değerlendirmeler SPSS 11.5 for Windows paket programında çoklu varyans analizi ile belirlenmiş, önemli bulunan değişkenlere Duncan testi uygulanmıştır (Anonymous, 1999, Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2002, Özdamar, 2004).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLAR ve TARTIŞMA

4.1. Ürünün Başlangıç Değerleri

Ön denemelerde saptanan yöntemlere göre elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve bu sonuçlar doğrultusunda, iki tekerrürlü deneme kurulmuştur. Denemelerin üretim aşaması olan *salamura*, *kurutma* ve *dumanlama* aşamalarında meydana gelen toplam fire ortalama %10,15 olarak belirlenmiştir. Üretim sırasında hedeflenen fire literatür değerlerine göre %10 olduğundan, elde edilen bu değerler ideal değerler olarak kabul edilmiştir. Cardinal et al. (2001), yapmış oldukları dumanlama parametrelerinin *Salmo salar* renk ve kalitesine etkisi ile ilgili çalışmada, dumanlama kaybını %4,1 ve toplam kaybı %5,4 olarak bildirmiştir. Aynı çalışmada dumanlamada nem oranı %50, kurutma sıcaklığı ise 20 °C olarak bildirilmiştir. Tıknazlık faktörü hammaddede 1,8 olarak belirlenirken aynı parametreyi Çelikkale (1982), 1,7 olarak bildirmiştir.

Çalışmada kalıntı nitrit miktarına bakılmış, başlangıçta belirlenen kalıntı nitrit miktarı nitritin en yüksek oranda kullanıldığı grup N4'de 50 ppm iken grup N2'de 45, grup N4A'da 45, grup N2A'da ise 40 olarak belirlenmiştir. Depolamanın 15. gününde yapılan kalıntı nitrit analizlerinde ise N4 grubunda 30 ppm, N2 ve N4A gruplarında 20 ppm, N2A grubunda ise kalıntı nitrit belirlenememiştir. 32. gün sonunda yapılan kalıntı nitrit analizlerinde ise, tüm gruplarda kalıntı nitritin ortadan kalktığı belirlenmiştir. Karl (1992), yapmış olduğu çalışmasında kalıntı nitritin soğuk dumanlanmış alabalıkta 7 °C'da 3 gün depolanması sırasında azaldığını, aynı durumun -30 °C 4 haftalık depolamada belirlenemediğini ortaya koymuştur. Benzer durum Hyytiä (1999), tarafından da ortaya konmuştur.

Wawrzyniak et al. (1997), in vitro koşullar altında askorbik asidin nitrit intoksikasyonuna etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, pH'ya zamana, askorbik asit okside ve redükte formunun konsantrasyonuna ve nitrit konsantrasyonuna bağlı olarak nitrit seviyesini düşürme konusunda pozitif bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Umah et al. (2003), askorbik asidin biyogen amin formasyonuna karşı inhibe edici özelliğinden bahsetmişlerdir.

Hyytiä et al. (1997), yapmış oldukları sodyum nitrit ve potasyum nitratin *Clostridium botulinum* üzerine etkisi ile ilgili çalışmada, *salamura* enjeksiyonu ile

yapılan uygulamada üründe belirledikleri toplam nitriti 166 ppm olarak rapor etmişlerdir. Petäjä et al. (2000), biyojen amin formasyonunun bozulma ve mikrobiyal yükü doğru orantılı olarak arttığını rapor etmeleri, askorbik asit miktarı, nitrit miktarı, mikrobiyolojik yük ve biyojen amin formasyonu arasındaki korelasyonu kantitatif olarak ortaya koyma zorunluluğunu göstermektedir. Aynı çalışmada belirtilen bu miktar +4 °C'de depolanan üründe depolamanın 54. gününde sıfır değerine yaklaşırken 5 günlük depolamanın ardından nitrit azalma oranının yüksek sıcaklıkta daha hızlı olduğu belirtilmiştir. %3,4 tuz içeriğinin tespit edildiği +4 °C'de 4 hafta (28 gün) depolanan üründe kontrol grubunda TMAB yükü 7,9 log kob/g, TLAB ise 7,8 log kob/g olarak rapor edilmiştir. Bu farklılık hammadde ve işleme koşulları ile ilişkilidir. K, T ve S grubunda belirlenen başlangıç değerleri Kolsarıcı ve Özkaya (1998) 'nın elde ettiği değerlerle benzer bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, tuz oranına göre nitritin %4 oranında tek başına kullanılmasının yeterli olduğunu ortaya koymaktadır. Depolamanın ilk gününden itibaren ürünlerdeki kalıntı nitrit miktarı gıda mevzuatına uygun bulunmuştur.

Kuru madde, S, T ve işlenmiş gruplar arasında önemli farklar gösterirken işlenmiş grupların kendi aralarında göstermiş oldukları farklar önemli değildir ($p<0,05$). Başlangıçta grup K için ortalama protein %22,31 ve ortalama yağ %8,19 olarak belirlenirken, González- Rodriguez et al. (2002), alabalık için proteini %21,5, yağı ise %10,8 olarak belirlemişlerdir. Aynı parametreler salmonda ise %26,3 ve %10,4 olarak belirlenmiştir. Çalışmada ürünün 2 °C'deki raf ömrü ise beş hafta olarak belirlenmiştir. Protein miktarı, S, T ve işlenmiş gruplar arasında önemli fark gösterirken, S ve T kendi aralarında göstermiş oldukları farklar ve işlenmiş grupların yine kendi aralarında göstermiş oldukları farklar önemli değildir. Kül miktarı, T grubunda daha az belirlenirken, fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Su aktivitesi taze balıkta 0,99, salamura balıkta 0,98, üründe ise 0,97-0,99 aralığında belirlenmiştir. González-Rodriguez et al. (2002), iki haftalık depolamanın ardından a_w değerini yaklaşık olarak 0,95 olduğunu rapor etmişlerdir. Cattaneo and Cantoni (1987), iyi vakumlanmış dumanlanmış üründe $a_w> 0,94$ olması gerektiğini ifade etmiştir. Belirtilen bu değer deneme değerlerinden daha

düşük olması, materyal işleme ve muhafaza koşulları ile ilgili farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Su aktivitesi açısından gruplar arasında meydana gelen farklar istatistiksel olarak önemli değildir ($p<0,05$). pH değeri ise başlangıçta gruplar arasında önemli farklılıklar gösterse de, bu farklar katkıların etkisini gösterir nitelikte meydana gelmemiştir.

Ürünlerin tuz içerikleri ortalama %2,51- 2,28 aralığında, su fazlı tuz ise ortalama 3,5 olarak tespit edilmiştir. Taze balıkta, salamura üründe ve ürünlere ait tuz miktarları ortalama olarak Çizelge 4.1 de verilmiştir. Salamura ve işleme sonrası üründe gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunurken işleme sonrası üründe elde edilen tuz ortalamaları arasındaki farklar önemli değildir ($p<0,05$). González- Rodriguez et al. (2002), su fazlı tuzu 4,1-4,7 arasında rapor etmişlerdir.

Titrasyon asitliği (% LA) miktarları açısından, başlangıçta taze ve salamura balık da dahil olmak üzere gruplar arasında, 0,06-0,13 aralığında değişen değerler belirlenmiştir. Dumanlama işleminden sonra tüm gruplarda % LA değeri açısından çok az da olsa yükselmelerin olduğu Çizelge 4.1'de görülmektedir. Titrasyon asitliği ile ilgili yapılan istatistiksel analizlerde tüm gruplar içerisinde S grubu istatistiksel olarak diğer gruplardan farklı çıkmıştır. Taze balıkta saptanan değerlerin yüksek olması, örneklerin bekletilip, bu analizlerin diğer gruplarla birlikte yapılmasına dayanmaktadır ($p<0,05$).

TBA değeri, taze balıkta ortalama 0,24 mg MA/kg olarak tespit edilirken salamura işlemi gören ürünlerde bu değer kısmen yükseldiği, dumanlama işleminin ardından her iki denemede kısmi yükselişler olduğu tespit edilmiştir. S ve işlenmiş gruplar (K, N4, N2, A, N4A, N2A) taze üründen istatistiksel olarak önemli farklar gösterirken ($p<0,05$), işlenmiş gruplardan A grubu da diğer gruplardan önemli farklar göstermişlerdir ($p<0,05$). S, K, N4, N2, N2A ve N4A arasında fark önemli değildir. Bhuiyan et al.(1986), dumanlama sırasında TBA ve peroksit değerinde artış olduğunu rapor etmiştir.

Ürünün başlangıç için mikrobiyolojik değerlerine bakılmış, toplam maya ve küf miktarı taze üründe ortalama 3,83 log kob/g olarak belirlenirken salamura işleminin ardından belirlenen TMK değerlerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Başlangıçta S ve N2 grupları arasında fark çıkmazken diğer gruplardan elde edilen değerler önemli farklar göstermiştir. Kontrol grubuna göre N2 ve N4A grupları farklı bulunurken ($p<0,05$), K, A, N4 ve N2A grupları arasında fark önemli değildir ($p>0,05$).

Laktik asit bakteri yükü, başlangıçtaki yüke göre işleme aşamalarında K ve N2A grupları dışında önemli bir değişim göstermemiştir. Nitrit ile askorbik asidin birlikte kullanılması halinde TLAB miktarı artış göstermektedir ($p<0,05$).

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı taze balıkta ve salamura balıkta birbirine yakın bulunurken, dumanlanmış gruplarda tespit edilen değerler gruplar arasında değişen oranlarda düşüşler göstermiştir. İstatistiksel olarak T ve S arasında, yine K ve N2 arasında arasında önemli fark belirlenememiş, diğer gruplar ise kendi aralarında fark göstermeseler de, adı geçen gruplarla aralarında önemli farklar göstermiştir ($p<0,05$).

Toplam psikrofil mikroorganizma miktarı ise, T ve S grubu arasında önemli fark göstermezken, diğer gruplarla N2 grubu arasında fark önemlidir ($p<0,05$).

Chytiri et al. (2004), *O. mykiss*'in buzda depolanması sırasında, meydana gelen bazı değişimleri inceledikleri çalışmalarında, başlangıçta belirledikleri TMAB yükü, 0. günde tüm balıkta $2,5 \log \text{ kob/cm}^2$, filetoda ise $3,8 \log \text{ kob/cm}^2$ olmuştur. Ancak bu konuda literatür değeri 10^2 - 10^6 kob/g olarak belirtilmektedir. Denemede elde edilen ortalama değerler incelendiğinde elde edilen sonuçların, literatürde verilen değerlerin ortalamasına yakın olduğu görülebilir. Psikrotroflar için ise başlangıç değeri, $7 \log \text{ kob/cm}^2$ olarak belirtilmiştir. Aynı çalışmada 0. günde TVB-N değeri $21,17 \text{ mg N/100 g}$ olarak belirlenirken, bu denemede ölçülen değerin daha düşük olması yapılan çalışmada üretim sürecinin kısa tutulmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Aynı çalışmada pH değeri 6,34 olarak rapor edilmiştir. Tüm tespit edilen bu değerler ürünün işlenmesi sırasındaki ve depolanmış olduğu andaki niteliklerinin kontrolü amacıyla yapılmıştır.

Çizelge 4.1: Depolama başlangıcında belirlenen hammadde ve ürün özelliklerine ait ortalama değerler*.

Analiz	Gruplar							
	T	S	K	N4	N2	A	N4A	N2A
Tıknazlık faktörü %	1,28 ±0,013							
Dumanlama firesi %	10,15 ±0,52							
Kalıntı nitrit (ppm)	-	-	-	50 ±0	45 ±0	-	45 ±0	40 ±0
Kurumadde %	28,48 ±0,09 ^A	28,87 ±0,16 ^A	34,23 ±0,68 ^D	34,65 ±0,02 ^E	34,01 ±0,26 ^{CD}	33,51 ±0,88 ^B	33,60 ±0,50 ^{BC}	33,52 ±0,28 ^B
Protein %	18,71 ±0,06 ^B	18,18 ±0,05 ^A	22,31 ±0,64 ^D	22,40 ±0,16 ^D	22,17 ±0,57 ^{CD}	21,86 ±0,67 ^C	22,47±0,06 ^D	22,54 ±0,43 ^D
Yağ %	7,43 ±0,01 ^A	8,11 ±0,03 ^{CDE}	8,19 ±0,04 ^{DE}	8,25 ±0,11 ^E	8,00 ±0,17 ^C	8,07 ±0,20 ^{CD}	8,14 ±0,04 ^{CDE}	7,64 ±0,29 ^B
Kül %	1,40 ±0,10 ^A	2,41 ±0,04 ^C	2,98 ±0,28 ^{DE}	3,11 ±0,21 ^E	3,03 ±0,13 ^{DE}	2,95 ±0,13 ^{DE}	2,24 ±0,09 ^B	2,92 ±0,29 ^D
Tuz %	0,10 ±0,02 ^A	2,55 ±0,02 ^C	2,51 ±0,10 ^C	2,38 ±0,14 ^B	2,38 ±0,23 ^B	2,34 ±0,18 ^B	2,36 ±0,06 ^B	2,28 ±0,09 ^B
a _w	0,99 ±0,00 ^B	0,99 ±0,00 ^B	0,98 ±0,01 ^A	0,98 ±0,00 ^A	0,99 ±0,00 ^B	0,97 ±0,00 ^A	0,98 ±0,00 ^A	0,98 ±0,01 ^A
pH	6,03 ±0,08 ^A	6,15 ±0,13 ^B	6,03 ±0,11 ^A	6,11 ±0,04 ^{AB}	6,11 ±0,01 ^{AB}	6,06 ±0,03 ^{AB}	6,03 ±0,07 ^A	6,08 ±0,02 ^{AB}
Titrasyon asitliği (%LA)	0,09 ±0,00 ^B	0,06 ±0,00 ^A	0,13 ±0,02 ^D	0,11 ±0,01 ^{CD}	0,09 ±0,01 ^B	0,10 ±0,00 ^{BC}	0,09 ±0,00 ^{BC}	0,10 ±0,01 ^{BC}
TVB-N (mg/100 g)	16,07 ±0,22 ^A	16,23 ±0,02 ^{AB}	16,66 ±0,58 ^{CD}	16,20 ±0,19 ^{AB}	16,31 ±0,18 ^{AB}	16,97 ±0,36 ^D	16,22 ±0,35 ^{AB}	16,46 ±0,25 ^{BC}
TBA (mg MA/ kg)	0,24 ±0,19 ^A	0,49 ±0,18 ^B	0,49 ±0,08 ^B	0,40 ±0,05 ^B	0,47 ±0,13 ^B	0,65 ±0,03 ^C	0,45 ±0,12 ^B	0,52 ±0,02 ^{BC}
TMK (log kob/g)	3,83 ±0,06 ^D	3,71 ±0,04 ^C	2,41 ±0,04 ^A	2,85 ±0,11 ^{AB}	3,75 ±0,06 ^C	2,26 ±0,82 ^A	2,96 ±0,03 ^B	2,58 ±0,48 ^{AB}
TPAB (log kob/g)	4,26 ±0,03 ^C	4,30 ±0,12 ^C	3,23 ±0,01 ^A	3,11 ±0,05 ^A	4,00 ±0,17 ^B	2,28 ±0,05 ^A	2,15 ±0,12 ^A	2,25 ±0,08 ^A
TLAB (log kob/g)	4,65 ±0,04 ^{AB}	4,62 ±0,20 ^{AB}	4,79 ±0,06 ^B	4,46 ±0,50 ^A	4,67 ±0,01 ^{AB}	4,66 ±0,16 ^{AB}	4,89 ±0,19 ^B	4,92 ±0,00 ^C
TMAB (log kob/g)	4,53 ±0,11 ^C	4,58 ±0,11 ^C	4,19 ±0,13 ^B	3,76 ±0,11 ^A	4,27 ±0,08 ^B	2,92 ±0,37 ^A	2,59 ±0,11 ^A	3,43 ±0,29 ^A

A-G Farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (p<0,05)

T: Taze balık, S: Salamura balık, K: Kontrol grubu, N4: %4 nitrit ilavesi yapılan grup, N2: %2 Nitrit ilavesi yapılan grup, A: %2,5 askorbik asit ilavesi yapılan grup, N4A: %4 nitrit + %2,5 askorbik asit ilavesi yapılan grup, N2A: %2 nitrit + %2,5 askorbik asit ilavesi yapılan grup.

* İki tekerrür ortalaması ± standart hata (n=10).

4.2. Depolama Sırasında pH Değişimi

Üründeki pH değişimi kontrol grubunda daha hızlı gelişirken, askorbik asidin tek başına kullanıldığı 4. grupta da diğer gruplara göre daha hızlı olmuştur. grupların depolama sırasında pH değerleri arasında farklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Buna karşılık nitrit kullanılan gruplarda yavaş gelişmiştir. pH değişimi, katılan nitrit miktarı arttıkça daha düşük ve kısmen daha yavaş bir değişim göstermiştir. Bu da, bozulma ile pH yükselişinin doğru orantılı olduğunu teyit etmektedir. Soğuk dumanlanmış balıkta pH değerinin genellikle 6-7 değerleri arasında değişim gösterdiği ifade edilmiş, aynı çalışmada %1,7 su fazlı tuz içeriğine sahip alabalıkta 4°C'de 28 gün depolama sırasında pH'nın 6,1-6,3 arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir (Anonymous^c, 20001). Gruplar arasında yapılan istatistikler incelendiğinde ise başlangıç değerlerinden itibaren gruplar arasında yükselme gösteren önemli farklar bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4.2: Depolama süresinde pH değerlerindeki değişim*

Grup	Depolama Süresi (Gün)										
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
K	6,03 ^{aA}	6,23 ^{bB}	6,29 ^{dBC}	6,31 ^{bC}	6,40 ^{cCD}	6,45 ^{dD}					
N4	6,11 ^{bA}	6,21 ^{bBC}	6,19 ^{abB}	6,24 ^{aC}	6,26 ^{aCD}	6,27 ^{bD}	6,30 ^{bE}	6,30 ^{abE}	6,31 ^{bE}	6,32 ^{aE}	6,32 ^{aE}
N2	6,11 ^{bA}	6,12 ^{aAB}	6,13 ^{aAB}	6,24 ^{aB}	6,28 ^{aBC}	6,17 ^{aB}	6,23 ^{aB}	6,28 ^{aBC}	6,26 ^{aBC}	6,30 ^{aC}	6,34 ^{aD}
A	6,06 ^{abA}	6,17 ^{abB}	6,29 ^{dC}	6,34 ^{bD}	6,35 ^{bcD}	6,42 ^{dE}	6,45 ^{dE}				
N4A	6,03 ^{aA}	6,19 ^{abB}	6,21 ^{bcBC}	6,26 ^{bC}	6,29 ^{abD}	6,31 ^{bcD}	6,33 ^{bcDE}	6,33 ^{bDE}	6,32 ^{bD}	6,38 ^{bE}	6,38 ^{bE}
N2A	6,07 ^{abA}	6,19 ^{abB}	6,26 ^{cdBC}	6,33 ^{bC}	6,33 ^{abcCD}	6,36 ^{cD}	6,37 ^{cD}	6,39 ^{cDE}	6,42 ^{cE}	6,41 ^{bE}	6,42 ^{bE}

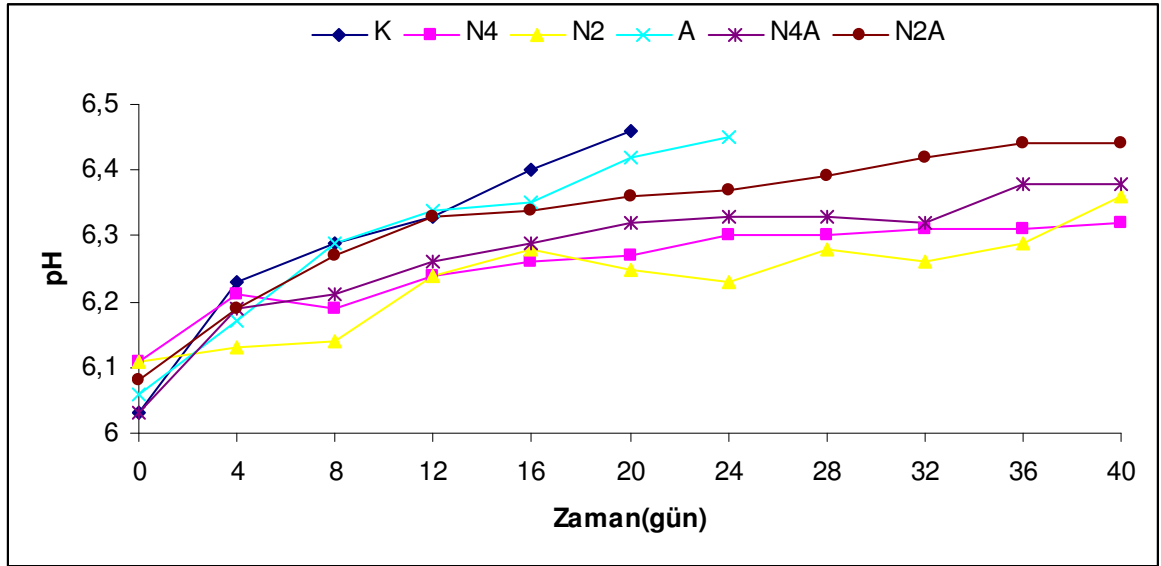
a-d Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).

A-E Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir ($n=6$).

Askorbik asit katılan nitritli üründe, askorbik asit ilavesine paralel pH değişimi hızlanmıştır. 20. günde A ve K arasında fark önemli bulunmazken, bu gruplar dışında diğer gruplar arasındaki farklar önemlidir. 24. günde N4 ile diğer gruplar arasındaki fark önemli bulunması, koruyucu nitritin bu grupta daha yüksek konsantrasyonda bulunmasındandır. 40. günde askorbik asit ve nitrit ilave edilen gruplarla yalnız nitritin kullanılmış olduğu gruplar arasında farklar önemli bulunmuştur. Bozulmaya paralel olarak grup N4A ve N2A arasında da fark önemli bulunmuştur.

González-Rodríguez et al. (2002), yaptıkları çalışmada pH değerini 5,71-6,11 arasında belirlemişlerdir. T ve S için belirlenen değerler ve K grubu pH değeri Kolsarıcı ve Özkaya (1998)'nın elde ettiği değerlerle uyumlu bulunmuştur. Buna göre pH sonuçları üzerinde yapılan çoklu varyans analizlerinde tüm gruplarda depolamanın ilerleyen periyotlarında gruplar arasında ve aynı grubun depolama sürecinde gösterdiği değerler açısından farklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Stohr et al. (2001), yapmış oldukları çalışmada soğuk dumanlanmış salmonda pH değerlerindeki yükselişi mikrobiyal yükü bulunduran asit üreten bakterilerin yoğunluğuna bağlamışlardır. Aynı çalışmada, çürükçül yükteki rekabetçi türlerin üzerine bugüne dek yapılan çalışmaların yetersiz olduğu bildirilmiştir.



Şekil 4.1: Depolama süresinde pH değerlerindeki değişim

4.3. TVB-N Değerleri

Balıkta bozulmanın kantitatif indikatörü olarak değerlendirilen toplam uçucu bazik azot (TVB-N), depolamanın ilerleyen günlerinde kontrol grubu ve yalnız askorbik asidin kullanıldığı 4. grupta bozulmaya paralel olarak daha hızlı yükselmiş, ancak askorbik asit katılan gruptaki yükseliş kontrol grubuna göre daha düşük seviyede gelişmiştir.

Kontrol grubunda 16. günle 20. gün arasında bozulma limitinin üzerine çıkmıştır. Bozulmaya yakın, askorbik asit kullanılan grupların kalite niteliklerindeki bariz düşüşler duyuşal açıdan da panelistler tarafından teyit edilmiştir.

Çizelge 4.3: Depolama süresinde TVB-N değerlerindeki değişim (mg/100 g)*

Grup	Depolama Süresi (Gün)										
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
K	16,66 ^A	20,86 ^{bB}	27,15 ^{bC}	31,29 ^{bD}	41,72 ^{dE}	48,92 ^{cF}					
N4	16,20 ^A	17,35 ^{aAB}	18,18 ^{aAB}	19,86 ^{aAB}	20,39 ^{aAB}	21,70 ^{aB}	27,40 ^{aC}	26,27 ^{aC}	27,36 ^{aC}	25,8 ^{aC}	27,51 ^{aC}
N2	16,31 ^A	17,82 ^{abAB}	18,24 ^{aAB}	21,72 ^{aBC}	20,74 ^{aBC}	24,52 ^{aDE}	27,86 ^{aDE}	31,15 ^{bEF}	31,97 ^{bF}	32,69 ^{bF}	33,29 ^{bF}
A	16,47 ^A	20,53 ^{bB}	24,63 ^{bC}	27,59 ^{bC}	32,53 ^{cD}	35,60 ^{bD}	40,27 ^{cE}				
N4A	16,22 ^A	18,48 ^{abAB}	19,74 ^{aBC}	22,32 ^{aC}	27,77 ^{bD}	32,91 ^{bE}	33,58 ^{bEF}	35,53 ^{cEF}	36,78 ^{cF}	40,48 ^{cG}	39,97 ^{cFG}
N2A	16,46 ^A	18,39 ^{abAB}	20,04 ^{aAB}	22,38 ^{aB}	29,55 ^{bC}	35,09 ^{bD}	34,68 ^{bD}	37,77 ^{cDE}	40,65 ^{cE}	46,54 ^{dF}	51,26 ^{dG}

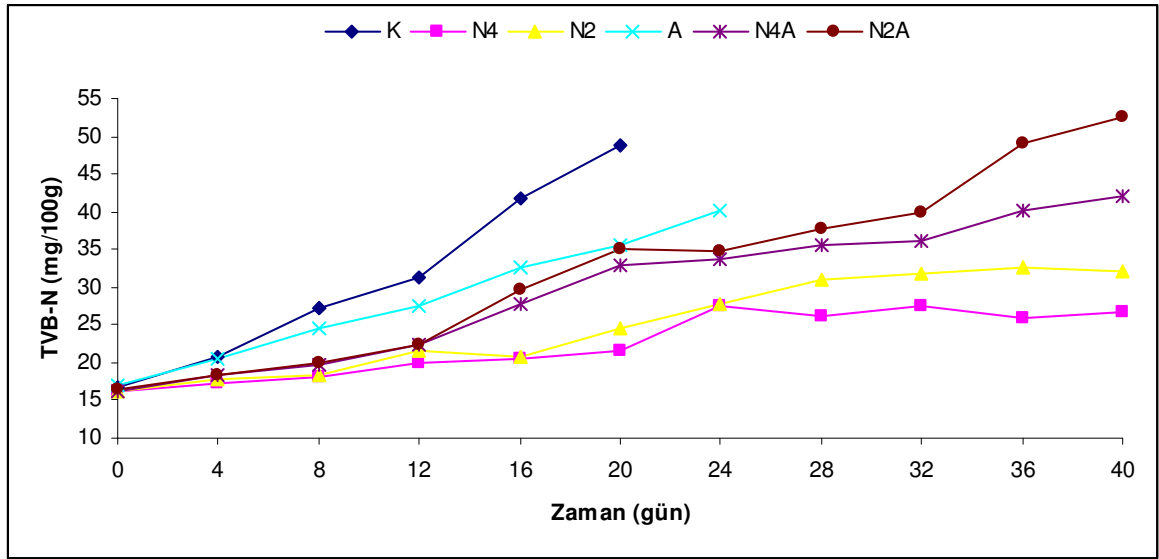
a-d Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

A-G Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=6).

TVB-N için yapılan çoklu varyans analizinde, tüm gruplarda gerek grup içi gerekse gruplar arasında önemli farklar belirlenirken, sonuçlara bakıldığında nitrit katılan grupların diğer gruplardan daha stabil, askorbik asit katılan grubun ise K grubundan daha stabil olduğu görülebilir. Yalnız nitritin kullanıldığı ürünlerde ise çok belirgin bir şekilde bozulma yavaşlamış olup, 40. gün olan depolama sürecinin sonunda dahi tüketilebilirlik limitlerini aşmamıştır (p<0,05).

Gruplar arasındaki farklar incelendiğinde, başlangıç değerlerindeki gruplar arası farklar istatistiksel olarak farklı bulunmazken, 4. günden itibaren gruplar arasında önemli farklar belirmeye başlamıştır. 20. günde grup K ve askorbik asit katılan gruplar aralarında önemli farklar göstermiştir. Kontrol grubunun bozulmuşluk limitine ulaştığı 20. günde N2, N4 ile benzerlik gösterirken, A, N4A ve N2A aralarında benzerlik göstermiştir. Bu durum nitrit ve askorbik asit arasındaki olumsuz etkileşme yönündeki görüşü güçlendirmektedir. 28. günden sonra da bu etkileşim sürmüş, nitritle birlikte askorbik asit içeren gruplar 32. günden sonra K ve A gruplarında olduğu gibi TVB-N değerleri 40 mg/100 g sınırını geçmiştir.



Şekil 4.2: Depolama süresinde TVB-N değerlerindeki değişim

Askorbik asidin tek başına ve nitritle birlikte kullanıldığı gruplarda TVB-N değişimi nitritin tek başına kullanıldığı gruplardan daha hızlı yükselmiş olup, A grubuna 24 günde, N4A grubunda 36. günün sonunda bozulma limitini aşmıştır. Askorbik asidin nitrit ile birlikte kullanıldığı N4A ve N2A gruplardaki TVB-N değerinin nitritin tek başına kullanıldığı N4 ve N2 gruplardan daha hızlı gelişmesi, salamura işlemi sırasında nitrit ile askorbik asidin çok az da olsa tepkimeye girmesi ve bu tepkimenin sonucu olarak toplam nitrit miktarını düşürmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Kalıntı nitrit miktarları depolamanın 0, 15 ve 30. günlerinde belirlenmiş ve depolama sırasında logaritmik olarak azalarak, 30. günde tüm gruplarda tamamen ortadan kalktığı belirlenmiştir. Yapılan kalıntı nitrit miktarı analizleri bu görüşü desteklemektedir. Diğer yandan K, T ve S grubunda belirlenen değerler Kolsarıcı ve Özkaya (1998)'nin aynı gruplarda elde ettikleri değerlerle uyumlu bulunmuştur. Ayrıca Cattaneo et al. (1983), 2 °C'da depolama sırasında %4,3 tuz oranına sahip alabalıkta raf ömrünü TMAB, TVB-N ve peroksit değerine göre 15-22 gün olarak bildirmişlerdir.

4.4. TBA Değerlerinde Değişim

TBA değerleri açısından depolama sırasında oksidasyon çok düşük aralıklar içinde gelişmiş olmasına karşın, kontrol grubu ile diğer grupları oluşturan katkıların

katılmış olduğu ürünler arasında farkın önemli olduğu ve bu farkın 40 günlük depolamada belirgin bir şekilde ortaya çıktığı görülmüştür. Depolama sırasında gerek grupların zaman içerisindeki değişimi gerekse depolama periyotlarında grupların kendi aralarında yapılan istatistiksel testlerde önemli farklar belirlenmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4.4: Depolama süresinde TBA değerlerindeki değişim (mg malonaldehit/kg)*

Grup	Depolama Süresi (Gün)										
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
K	0,49 ^{abA}	0,82 ^{bB}	1,02 ^{bB}	1,54 ^{dC}	1,70 ^{dC}	1,99 ^{eD}					
N4	0,40 ^{aA}	0,45 ^{aA}	0,65 ^{aB}	0,70 ^{aBC}	0,86 ^{abCD}	0,95 ^{aDE}	0,90 ^{aD}	0,91 ^{aD}	1,05 ^{aDE}	1,09 ^{aDE}	1,30 ^{aE}
N2	0,47 ^{aA}	0,58 ^{aA}	0,66 ^{aAB}	0,82 ^{abB}	0,83 ^{aB}	1,21 ^{cC}	1,20 ^{bC}	1,16 ^{bC}	1,33 ^{bC}	1,33 ^{bC}	1,36 ^{abC}
A	0,65 ^{bA}	1,03 ^{cB}	1,06 ^{bB}	1,14 ^{cBC}	1,36 ^{cCD}	1,48 ^{dD}	1,88 ^{cE}				
N4A	0,40 ^{aA}	0,51 ^{aAB}	0,71 ^{aB}	0,97 ^{bcC}	1,13 ^{bcCD}	1,12 ^{bcCD}	1,29 ^{bDE}	1,19 ^{bD}	1,42 ^{bF}	1,46 ^{bF}	1,41 ^{bF}
N2A	0,52 ^{abA}	0,65 ^{abAB}	0,78 ^{aB}	0,82 ^{abB}	1,19 ^{cC}	1,36 ^{cdCD}	1,38 ^{bCD}	1,47 ^{cD}	1,41 ^{bCD}	1,32 ^{bCD}	1,92 ^{cE}

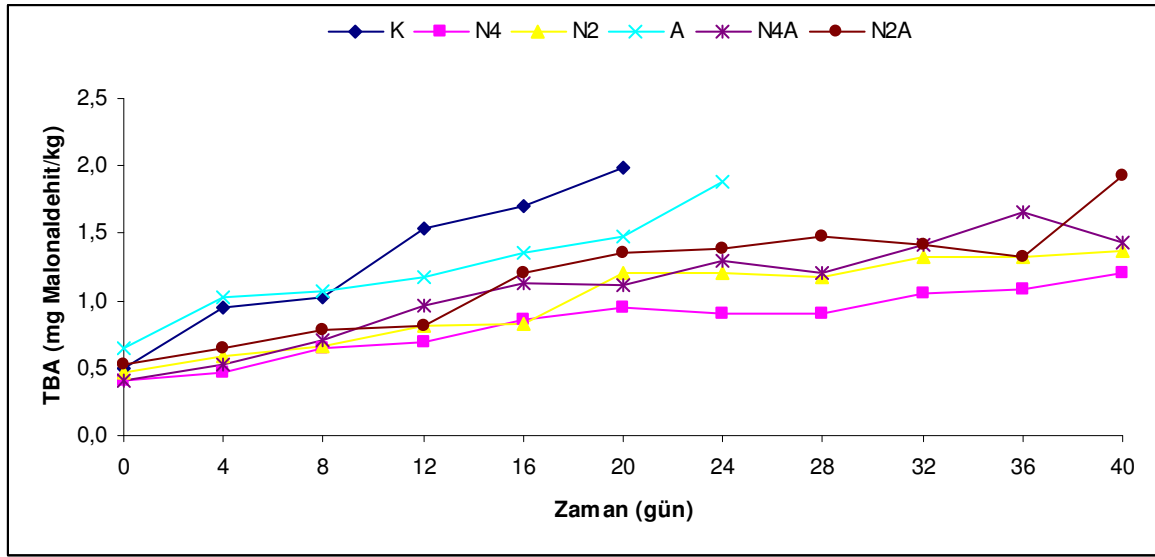
a-e Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

A-F Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=6).

Her iki katkının antioksidan özelliğinden dolayı birlikte kullanımı ile, pozitif yönde bir etki beklenebilir. Ancak birlikte kullanım, iki katkı arasındaki etkileşimin sonucu olarak konsantrasyon düşmesi ile negatif yönde bir Hurdle etki olduğu elde edilen sonuçlardan görülmektedir. Bu durum daha önce ifade edildiği gibi, askorbik asit ve nitritin birlikte kullanılması ile salamura hazırlandığında tamamen olmasa da kısmen birbiri ile tepkimeye girerek askorbik asidin ve nitritin konsantrasyonunun azalan yönde değişeceği şekilde reaksiyon vermiş olabileceklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu görüş Umah et al. (2003), yaptıkları çalışmayla desteklenmiştir.

Oksidasyon limiti açısından tüketilebilirlik sınırını, tüketilebilirliğini 20. gününde yitiren kontrol grubunda bile aşmamıştır. Kontrol grubunda 20. günden sonra, askorbik asidin katıldığı A. grubunda ise 24. gün sonunda tüketilebilirlik limitleri duysal, mikrobiyolojik ve TVB-N değeri açısından aşıldığından, analizler sonlandırılmıştır.



Şekil 4.3: Depolama süresinde TBA değerlerindeki değişim (mg malonaldehit/ kg)

Bu sonuçlar, salamura işleminde yapılacak metot değişikliği ile bu iki katkının birebir tepkimeye sokulmadan doku içerisine penetrasyonunun sağlanması ile bu sorunun aşılabilmesinin mümkün olabileceğini göstermektedir.

4.5. Titrasyon Asitliği

Her iki grupta da laktik asit cinsinden titrasyon asitliği miktarı A grubu ve K grubunda diğer gruplara göre kısmen daha hızlı gelişmiştir. Diğer gruplar arasında çok büyük farklar olmadığı gibi depolama süresinde meydana gelen gelişmede çok fazla olmamış, ancak nitritin yalnız olarak kullanılmış olduğu gruplarda kısmen biraz daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5: Depolama süresinde titrasyon asitliği miktarındaki değişim (mg/100 g)*

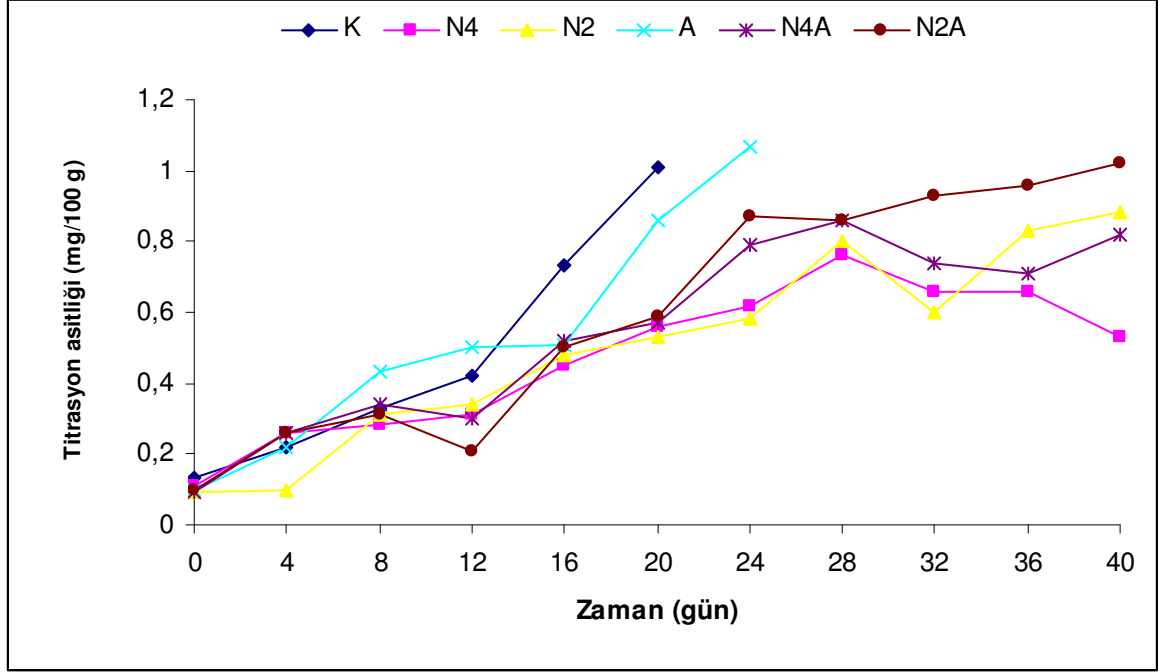
Grup	Depolama Süresi (Gün)										
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
K	0,13 ^A	0,22 ^{AB}	0,33 ^{CD}	0,42 ^{bD}	0,73 ^{bE}	1,01 ^{cF}					
N4	0,11 ^A	0,26 ^{AB}	0,28 ^B	0,31 ^{abBC}	0,45 ^{aCD}	0,55 ^{aDE}	0,62 ^{abDEF}	0,76 ^F	0,66 ^{aEF}	0,61 ^{aDEF}	0,65 ^{aEF}
N2	0,09 ^A	0,10 ^A	0,31 ^B	0,34 ^{abBC}	0,48 ^{aC}	0,53 ^{aCD}	0,58 ^{aD}	0,80 ^E	0,60 ^{aDE}	0,83 ^{abEF}	0,88 ^{bF}
A	0,10 ^A	0,22 ^{AB}	0,42 ^{BC}	0,50 ^{bC}	0,51 ^{aC}	0,86 ^{bD}	1,07 ^{dE}				
N4A	0,09 ^A	0,26 ^{AB}	0,34 ^B	0,30 ^{abB}	0,52 ^{aC}	0,57 ^{aC}	0,79 ^{bD}	0,86 ^D	0,74 ^{aD}	0,71 ^{bD}	0,82 ^{bD}
N2A	0,10 ^A	0,26 ^B	0,31 ^B	0,21 ^{aAB}	0,50 ^{aC}	0,59 ^{aC}	0,87 ^{cD}	0,86 ^D	0,93 ^{bDE}	0,96 ^{bDE}	1,02 ^{bE}

a-e Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

A-F Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=6).

Gruplar arası ve grup içi yapılan istatistiksel değerlendirmelerde, önemli farklar belirlenirken gruplar arası değerlendirmelere bakılacak olursa 12. güne kadar önemli farkların olmadığı görülebilir.



Şekil 4.4: Depolama süresinde titrasyon asitliği miktarındaki değişim (mg/100 g)

Depolamanın 20. gününde laktik asit cinsinden titrasyon asitliği miktarı K ve A grupları haricindeki gruplar arasında önemli farklar meydana getirmezken grupların kendi içinde depolama başlangıcı ile depolamanın 20. gününde alınan değerler arasında istatistiksel açıdan önemli farklar belirlenmiştir. 24. günde ise, tüm gruplar arasındaki farklar önemli bulunmuştur. 28. günde gruplar arası farklar önemli değilken, 32. günden sonra ise grupları gösterdiği farklara göre, askorbik asit katılan ve nitrit katılan şeklinde ayırmak mümkün görülmektedir. Yani nitrit katılan gruplar birbirine benzer değerler gösterirken askorbik asit ve nitritin birlikte kullanıldığı gruplar da kendi aralarında önemli olmayan farklar göstermiş, ancak N4 ve N2'den istatistiksel olarak önemli farklar göstermişlerdir ($p < 0,05$).

4.6. Mikrobiyolojik Sonuçlar

4.6.1 Toplam mezofilik aerobik bakteri yükü

Kontrol grubundaki artış 20. güne kadar takip edilmiştir. Sadece salamura ve dumanın etkisi söz konusu olan üründe toplam yük 20. günde tüketilebilirlik sınırını aşmıştır. Askorbik asidin katıldığı üründe mikrobiyal yükün kontrol grubundan daha yavaş gerçekleşmesinin askorbik asidin teşvik ettiği laktik asit bakteri grupları ile ilgili olduğu düşünülmektedir. González- Rodriguez et al. (2002), +2±1 °C’de iki hafta depolamanın ardından üründe 5,62-8,39 log kob/g arası değerler belirlemişlerdir. Ayrıca nitritli gruplardan elde edilen sonuçlar Hyytiä et al. (1997)’nin bildirdikleri değerlerle uyumlu bulunmuştur.

Çizelge 4.6: Depolama süresinde toplam mezofilik aerobik mikroorganizma sayılarındaki değişim (log kob/g)*

Grup	Depolama Süresi (Gün)										
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
K	4,19 ^{dA}	4,37 ^{aA}	5,46 ^{cB}	6,92 ^{dC}	7,73 ^{dD}	8,57 ^{eE}					
N4	3,76 ^{CA}	4,24 ^{aB}	4,19 ^{aAB}	4,26 ^{aB}	4,70 ^{aC}	5,16 ^{aC}	5,11 ^{aC}	5,61 ^{aD}	5,75 ^{aD}	6,43 ^{abF}	6,00 ^{aE}
N2	4,27 ^{dA}	4,24 ^{aA}	4,20 ^{aA}	4,84 ^{bB}	5,35 ^{bC}	6,05 ^{cD}	6,17 ^{bDE}	6,41 ^{bE}	6,49 ^{bF}	6,21 ^{aE}	6,46 ^{bF}
A	2,92 ^{aA}	4,94 ^{bB}	5,09 ^{bB}	5,89 ^{cC}	6,95 ^{cD}	7,56 ^{dE}	8,00 ^{dE}				
N4A	2,59 ^{aA}	4,30 ^{aB}	5,25 ^{bcC}	4,86 ^{bC}	5,36 ^{bD}	5,87 ^{bE}	6,69 ^{cdG}	6,30 ^{bF}	6,49 ^{bFG}	6,69 ^{bG}	6,86 ^{cH}
N2A	3,43 ^{bA}	4,86 ^{bB}	5,30 ^{bcC}	5,72 ^{cC}	5,69 ^{bC}	6,20 ^{cD}	6,30 ^{cD}	7,13 ^{cE}	7,40 ^{cEF}	7,53 ^{cF}	8,00 ^{dG}

a-d Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

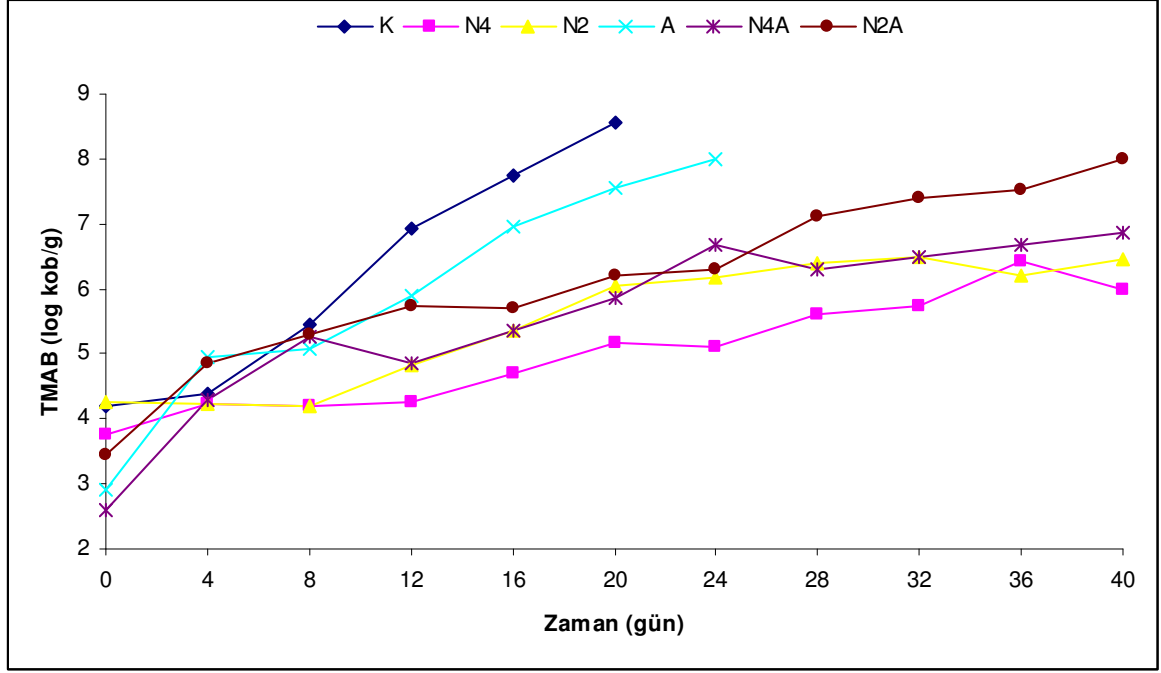
A-H Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n= 6).

Çoklu varyans analizinde grup içi ve gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar belirlenmiştir. Nitrit katılan gruplar diğer gruplardan daha stabil davranırken, askorbik asit katılan grup A, grup K’den daha stabil davranmıştır. Depolamanın 40. gününde ise nitrite rağmen tüm gruplar arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

Askorbik asidin nitritle birlikte kullanımı toplam yükü teşvik etmiştir. Gruplarda belirlenen TMAB değerleri bozulma hızı ile paralellik göstermiştir. N2A ve N2 grupları birbirine son derece yakın değerler vermiştir. Hyytiä et al. (1997) çalışmalarında, % 3,4 tuz içeriğine sahip olan ve 4 °C’de 4 hafta depolanan üründe kontrol grubunda TMAB yükünü 7,93 log kob/g, nitrit katılan grupta ise 5,08 log kob/gr olarak tespit etmişler, bu çalışmada belirlenen değerler ise K grubunda bozulmuş olarak kabul edilen 20. günde 8,57 log kob/g olarak belirlenmiş, nitrit

katılan gruplarda 4. haftada ise 5,61- 7,13 log kob/g arasında değişmiştir. Nitrit katılan gruplarda belirlenen bu değerler Hyytiä et al. (1997)'nin bildirdiği değerlerden daha yüksek gerçekleşirken, bu durumun hammadde özellikleri, tuz konsantrasyonu, a_w değerindeki farklılık, ürünün toplam nitrit içeriği gibi raf ömrünü doğrudan etkileyen faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.5: Depolama süresinde toplam mezofilik aerobik mikroorganizma sayılarındaki değişim (log kob /g)

4.6.2. Toplam psikrofilik mikroorganizma yükü

Psikrofilik bakteri değişimi kontrol grubunda hızlı bir artış gösterirken katkı katılan ürünlerde daha düşük bir gelişme göstermiştir. Askorbik asit ilavesi nitritin tek başına kullanılmış olduğu gruplara göre, psikrofil mikroorganizma yükünü artırıcı yönde olumsuz etki ortaya koymuş, ancak; N4A grubunda yüksek nitrit konsantrasyonu nedeniyle antibiyotik etki oluşmuştur.

González- Rodriguez et al. (2002), soğuk dumanlanarak vakum paketlenmiş, 4,3-4,8 arası su fazlı tuz içeriğine, 5,7-6,09 arası pH değerine sahip sahip alabalıkta 1 ± 2 °C'de iki hafta depolamanın ardından 1,71-2,21 log kob/g arasında değerler belirlenmişlerdir. TPAB yükü çalışmamızda elde edilen değerlerden oldukça düşük olması belirtilen çalışmada depolama sıcaklığının daha düşük olmasından kaynaklanabilir. Diğer yandan iki üründe, hammadde ve işleme parametrelerinde farklılıklar bulunmaktadır. Ayrıca K, T ve S grubunda belirlenen değerler Kolsarıcı ve Özkaya (1998)'nin bildirdikleri değerlerle uyumlu bulunmuştur.

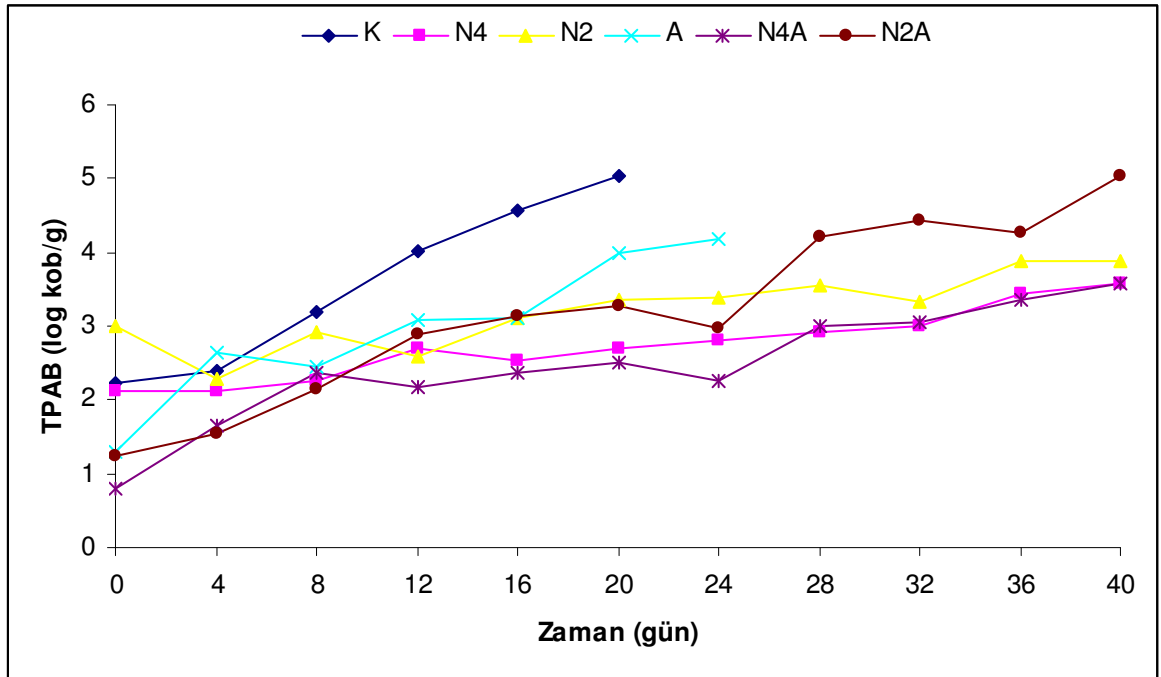
Çizelge 4.7: Depolama süresinde toplam psikrofilik mikroorganizma sayılarındaki değişim (log kob/g)*

Grup	Depolama Süresi (Gün)										
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
K	3,23 ^{cdA}	3,40 ^{cB}	4,19 ^{dC}	5,01 ^{dD}	5,57 ^{cE}	6,05 ^{dF}					
N4	3,11 ^{cA}	3,13 ^{bAB}	3,25 ^{abB}	3,70 ^{abCD}	3,54 ^{aC}	3,71 ^{aD}	3,81 ^{bDE}	3,93 ^{aDE}	4,01 ^{aE}	4,45 ^{aF}	4,58 ^{aG}
N2	4,00 ^{dC}	3,28 ^{bcA}	3,92 ^{cB}	3,58 ^{abAB}	4,10 ^{bCD}	4,37 ^{bD}	4,38 ^{cDE}	4,54 ^{bE}	4,33 ^{aDE}	4,89 ^{bF}	4,89 ^{bF}
A	2,28 ^{bA}	3,64 ^{cB}	3,45 ^{bB}	4,08 ^{cC}	4,10 ^{bC}	5,00 ^{cD}	5,19 ^{dD}				
N4A	2,15 ^{aA}	2,66 ^{abB}	3,38 ^{abD}	3,17 ^{aC}	3,37 ^{aD}	3,51 ^{aDE}	3,26 ^{aCD}	4,01 ^{aE}	4,05 ^{aE}	4,36 ^{aEF}	4,59 ^{aF}
N2A	2,25 ^{abA}	2,55 ^{aB}	3,14 ^{aC}	3,89 ^{bD}	4,14 ^{bE}	4,28 ^{bE}	3,97 ^{bcD}	5,20 ^{cF}	5,44 ^{bF}	5,27 ^{cF}	6,05 ^{cG}

a-d Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$)

A-G Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir ($n=6$).



Şekil 4.6: Depolama süresinde toplam psikrofilik mikroorganizma sayılarındaki değişim (log kob/g)

4.6.3 Toplam laktik asit bakterileri

Laktik asit bakterilerinin nitrite karşı daha dirençli olduğu bilinmektedir (Lyhs et al., 1998, Lyhs et al., 2002). Buradan hareketle gruplarda laktik asit bakterilerinin logaritmik değişim ivmesinin toplam yükten fazla olması gerektiği düşünülebilir. Sonuçlara bakıldığında K grubunun diğer gruplara göre daha yüksek bir LAB yüküne sahip olduğu, nitritin tek başına kullanıldığı gruplardaki LAB yükünün askorbik asit katılan ürünlerden daha yüksek olduğu dolayısı ile LAB'nin nitrite karşı dirençli olduğu söylenebilir. Bu sonuç, Hyytiä et al. (1997) ve Lyhs et al. (1998)'in konuyla ilgili olarak yapmış oldukları çalışmalarla desteklenmektedir.

TLAB, TMAB yüküne bağlı yükselme göstermiş, askorbik asit katılan gruplarda, askorbik asitin TLAB yükü üzerine pozitif etkisi görülmemiştir. Laktik asit bakterileri bozulmaya yol açtığı bilinsede, toplam yük içerisinde TLAB yükünün oranının baskın olması patojenlere karşı antagonist etkisi ve raf ömrünü artırıcı etkisinden dolayı istenen bir durumdur (Lyhs et al., 1999).

Yine González- Rodriguez et al. (2002), çalışmalarında dumanlanmış alabalıkta baskın floranın LAB olduğunu rapor etmişlerdir. Hyytiä et al. (1997) %3,4 tuz içeriği tespit ettikleri çalışmalarında, 4°C'de 4 hafta depolanan üründe kontrol grubunda TLAB 7,08 log kob/gr olarak belirlemişler, nitrit katılan grupta ise 5,17 log kob/g olarak tespit etmişlerdir.

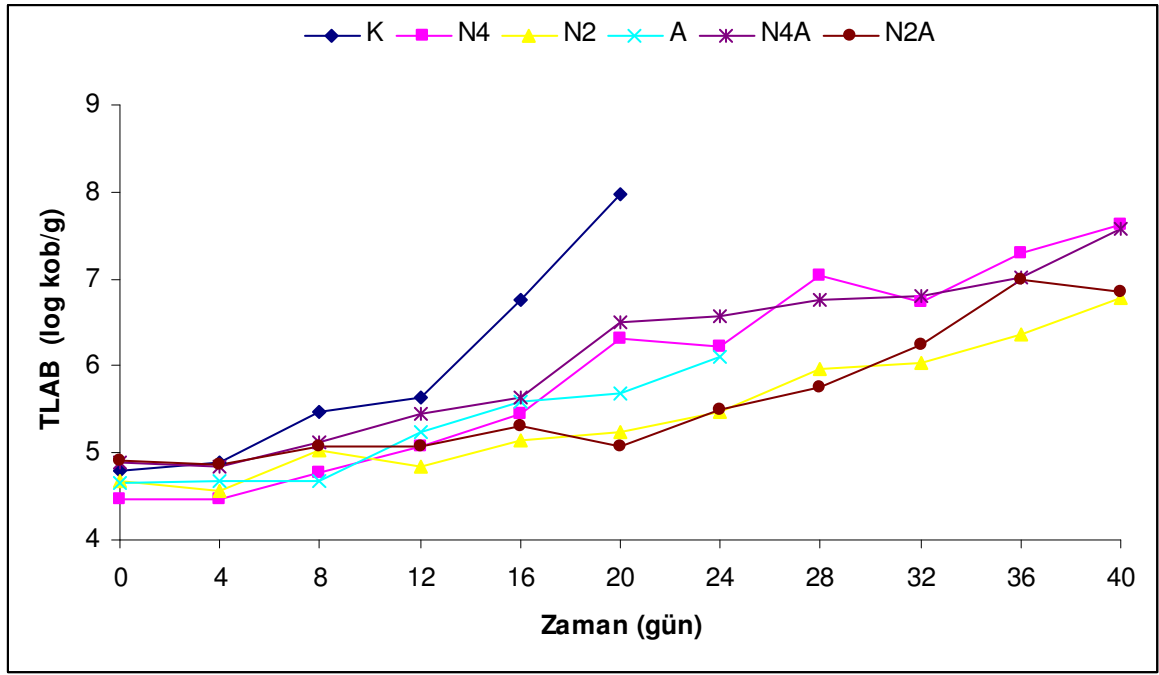
Çizelge 4.8: Depolama süresinde toplam laktik asit bakterilerindeki değişim (log kob/g)*

Grup	Depolama Süresi (Gün)										
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
K	4,79 ^{abA}	4,88 ^{ba}	5,47 ^{dB}	5,63 ^{dB}	6,75 ^{cC}	7,97 ^{dD}					
N4	4,46 ^{aA}	4,47 ^{aA}	4,76 ^{abAB}	5,08 ^{abB}	5,46 ^{bC}	6,32 ^{bcDE}	6,23 ^{bD}	7,04 ^{cE}	6,73 ^{bcDE}	7,29 ^{bEF}	7,61 ^{bF}
N2	4,67 ^{abAB}	4,57 ^{aA}	5,02 ^{bB}	4,84 ^{aAB}	5,14 ^{aBC}	5,25 ^{aC}	5,47 ^{aD}	5,97 ^{aE}	6,03 ^{aE}	6,35 ^{aEF}	6,79 ^{aF}
A	4,66 ^{abA}	4,67 ^{abA}	4,68 ^{aA}	5,24 ^{bB}	5,60 ^{bBC}	5,68 ^{bBC}	6,11 ^{bC}				
N4A	4,89 ^{baB}	4,83 ^{ba}	5,13 ^{cB}	5,45 ^{cC}	5,63 ^{bC}	6,50 ^{cD}	6,58 ^{bD}	6,76 ^{bDE}	6,80 ^{cE}	7,01 ^{bF}	7,58 ^{bG}
N2A	4,92 ^{ba}	4,87 ^{ba}	5,08 ^{bcAB}	5,08 ^{abAB}	5,31 ^{abB}	5,08 ^{baB}	5,50 ^{aBC}	5,76 ^{aC}	6,24 ^{bD}	6,99 ^{bE}	6,86 ^{aE}

a-d Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

A-G Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=6).



Şekil 4.7: Depolama süresinde toplam laktik asit bakterilerindeki değişim (log kob/g)

Yukarıda atıf yapılan literatürlerde elde edilen değerlerin bizim belirlediğimiz değerlerden farklı olması, iki ürünün farklı hammadde ve farklı işleme koşulları ile hazırlanmış olmaları ile ilgili olabilir. Gruplarda elde edilen sonuçlar rölatif olarak karşılaştırıldığında askorbik asit katılan gruplarda laktik asit bakteri yükünün baskın florayı oluşturduğu söylenebilir. Buna karşın nitritin kullanıldığı gruplarda baskın flora laktik asit bakterilerinden oluşsa da aynı durum N4 grubunda ortaya konamamıştır.

4.7. Duyusal Özellikler

Tüm grubunda duyusal nitelikler analitik sonuçları destekler nitelikte gerçekleşmiş olup, duyusal olarak tüketilebilirliğini yitirdiği iki panelist tarafından teyit edilen gruplar duyusal olarak raf ömrünü tamamlamış kabul edilmiştir.

Görünüşle ilgili sonuçlar incelendiğinde gerek grup içi gerekse gruplar arası analizlerde önemli farklar belirlenmiştir. Görünüş 16. ve 20. günde K grubunda daha düşük notlar almıştır. Grup A için bozulma noktası olan 24. günde ise aynı durum görülmemiştir. Bu sonuçlardan hareketle, kullanılmış olan askorbik asidin %2,5 konsantrasyonda ürüne katılması duyusal olarak görünüş özelliğine olumsuz

etki yapmayacağı rahatlıkla söylenebilir. Depolamanın 32. gününde ise N2 dışında gruplar arasında farklar önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

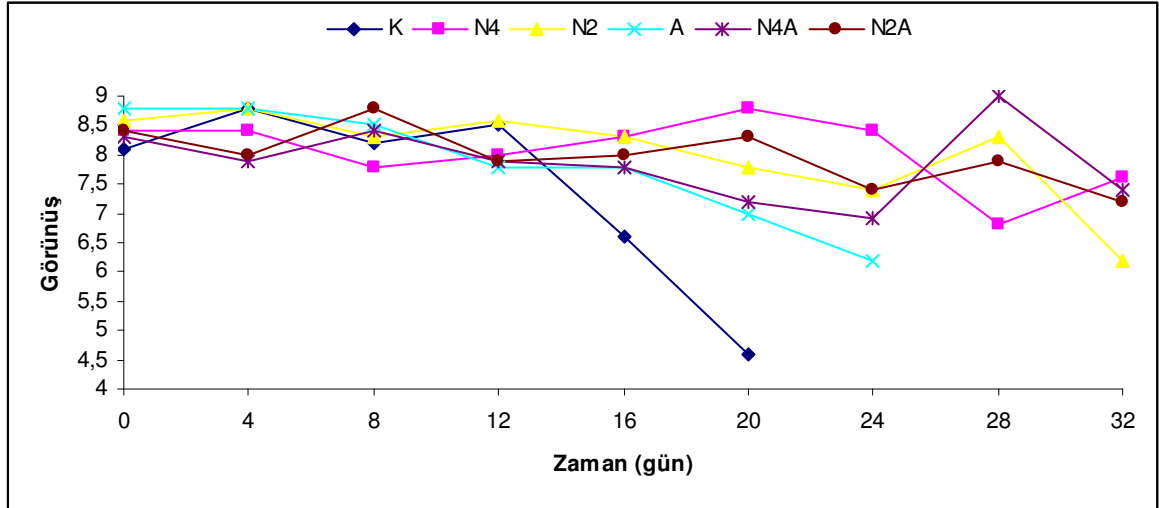
Çizelge 4.9: Görünüşle ilgili duyuşal değeriendirme*

Grup	Depolama Süresi (Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
K	8,1 ^{aC}	8,8 ^{bC}	8,2 ^{abC}	8,5 ^C	6,6 ^{aB}	4,6 ^{aA}			
N4	8,4 ^{abBC}	8,4 ^{abBC}	7,8 ^{aB}	8,0 ^{BC}	8,3 ^{bBC}	8,8 ^{dC}	8,4 ^{cBC}	6,8 ^{aA}	7,6 ^{bB}
N2	8,6 ^{bCD}	8,8 ^{bD}	8,3 ^{abC}	8,6 ^{CD}	8,3 ^{bC}	7,8 ^{bcBC}	7,4 ^{bB}	8,3 ^{bC}	6,2 ^{aA}
A	8,8 ^{cD}	8,8 ^{bD}	8,5 ^{bCD}	7,8 ^C	7,8 ^{bC}	7,0 ^{bB}	6,2 ^{aA}		
NA4	8,3 ^{abC}	7,9 ^{aBC}	8,4 ^{bC}	7,9 ^{BC}	7,8 ^{bBC}	7,2 ^{bAB}	6,9 ^{abA}	9,0 ^{cD}	7,4 ^{bB}
NA2	8,4 ^{abC}	8,0 ^{aBC}	8,8 ^{bC}	7,9 ^B	8,0 ^{bBC}	8,3 ^{cBC}	7,4 ^{bAB}	7,9 ^{bB}	7,2 ^{bA}

a-d Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

A-D Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir ($n=18$).



Şekil 4.8: Görünüşle ilgili duyuşal değeriendirme*

Katkı ilave edilen gruplardan elde edilen değerieler incelendiğinde görünüm açısından katkılardan kaynaklanan olumlu yada olumsuz yönde bir etki görülmemektedir. Buna karşın depolamanın ilerleyen günlerinde görünüşle ilgili puanların her grup ve periyot için olmasa da kısmen düştüğü söylenebilir. Bu durum, katkılara rağmen bozulmayla doğru orantılı olarak görünüşün de gruplarda kısmen düşüş eğiliminde olduğunu ortaya koymaktadır. İstatistiksel olarak da depolama başlangıcından itibaren görünüş değerielerinin genelde düşüş gösterdiği ve bu düşüşün istatistiksel olarak önemli olduğu çizelge 4.10'da görülmektedir ($p<0,05$).

Dış renk gerek grup içi ve gerekse gruplar arası önemli farklılıklar göstermiştir. Grup K için raf ömrü olan 20. günün sonunda, A ve K grubu arasında benzerlik belirlenmiştir. Diğer yandan nitrit katkılı ürünlerde 32. günde gruplar arasında fark çıkmaması nitritin dış renk üzerindeki olumlu etkisinden kaynaklanabilir.

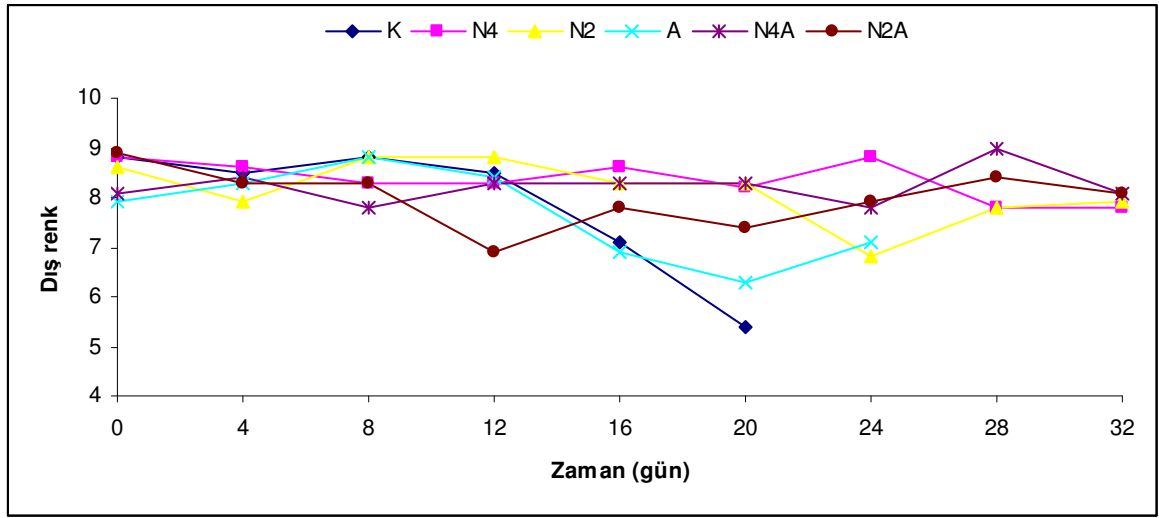
Çizelge 4.10: Dış renkle ilgili duyusal değerlendirmeler.

Grup	Depolama Süresi (Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
K	8,8 ^{bC}	8,5 ^C	8,8 ^{bC}	8,5 ^{bC}	7,1 ^{aB}	5,4 ^{aA}			
N4	8,8 ^{bB}	8,6 ^B	8,3 ^{abAB}	8,3 ^{aAB}	8,6 ^{cB}	8,2 ^{bA}	8,8 ^{dB}	7,8 ^{aA}	7,8 ^A
N2	8,6 ^{bC}	7,9 ^{AB}	8,8 ^{bC}	8,8 ^{abC}	8,3 ^{bcBC}	8,3 ^{bBC}	6,8 ^{aA}	7,8 ^{aB}	7,9 ^{AB}
A	7,9 ^{aA}	8,3 ^{AB}	8,8 ^{bB}	8,4 ^{bAB}	6,9 ^{aA}	6,3 ^{aA}	7,1 ^{bA}		
NA4	8,1 ^{bA}	8,4 ^{AB}	7,8 ^{aA}	8,3 ^{bA}	8,3 ^{bcA}	8,3 ^{bA}	7,8 ^{cA}	9,0 ^{cB}	8,1 ^A
NA2	8,9 ^{bC}	8,3 ^B	8,3 ^{abB}	6,9 ^{aA}	7,8 ^{bAB}	7,4 ^{bAB}	7,9 ^{cB}	8,4 ^{bB}	8,1 ^B

a-d Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$)

A-C Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir ($n=18$).



Şekil 4.9: Dış renkle ilgili duyusal değerlendirmeler.

Çizelgedeki rakamlar incelendiğinde, kontrol grubu 20. günün sonunda tüm duyusal niteliklerini kaybederek, gerek panelistler tarafından gerekse yapılan analizlerde de ortaya konduğu gibi tüketilebilirliğini yitirmiştir.

Rakamlar incelenecek olursa bozulmaya yakın periyotlarda genel görünüşün düşük puanlar aldığı görülebilir. Depolama süresi boyunca askorbik asit katılan veya yalnız nitritin kullanılmış olduğu her iki ürününde benzer davranışlar gösterdiği ve depolama sürecinde duyusal niteliklerinde fazla bir değişim meydana

gelmezken, puanlama açısından olumlu ya da olumsuz yönde sivrilen herhangi nitelik ortaya çıkmadığı görülebilir. Aslında nitrit katılan ürünün renksel niteliklerinin dolayısı ile görünüşünün daha olumlu puanlar alması beklense de bu açıdan herhangi bir farklılık belirtilmemiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.11: İç renkle ilgili duyusal değerlendirmeler*

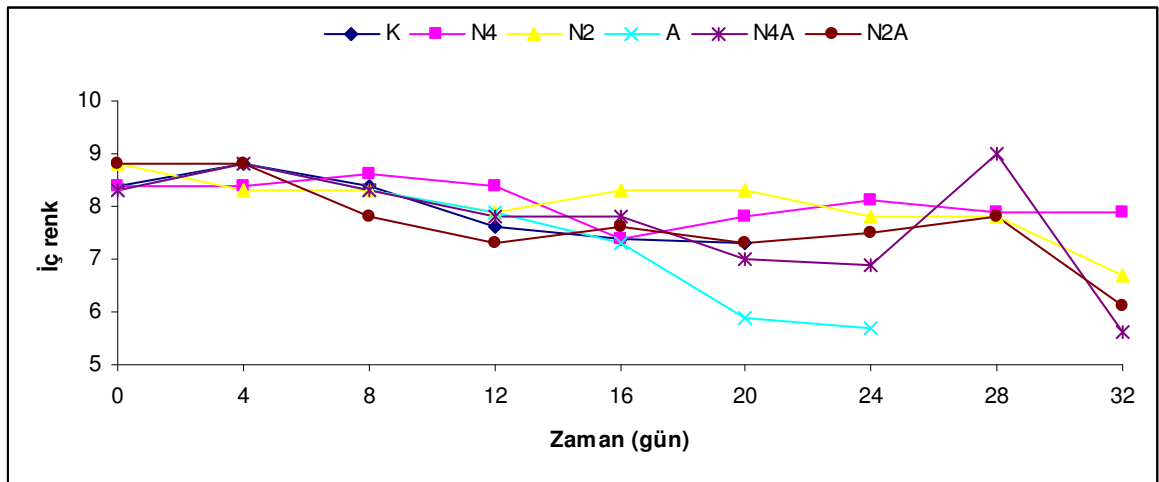
Grup	Depolama Süresi (Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
K	8,4 ^B	8,8 ^B	8,4 ^{abB}	7,6 ^{abA}	7,4 ^{aA}	7,3 ^{bcA}			
N4	8,4 ^B	8,4 ^B	8,6 ^{bB}	8,4 ^{bB}	7,4 ^{aAB}	7,8 ^{bcAB}	8,1 ^{cAB}	7,9 ^{aA}	7,9 ^{cA}
N2	8,8 ^A	8,3 ^{AB}	8,3 ^{abAB}	7,9 ^{abB}	8,3 ^{bAB}	8,3 ^{cAB}	7,8 ^{bcB}	7,8 ^{aB}	6,7 ^{bC}
A	8,3 ^B	8,8 ^B	8,3 ^{abB}	7,9 ^{abB}	7,3 ^{aAB}	5,9 ^{aA}	5,7 ^{aA}		
NA4	8,3 ^{BC}	8,8 ^{BC}	8,3 ^{abBC}	7,8 ^{abB}	7,8 ^{abB}	7,0 ^{bB}	6,9 ^{bB}	9,0 ^{bC}	5,6 ^{aA}
NA2	8,8 ^C	8,8 ^C	7,8 ^{aB}	7,3 ^{aB}	7,6 ^{abB}	7,3 ^{bcB}	7,5 ^{bcB}	7,8 ^{aB}	6,1 ^{bcA}

a-c Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

A-C Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=18).

İç renk grup içi ve gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar göstermiştir. Başlangıçta gruplar arasında farklar önemli değilken 8. günden itibaren gruplar arasında önemli farklar görülmüştür ($p<0,05$). K grubu için bozulma noktası olan 20. günde ise katkılara ait bir etkiden bahsedilemez.



Şekil 4.10: İç renkle ilgili duyusal değerlendirmeler.

Aynı şekilde 32. günde de gruplar arasında önemli farklar belirlense de bu etkinin katkıların iç renk üzerine spesifik etkisinden yada bozulmaya bağlı olarak meydana gelmiş olabileceği konusunda kesin bir yargıya varmak doğru

olmayabilir. Gruplar incelendiğinde ürün kalitesi ile iç renk kalitesinin birbiri ile paralellik gösterdiği söylenebilir.

İç renkle ilgili nitelikler açısından grup N4A içinde istatistiksel olarak farklar önemli bulunsa da rakamlar incelendiğinde bunun düzenli bir farklılık olmadığı görülebilir ($p<0,05$).

Çizelge 4.12: Yapı ile ilgili duyuşsal değerdendirmeler*

Grup	Depolama Süresi (Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
K	8,8 ^C	8,2 ^{abBC}	8,5 ^{abBC}	8,1 ^{abB}	6,7 ^{aA}	7,6 ^{abA}			
N4	8,8 ^C	8,3 ^{abBC}	8,4 ^{abBC}	8,4 ^{bBC}	7,9 ^{bB}	7,8 ^{abB}	7,9 ^{bB}	8,6 ^{cC}	7,0 ^{bA}
N2	8,8 ^C	8,3 ^{abBC}	8,8 ^{bC}	7,3 ^{aA}	7,8 ^{bB}	8,8 ^{bC}	8,3 ^{cBC}	7,9 ^{bB}	7,5 ^{cA}
A	8,5 ^{CD}	8,8 ^{bD}	8,4 ^{abCD}	7,8 ^{abC}	6,7 ^{aB}	6,3 ^{aAB}	5,4 ^{aA}		
NA4	8,8 ^D	7,8 ^{aC}	7,8 ^{aC}	7,8 ^{abC}	7,8 ^{bC}	7,9 ^{bC}	7,0 ^{bB}	9,0 ^{cE}	6,2 ^{abA}
NA2	8,8 ^D	8,3 ^{abC}	8,3 ^{abC}	7,8 ^{abBC}	7,8 ^{bBC}	7,3 ^{abB}	7,6 ^{bBC}	6,1 ^{aB}	5,9 ^{aA}

a-c Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

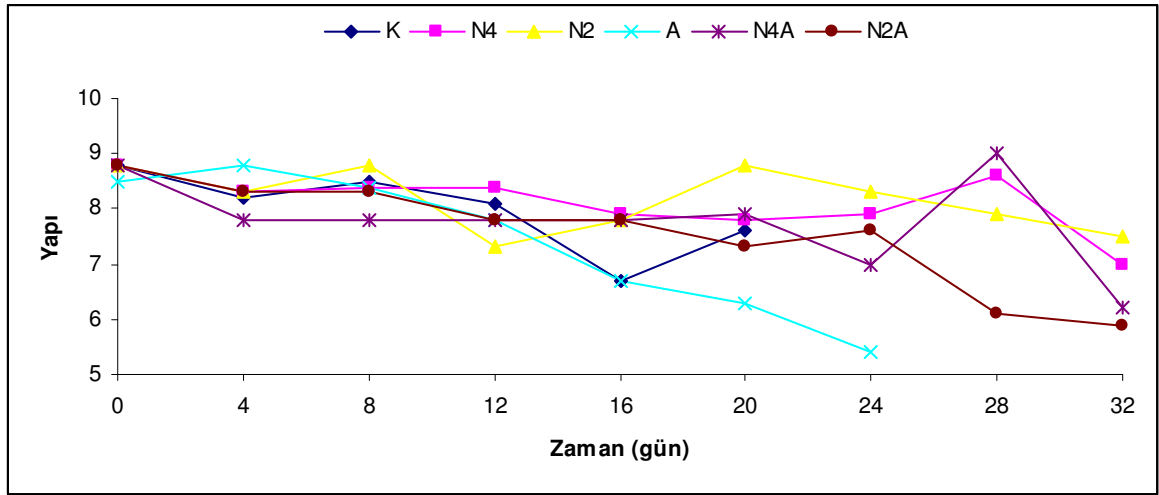
A-E Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=18).

Yapısal olarak tüm gruplar için grup içerisinde ve gruplar arasında önemli farklar belirlenirken, gruplar arasındaki değışim incelendiğinde, 16. günden itibaren grup A grubunun diğer nitritli gruplar ile farklılığı daha belirgin hale gelmiştir.

Yapısal değışim, gruptardaki bozulmayla paralellik göstermiş, 32. günde nitrit kullanılan gruplar arasında da diğer bozulma parametreleri ile örtüşen düşüş yönünde sonuçlar elde edilmiş, ancak elde edilen değerler tüketilebilirlik limitinin oldukça üstünde gerçekleşmiştir. 0. gün hariç, gruplar arasında oluşan farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Sonuç olarak yapısal değışimde nitrit oranına bağılı olarak raf ömrü uzun olan ürünler panelistler tarafından daha yüksek puanlarla değerdendirilmişlerdir. Tüm bunlarla birlikte bozulma anına doğru grup K'nın yapısal olarak grup A'da olduğu gibi diğer gruptardan çok farklı puanlar almaması, askorbik asidin bozulmaya paralel olarak yapı üzerinde olumsuz etki gösterebileceğı olasılığını gösterir.



Şekil 4.11: Yapı ile ilgili duyusal değerlendirmeler

Koku, duyusal değerlendirmelerde gruplar arasında farklılıkları ortaya koyan en belirgin özelliklerden birisi olmuştur. Gerek grup içerisinde ve gerekse gruplar arasında önemli farklar belirlenirken, farklar özellikle 16. günden itibaren belirgin olarak ortaya çıkmıştır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.13: Koku ile ilgili duyusal değerlendirmeler*

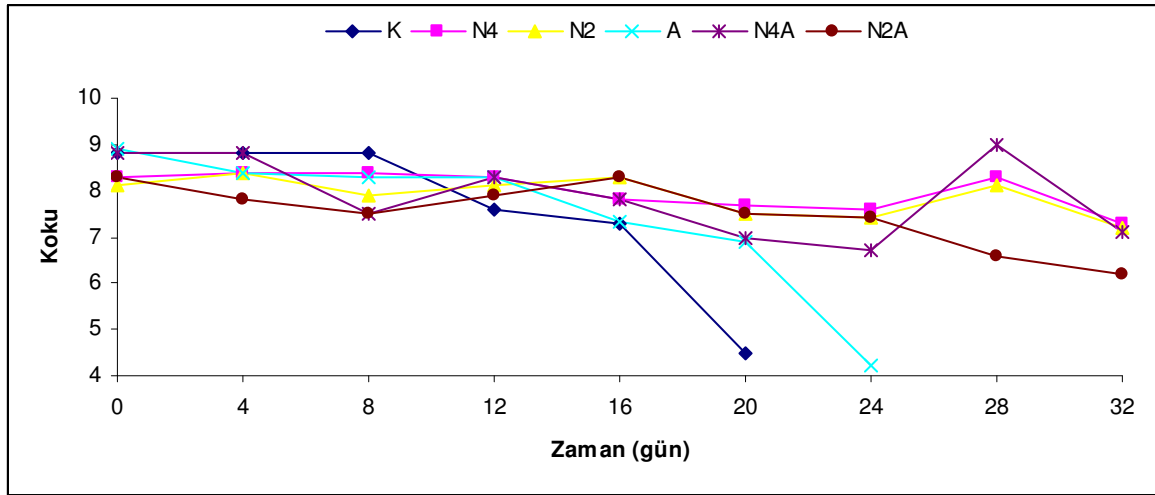
Grup	Depolama Süresi (Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
K	8,8 ^{bc}	8,8 ^{bc}	8,8 ^{bc}	7,6 ^B	7,3 ^{aB}	4,5 ^{aA}			
N4	8,3 ^{aBC}	8,4 ^{bc}	8,4 ^{bc}	8,3 ^{BC}	7,8 ^{abB}	7,7 ^{cB}	7,6 ^{cB}	8,3 ^{bBC}	7,3 ^{bA}
N2	8,1 ^{aBC}	8,4 ^{bc}	7,9 ^{abB}	8,1 ^{BC}	8,3 ^{cC}	7,5 ^{cAB}	7,4 ^{bcAB}	8,1 ^{bBC}	7,2 ^{bA}
A	8,9 ^{bd}	8,4 ^{bd}	8,3 ^{bd}	8,3 ^D	7,34 ^{aC}	6,9 ^{bb}	4,2 ^{aA}		
N4A	8,8 ^{bd}	8,8 ^{bd}	7,5 ^{ab}	8,3 ^{CD}	7,8 ^{abC}	7,0 ^{bAB}	6,7 ^{bA}	9,0 ^{cE}	7,1 ^{bAB}
N2A	8,3 ^{aC}	7,8 ^{aBC}	7,5 ^{aBC}	7,9 ^{BC}	8,3 ^{cC}	7,5 ^{cBC}	7,4 ^{bcB}	6,6 ^{aA}	6,2 ^{aA}

a-c Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$)

A-E Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir ($n=18$).

Koku açısından da gruplar arasında meydana gelen değişim bozulma ile doğru orantılı olarak meydana gelirken, bozulmanın hızlı gerçekleştiği grup K ve A'da koku ile ilgili puanlar daha hızlı düşmüştür. Bu durum nitrit katılan ürünlerde de 32. günde belirgin bir şekilde görülmektedir.



Şekil 4.12: Koku ile ilgili duyuşal değeriendirmeler.

Çizelge 4.14: Tat ile ilgili duyuşal değeriendirmeler*

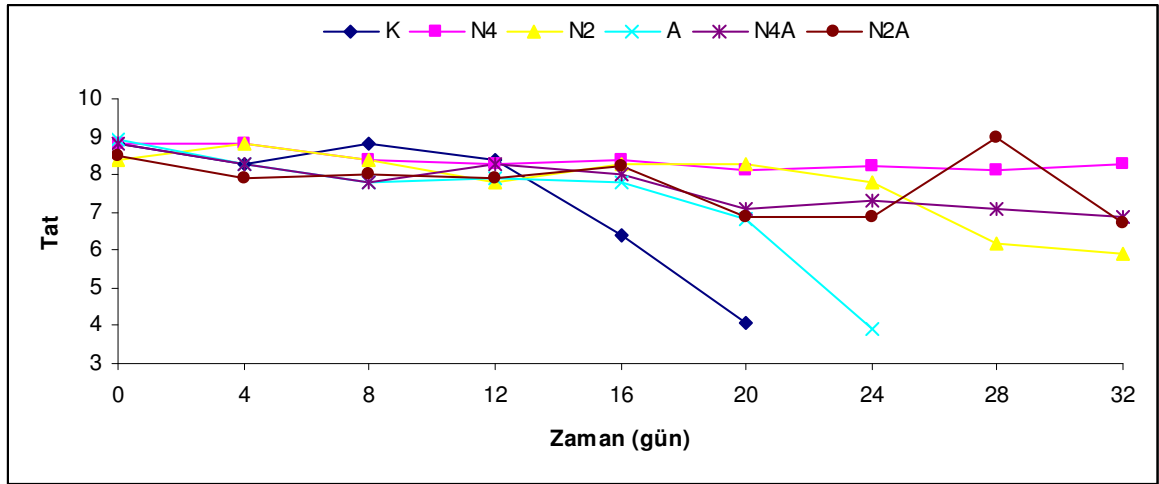
Grup	Depolama Süresi(Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
K	8,8 ^{abC}	8,3 ^{abC}	8,8 ^{bcC}	8,4 ^C	6,4 ^{aB}	4,1 ^{aA}			
N4	8,8 ^{abB}	8,8 ^{bbB}	8,4 ^{abAB}	8,3 ^{AB}	8,4 ^{bAB}	8,1 ^{cA}	8,2 ^{cA}	8,1 ^{cA}	8,3 ^{cAB}
N2	8,4 ^{abC}	8,8 ^{bc}	8,4 ^{abBC}	7,8 ^B	8,3 ^{bBC}	8,3 ^{cBC}	7,8 ^{bcB}	6,2 ^{aA}	5,9 ^{aA}
A	8,9 ^{bd}	8,3 ^{abCD}	7,8 ^{aC}	7,9 ^C	7,8 ^{bC}	6,8 ^{bb}	3,9 ^{aA}		
N4A	8,8 ^{abC}	8,3 ^{abB}	7,8 ^{aB}	8,3 ^B	8,0 ^{bb}	7,1 ^{bA}	7,3 ^{bA}	7,1 ^{bA}	6,9 ^{bA}
N2A	8,5 ^{abD}	7,9 ^{aC}	8,0 ^{aCD}	7,9 ^C	8,2 ^{bCD}	6,9 ^{bAB}	6,9 ^{abAB}	9,0 ^{dD}	6,7 ^{abA}

a-d Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$)

A-D Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$)

* İki tekrür ortalaması olarak verilmiştir ($n=18$).

K grubu için bozulma noktası olan 20. günde elde edilen değerieler incelenecek olursa, her iki katkının da birlikte kullanılmış olduğu N4A ve N2A gruplarında raf ömrünün nitritin yalnız kullanılmış olduğu gruplarla karşılaştırıldığında kısaldığı duyuşal testlerde de genel olarak görölmektedir. Üründe askorbik asidin nitritle tepkimeye girerek gerek askorbik asidin konsantrasyonunun gerekse nitritin konsantrasyonunun değerişimine yol açması ile üründe 2. ve 3. gruplara göre daha hızlı bir kalite düşüşüne yol açmış olduğu düşünölmektedir. Bu durum yukarda açıklaması yapılan duyuşal testlerden de anlaşılmaktadır. Hattula et al. (2001), %2.5 tuz konsantrasyonuna sahip, %10 dumanlama kaybı belirledikleri *O. mykiss*'de , 5 °C'de 6 hafta depolamada, 5'li skala ile 14. günde görünüş oldukça soluk olduğu belirlenirken, gruplarda kokusal açıdan ise yine 14. günde değerişimler tespit edilmiş, tekstür ise nemli olarak tanımlanmıştır.



Şekil 4.13: Tat ile ilgili duyusal değerlendirmeler.

Askorbik asitle nitritin birlikte kullanımından doğan kalite farkları, duyusal testlerde de kısmen ortaya çıkmıştır. Ayrıca askorbik asidin katıldığı ürünler bazı panelistlerce daha olumlu tepkiler almıştır. Bu durum istatistiksel olarak belirlenmemiş olsa da panelistlerin bazıları tarafından somut bir şekilde ifade edilmiştir.

Askorbik asit katılan grupta mikrobiyolojik ve kimyasal olarak yapılan analizlerde 24. güne doğru kalite kayıpları tespit edildiği gibi duyusal olarak da verilen puanlar bu sonuçlarla paralellik göstermiştir. Askorbik asidin ilave edildiği nitritli grup nitritin tek başına kullanıldığı gruptan daha hızlı kalite kaybına uğrarken koku özelliklerinin kontrol grubuna göre daha stabil bir karakteristik gösterdiği belirlenmiştir.

4.8. Tekstürel Özellikler

Sertlik: Tekstürel açıdan ürünün sertliği gruplar arasında düzenli bir değişim göstermese de depolama süresi boyunca kontrol grubunda her iki denemede de kısmen yüksek değerler verdiği söylenebilir. Yapılan istatistiksel analizlerde depolama sırasında ve her periyotta gruplar kendi aralarında önemli farklar ortaya koyarken, elde edilen sonuçlardan yola çıkarak depolama sırasında sertliğin kısmen arttığı, bu durumun ise üründe meydana gelebilecek su kaybı ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Diğer yandan bozulmaya bağlı olarak serbes su miktarındaki artış ve bu duruma bağlı olarak kas dokuda meydana gelen su

kaybına bağılı olarak dokunun kuruması bir diğér olasılık olmakla birlikte, rakamlar incelendiğinde bozulma hızına bağılı olarak sertlikte meydana gelen değışimle ilgili olarak bir genelleme yapılması mümkün görülmemektedir.

Yapışkanlık: Yapışkanlıkla ilgili elde edilen rakamlar grup içi ve gruplar arasında önemli farklar ortaya koyarken ($p<0,05$), yapışkanlığın özellikle K grubunda daha hızlı geliştiğı söylenebilir.

Çizelge 4.15: Sertlik değışimi (N)*

Grup	Depolama Süresi (Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
T	3,70								
S	1,45								
K	1,78 ^{ba}	3,55 ^{bB}	5,21 ^{cC}	6,42 ^{dD}	6,35 ^{bD}	6,48 ^{bD}			
N4	1,11 ^{aA}	2,70 ^{abB}	3,45 ^{abB}	3,03 ^{bB}	5,27 ^{abC}	6,22 ^{bCD}	5,40 ^{bC}	7,08 ^{bD}	7,16 ^{bD}
N2	1,53 ^{ba}	2,38 ^{ab}	4,36 ^{bcBC}	4,56 ^{cBC}	5,10 ^{abD}	4,07 ^{aBC}	3,90 ^{aBC}	3,65 ^{aBC}	4,41 ^{aC}
A	2,05 ^{ba}	2,26 ^{aA}	3,35 ^{abB}	3,96 ^{bcBC}	4,29 ^{aBC}	4,27 ^{aBC}	4,63 ^{abC}		
N4A	2,71 ^{aA}	2,73 ^{ba}	2,96 ^{aAB}	2,93 ^{aAB}	4,15 ^{aBC}	4,45 ^{aC}	6,39 ^{cD}	4,48 ^{aC}	4,67 ^{aC}
N2A	5,67 ^{dB}	4,73 ^{cAB}	4,20 ^{bAB}	4,54 ^{cAB}	5,11 ^{abAB}	4,47 ^{aAB}	5,28 ^{bB}	3,92 ^{aA}	5,58 ^{aB}

a-d Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

A-D Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

* İki tekrür ortalaması olarak verilmiştir (n=8), (N: Newton).

Bu durum elde edilen sonuçlardan yola çıkarak A grubu için söylenemez. Buna karşın nitrit ilavesi yapılmış olan grupların 32. günde almış oldukları değışerler incelendiğinde yapışkanlığın ürünün depolama sırasında bozulma oranı ile doğru orantılı olarak kısmen artış göstermiş olduğı görüşü N2A grubunda tarafından bozulmaktadır. Ancak depolamanın 16 ve 20. günlerinde elde edilmiş olan A grubu dışında bu görüşü güçlendirmektedir. Sonuç olarak K grubunun yapışkanlıkla ilgili almış olduğı değışerler bozulmaya bağılı olara diğér gruplardan çok daha hızlı bir şekilde yükselme göstermiştir.

Esneklik: Esneklikle ilgili elde edilen rakamlar üzerinde yapılan çoklu varyans analizinde, düzenli bir çeşitlilik göstermese de, grup içi ve gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar olduğı belirlenmiştir ($p<0,05$).

K grubu için bozulma noktası olarak kabul edilen 20. günde ve A grubu için bozulmuş olarak kabul edilen 24. günde gruplar arasında önemli farklar belirlenememiştir. Diğér yandan 28. günden sonra nitrit katkılı gruplarla askorbik

asidin nitritle birlikte kullanılmış olduğu katkılar arasında farklar önemli çıkarken, yalnız nitrit katılan gruplar benzer sonuçlar vermiş, askorbik asitle birlikte kullanılan gruplarda yine kendi aralarında benzer sonuçlar vermiştir ($p>0,05$). 32. günde elde edilen sonuçlara bağlı olarak nitritin yüksek olduğu gruplarda esneklikle ilgili elde edilen değerlerin daha düşük olduğu söylenebilir ($p<0,05$).

Çizelge 4.16: Yapışkanlık değişimi (N)*

Grup	Depolama Süresi (Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
T	0,18								
S	0,24								
K	0,18 ^{aA}	0,43 ^{bA}	2,00 ^{cB}	1,80 ^{bAB}	2,73 ^{cC}	3,11 ^{cD}			
N4	0,40 ^{cA}	0,38 ^{bA}	0,60 ^{aA}	1,16 ^{aB}	1,50 ^{aB}	2,10 ^{bcC}	2,43 ^{cC}	2,38 ^{bC}	3,11 ^D
N2	0,36 ^{cA}	0,34 ^{abA}	1,23 ^{bB}	1,20 ^{abB}	1,64 ^{bcC}	1,87 ^{bC}	2,01 ^{bcD}	2,28 ^{abD}	2,62 ^E
A	0,26 ^{bA}	0,35 ^{abA}	1,25 ^{bB}	1,18 ^{abB}	2,02 ^{bcC}	2,12 ^{bcD}	2,00 ^{bC}		
N4A	0,36 ^{cA}	0,37 ^{aA}	1,25 ^{bB}	1,28 ^{abB}	1,42 ^{aB}	1,55 ^{aB}	2,27 ^{bC}	2,27 ^{abC}	2,57 ^C
N2A	0,27 ^{bA}	0,23 ^{aA}	0,34 ^{aA}	1,10 ^{aB}	2,28 ^{bD}	1,71 ^{aC}	1,24 ^{aB}	1,85 ^{aC}	2,96 ^E

a-c Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

A-E Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=8).

Çizelge 4.17: Esneklik değişimi (mm)*

Grup	Depolama Süresi (Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
T	2,63								
S	2,85								
K	3,67 ^A	3,26 ^{cA}	3,23 ^A	2,86 ^{aB}	3,52 ^A	3,66 ^A			
N4	3,65 ^C	2,95 ^{aB}	3,40 ^{BC}	3,11 ^{bBC}	3,27 ^{BC}	3,61 ^C	2,92 ^B	2,78 ^{aA}	2,7 ^{aA}
N2	3,72 ^C	3,16 ^{cAB}	3,31 ^{AB}	3,63 ^{dC}	3,38 ^{AB}	3,54 ^B	3,05 ^{AB}	3,45 ^{bAB}	2,75 ^{aA}
A	3,56	3,27 ^c	3,13	3,45 ^c	3,27	3,66	4,16		
N4A	3,71 ^{AB}	3,04 ^{bA}	3,16 ^A	3,68 ^{dAB}	3,70 ^{AB}	3,41 ^{AB}	3,91 ^B	3,00 ^{abA}	3,39 ^{abAB}
N2A	3,52 ^{AB}	3,80 ^{dB}	3,28 ^A	3,30 ^{bcA}	3,32 ^A	3,35 ^A	3,70 ^B	3,27 ^{abA}	3,73 ^{bB}

a-d Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

A-C Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=8), (mm: milimetre).

Çiğnenebilirlik: Çiğnenebilirlik konusunda istatistiksel analizlerde, bazı gruplar kendi içinde ve depolamanın bazı periyotlarında gruplar arası önemli farklar göstermiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4.18: Gam yapı değişimi (N)*

Grup	Depolama Süresi (Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
T	0,63								
S	0,40								
K	0,58 ^{bA}	0,57 ^{aA}	0,77 ^{abB}	0,62 ^{abAB}	0,75 ^{abB}	0,81 ^B			
N4	0,26 ^{aA}	0,60 ^{aCD}	0,45 ^{aB}	0,58 ^{aC}	0,73 ^{abE}	0,77 ^{EF}	0,83 ^{cG}	0,77 ^{bF}	0,67 ^{aD}
N2	0,73 ^{bcB}	0,72 ^{bB}	0,71 ^{abB}	0,58 ^{aA}	0,77 ^{abBC}	0,77 ^{BC}	0,77 ^{bBC}	0,77 ^{bBC}	0,85 ^{bC}
A	0,89 ^{bcB}	0,87 ^{cB}	0,87 ^{bB}	0,73 ^{bA}	0,85 ^{bAB}	0,77 ^{AB}	1,04 ^{dC}		
N4A	0,59 ^b	0,60 ^a	0,72 ^{ab}	0,72 ^b	0,62 ^a	0,73	0,64 ^a	0,61 ^a	0,66 ^a
N2A	0,99 ^{cD}	0,77 ^{bB}	0,76 ^{abB}	0,89 ^{cBC}	0,88 ^{bC}	0,70 ^{AB}	0,70 ^{abAB}	0,75 ^{bD}	0,62 ^{aA}

a-d Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

A-G Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=8).

Gam yapı: Gam yapı değişimi açısından grup içi ve gruplar arası farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). A grubu depolama sırasında kısmen daha yüksek değerler gösterse de elde edilen sonuçlar doğrultusunda belli bir sonuca varacak şekilde düzenli farklılıklar belirlenememiştir. Buna karşın depolamanın 24. gününden itibaren grupların almış olduğu gam yapı değerleri incelenecek olursa, istatistiksel olarak ortaya konamasa da nitrit oranının artışına bağlı olarak gam özelliğinin daha yüksek olma olasılığından bahsedebiliriz (p<0,05).

Çizelge 4.19: Çiğnenebilirlik değişimi (N/mm)*

Grup	Depolama Süresi (Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
T	1,64								
S	1,40								
K	2,45 ^b	2,22	2,59 ^b	2,08	2,11 ^b	2,66 ^c			
N4	1,53 ^a	1,82	1,93 ^{ab}	1,72	1,92 ^{ab}	1,60 ^b	1,66 ^b	1,75	1,98 ^b
N2	1,89 ^{ab}	1,88	1,69 ^a	1,68	1,70 ^{ab}	1,59 ^b	1,56 ^b	1,42	1,52 ^{ab}
A	2,19 ^{abCD}	2,33 ^D	1,65 ^{aCD}	2,11 ^{CD}	1,55 ^{aC}	0,97 ^{aA}	1,13 ^{aB}		
N4A	1,86 ^{abB}	1,91 ^B	1,88 ^{abB}	1,67 ^{AB}	1,71 ^{abAB}	1,56 ^{bAB}	1,10 ^{aA}	1,54 ^{AB}	1,40 ^{abAB}
N2A	1,90 ^{abB}	1,91 ^B	1,80 ^{abAB}	1,80 ^{AB}	1,42 ^{aAB}	1,21 ^{aA}	0,96 ^{aA}	1,29 ^A	1,25 ^{aA}

a-c Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

A-D Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=8).

Çiğnenebilirlik: Tekstürel olarak incelediğimiz bir diğer özellik olan çiğnenebilirlik, depolamanın 16. ve 20. günlerinde K grubu diğer gruplarla istatistiksel olarak önemli fark gösterirken, çiğnenebilirlik daha yüksek değerde çıkmıştır. 24. günde A

grubu için aynı şey belirlenmiş olmamakla birlikte, 32. günde nitrit konsantrasyonunun yüksek olduğu gruplar daha yüksek çıgnenebilirlik değeri ortaya koymuştur. Bu sonuç çıgnenebilirliğin grupların raf ömrüne bağlı gelişmediği konusunda ipucu vermektedir.

Kırılğanlık: Tekstürel özelliklerden kırılğanlık, istatistiksel olarak incelenmiş, grup içi ve gruplar arasında önemli farklar tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4.20: Kırılğanlık değişimi (N)*

Grup	Depolama Süresi (Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
T	3,22								
S	1,65								
K	1,58 ^{aA}	3,56 ^{cB}	3,88 ^{cB}	1,91 ^{aA}	2,09 ^{aA}	3,44 ^{dB}			
N4	2,07 ^{bA}	3,59 ^{cC}	3,59 ^{cC}	3,63 ^{cC}	2,14 ^{aA}	2,87 ^{bB}	2,93 ^{abB}	2,15 ^{aA}	2,41 ^{aA}
N2	2,56 ^{cB}	3,33 ^{cC}	3,45 ^{cD}	1,99 ^{aA}	2,57 ^{abB}	2,19 ^{aAB}	2,61 ^{aB}	2,17 ^{aAB}	2,22 ^{aAB}
A	2,10 ^{bA}	2,84 ^{bCD}	2,93 ^{bD}	2,74 ^{bCD}	2,46 ^{abBC}	2,69 ^{aC}	2,44 ^{aB}		
N4A	2,02 ^{bA}	2,25 ^{aA}	2,39 ^{aA}	3,76 ^{cC}	2,83 ^{bB}	4,04 ^{ED}	3,11 ^{bBC}	2,47 ^{abB}	3,36 ^{bC}
N2A	2,01 ^{bA}	2,83 ^{bD}	2,49 ^{abB}	2,11 ^{aA}	2,31 ^{abAB}	3,09 ^{cDE}	2,28 ^{aAB}	2,78 ^{bC}	3,23 ^{bE}

a-e Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

A-E Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=8).

Bu farklılıklara bakıldığında, katkılara bağlı olarak veya ürünün raf ömrüne bağlı olarak düzenli bir değişimin olmadığı görülebilir.

Bu durum katkıların tekstür üzerine kırılğanlık özelliği açısından etkide bulunmadığını ortaya koyar. Bu özellikle ilgili gruplardaki farkların ürünün kırılğanlığındaki farklılıklardan meydana gelmeyip, standart hatalardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Yapışma gücü: Tekstürel özelliklerden yapışma gücünde de, istatistiksel olarak grup içi ve gruplar arasında önemli farklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu farklılıklara bakıldığında, katkılara bağlı olarak veya ürünün raf ömrüne bağlı olarak düzenli bir değişimin 24 günden sonra ortaya çıktığını söyleyebiliriz. Tüm bunlara karşın depolama süresine bağlı olarak yapışma gücü stabil bir seyir izlemiştir. Aslında yapışma gücünün bozulmaya bağlı olarak yükseldiğini varsayarsak, nitrit katılan gruplarda düşük bozulma hızından dolayı yapışma gücünün de düşük gelişmesi normal karşılanabilir.

Çizelge 4.21: Yapışma gücü değişimi (Newton)*

Grup	Depolama Süresi (Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
T	0,07								
S	0,05								
K	0,07 ^{bb}	0,07 ^{BC}	0,08 ^C	0,05 ^{aA}	0,05 ^{aA}	0,08 ^{bcC}			
N4	0,04 ^{aA}	0,05 ^B	0,04 ^A	0,07 ^{bc}	0,07 ^{abC}	0,07 ^{bcBC}	0,06 ^{aBC}	0,06 ^{aBC}	0,06 ^{aBC}
N2	0,03 ^{aA}	0,04 ^{AB}	0,03 ^A	0,06 ^{aB}	0,06 ^{aB}	0,04 ^{bB}	0,06 ^{aB}	0,06 ^{aB}	0,06 ^{aB}
A	0,05 ^{aB}	0,04 ^B	0,05 ^{BC}	0,04 ^{aB}	0,05 ^{aC}	0,02 ^{aA}	0,04 ^{aAB}		
N4A	0,07 ^{bb}	0,07 ^B	0,07 ^B	0,06 ^{aA}	0,07 ^{aB}	0,08 ^{cBC}	0,09 ^{bBC}	0,08 ^{bBC}	0,10 ^{bC}
N2A	0,06 ^{abA}	0,06 ^A	0,06 ^A	0,09 ^{bAB}	0,11 ^{bB}	0,08 ^{cAB}	0,09 ^{bAB}	0,11 ^{bB}	0,09 ^{bAB}

a-c Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

A-C Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=8).

Katılık: Katılık özelliği depolama süresi boyunca sürekli düşüş gösterirken, gruplar arasında ve grupların kendi içlerinde istatistiksel olarak önemli farklar tespit edilmiştir (p<0,05).

Çizelge 4.22: Katılık değişimi (N/mm)*

Grup	Depolama Süresi (Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
T	2,84								
S	1,65								
K	1,03 ^{aB}	1,16 ^{cB}	1,07 ^{abB}	0,10 ^{abA}	0,05 ^{aA}	0,76 ^{cA}			
N4	1,18 ^{abB}	0,34 ^{aA}	1,00 ^{abB}	1,04 ^{cB}	0,28 ^{bcA}	0,43 ^{bA}	0,42 ^{bA}	0,34 ^{bA}	0,17 ^{aA}
N2	0,93 ^{aD}	0,70 ^{bC}	0,53 ^{aBC}	0,06 ^{aA}	0,05 ^{aA}	0,03 ^{aA}	0,03 ^{aA}	0,34 ^{bB}	0,43 ^{bB}
A	1,07 ^{abE}	0,95 ^{bcD}	0,58 ^{aC}	0,17 ^{abB}	0,08 ^{aA}	0,07 ^{aA}	0,08 ^{aA}		
N4A	0,88 ^{aF}	0,72 ^{bE}	0,53 ^{aD}	0,47 ^{bD}	0,21 ^{bC}	0,06 ^{aA}	0,06 ^{aA}	0,07 ^{aA}	0,12 ^{aB}
N2A	1,53 ^{bE}	1,17 ^{cD}	1,55 ^{bE}	1,10 ^{cC}	0,37 ^{cB}	0,23 ^{bAB}	0,17 ^{aAB}	0,07 ^{aA}	0,06 ^{aA}

a-c Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

A-D Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=8).

Nitritin yüksek olduğu gruplarda 24. gün sonrası elde edilen sonuçlara göre katılık daha yüksek çıkmış olsa da, sonuçlar incelendiğinde bu konuda tüm zamanlar için genelleme yapmamız mümkün görülmemektedir.

4.9. Örneklerde Renk Analizi Sonuçları

L değeri: L değeri açısından gruplar arası ve grup içi önemli farklar bulunmuştur ($p<0,05$). Ancak istatistiksel olarak bulunan bu farklar düzenli bir dağılım göstermediğinden, genelleme yapmamız mümkün görülmemektedir.

Çizelge 4.23: L değerindeki değişim*

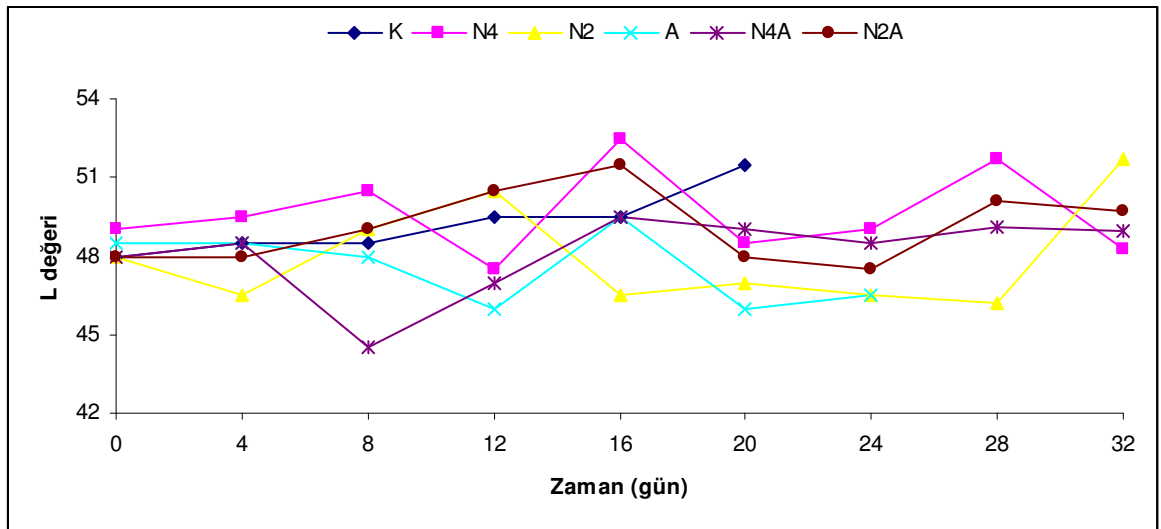
Grup	Depolama Süresi (Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
T	58,0								
S	54,0								
K	48,0 ^A	48,5 ^{bA}	48,5 ^{bA}	49,5 ^{bA}	49,5 ^{bA}	51,5 ^{dB}			
N4	49,0 ^{AB}	49,5 ^{bC}	50,5 ^{bCD}	47,5 ^{aA}	52,5 ^{cD}	48,5 ^{bcB}	49,0 ^{BC}	51,74 ^{dCD}	48,23 ^{aAB}
N2	48,0 ^{AB}	46,5 ^{aA}	49,0 ^{bB}	50,5 ^{bBC}	46,5 ^{aA}	47,0 ^{abA}	46,5 ^A	46,24 ^{aA}	51,71 ^{bC}
A	48,5 ^{BC}	48,5 ^{bBC}	48,0 ^{bB}	46,0 ^{aA}	49,5 ^{bC}	46,0 ^{aA}	46,5 ^{AB}		
N4A	48,0 ^B	48,5 ^{bB}	44,5 ^{aA}	47,0 ^{aA}	49,5 ^{bB}	49,0 ^{cB}	48,5 ^B	49,11 ^{bB}	48,98 ^{aB}
N2A	48,0 ^{AB}	48,0 ^{abAB}	49,0 ^{bB}	50,5 ^{bCD}	51,5 ^{bcD}	48,0 ^{bAB}	47,5 ^A	50,12 ^{cdCD}	49,75 ^{aBC}

a-d Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

A-D Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=8).

Salmon için Rørå et al. (1998), dorsal yüzgecin hemen ardından aldıkları örneklerde, üç paralelli ve 90° açı ile döndürerek ölçümlerin yapıldığı incelemelerde L değerini 45,5 olarak belirlerken, bu değer dumanlanmış salmonda 41,0, duysal nitelikleri bozulan örneklerde ise 43,4 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.14 : L değerindeki değişim

Wasson et al. (1991), kaya balığında tokoferol ve askorbik asidin (%0,03) renk üzerine etkisini incelemişler ve L değerini 47,5, b değerini ise 9 olarak belirlerken antioksidan muamelelerinin *Sebastolobus alascanus*'un dondurulmuş muhafazasında renk üzerine kısmen olumlu etkide bulunduğunu belirtmişlerdir.

a değeri: *a* değeri zaman içerisinde önemli farklar ortaya koyarken gruplar arasında, depolamanın 0. gününden itibaren istatistiksel olarak önemli farklar ortaya konmuştur. Depolama sırasında *a* değeri açısından gruplarda çok fazla yükseliş ve düşüşler belirlenememiştir.

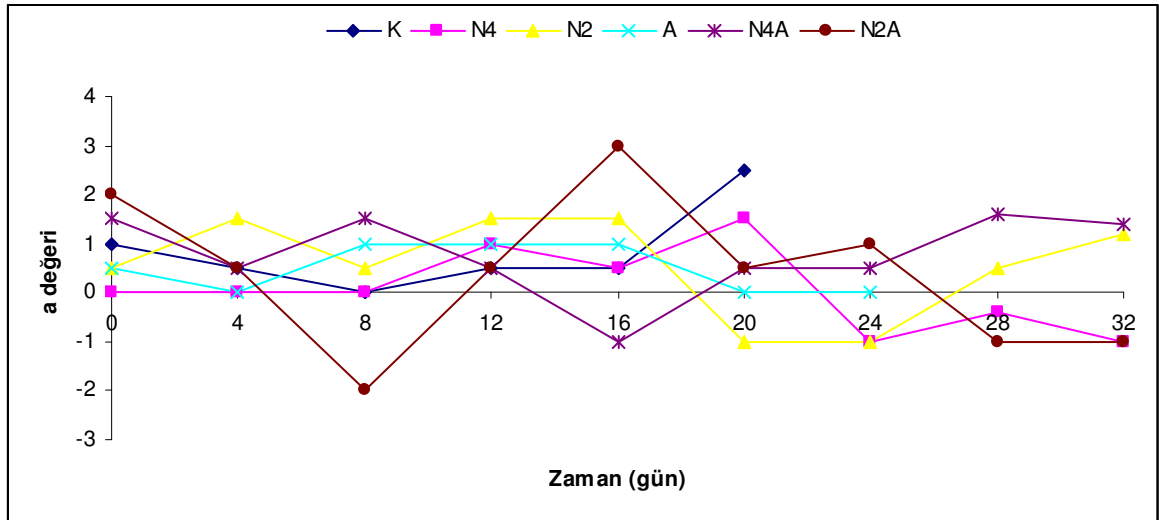
Çizelge 4.24: *a* değerindeki değişim*

Grup	Depolama Süresi (Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
T	-1,9								
S	-2,0								
K	1,0 ^{cA}	0,5 ^{abA}	±0 ^{abA}	0,5 ^{aA}	0,5 ^{abA}	2,5 ^{dB}			
N4	±0 ^{aAB}	±0 ^{aAB}	±0 ^{abAB}	1,0 ^{bB}	0,5 ^{abAB}	1,5 ^{cdB}	-1,0 ^{aA}	-0,4 ^{abAB}	-1,0 ^{aA}
N2	0,5 ^{bB}	1,5 ^{bD}	0,5 ^{bB}	1,5 ^{cD}	1,5 ^{bcD}	-1,0 ^{aAB}	-1,0 ^{aA}	0,5 ^{bB}	1,2 ^{bC}
A	0,5 ^b	±0 ^a	1,0 ^c	1,0 ^b	1,0 ^b	±0 ^b	±0 ^b		
N4A	1,5 ^{cdAC}	0,5 ^{abB}	1,5 ^{dC}	0,5 ^{aB}	-1,0 ^{aA}	0,5 ^{cB}	0,5 ^{bcB}	1,6 ^{cC}	1,4 ^{bBC}
N2A	2,0 ^{dDE}	0,5 ^{abDE}	-2,0 ^{aA}	0,5 ^{aCD}	3,0 ^{cE}	0,5 ^{cC}	1,0 ^{cD}	-1,0 ^{aAB}	-1,0 ^{aB}

a-d Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

A-E Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

* İki tekrerrüt ortalaması olarak verilmiştir (n=8).



Şekil 4.15: *a* değerindeki değişim

b değeri: Renk özelliklerinden olan *b* değeri de grup içi ve grupların kendi aralarında önemli farklar meydana getirirse de, tüm gruplarda gözlenen kısmi düşüşün dışında katkıların etkisi ile gruplar farklı karakteristikler göstermemiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4.25: *b* değerindeki değişim*

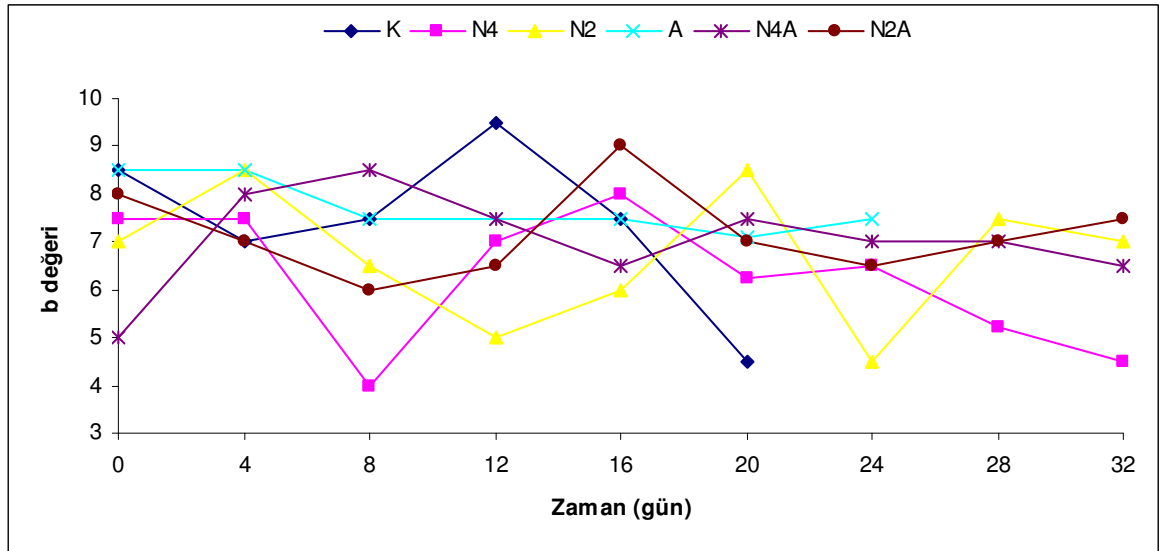
Grup	Depolama Süresi (Gün)								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
T	9,8								
S	5,1								
K	8,5 ^{bBC}	7,0 ^B	7,5 ^{abBC}	9,5 ^{cC}	7,5 ^{abBC}	4,5 ^{aA}			
N4	7,5 ^{bC}	7,5 ^C	4,0 ^{aA}	7,0 ^{bcBC}	8,0 ^{abC}	6,25 ^{aB}	6,5 ^{bBC}	5,2 ^{aAB}	4,5 ^{aAB}
N2	7,0 ^{bBC}	8,5 ^C	6,5 ^{bcB}	5,0 ^{aA}	6,0 ^{aAB}	8,5 ^{bC}	4,5 ^{aA}	7,5 ^{bC}	7,0 ^{bcBC}
A	8,5 ^{bB}	8,5 ^B	7,5 ^{bcA}	7,5 ^{bcA}	7,5 ^{abA}	7,11 ^{bcA}	7,5 ^{bA}		
N4A	5,0 ^{aA}	8,0 ^{CD}	8,5 ^{cD}	7,5 ^{bcCD}	6,5 ^{aB}	7,5 ^{cCD}	7,0 ^{bC}	7,0 ^{bC}	6,5 ^{bBC}
N2A	8,0 ^{bC}	7,0 ^{AB}	6,0 ^{bA}	6,5 ^{abA}	9,0 ^{bC}	7,0 ^{bAB}	6,5 ^{bA}	7,0 ^{bAB}	7,5 ^{cB}

a-c Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

A-D Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=8).

Sonuçlara göre renksel açıdan denemede K grubu dışındaki gruplar stabil sonuçlar vermiştir.



Şekil 4.16: *b* değerindeki değişim

Salmon için *b* değerini Rørå et al. (1998), taze balıkta 15,6, dumanlanmış üründe 8,4, bozulma anında ise 8,2 olarak belirlemişlerdir. Jensen et al. (1998), soğuk dumanlanmış vakum paket gökkuşağı alabalığının 3 °C'de depolanması sırasında

renksel nitelikler incelemiş ve L değeri tüm gruplarda depolanma sırasında yükselirken yine tüm gruplarda b ve a değeri düşüş göstermiş, α - tokoferolle zenginleştirilmiş diyetle beslemenin rengi olumlu yönde etkilediği ifade edilmiştir. Rørvik (2000), laktik asit bakterileri ile fermentasyonun renk ve tekstür üzerine olumlu etkisinden bahsetse de çalışmada bu yönde olumlu yada olumsuz bir etki belirlenememiştir.

4.10. Yağ Asitleri Kompozisyonu

Yağ asitleri kompozisyonuna depolamanın 0. günü, 15. günü ve 30. gününde ve ısıt işlem sonrası olmak üzere 4 farklı zamanda bakılırken, ısıt işlem 30 gün depolanan ürüne uygulanmıştır. Taze balıktaki değerlerle gruplarda belirlenen değerlere bakıldığında, daha başlangıçta ürünlerdeki çoklu doymamış yağ asitleri üzerinde katkıların etkileri belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır. Taze balıkta belirlenen yağ asitleri değerleri, Dönmez ve Tatar (2001)'in sonuçlarına göre farklılıklar göstermiştir.

Depolama sırasında yağ asitleri miktarlarında meydana gelen değişiklikler grup içi ve gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık ortaya koymuştur ($p<0,05$). DmYA miktarı K grubunda 0. ve 30. günde diğer gruplardan yüksek çıkarken aynı genelleme 15. gün ve pişirme sonrası elde edilen sonuçlar için ortaya konamamıştır ($p<0,05$). Buna karşın pişirme sonrası N2 haricindeki gruplardan, daha yüksek bir DmYA değeri elde edilmiştir.

TDYA değerleri incelendiğinde ise, 0. günde farklar önemli olsa da katkılara bağlı olarak bir etki belirlenememiştir. 15. günde gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. 30. gün ve pişirme sonrası gruplar arasında elde edilen farklar önemli bulunmuştur. 30. günde TDYA miktarı, K grubu ile diğer gruplar arasında önemli farklar ortaya koymuş, K grubun elde edilen değer diğer gruplardan daha yüksek gerçekleşmiştir. Pişirme sonrası gruplar arasındaki farklar önemli bulunurken katkıların etkisini görebileceğimiz şekilde bir sonuç elde edilememiştir ($p>0,05$).

ÇDYA miktarı tüm periyotlarda önemli farklar ortaya koyarken dumanlama sırasında hızlı bir kayıp gözlenmiş, bu kayıplar en fazla grup A ve K'da meydana gelmiştir. Bu etki 15. günde görülmezken 30. günde grup A dahil olmak üzere katkıların olumlu etkileri belirlenmiştir. ω -3 yağ asitleri gruplar arası önemli farklar

gösterirken, katkıların etkisi 15. ve 30. günde görülebilmektedir. Bu periyotlarda grup K diğer gruplardan daha düşük değerler vermiştir ($p<0,05$).

ÇDYA ω -6 yağ asitleri açısından gruplar arasında 0. günde katkıların koruyucu etkisi belirlenemezken, istatistiksel olarak da gruplar arasındaki farklar önemli değildir. 15. 30. gün ve pişirme sonrası gruplar arasındaki farklar önemli bulunurken, yalnız 15. günde katkıların etkisinden bahsetmek mümkündür ($p<0,05$). TDYA incelendiğinde ise yalnız pişirme sonrası farklar önemli bulunmuş, fakat N4 dışında diğer gruplarda katkıların koruyucu etkisi belirlenememiştir ($p<0,05$).

Grup içi yapılmış, fakat tabloda gösterilmemiş olan grup içi istatistiksel analizlerde de önemli farklar belirlenmiştir ($p<0,05$). Grup K depolama sırasında istatistiksel olarak da önemli bulunan düşüşler göstermiş ancak, bu durum 30. günde ortaya konamamıştır.

Çizelge 4.26: Depolama sırasında yağ asitleri toplamlarındaki değişim*

Zaman (Gün)	Toplam Yağ Asitleri							
	Gruplar	DmYA	TDYA	ÇDYA	ÇDYA n3	ÇDYA n6	DYA	SYA
0. GÜN	T	28,2	30,2	41,6	34,3	7,3	71,8	0,2
	S	26,7	28,6	44,7	38,3	6,4	73,3	0,2
	K	29,6b	30,6ab	39,8ab	33,5b	6,3	70,4	0,2
	N4	29,5ab	29,8a	40,8b	34,3b	6,5	70,6	0,2
	N2	29,1ab	30,3ab	40,7b	34,2b	6,5	71,0	0,2
	A	29,4ab	31,6b	38,9a	32,5a	6,4	70,5	0,2
	N4A	27,8a	31,0ab	40,9b	34,2b	6,6	71,9	0,2
	N2A	28,6ab	31,0ab	40,4b	33,8b	6,6	71,4	0,2
15. Gün	K	28,0a	30,8	37,4a	34,1ab	6,2a	70,1	0,3
	N4	28,1a	30,9	41,0b	34,4b	6,6b	71,9	0,3
	N2	28,9b	31,2	40,0ab	33,6ab	6,4b	71,1	0,3
	A	28,7b	32,2	39,6ab	33,4a	6,2a	71,7	0,2
	N4A	29,0b	32,1	38,9ab	32,7a	6,2a	71,0	0,2
	N2A	28,2a	32,1	39,7ab	33,4a	6,3b	71,8	0,2
30. Gün	K	28,0b	31,6b	40,1a	33,3a	6,8b	71,7	0,2
	N4	27,3a	31,1ab	41,3ab	34,8bc	6,5a	72,5	0,3
	N2	28,7c	30,8ab	40,7ab	34,2b	6,5a	71,5	0,2
	A	28,3bc	29,8a	41,8b	35,2c	6,6a	71,6	0,2
	N4A	28,4bc	30,4ab	41,2ab	34,9bc	6,3a	71,6	0,2
	N2A	28,1bc	31,5ab	40,4ab	33,7ab	6,7a	71,9	0,2
Pişirme**	K	29,8bc	31,1a	39,3b	32,9b	6,4c	70,4ab	0,2a
	N4	29,1b	32,5c	38,7ab	31,5a	7,2e	71,2bc	0,3b
	N2	29,8bc	31,8b	39,3b	32,9b	6,4c	71,1b	0,2a
	A	28,0a	33,4d	38,8ab	32,3ab	6,5d	72,2d	0,3b
	N4A	28,0a	34,5e	37,6a	31,8ab	5,8a	72,1c	0,2a
	N2A	30,0c	32,6c	37,6a	31,7ab	5,9b	70,2a	0,3b

a-e Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=4).

** Pişirme işlemi 30 gün depolanan ürüne uygulanmıştır.

ÇDYA ω -6 katkıların etkisi ile 15. gün dışında daha stabil kalmıştır. N4 için koruma özelliği TDYA ve DYA'da görülmüştür. N2 grubunda ÇDYA ω -3 ve SYA daha stabil kalmıştır. Grup A'da TDYA, ÇDYA ω -6 ve DYA'da koruyucu etkisi belirlenmiştir. Grup N4A'da ise ÇDYA ω -3 (30. gün dışında), ÇDYA ω -6 ve DYA üzerinde koruyucu etki belirlenmiştir. Son olarak grup N2A'nın yalnızca DYA üzerinde koruyucu etkisi belirlenmiştir ($p<0,05$).

Piştirme sonrası oluşan değerler incelendiğinde gruplar arasında önemli farklar belirlenmiştir. DmYA miktarı A ve N4A arasında fark göstermezken K, N4 ve N2 kendi aralarında benzerlik göstermiştir. TDYA miktarı açısından N4 ve N2A grubu benzer davranırken diğer gruplarla ve diğer gruplarda kendi aralarında önemli farklar göstermiştir. Piştirme sonrasında toplam ÇDYA miktarı açısından da gruplar arasındaki farklar önemli bulunurken N4A ve N2A arasında fark önemli bulunmamış, katkıların doğrudan olumlu yönde bir etkisi belirlenememiştir ($p<0,05$).

Yağ asitlerinin stabilitesinde yukarıda belirtilen tüm aşamalarda az da olsa katkıların etkisi görülmektedir. Genel olarak ÇDYA miktarları, Kiessling et al. (2001)'nin yapmış oldukları çalışmada elde ettikleri değerlerden çok daha yüksek bulunmuştur.

Rørå et al. (1998) ringa balıklarına askorbik asit muamelesinin ardından buzda depolanmaları sırasında askorbik asit oranının sürekli düştüğünü tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada C vitamininin, E vitamini stabilitesine olumlu yönde katkıda bulunduğu göz önünde bulundurularak üründe yapılacak askorbik asit, E vitamini ve karnosin analizleri ile depolama sırasında bu bileşenlerin miktarlarındaki değişimin saptanarak ne kadar sürede askorbik asidin etkisinin ortadan kalktığı ve bu noktada kalite niteliklerindeki farklı davranışların belirlenmesi önemlidir.

Sonuç olarak; *nitrit*, kullanılmış olduğu tüm gruplarda raf ömrünü uzatırken ürünün renk ve tekstürü üzerinde de istatistiksel olarak önemli farklar meydana getirmiştir. Nitritin duyuşal olarak olumsuz bir etkisi görülmezken, yağ asitleri üzerinde istatistiksel olarak bazı önemli etkileri belirlenmiştir. Yine nitritli grupların kullanıldığı konsantrasyona bağılı olarak TBA değeri açısından meydana getirdiğı etki önemli farklar gösterirken, bu etkinin askorbik asitle birlikte kullanılması ile azaldığı görülmüştür.

Askorbik asit, kontrol grubuna karşı üründe raf ömrünü uzatmıştır. Askorbik asidin renk ve tekstür üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemli farklar meydana getirirse de, tüketici beğenisini olumsuz yönde etkileyecek şekilde renk ve tekstür üzerinde olumsuzluk yaratmamış, tam tersine duysal olarak panelistlerden olumlu tepkiler almıştır. Diğer yandan askorbik asidin nitritle birlikte kullanımı nitritli grupların tek başına etkilerine göre raf ömrünü kısaltmasına karşın, renk, tekstür, duysal nitelikler üzerine spesifik olarak etkisi görülmemiştir. Oksidasyona karşı TBA değerleri açısından koruyucu özellikte davranmazken, yağ asitleri üzerine etkileri açısından DYA ve özellikle ÇDYA ω -6 üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. ayrıca askorbik asidin kullanıldığı nitritli gruplarda daha düşük konsantrasyonda kalıntı nitrit miktarı belirlenmiştir.

Çizelge 4.27: Yağ asitleri ve depolama sırasında meydana gelen değişim*

Yağ Asidi	0. G.									15. G.					30.G					
	T	S	K	N4	N2	A	N4A	N2A	K	N4	N2	A	N4A	N2A	K	N4	N2	A	N4A	N2A
12:0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1
13:0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1
14:0	4,8	4,5	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,6	4,5	4,6	4,5	4,6	4,5	4,7	4,7	4,7	4,7
15:0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,4	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,4	0,8	0,8	0,8	0,5
16:0	17,5	16,3	18,3	18,4	18,1	18,3	17,6	17,7	17,7	17,4	18,1	18,2	17,8	17,8	17,2	17,3	17,4	17,6	17,5	17,5
17:0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5
18:0	3,9	4,1	4,5	4,4	4,3	4,5	4,3	4,4	4,2	4,1	4,4	4,4	4,7	4,2	4,4	4,4	4,1	4,1	4,3	4,4
20:0	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,5	0,4	0,3
Σ DmYA	28,3	26,7	29,6	29,5	29,1	29,4	28,3	28,6	28,6	28,1	28,9	28,7	29,0	28,2	28,0	27,5	28,5	28,3	28,4	28,1
14:1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
16:1	5,6	5,4	5,5	5,7	5,6	5,6	5,5	5,6	5,8	5,7	5,7	5,8	5,7	5,9	5,7	5,6	5,6	5,6	5,7	5,8
18:1n9	19,9	18,5	19,8	19,2	19,9	20,6	20,8	20,6	20,7	20,4	20,6	21,0	21,7	21,5	21,2	20,8	20,1	19,5	20,0	20,9
18:1n7	2,9	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	2,8	3,0	2,7	2,9	2,9	3,0	2,9	3,0	3,0	2,9	3,1	2,9	3,0	2,9
20:1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,3	1,5	1,4	1,6	1,5	1,4	1,5	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	1,4	1,6
22:1	0,2	0,4	0,9	0,5	0,2	0,7	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Σ TDYA	30,2	28,6	30,6	29,8	30,2	31,6	31,0	31,0	30,8	30,9	31,1	31,7	32,1	32,1	32,0	31,1	30,8	29,8	30,4	31,5
18:2	7,3	6,4	6,3	6,5	6,5	6,4	6,6	6,6	6,5	6,6	6,4	6,2	6,2	6,3	6,8	6,5	6,5	6,6	6,3	6,7
18:3	1,6	1,2	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,5	1,4	1,4	1,4	1,6	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5
18:4	1,3	1,4	1,2	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3	1,3	1,2	1,4	1,3	1,3
20:5	7,2	7,5	6,7	6,9	7,0	6,7	7,0	7,0	6,8	7,0	6,8	6,8	6,5	6,7	6,8	6,9	6,8	7,0	6,9	6,7
22:5	2,6	3,0	2,3	2,5	2,6	2,3	2,3	2,4	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,6	2,5	2,6	2,6	2,6
22:6	21,5	25,2	21,9	22,2	21,8	20,8	22,2	21,6	22,2	22,0	21,6	21,4	21,0	21,3	21,2	22,6	22,3	22,7	22,6	21,6
Σ ÇDYA	41,6	44,7	39,8	40,8	40,7	38,9	40,8	40,4	40,6	41,0	39,9	39,6	38,9	39,7	40,0	41,3	40,7	41,8	41,2	40,4

* İki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir (n=4).

5. ÖNERİLER

- Askorbik asit, soğuk dumanlanmış alabalıkta (kontrol grubu) duysal olarak daha cazip bir tat sağlayabilir,
- Soğuk dumanlanmış alabalıkta kalıntı nitrit oranını düşürmek amacı ile askorbik asit kullanılabilir,
- Askorbik asidin nitritle birlikte kullanılmasının üründe oluşan polisiklik aromatik hidrokarbonların (PAH) miktarı ve değişimi üzerine etkisi belirlenmelidir,
- Askorbik asidin nitritle birlikte kullanılmasının üründe nitrosamin formasyonu ve değişimi üzerine etkisi araştırılmalıdır,
- Yağ asitlerinin stabilitesine katkıların etkisini daha bariz ortaya koyabilecek şekilde ürünün oksijenle temas içinde olduğu vakum paketlenmemiş ürünlerde katkıların etkilerine bakılmalıdır,
- Yapılacak çalışmalarda üründeki demir ve bakır reaktif metal iyonlarının değişimi ve bu değişimde askorbik asidin rolü belirlenmelidir.

KAYNAKLAR

- A. K. Halkman, 2002. Sözlü görüşme. Ankara Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, ANKARA. halkman@agri.ankara.edu.tr
- Ahn, H. J., Kim, J. H., Jo, C., Lee, J. W., Yook, H. S., Byun, M. W., 2004. Effect of gamma irradiation on residual nitrite, residual ascorbate, color and *N*-nitrosamines of cooked sausage during storage. *Food Control*, 15, 197-2003.
- Allam, M. H., El-Kalyobi, M. H., Abou-Arab, A. A., 1988. Stability of lipids and fatty acids during smoking and storage of common carp fish. *Annals of Agricultural Sci.*, 33,1, 355-366.
- Altuğ, T., 2001. Gıda Katkı Maddeleri. Ege Üniv. Müh. Fakültesi., Yay., 5-170, İzmir.
- Amerina, M. A., Pangborn, R., Roessler, E. B., 1965. Principles of Sensory Evaluation of Food. New York. 602 p.
- Anonymous, 1989. American Oil Chemists' Society. Determination of Fatty Acids in Edible Oils and Fats by Capillary GLC, in Official Methods and Recommended Practices of American Oil Chemist's Society, 4th Ed., American Oil Chemists' Society Champaign Press, Method Ce, pp. 2-66.
- Anonymous, 1990. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists, 15th Ed., Vol. 2, Association of Official Analytical Chemists Inc., USA. 868 p.
- Anonymous, 1999. SPSS 11.5 for windows standard version. Lead technologies. Inc., USA.
- Anonymous, 2000. Freshness, Quality and Safety in Seafoods. Flair- Flow Europe Technical Manuel, F-FE 380A100. 6-25 pp.
- Anonymous, 2001^a. Su Ürünleri İstatistikleri. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Ens, Ankara.
- Anonymous, 2001^b. T. C. , Devlet Planlama Teşkilatı, VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Su Ürünleri ve Su Ürünleri Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2575 . ÖİK: 588, Ankara/TÜRKİYE. 4-140 pp.
- Anonymous, 2001^c. Processing parameters needed to control pathogens in cold smoked fish. U. S. Food and Drug Administration Center for Food and Applied Nutrition . <http://www.cfsan.fda.gov/~comm/iftexec.html>. pp.1-18.
- Anonymous, 2002. Su Ürünleri İstatistikleri. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Ens., Ankara. <http://www.zmo.org.tr/etkinlikler>.
- Anonymous, 2003. FAO Fishery Information, Data And Statistics Unit, Rome, <http://www.fao.org>.
- Anonymous, 2004. Su Ürünleri İstatistikleri. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Ens., Ankara (yayınlanmamış). <http://www.zmo.org.tr>
- Ashton, I. P., Sharnbrook, U. R. D, 2002. Understanding lipid oxidation in fish in: Safety and quality issues. Fish Processing. Bremner, H. A., (eds.), Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, Boca Raton, Boston. New York, Washington, ch. 14. <http://www.foodnetbase.com/>.

- Aubourg, S. P., Perez-Alonso, F., Gallardo, J. M., 2004. Studies on rancidity inhibition in frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*) by citric and ascorbic acids. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106 (4) 232-240.
- Bannerman, A., Horne, J., 2001. Recommendation for the preparation of smoked salmon. Torry Advisory Note, no: 5 (Revised). <http://www.fao.org>.
- Baran, İ., Timur, M., Tekinşen, O.C. 1982. Gökkuşığı alası (*salmo gairdneri*)'nin büyüme hızı, iç organlarındaki ağırlık artışı ve etin kimyasal bileşimi. *A.Ü. Veteriner Fak. Dergisi*. 29 (3-4): 427-436, Ankara.
- Bhuiyan, A. K. M. A, Ratnayaka, W. M. N., Ackman, R. G., 1986. Stability of lipids and polyunsaturate fatty acids during smoking Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.). *Journal of American Oil Chemists' Society*, 63 (3) 324.
- Bórquez, R., Koller, W.-D., Wolf, W., Spieß, W. E. L., 1997. Stability of ω -3 fatty acids of fish protein concentrate during drying and storage. *Lebensmittel-Wiss. U.-Technol.*, 30 (508-512).
- Calabrese, E. J., Moore, G. S., McCarty, M. S., 1983. The effect of ascorbic acid on sodium nitrite-induced methemoglobin formation in glucose-6-phosphate dehydrogenase-deficient erythrocytes. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 7 (2), 410-415.
- Candoğan, K., Kolsarıcı, N., 2003. Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carragenan or carragenan with pectin, *Meat Science*, 64, 207-214.
- Cardinal, M., Knockaert, C., Torrissen, O., Sigurgisladottir, S., Mørkøre, T., Thomassen, M., Vallet, J. L., 2001. Relation of smoking parameters to the yield, colour and quality of smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Research International*, 34, 537-550.
- Cattaneo, P., Balzaretti, C., Basilico, C., Beretta, G., Cantoni, C., 1983. Production and nutritive characteristics of smoked *Salmo gairdneri* fillets. *Industrie Alimentari*, 22(207), 531-536.
- Cattaneo, P., Cantoni, C., 1987. Keeping quality, spoilage and Wholesomeness of vacuum- packaged smoked trout. *Technologie Alimentarie*, 10 (6) 21-23.
- Chytiri, S., Chouliara, I., Savvaidis, I.N., Kontominas, M.G., 2004. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *Food Microbiology* 21, 157–165.
- Cutting, C. L., 1961. Fish as Food. Fish as Food III. Borgstrom, G. (eds.), Academic Press Inc., New York, London. pp. 55-100. <http://www.foodnetbase.com/>.
- Çelikkale, M.S., 1982. Gökkuşığı alabalığında karkas ve et özellikleri ve bunu diğer hayvanlarla karşılaştırılması üzerine bir araştırma. *Ank. Ü. Ziraat Fak.*, 803,3-10.
- Dodds, K. L., Brodsky, M. H., Warburton, D. W., 1992. A retail survey of smoked ready-to-eat fish to determine their microbiological quality. *Journal of Food Protection*, 55 (3) 208-210.

- Doe, E. P., 2000. Fish Drying and Smoking. Technomic Co., Inc., 247 s.
- Dondero, M., Cisternas, F., Carvajal, L., Simpson, S., 2004. Changes in quality of vacuum-packaged cold-smoked salmon (*Salmo salar*) as a function of storage temperature. Food Chemistry, 87, 543-550.
- Dönmez, M., Tatar, O., 2001. Fleto ve bütün olarak dondurulmuş gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) muhafazası süresince yağ asitleri bileşimlerindeki değişmelerin araştırılması. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, 18, (1-2): 125-134.
- Duffes, F., 1999. Improving the control of *Listeria monocytogenes* in cold smoked salmon (Review). Trends in Food Science & Technology 10, 211-216.
- Duffes, F., Leroi, F., Boyaval, P., Dousset, X., 1999. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by *Carnobacterium* spp. strains in a simulated cold smoked fish system stored at 48C. International Journal of Food Microbiology 47, 33-42.
- Erikson, U., Sigholt, T., Seland, A., 1997. Handling stress and water quality live transportation and slaughter of Atlantic salmon . Agriculture, 149, 243-252.
- Ertaş, A. H., 1998, Chemical composition of smoke. Gıda, 23 (3), 177-185, Ankara.
- Flick, G. J., Oria, M. P., Douglas, L., 2001. Potential hazards in cold-smoked fish: Biogenic amines. Journal of Food Science- Supplement to Vol. 66, 7.
- Formanek, Z., Kerry, J. P., Higgins, F. M., Buckley, D. J., Morrissey, P. A., Farkas, J., 2001. Addition of synthetic and natural antioxidants to α -tocopheryl acetate supplemented beef patties: effects of antioxidants and packaging on lipid oxidation. Meat Science, 58, 337-341.
- Frankel, E. N., 1996. Antioxidants in lipid foods and their impact on food quality. Food Chemistry, 57, (1), 51-55.
- Freeman, T., 1981. Water soluble antioxidants for seafood products. Refrigeration Science and Technology, 4, 183-188.
- Girard, J. P., 1992. Technology of Meat and Meat Products. Printed and bound in Great Britain by Redwood Press (272), Meksham.
- González- Rodríguez, M.-N., Sanz, J. J., Santos, Á., Otero, A., García-López, M.-L., 2002. Number and types of microorganisms in vacuum-packed cold-smoked fresh water fish at the retail level. International Journal of Food Microbiology, 77, 161-168.
- Gordon, M. H. G., 2001. The development of oxidative rancidity in foods Antioxidants in food. Practical applications. Pokorny, J., Yanishlieva, N., Gordon, M., (eds.). CRC Press, Boca Raton, Boston, ch 2. <http://www.foodnetbase.com/>.
- Green, B. E., Cumuza, T. H., 1981. Relationship between TBA numbers and Inexperienced panelists assessments of oxidized flavor in cooked beef. Journal of Food Science, 47, 52-54, 58.
- Gürgün, V., Halkman, K., 1988. Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri. 2. Baskı, Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No: 7, ANKARA. 141 s.

- Hamilton, R. J., Kalu, C., Prisk, E., Padley, F. B., Pierce, H., 1997. Chemistry of radicals in lipids. *Food Chemistry*. 60, 2,193-199.
- Hamre, K., Lie, Ø., Sandnes, K., 2003. Development of lipid oxidation and flesh colour in frozen stored fillets of Norwegian spring spawning herring (*Lupea herangus* L.) effect of treatment with ascorbic acid. *Food Chem.*, 82, 447-453.
- Hansen, L. T., Gill, T., Røntvet, S. D., Huss, H. H., 1996. Importance of autolysis and microbiological activity on quality of cold-smoked Salmon. *Food Research International*, 29 (2), 181-188.
- Hansen, L. T., Gill, T., Huss, H. H., 1998. Effect of salt and storage temperature on chemical, microbiological and sensory changes in cold smoked Salmon. *Food Research International*, 31, 703-711
- Hansen, L. T., Huss, H. H., 1999. Comparison of the microflora isolated from spoiled cold smoked Salmon from Three smokehouses. *Food Research International*, 31 (10), 703-711.
- Hattula, T., Elfving, K., Mroueh, U.-M., T. Luom, 2001. Use of Liquid Smoke flavoring as an Alternative to Traditional Flue Gas Smoking of Rainbow Trout Fillets *Oncorhynchus mykiss*). *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 34, 521,525.
- Hilderbrand, K. S., 2001. Fish smoking procedures for forced convection smokhouses. Oregon State University, Extension Sea Grant Program, Hatfield Marine Science Center, Newport, Oregon. <http://seagrant.orst.edu/sgpsubs/onlinepubs/i01001.pdf>.
- Horne, J., 2001. Some notes on fish handling and processing. Torry Advisory Note, no: 50. <http://www.fao.org>.
- Horrocks, L. A. & Keo, Y. K., 1999, Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA), *Pharmacological Research*, 40, 3, 211-225.
- Howgate, P. 1979. *Fish. Food Microscopy*. London Academic Press., 343-389.
- Hultin, H. O., F, Botta, J. R., 2000. Oxidation of Lipids in Seafoods. *Seafoods*. Shahidi, F, Botta, J. R. (Eds). Blackie Academic, Glasgow, 20-186.
- Hultman, L., Rustad, T., 2004. Iced stored of Atlantic salmon (*Salmo salar*) -effects on endogenous enzymes and their impact on muscle proteins and texture. *Food Chemistry*, 87, 31-41.
- Huss, H.H., Jeppesen, V., Johansen, C., Gram, J., 1995. Bio-preservation of fish products - a review of recent approaches and results. *J. Aquatic Food Prod. Technol.* 4 (2), 5-26.
- Hyytiä, E., Eerola, S., Hielm, S., Korkeala, H., 1997. Sodium nitrite and potassium nitrate in control of non proteolytic *Clostridium botulinum* outgrowth and toxigenesis in vacuum-packed cold-smoked rainbow trout. *Int. J. of Food Microbiology*, 37, 63-72.
- Hyytiä, E., 1999. Prevalence, molecular epidemiology and growth of *Clostridium botulinum* type E in fish and fishery products. Academic dissertation, Helsinki, 73 p.

- Jacobsen, C., Timm, M., 2001. Oxidation in fish oil enriched mayonnaise: ascorbic acid and low pH increase oxidative deterioration. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49, 3947-3956.
- Jadhav, S. J., Nimbalkard, S. S., Kulkarni, A. D., Madhavi, D. L., 1996. Lipid Oxidation in Biological and lipid Systems. *Food Antioxidants, (Technological, toxigological and health perspectives)*, Madhavi, D. L., Despande, S. S., Salunkle, D. K. (eds.), 270 Mercel Dekker Inc., Meddisson Avenue, New York, 5-65.
- Jahncke, L. M., Herman, D., 2001. Control of food safety hazards during cold-smoked fish processing. *Journal of Food Science- Supplement to 66*, VI, 7.
- Jensen, C., Birk, E., Jokumsen, A., Skibsted, L. H., Bertelsen, G. 1998. Effect of dietary levels of fat, α -tokopherol and astaxanthin on colour and lipid oxidation during storage of frozen rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and during chill storage of smoked trout, *Z Lebensm Unters Forsch A*, 207 :189–196.
- Kamal- Eldina, A., Yanishlievab, N. V., 2002. ω -3 fatty acids for human nutrition: stability considerations, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104,825–836.
- Karakaya, M., Kılıç, A., 1995., Beyşehir Gölü'nden 1994-1995 avlanma periyodunda yakalanan levrek balıklarının bazı özelliklerinde meydana gelen değişimin tespiti üzerine bir araştırma. *S.Ü. Ziraat Fak. Derg.* 8 (10) 50.
- Karl, H., 1992. Determination nitrites in smoked fish and other fish products. *Deutsche-Lebensmittel- Runschau*, 88 (2) 41-45.
- Keskin, H., 1981. *Besin Kimyası, İst. Ün. Yayınları Cilt I*, s.163-164.
- Kiessling, A., Pickova, J., Johanson, L., Äsgård, T., Storebakken, Kiessling, K-H., 2001. Changes in fatty acid composition in muscle and adipose tissue of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Food Chemistry*, 73, 271-284.
- Kim, J. T., Silva, J. L., Chamui, R. S., Chen, T. C., 2000. Influence of ozone, hydrogen peroxide, or salt and microbial profile, TBARS and color of catfish fillets. *J. of Food Sci.*, 65 (7), 1210-1213.
- Knøchel, S., Huss, H.H., 1984. Ripening and spoilage of sugar salted herring with and without nitrate. II. Effect of nitrate. *J., Food Technol.* 19, 215-224.
- Kolakowska, A.,Szczygielski, M.M., 1994. Stabilization of lipids in minced fish by freeze texturization. *Journal of Food Science*, 59, 88-90.
- Kolakowska, A., 2003. Chemical Functional Properties of Food Lipids. Sikorski, Z. E., Kolakowska, A. (eds.), c. 8., Crc. Press. Inc. Boca Raton, <http://www.foodnetbase.com/>.
- Kolsarıcı, N., Özkaya, Ö., 1998. Gökkuşluğu Alabalığı (*Salmo gairdneri*)'nin raf ömrü üzerine tütsüleme yöntemleri ve depolama sıcaklığının etkisi. *TÜBİTAK, Tr. Journal of Veterinary and Animal Sicences*, . 22,273-284.
- Lees, R. 1975. *Food Analysis. Analytical and Quality Control Methods for Manufacturer and Buyer.* Leonard Hill Books, London 3rd Ed., p. 245.

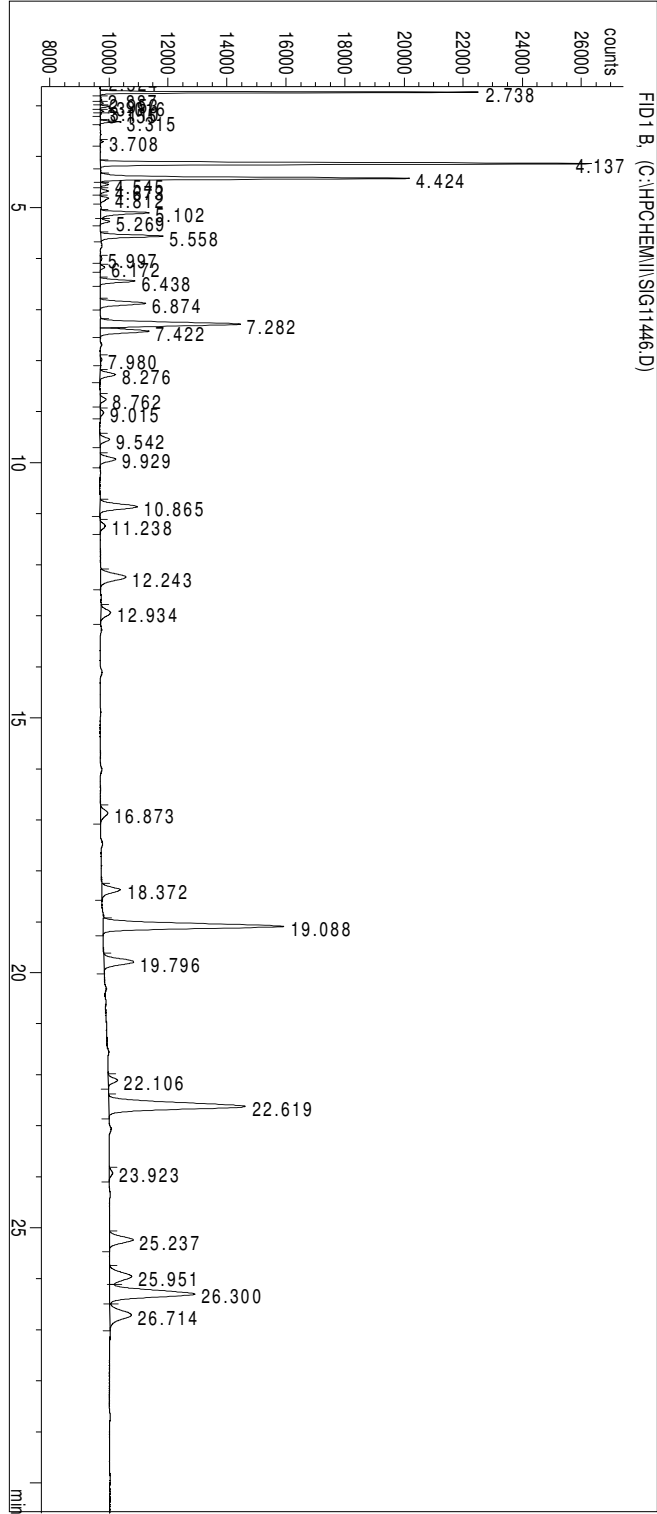
- Leroi, F., Joffraud, J. J., Chevalier, F., Cardinal, M., 1998. Study of the microbial ecology of cold-smoked Salmon during storage at 8 °C. *International Journal of Food Microbiology*, 39,111-121.
- Leroi, F., Joffraud, J. J., Chevalier, F., 2000. Effect of salt and Smoke on the microbiological quality of cold-smoked salmon during storage at 5 °C as estimated by the factorial design method. *Journal of Food Protection*, 63, 502-508.
- Leroi, F., J. J. Joffraud, Chevalier, F., Cardinal, M., 2001. Research of quality indices for cold-smoked salmon using a stepwise multiple regression of microbiological counts and physico-chemical parameters. *Journal of Applied Microbiology*, 90, 578-587.
- Linko, Y-Y., Hayakawa, K., 1996. Docosahexaenoic acid: A valuable nutraceutical. *Trends in Foods Science & Technology (Review)*, 7, 59-63.
- Lück, E., Jager, M., 1995. *Antimicrobial Food Additives*. 15 Woodbury Park Road, London.
- Lyhs, U., Björkroth, E. H., Korkeealle, H., 1998. The spoilage flora of vacuum-packaged, sodium nitrite or potassium nitrate treated, cold-smoked rainbow trout stored at 4 °C or 8 °C. *International Journal of Food Microbiology*, 45,135-142.
- Lyhs, U., 2002. Lactic acid bacteria associated with the spoilage of fish products. Academic Dissertation, Department of Food and Environmental Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, University of Helsinki , Finland, pp.30-76.
- Madhavi, D. L., Singhal, R. S., Kulkarni, P. R., 1996. Technological Aspects of Food Antioxidants, Food Antioxidants, (Technological, toxigological and health perspectives). Madhavi, D. L., Despande, S. S., Salunkle, D. K. (eds.), 270 Mercel Dekker Inc., Medison Avenue, New York, 159-254.
- Roger, M. A. M., Vaughan, T. L., Davis, S., Thomas, D. B., 1995. Consumption of nitrate, nitrite, and nitrosodimethylamine and the risk of upper aerodigestive tract cancer. *Cancer Epidemiology Biomarkers & prevention* 4 (1), 29-36.
- Mantzioris, E., Cleland, L. G., Gibson, R. A., Neumann, M.A., Demasi, M., James, M. J., 2000, Biochemical effects of a diet containing foods enriched with ω -3 fatty acids, *American Journal of Clinical Nutrition*, 72, 1, 42-48.
- Mazza, G., 1998, *Functional Foods, Biochemical & Processing Aspects*, Technomic Publishing Co. Inc., USA, p: 90-275, 381-390.
- Meilgaard, M., Cicille, G. V., Carr. B. T., 1999. Sensory changes techniques. 3. edit. CRC, Roca Raton, <http://www.foodnetbase.com/>
- Mills, A., 2001. Handling and processing rainbow trout. Torry Advisory Note, no: 74. <http://www.fao.org>.
- Miyauchi, M., Nakamura, H., Furukawa, F., Son, H. Y., Nishikawa, A., Hirose, M., 2002. Promoting effects of combined antioxidant and sodium nitrite treatment on forestomach carcinogenesis in rats after initiation with N-methyl-N - nitro-N-nitrosoguanidine. *Cancer Letters*, 178, 19-24.

- Murata, H., Yamauchi, K., 1990. Bulletin of the Japanese Society of Scientific [Nihon Suisan Gakka-Shi.], 56 (5)761-764.
- N., Kolsarıcı, 2003. Sözlü görüşme. Ankara Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, ANKARA. kolsari@agri.ankara.edu.tr.
- Nettleton, J. A., 1995, Omega Fatty Acids and Health, Chapman & Hall, USA, pp. 1-328.
- Nykänen, A., Lapveteläinen, A., Hiitanen, R.-M., Kallio, H., 1999. Applicability of lactic acid and nisin to improve the microbiological quality of cold-smoked rainbow trout. Z Lebensm Unters Forsch A, 208, 116-120.
- Özdamar, K., 2004. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi (5. baskı). Kaan Kitapevi, Porsuk Bulv., Çağlayan işhanı, No: 9, Eskişehir/ Türkiye. 450 s.
- Öztan, A., 2003. Et Bilimi ve Teknolojisi, 4. baskı, TMMOB, Gıda Mühendisleri Odası, yayın no: 1, Ankara. 495 s.
- Pearson, A. M., Tauber, F. W., 1986. Processed Meats, 2. Ed. AVI. West Port, pp. 50-76.
- Pederson, E., Meyland, I., 1981. Nitrate, nitrite and volatile nitrosamines in pickled fish prepared with addition of nitrate. Z. Lebensm. Unters. For. 173, 359-361.
- Petäjä, E., Eerola, S., Petäjä, P., 2000. Biogenic amines in cold-smoked fish fermented with lactic acid bacteria. European Food Research and Technology, 210, 280–285
- Rajalakshmi, D., Narasimhan, S., 1996. Lipid Oxidation in Biological and lipid Systems, Food Antioxidants, (Technological, toxicological and health perspectives). Madhavi, D. L., Deshpande, S. S., Salunkle, D. K. (eds.), Marcel Dekker Inc., 270 Meddisson Avenue, New York, 65-159.
- Ramanathan, L., Das, N. P., 1993. Natural products inhibit oxidative rancidity in salted cooked ground fish. Journal of Food Science, 58 (2), 318-320.
- Ranken, M. D., 2000. Handbook of Meat Product Technology. Marston Book Services Ltd. PO. Box 269, Abington, 57 p.
- Rørä, A. M. B., Kvale, A., Mørkøre, T., Rørvik, K.-A., 1998. Process yield colour and sensory quality of smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*) in relation to raw material characteristics. Food Research International. 31, 8 (601-608).
- Rørä, A. M. B., Regost, C., Lampe, J., 2003. Liquid holding capacity, texture, and fatty acid profile of smoked fillets of Atlantic salmon fed diets containing fish oil or soybean oil. Food Research International, 36, 231-239.
- Rørvik, L. M., 2000. *Listeria monocytogenes* in the smoked salmon industry. International Journal of Food Microbiology, 62, 183–190
- Royette, C. E., Calderb, P. C., Dupertuisa, Y. M., Picharda, C., 2003, ω -3 Polyunsaturated fatty acids and colon cancer prevention, Clinical Nutrition, Rew. (in Press).

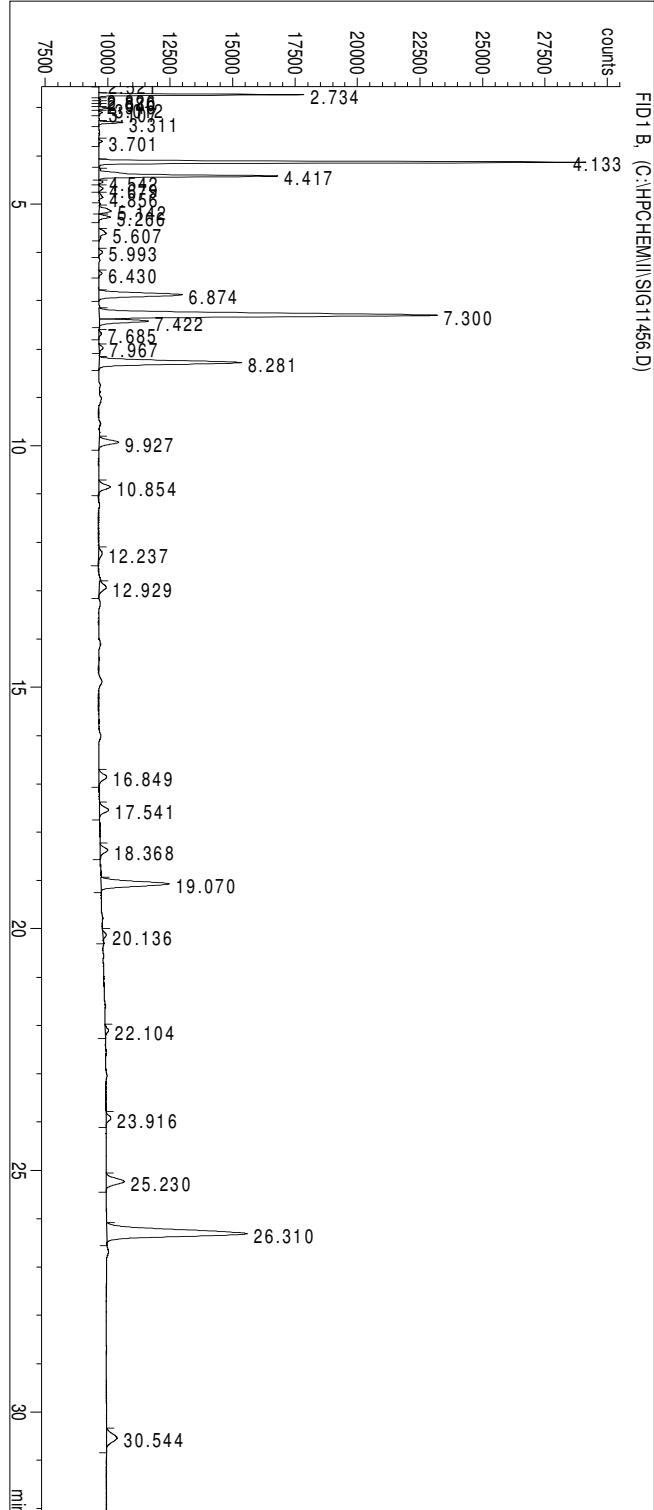
- Ruff, N., Fitzgerald, R. D., Cross, T.F., Hamre, K., Kerry, J. P., 2003. The effect of dietary vitamin E and C level on market-size turbot (*Scophthalmus maximus*) fillet quality, *Aquaculture Nutrition*, 9 (2) 91-103.
- Sadler, M.J., Saltmarsh, M., 1998, *Functional Foods, The Consumer, The Products and Evidence*, The Royal Society of Chemistry, London, p. 149, 150, 159,160, 161.
- Saito, H., Ishihara, K., Murase, T., 1997. The fatty acid composition in Tuna Bonito, (*Euthynnus pelamis*), *Journal of Science Food And Agriculture*, 73, 53-59.
- Stohr, V. Joffraud, J.J. , Cardinal, M. Leroi, F., 2001. Spoilage potential and sensory profile associated with bacteria isolated from cold-smoked salmon. *Food Research International*, 34, 797–806
- Shahidi, F, 1994. *Flavor of meat and Meat Products*. Memorial Uni. of Newfourland. Wiltshire. 237 p.
- Shahidi, F., Wanasundara, U. N., 1998. Omega-3 fatty acid concentrates: nutritional aspects and production technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 9, 230-240.
- Sidhu, K. S. , 2003. Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 38,336–344.
- Sigurgisladottir, S., Inggwardottir, H., Torrissen, O. J., Cardinal, M., Hafsteinstson, H., 2000^a. Effects of freezing/thawing on the microstructure and the texture of smoked Atlantic salmon, *Food Research International*, 33 (857-865).
- Sigurgisladottir, S., Sigurdardottir, M., S., Torrissen, O., Vallet, J. L., Hafsteinsson, H., 2000^b. Effects of different salting and smoking processes on the microstructure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo salar*), *Food Research International* 33, 847-855.
- Skjervold, P. O., Røra, A. M. B., Fjæra, S. O., Vegusdal, A., Vorre, A., Einen, O., 2001. Effect of pre-, in-, or post-rigor fillets of live chilled Atlantic salmon. *Aquaculture*, 194, 315-326.
- Soyer, A., Sahin, M. E.,1999. Effect of glazing and storage time on lipid oxidation of frozen chub mackerel (*Scomber japonicus*). *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 23 (6) 575-584.
- Speck, M. L.1976. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. American Public Health Association. Inc. Washington D. C., USA.
- Stolyhwo, A., Kolodziejska, I., Sikorski, Z. E., 2005. Long change polyunsaturated fatty acids in smoked Atlantic mackerel and Baltic sprats. *Food Chemistry* (In press).
- Stuckey, B. N., 1972. Antioxidants as Food Stabilizers. *Hand Book of Food Additives*. Vol. 1, 2nd ed., T. E. Furia (eds.), CRC Press, Inc., Cleveland, Ohio, 185-223. <http://www.foodnetbase.com/>.
- Sunen, E., 1998. Minimum inhibitory concentration of Smoke wood extracts against spoilage and pathogenic micro- organisms associated with foods. *Letters in Applied Microbiology*, 27, 45-48.

- Sümbüloğlu, K., Sümbüloğlu, V., 2002. Biyoistatistik. Hatipoğlu Yayın Evi, Mareşal Çakmak C., 64-A, 10. baskı, Beşevler-ANKARA, 250-270.
- Tarladgis, B. G., Pearson, A. M., Dugan, L. R., 1962, The chemistry of the 2-thiobarbuturic acid test for the determination of oxidative rancidity in foods. Am. Oil Chem Soc., 39, 34-39.
- Tomek, S. O., Gümüşkesen, S. A., Serdaroğlu, M., 1991. The effect of curing period and the use of an antioxidant mixture on quality of lakerda. Chem. Microbiol. Technol. Lebensm., 13,15-18.
- Tong, L. M., Sasaki, S., McClements, D. J., Decker, E. A., 2000. Antioxidant activity of whey in a Salmon-oil emulsion. Journal of Food Sci., 65 (8), pp.1325-1328.
- Trautwein, E. A., 2001. ω -3 Fatty acids – physiological and technical aspects for their use in food, Eur. J. Lipid Sci. Technol. 103, 45–55.
- Umah, J. A., Ketiku, A. O., Sridhar, M. K. C., 2003. Nitrate, nitrite and ascorbic acid content of commercial and home- prepared complementary, infant foods. African Journal of Biomedical Research. 6(1), 15-20.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği, No: 7, İstanbul, s. 22-24.
- Vaz-Velho, M., Duarte G., Gibbs, P., 1998. Occurrence of *Listeria* spp. in salmon-trout (*Oncorhynchus mykiss*) and salmon (*Salmo salar*). Food Science And Technology International, 4 (2) 121-125.
- Vural, H., Öztan, A., 1996. Et Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarı Uygulama Kılavuzu. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları ANKARA, Yayın No: 36., 35-118.
- Waliszewski, K. N., Avalos, M., 2001. Shelf-life extension of tilapia in crushed ice with additives at -3 °C. Journal of Food Processing and Preservation, 25 (4) 299-307.
- Wasson, D. H., Reppond, K. D., Kandianis, T., M., 1991. Antioxidants to Preserve rockfish color. Journal of Food Science, 56 (6)1564-1566.
- Wawrzyniak, A., Kieres, R., Gronowska-Senger, A., 1997. The in vitro effect of ascorbic acid on sodium nitrite intoxication. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 48,245-52.
- Weilmeier, D. M., Regenstein, J. M., 2004. Antioxidant properties of phosphates and other additives during the storage of raw mackerel and lake trout. Journal of Food Science, 69 (2), 102-108.
- Woody, W. M., Flick, Jr., G. J., Martin, R. E., I Correa, A., 2000. Smoked, Cured, and Dried Fish. Marine and Freshwater Products Handbook. Martin, R. E., Carter, E. P., Flick, Jr. G. J., Davis, L. M. (eds.), Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster, Pennsylvania, USA, 381-400 pp.
- Yen, G. C., Duh, P. D., Tsai, H. L., 2002. Antioxidant and pro-antioxidant properties of ascorbic acid and garlic acid. Food Chemistry, 79, 3.

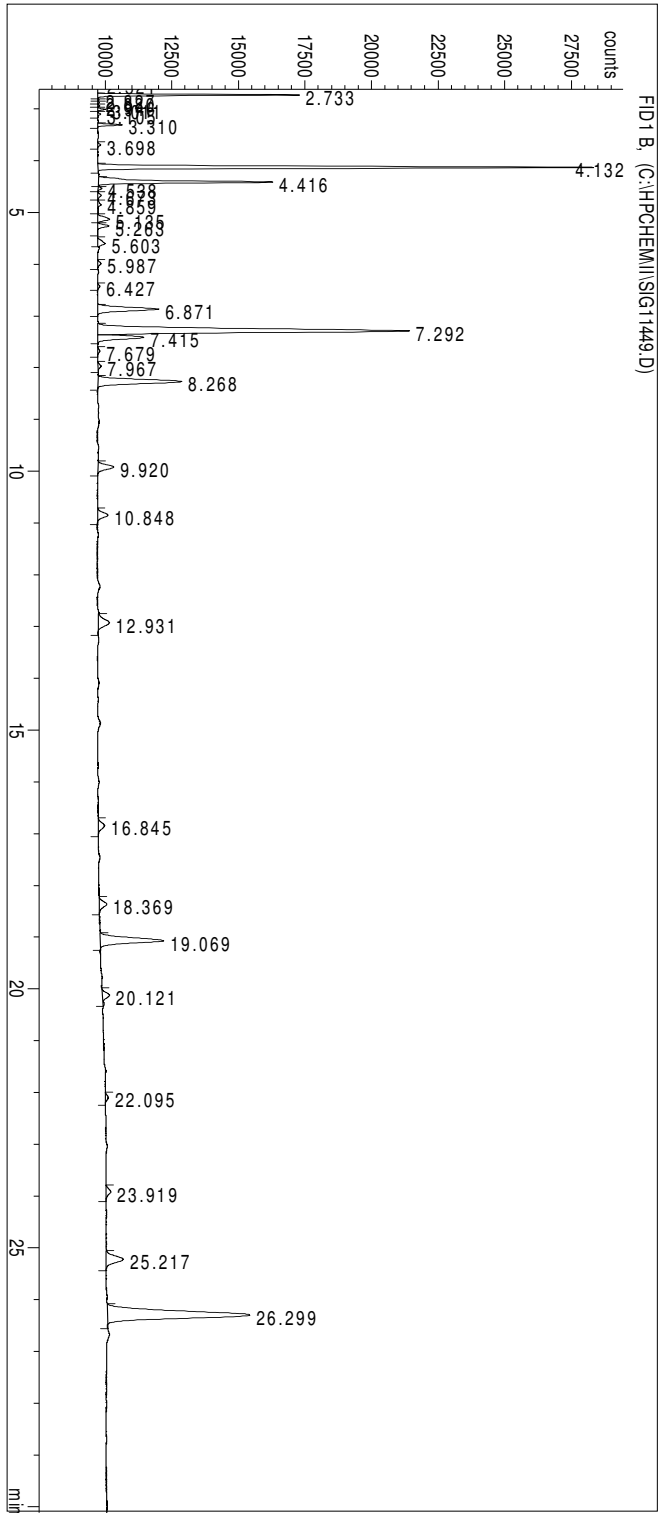
EK-1 Kullanılan yağ asidi standardına ait yağ asitleri



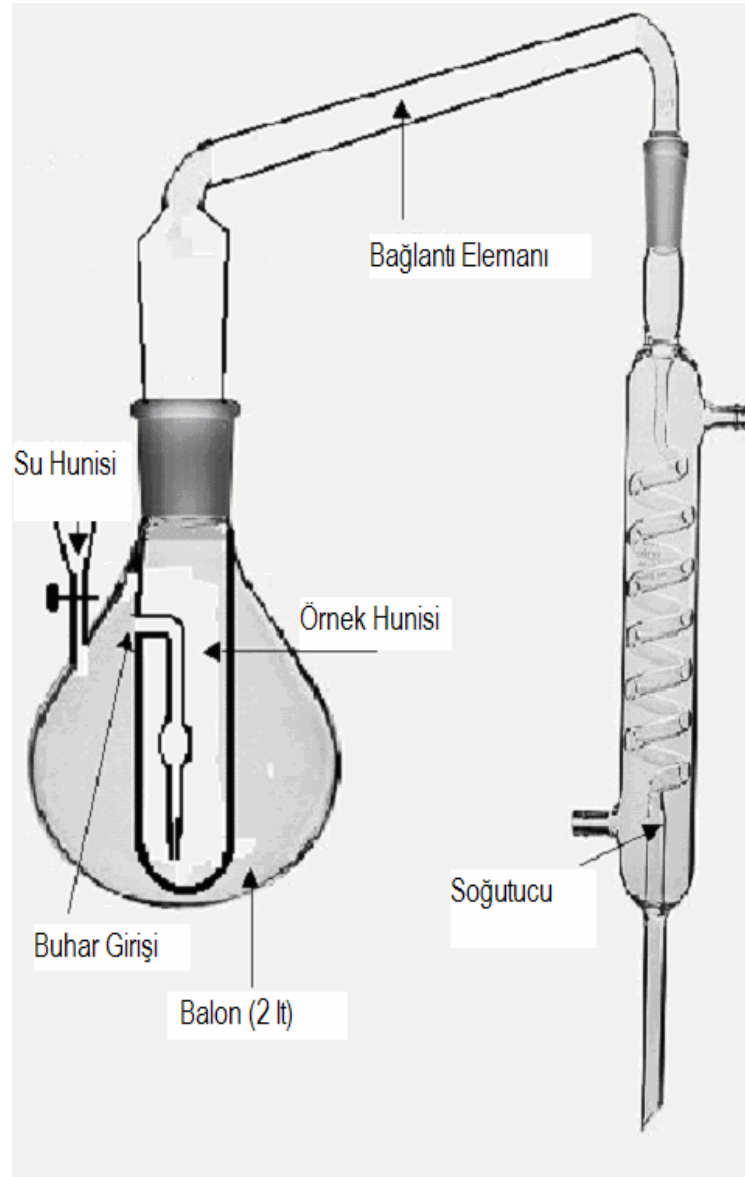
EK-2 Taze balığa ait yağ asitleri



EK-3 Salamura balığa ait yağ asitleri



EK- 4 Antona düzeneği.



EK-5 Duyusal değerlendirme formu

Proje : Dumanlanmış Alabalıkta antioksidan ve antimikrobiyal
Proje Yürütücüsü : Doç. Dr. Aydın ÖZTAN
Proje Yard. Yürütücüsü : Aydın KILIÇ (Doktora alışması)
Deneme :
Değerlendirmeyi Yapan :
Tarih :/...../.....
Hedonik Skala :



8,1-9,0
çok iyi



6,2-8,0
iyi



4,1-6,0
orta



0-4,0
kötü

Duyusal Nitelikler		Örnek					
		1	2	3	4	5	6
Genel Nitelikler	Görünüş						
	Dış Renk						
	İç Renk						
	Yapı						
	Koku						
	Tat						
Özel Nitelikler	Görünüş						
	Dış Renk						
	İç Renk						
	Pembe Renk						
	Portakal Rengi						
	Renk Homojenliği						
	Kesit Kenarı Esmerliği						
	Şeffaflık (Saydamlık)						
	Yağlılık						
	Beyaz izgiler						
	Beyazlık						
	Koku						
	Koku Kaybı						
	Odun Alevi						
	Duman Sertliği						
	Tazelik						
	Salmon (Alabalık)						
	Tat						
	Yoğunluk						
	Tazelik						
	Duman Yoğunluğu						
	Acılık						
	Tat Kaybı						
	Odun Alevi						
	Tuzlu Tat						
	Taze Salmon						
	Yapı						
	Macun Tekstür						
	Tost Ekmeği						
	Yağlı Tekstür						
	Yapısal Sertlik						
	Sıkılık						
	Sululuk						

Eklemek istedikleriniz için arka sayfayı kullanınız

Teşekkürler

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Aydın KILIÇ

Doğum Yeri : Bayburt

Doğum Yılı : 1969

Medeni Hali : Evli

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise : 1984-1987 Bayburt Lisesi

Lisans : 1988-1992 Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri
ve Teknolojisi Fakültesi

Yüksek Lisans : 1993-1995 Selçuk Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doktora : 1997- Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil : İngilizce

İş Tecrübesi : Araştırma Görevlisi, N.Ü., Biyoloji Bölümü (1993-1997)

: Araştırma Görevlisi, H.Ü. Gıda Mühendisliği (1997-)