

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ali Serhat ÖZKÜTÜK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

119 857

**Tütsülenmiş ve Tütsülenmemiş Tilapya (*Oreochromis niloticus*, L. 1758)
Filetolarında Vakum Paketlemenin Raf Ömrü Üzerine Etkileri**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2002

119 857

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Tütsülenmiş ve Tütsülenmemiş Tilapya (*Oreochromis niloticus*, L. 1758)
Filetolarında Vakum Paketlemenin Raf Ömrü Üzerine Etkileri

Ali Serhat ÖZKÜTÜK
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 21./.../2002 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

İMZA.....
Doç.Dr.Abdurrahman POLAT
DANIŞMAN

İMZA.....
Yard.Doç.Dr.Bahar TOKUR
ÜYE

İMZA.....
Yard.Doç.Dr.Abdullah ÖKSÜZ
ÜYE

Bu tez Enstitümüz Su Ürünleri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No: 1948

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM BAKANLIĞI
DOKÜMANTASYON BİREKİ



Prof.Dr.Melih BORAL
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu Araştırma Ç.Ü.Araştırma Fonu Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: FBE 2000 YL 62

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Vakum Paketlemeyle İlgili Çalışmalar	3
2.2. Tütsülemeyle İlgili Çalışmalar	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
3.1. Balık Materyali.....	15
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Tütsüleme	15
3.2.2. Paketleme.....	16
3.2.3. Kimyasal Analizler.....	16
3.2.3.1. Ham Protein Analizi	16
3.2.3.2. Lipit Analizi.....	17
3.2.3.3. Kuru Madde ve Ham Kül Analizi.....	17
3.2.4. Kimyasal Kalite Analizleri	18
3.2.4.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini.....	18
3.2.4.2. Tiyoobarbitürik Asit (TBA) Tayini	19
3.2.4.3. pH Ölçümü	19
3.2.4.4. Serbest Yağ Asidi Tayini	20
3.2.4.5. Peroksit Sayısı Tayini	20
3.2.5. Duyusal Değerlendirme.....	20
3.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	22
4.1. Filetoların Kimyasal Kompozisyonu	22
4.2. Kimyasal ve Duyusal Değişimler	22

4.2.1. Taze Normal Paketli Tilapya Filetolarının	
Kimyasal ve Duyusal Kalitesindeki Değişimler.....	22
4.2.2. Taze Vakum Paketli Tilapya Filetolarının	
Kimyasal ve Duyusal Kalitesindeki Değişimler.....	25
4.2.3. Tütsülenmiş Normal Paketli Tilapya Filetolarının	
Kimyasal ve Duyusal Kalitesindeki Değişimler	27
4.2.4. Tütsülenmiş Vakum Paketli Tilapya Filetolarının	
Kimyasal ve Duyusal Kalitesindeki Değişimler.....	29
5. TARTIŞMA.....	32
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	41
6.1. Sonuçlar	41
6.2. Öneriler	42
KAYNAKLAR.....	44
ÖZGEÇMİŞ.....	51

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Tütsülenmiş Ve Tütsülenmemiş Tilapya (*Oreochromis niloticus*, L. 1758)
Filetolarında Vakum Paketlemenin Raf Ömrü Üzerine Etkileri**

Ali Serhat ÖZKÜTÜK

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

Danışman: Doç. Dr. Abdurrahman POLAT

Yıl 2002, Sayfa, 51

Jüri: Doç. Dr. Abdurrahman POLAT
Yard. Doç. Dr. Bahar TOKUR
Yard.Doç.Dr.Abdullah ÖKSÜZ

Bu çalışmada, vakumlu ve normal paketlenen tütsülenmiş ve tütsülenmemiş tilapya (*Oreochromis niloticus*, L. 1758) filetolarında buzdolabı koşullarında (+5 °C) depolamaya bağlı kimyasal ve duyusal kalite değişimleri incelenmiştir. Kimyasal değişimleri incelemek amacıyla TVB-N, TBA, pH, peroksit değeri ve serbest yağ asidi analizleri yapılmıştır. Depolama süresince kimyasal kalite parametrelerinde istatistiksel olarak önemli değişimler saptanmıştır ($p<0.05$). Tütsülenmiş filetolarındaki kimyasal kalite parametreleri taze filetolarına göre daha yüksek bulunmuştur. Duyusal değerlendirmeler sonucunda taze normal paketli filetoların 11 günde, taze vakum paketli filetoların 30 günde, tütsülenmiş normal paketli filetoların 42 günde ve tütsülenmiş vakum paketli filetoların 75 günde tüketilebilirlik sınır değerlerini aştığı saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Tilapya, vakum paketlenme, tütsülenme

ABSTRACT

MSc THESIS

**The Effects of Vacuum Packaging on the Shelf Life of Smoked and Non-Smoked
Tilapia (*Oreochromis niloticus*, L. 1758) Fillets**

Ali Serhat ÖZKÜTÜK

**DEPARTMENT OF FISHERIES
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Abdurrahman POLAT

Year 2002, Pages 51

**Jury: Assoc.Prof.Dr. Abdurrahman POLAT
Assist.Prof.Dr. Bahar TOKUR
Assist.Prof.Dr. Abdullah ÖKSÜZ**

In this study, the changes in chemical and sensory qualities of vacuum and non-vacuum packaged smoked and non-smoked tilapia fillets (*Oreochromis niloticus*, L. 1758) were investigated at refrigerated conditions (+5 °C). TVB-N, TBA, pH, peroxide value and free fatty acids analyses were carried out as chemical quality criterias. A statistical difference ($p<0.05$) at the quality of the chemical parameters were found during the storage period. The changes in the quality of chemical parameters on smoked fillets were found to be much more higher than the fresh fillets. Sensory changes of products showed that acceptable shelf life of the fresh non-vacuum packaged fillets, fresh vacuum packaged fillets, smoked non-vacuum packaged fillets and smoked vacuum packaged fillets were found to be as 11, 30, 42 and 75 days respectively.

Keywords: Tilapia, vacuum packaging, smoking

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin planlamasında, yürütülmesinde ve sonuçlandırılmasında yardımlarını esirgemeyen ve daima yol gösteren danışman hocam Sayın Doç.Dr. Abdurrahman POLAT'a teşekkür ederim.

Tezimin her safhasında bana destek olan ve yardımlarını esirgemeyen Yard.Doç.Dr.Bahar TOKUR, Araştırma Görevlisi Gülsün BEKLEVİK ve Devrim GÜRBÜZ'e, Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Tatlı Su Balıkları Araştırma İstasyonu'nun tüm çalışanlarına teşekkür ederim.

Bugüne kadar bana inanan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen eşim Yasemin ÖZKÜTÜK, kızım Serya Tülin ÖZKÜTÜK, babam Kemal ÖZKÜTÜK ve annem Tülay ÖZKÜTÜK'e sonsuz teşekkürlerimi borç bilirim.

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge No</u>	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.1. Tütsülenmiş İspanyol Uskumrusunun Çeşitli Paketleme Koşullarında 12. Hafta Sonunda Duyusal Kalitesi.....	4
Çizelge 2.2. Tütsülenmiş ve Depolanmış <i>Tilapia esculenta</i> 'nın Besin Madde İçerikleri.....	7
Çizelge 2.3. Geleneksel Olarak Tütsülenmiş <i>S.aurita</i> , <i>T.lidole</i> ve <i>T. Nilotica</i> 'nın Besin Madde İçerikleri.....	8
Çizelge 2.4. Çeşitli Pişirme Yöntemlerinden sonra Tilapia, Sardalya ve Sinagrit'in Kimyasal Kompozisyonu.....	9
Çizelge 2.5. Taze ve Tütsülenmiş <i>M.albus</i> 'un Besin Madde Kompozisyonu.....	11
Çizelge 2.6. Taze, Tütsülenmiş ve Depolanmış Sardalya ve Hamsinin Ortalama Kimyasal Kalite Karakteristikleri.....	12
Çizelge 2.7. Taze ve Tütsülenmiş Yılanbalığı, Gökkuşluğu Alabalığı ve Sudak Balığının Besin Madde Kompozisyonu.....	14
Çizelge 4.1. Taze ve Tütsülenmiş Tilapia Filetolarının Kimyasal Kompozisyonları.....	22
Çizelge 4.2. Taze Normal Paketli Tilapia Filetolarının +5° C'de Depolanmasında TVB-N, TBA, pH, Serbest Yağ Asidi ve Peroksit Değerlerindeki Değişimleri.....	23
Çizelge 4.3. Taze Normal Paketli Tilapia Filetolarının +5° C'de Depolanmasında Duyusal Değişimler.....	23
Çizelge 4.4. Taze Vakum Paketli Tilapia Filetolarının +5° C'de Depolanmasında TVB-N, TBA, pH, Serbest Yağ Asidi ve Peroksit Değerlerindeki Değişimleri.....	25
Çizelge 4.5. Taze Vakum Paketli Tilapia Filetolarının +5° C'de Depolanmasında Duyusal Değişimler.....	25
Çizelge 4.6. Tütsülenmiş Normal Paketli Tilapia Filetolarının +5° C'de Depolanmasında TVB-N, TBA, pH, Serbest Yağ Asidi ve Peroksit Değerlerindeki Değişimleri.....	27

Çizelge 4.7. Tütsülenmiş Normal Paketli Tilapya Filetolarının +5° C’de Depolanmasında Duyusal Değişimler.....	28
Çizelge 4.8. Tütsülenmiş Vakum Paketli Tilapya Filetolarının +5° C’de Depolanmasında TVB-N, TBA, pH, Serbest Yağ Asidi ve Peroksit Değerlerindeki Değişimler.....	30
Çizelge 4.9. Tütsülenmiş Vakum Paketli Tilapya Filetolarının +5° C’de Depolanmasında Duyusal Değişimler.....	30
Çizelge 5.1. Tilapya Filetolarının Depolama Süresinde Genel Kabul Edilebilirlik Düzeylerine Göre “Çok İyi”, “Tüketilebilir”, ve “Tüketilemez” Kriterleri.....	38



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. TVB-N Değerlerinin Zaman İçindeki Değişimi.....	33
Şekil 2. Tilapia Filetolarının Depolamaya Bağlı Genel Kabul Edilebilirlik Değerlerindeki Değişimler.....	38



1. GİRİŞ

Balık etinin insan beslenmesindeki öneminin daha iyi anlaşılmasına paralel olarak, balık etinden üretilen bir çok ürün, halen tüm dünyada yaygın bir şekilde tüketilmektedir. Bu ürünlerin kimyasal ve mikrobiyolojik kalite açısından iyi durumda piyasaya sunulması son derece önemlidir. Çünkü taze su ürünleri ölüm sonrası, mikrobiyel gelişme ve biyokimyasal son ürünlerden dolayı bozulmaya oldukça açıktırlar (Reddy ve ark.,1994). Bozulma sonucunda istenmeyen tat ve kokular oluşmakta, ürünün raf ömrü kısalmakta ve büyük mali kayıplar söz konusu olabilmektedir. Mikrobiyal ve kimyasal bozulmaları en aza indirmek amacıyla dondurma, tütsüleme, konserveleme, tuzlama, kurutma, ezme ve çeşitli paketleme yöntemleri gibi değişik yöntemler uygulanmaktadır. Uygulanan yöntemlerden biri olan tütsülemenin, gıda korunmasındaki kullanımı çok eskilere dayanır. Arkeolojik bulgular tütsülemenin 90.000 yıldır kullanıldığını göstermiştir (Toth ve Potthast, 1984). İşlem, balığın daha uzun süre korunmasını sağlamakla birlikte, toplum tarafından kabul görmüş geleneksel tatları da bünyesinde toplayarak daha geniş bir kitle tarafından kabul görmesine olanak sağlamaktadır. Su ürünlerinde tütsülemenin koruyucu etkileri, yüzey kuruması ve tuzlamanın birleşimine ve antioksidan (fenolik) ve antimikrobiyal etkilerin balık etinin içine işlemesi şeklinde belirtilmiştir (Gilbert ve Knowles, 1975). Tütsü, çeşitli kimyasal elementlerden oluşan kompleks bir karışımdır. Bu elementler tütsülenmiş ürüne eşsiz organoleptik özelliklere sahip olmasına sebep olur. Bunun yanında tütsülenmiş balık uygun bir şekilde paketlenemez veya depolanamazsa hızlı şekilde bozulabilmektedir (Regenstein ve Regenstein, 1991). Balıklarda yoğun miktarda bulunan doymamış yağ asitleri oksitlendiklerinde olduklarında etin tadında acılaşmayı oluştururlar. Acılaşma, depolama esnasında gerekli önlemler alınmazsa çok daha hızlı gelişmektedir. Bu nedenle, uygun paketleme materyalleri ve paketleme ortamlarının yanında uygun depolama sıcaklıklarının seçilmesi, son derece önemlidir. Özellikle çok düşük olmayan sıcaklıklardaki depolamada, ürünün vakum paketlenmesi raf ömrü üzerine oldukça olumlu etkilerde bulunabilmektedir. Bu konuda tür bazında ayrıntılı

çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Çünkü paketlemenin, seçilen tür ve sıcaklığa bağlı olarak ürünün raf ömrünü etkilediği bilinmektedir.

Ülkemizde tütülenmiş balık tüketimi mevcut ve aynı zamanda ihracaatı da yapılıyor olsa da, bu konu henüz yeterli düzeyde çalışılmamıştır. Bu çalışma ile halen Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Tatlı Su Balıkları Araştırma İstasyonu'nda başarılı bir şekilde yetiştiriciliği yapılan tilapia (*Oreochromis niloticus*, L. 1758) filetolarında tütülenmiş ve tütülenmemiş olarak, vakumlu ve vakumsuz paketlemenin raf ömrü üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla filetoları kimyasal kompozisyon analizleri ve +5 °C de depolanmaya bağlı kimyasal ve duyu kalite değişimleri incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Vakum Paketlemeyle İlgili Çalışmalar

Donald ve Gibson (1992), taze olarak vakum paketlenmiş salmon filetolarının değişik sıcaklık derecelerinde depolanması konusunda yaptıkları çalışmada, +15 °C'de depolanan filetoların duyusal olarak 5 günden önce bozulduklarını, 0 °C ve +5 °C'de depolanan filetoların ise duyusal olarak sırasıyla 19 ve 8 günlük depolama sonunda bozuldukları saptamışlardır.

Einarsson (1992), mezgit balıklarının (*Gadus morhua*) filetoları üzerine yaptığı çalışmada, filetoları modifiye atmosfer ve normal havada -4 ile +16 °C'ler arasında 6 farklı sıcaklık derecesinde depolayarak raf ömürlerini belirlemiştir. Filetoların -4 °C'de 45 gün sonunda her iki ortamda da duyusal olarak bozulmadıkları saptanmıştır. Normal havada depolanan filetoların +4 °C'de 5 günden önce, modifiye atmosferde depolananların ise aynı sıcaklıkta 10 günden önce duyusal olarak bozuldukları saptanmıştır.

Reddy ve ark.(1996), tilapya filetolarında modifiye atmosferde *Clostridium botulinum* kaynaklı toksin gelişimi üzerinde yaptıkları çalışmada, vakum paketlenmiş filetoların +4 °C'de 47 gün sonunda, havada ise 10 gün sonunda duyusal olarak bozulduklarını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada normal hava koşullarında, +4 °C'de depolanan filetolarda, başlangıçta 6.30 olan yüzey pH değerinin, 9. günün sonunda 6.60 değerine yükseldiği saptanmıştır.

Che Man ve Ramadas (1997), çeşitli paketleme ortamlarının buzdolabı koşullarında, tütülenmiş İspanyol Uskumrusu (*Scomberomorus commersoni* Lacepede) üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. +5 °C'de 12 hafta depoladıkları balıkların TBARS (Tiyobarbitürik asit reaktif ürünleri) değerlerini ve duyusal kalitesini inceleyen araştırmacılar, depolama sonunda düşük oksijen ve vakum paketlenmiş ürünlerin TBARS değerlerinin normal koşullarda depolanan ürünlere göre istatistiksel olarak daha iyi kalitede olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, tütülenmiş İspanyol Uskumrusunun 12. hafta sonunda duyusal kalitesindeki değişim incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 2.1'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.1. Tütsülenmiş İspanyol Uskumrusunun Çeşitli Paketleme Koşullarında 12. Hafta Sonunda Duyusal Kalitesi (Che Man ve Ramadas, 1997)

Paketleme Koşulu	Tat			Renk	Doku Yapısı	Genel Kabul Edilebilirlik
	Tuzluluk	Tütsü	Koku			
Normal	4.5b	6.2b	6.8a	6.8a	5.9a	6.1b
Düşük oksijen	6.1a	7.9a	6.7a	7.0a	5.7a	8.2a
Vakum	6.2a	8.8a	7.1a	7.0a	5.2a	7.9a

a-b Sütun içinde aynı harf ile belirtilenler arasında önemli farklılık yoktur ($p < 0.05$).

9 puanlı hedonik skala uygulanmıştır (1=oldukça kötü, 9=oldukça iyi).

Çizelge 2.1’de de görüldüğü gibi duyusal olarak ürünün tuzluluğunu, tütsü tadını, kokusunu, rengini, doku yapısını ve genel kabul edilebilirliğini inceleyen araştırmacılar, 12. haftanın sonunda 3 paketleme koşulunu incelediklerinde, kokuda, renkte, doku yapısında istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptayamazken, doku yapısı yorumsuz olarak puanlanmasına karşın, ürünlerin tüketilebilirlik sınırının altına inmediğini saptamışlardır. Bunun yanında tuzlulukta, tütsü tadında ve genel kabul edilebilirlik seviyelerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptayamamışlar ve ürünlerinin bu kalite kriterleri yönünden iyi durumda olduklarını belirtmişlerdir.

Randell ve ark.(1997), çeşitli paketleme yöntemlerinin gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, WALBAUM 1792) ve ringa balıkları (*Clupea harengus*) filetolarının kalitesi üzerine yaptıkları çalışmada, +2 °C’de depolanan vakum paketlenmiş ürünlerin balık etinden sızan sulardan dolayı duyusal olarak oldukça düşük kalitede olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan çalışma sonunda, vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalıklarının 7. gün depolamanın sonunda, ringa balıklarının ise 6. gün sonunda duyusal olarak tüketilemeyecek sınıra geldiği saptanmıştır.

Reddy ve ark.(1997a), salmon filetolarının normal havada ve vakum paketlenerek +4 °C’de depolanması sonunda raf ömrü üzerinde yaptıkları çalışmada normal havada depolanan ürünlerin 24-27 günde duyusal olarak bozulduklarını,

vakum paketlenmiş ürünlerin ise 34-38 gün boyunca tüketilebilir düzeyde kaldıklarını saptamışlardır.

Reddy ve ark.(1997b), normal hava koşullarında, vakum paketlenme ve modifiye atmosfer koşullarında değişik sıcaklıklarda kanal kedi balıklarında (*Ictalurus punctatus*) raf ömrü üzerine çalışma yapmışlardır. Araştırma sonucunda duyusal olarak normal hava koşullarında depolanan balıkların +4 °C, +8 °C ve +16 °C'de sırasıyla, 13, 6 ve 3 günde bozuldukları, vakum paketlenmiş ürünlerin ise yine sırasıyla 20-24, 6 ve 3 günde bozuldukları saptanmıştır. Elde edilen verilerden, sıcaklığın artmasıyla birlikte vakum paketli veya normal havada depolanan balıkların aynı derecede etkilendiklerini ve bozulduklarını belirtmişlerdir.

Paludan-Müller ve ark.(1998), soğuk tütüledikleri salmon (*Salmo salar*) balıklarını vakum pakettikten sonra +5 °C'de depolamışlar ve ürünün kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal kalite kriterlerini incelemişlerdir. Kimyasal kalite kriterlerinden tuz analizi, kuru madde tayini, trimetilaminoksit (TMAO) ve trimetilamin (TMA), TVB-N, ve pH incelenmiştir. Ürünlerin duyusal olarak 4. haftanın sonunda tüketilebilirlik sınırını geçtiği panelistler tarafından belirlenmiş ve bu zaman içinde tuzluluk, pH, TMA, TMAO ve TVB-N değerlerinde önemli bir farklılığın oluşmadığı bildirilmiştir. TVB-N değeri 18 mg N/100g olarak bulunmuş, pH değeri ise başlangıçta 6.2 iken, 28 gün sonunda 6.0-6.1 arasında kaydedilmiştir.

Khalil ve Mansour (1998), pişirilmiş ve çiğ sazan (*Cyprinus carpio*) filetolarına çeşitli antioksidanların eklenmesi ve değişik şekillerde vakum paketlenmesi sonucunda lipit oksidasyonunun kontrol edilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Depolama sıcaklığı +5 °C olan ürünlerde lipit oksidasyonun belirleyicisi olarak TBA (Tiyobarbitürik asit) değeri esas alınmıştır. Araştırma sonunda elde edilen verilerde, TBA değerinin vakum paketli ürünlerde diğerine oranla daha düşük olduğu aynı zamanda duyusal değerlendirme sonunda da aynı durumun saptandığı bildirilmiştir. 16 günlük çalışma sonunda, vakum paketlenmiş ürünlerin hala kabul edilebilir sınırlar içinde olmasına rağmen, vakum paketlenmemiş ürünlerin nispeten bozulmaya başladığı panelistler tarafından tespit edilmiştir.

Özogul ve ark.(2000), ringalar (*Clupea harengus*) üzerinde yaptıkları çalışmada, buzda, modifiye atmosferde ve vakum paketlenerek depoladıkları

balıkların kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal kalite kriterlerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada +2 °C'de depolanan modifiye atmosfer ve vakum paketlenmiş balıklarda sırasıyla 10 ve 8 günde bozulma saptanmıştır. Buzda depolanan ve bunun dışında kontrol grubu olarak buzsuz depolanan örneklerin ise sırasıyla 8 ve 4 günde bozuldukları saptanmıştır.

Lyhs ve ark.(2001), +3 ve +8 °C'de depolanan, vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) mikrobiyolojik kalite kriterleri ve raf ömürleri üzerine yaptıkları çalışmada, ürünlerin duyusal olarak sırasıyla 20 ve 18 günde bozulduklarını belirlemişlerdir. Panelistler bozulma anında +3 °C'de depolanan balıkların yumuşak, kuru, meyvemsi, acı, balıksı veya doğal kötü tatlı ve amonyak kokulu olduklarını, +8 °C'de depolanan balıkların da bozulma sonunda aynı özelliklere sahip olduklarını saptamışlardır. Araştırma süresinde pH düzeylerinde her iki derecede de fazla bir farklılık tespit edilmemiş, başlangıçta 6.49 olan pH daha sonra +3 °C'de, 6.37'ye, +8 °C'de ise 6.29'a inmiştir.

2.2. Tütsülemeyle İlgili Çalışmalar

Hoffman ve ark.(1977), tütsülenmiş 3 farklı tilapya türü (*Tilapia esculenta*, *Tilapia lidole* ve *Tilapia nilotica*) ve sardalya (*Sardinella aurita*) besin madde bileşenleri üzerinde işlemenin ve depolamanın etkisi konusunda çalışmışlardır. Araştırmada, *Tilapia esculenta* +98 °C’de tütsülendikten sonra, yeni tütsülenen ve depolanan tütsülenmiş balıklarda besin madde bileşenleri analiz edilmiş ve Çizelge 2.2’de özetlenen sonuçlar bulunmuştur.

Çizelge 2.2. Tütsülenmiş ve Depolanmış *Tilapia esculenta*’nın Besin Madde Kompozisyonu (Hoffman ve ark.,1977)*

	Tütsülenmiş (Kontrol) (16 balık)	Tütsülenmiş, 1 ay boyunca depolanmış (8 balık)	Tütsülenmiş, 3 ay boyunca depolanmış (8 balık)
Balığın ağırlığı (g)	180	174	181
Nem (%)	4.8	14.4	14.6
Yağ (%)	14.9	13.7	17.3
Protein(%)	80.5	80.7	78.4
Ham Kül (%)	4.8	4.4	4.3
Glukoz (μ mol/g)	-	-	0.1

* Cevaplar dört paralel uygulama sonucunda ortalamaları ifade etmektedir. Yağ, protein, kül, ve glukoz sonuçları nemden arındırılmış sonuçlardır.

Geleneksel olarak tütsülenen *Sardinella aurita*, *Tilapia lidole* ve *Tilapia nilotica* ile ilgili veriler ise Çizelge 2.3’de özetlenmiştir. Araştırmacılar elde edilen farklı değerlerdeki besin madde içeriklerinin, balıkların farklı türler olmasının yanında, Afrika’nın farklı bölgelerinden elde edilmeleri ve özellikle geleneksel olarak tütsülenen balıkların farklı şekillerde tütsülenmiş olabileceklerinden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Araştırma sonunda elde edilen veriler, yüksek sıcaklıkta ve uzun süreli uygulanan geleneksel işleme tekniklerinin, ürünlerin besinsel değerlerini önemli derecede kaybetmesine sebep olduğunu ortaya koymuştur.

Çizelge 2.3. Geleneksel Olarak Tütsülenmiş *S.aurita*, *T.lidole* ve *T. nilotica*'nın Besin Madde Kompozisyonları (Hoffman ve ark., 1977)

	<i>S.aurita</i>	<i>T.lidole</i>	<i>T.nilotica</i>
Tüm Ağırlık(g)	51±6.33	494±36.4	117±5.41
Nem (%)	28.2±2.89	62.8±1.92	6.5±0.53
Yağ (sokselet)(%)	20.3±2.01	7.4±1.46	4.6±1.21
Ham Kül (%)	4.7±0.27	12.4±0.98	5.5±0.37

* Yağ, protein, kül ve glukoz sonuçları nemden arındırılmış sonuçlardır.

Beltran ve ark.(1989), Akdeniz'de yakalanan sardalyalar üzerinde yaptıkları çalışmada, tütsüleyip vakum paketledikleri balıkları 0 °C'de depolamışlardır. Depolama esnasında balıkların mikrobiyolojik ve duyusal kalite kriterlerini inceleyen araştırmacılar, balıkların 4 ay sonunda duyusal olarak bozulduklarını saptamışlardır.

Steiner-Asiedu ve ark. (1991), bölgesel pişirme yöntemlerinin (haşlama, yağda kızartma ve tütsüleme), tilapya (*Tilapia sp.*), sardalya (*Sardinella sp.*) ve sinagrit (*Dentex sp.*) üzerindeki etkilerine çalışmışlardır. Çalışma sonunda elde edilen kimyasal kompozisyon verileri Çizelge 2.4'te verilmiştir.

Çizelge 2.4. Çeşitli Pişirme Yöntemlerinden Sonra Tilapya, Sardalya ve Sinagrit'in Kimyasal Kompozisyonu (g/100g, kuru madde) (Steiner-Asiedu ve ark., 1991)^a

Örnekler	Kuru Madde	Protein (g/100g, kuru madde)	Yağ (g/100g, kuru madde)	Ham Kül (g/100g, kuru madde)
Sardalya				
Taze	24.6±0.4	84.1±0.3	0.7±0.0	13.1±0.0
Haşlanmış	25.2±0.7	82.0±1.1	1.3±0.0	13.9±0.4
Yağda kızartılmış	63.6±0.3	56.7±0.1	28.0±0.0	7.7±0.2
Tütsülenmiş	53.2±0.2	84.7±1.4	3.6±0.0	8.1±0.1
Sinagrit				
Taze	25.7±0.5	79.1±0.7	10.0±0.1	8.6±0.3
Haşlanmış	30.1±1.2	73.1±0.3	13.7±0.1	11.1±0.1
Yağda kızartılmış	68.5±0.4	61.8±0.2	27.1±0.3	8.7±0.0
Tütsülenmiş	77.0±1.0	78.4±0.8	10.7±0.1	8.6±0.1
Tilapya				
Taze	25.9±0.5	67.7±2.1	16.8±0.4	10.8±0.3
Haşlanmış	27.5±0.1	63.3±1.3	19.9±0.1	11.4±0.5
Yağda kızartılmış	57.2±0.3	58.2±0.8	31.0±0.1	8.9±0.1
Tütsülenmiş	79.3±1.0	63.7±1.2	22.5±0.6	11.1±0.1

^a Paraleller arası ± ortalama farkı

Çizelge 2.4'te de görüldüğü gibi kuru madde tütsüleme ve yağda kızartma ile önemli oranda artmıştır. Kuru maddedeki artış, yağda kızartılan balıkların yağı absorbe etmesinden, tütsülenen balıkların ise ısıya maruz kalarak su kaybetmelerinden kaynaklandığı saptanmıştır. Protein düzeyleri, taze, tütsülenmiş ve haşlanmış balıklarda olabildiğince sabit kalırken, yağda kızartılanlarda azalmıştır.

Araştırmacılar bu azalmanın proteinin yağda kızartma sonunda çözünmesinden kaynaklandığını saptamışlardır. Yağ oranının işleme ile birlikte arttığı saptanmış ancak en büyük artışın yağda kızartma ile gerçekleştiği saptanmıştır. Farklı işleme teknikleri uygulanan bütün örnekler yüksek ham kül oranı göstermişlerdir. Taze sardalya ve tilapyadaki, sinagrite göre yüksek olan ham kül oranının bu balıkların daha kemikli olduğundan kaynaklandığı saptanmıştır.

Aguilar ve ark. (1995), tütülenmiş kefal (*Mugil cephalus*) ve köpekbalıklarının (*Mustelus lunulatus*) oda sıcaklığında depolanması sonucunda kalite kriterlerindeki değişimleri incelemişlerdir. Kalite kontrol analizlerinden peroksit değeri, TBA ve benzeri analizleri yapan araştırmacılar, peroksit değerinin köpekbalığında 16. günde en üst seviyeye ulaştığını ve sonraki zaman içinde azalma gösterdiğini, kefalde ise 0. günde en üst seviyede tespit edildikten sonra azalmanın gözlemlendiğini saptamışlardır. TBA değerlerinin 24 gün sonunda düzenli bir şekilde artarak köpekbalıklarında 6.98 μmol TBARS/kg'a (Tiyobarbitürik asit reaktif ürünleri) yükseldiği, kefalde ise 16 gün sonunda 10.2 μmol TBARS/kg'a yükseldiği saptanmıştır. Araştırma sonunda elde edilen verilerden köpekbalıklarının 24 gün, kefalın ise 15 günde tüketilebilirlik sınırının altına indiğini saptamışlardır.

Eves ve ark.(1995), tilapya filetoları (*Oreochromis niloticus*) üzerinde yaptıkları çalışmada fileto, besin madde kompozisyonunu, %76.38 nem, %19.84 ham protein, %1.65 ham yağ ve %1.76 ham kül olarak belirlemişlerdir. Çalışma esnasında normal havada, buz içinde 21 gün boyunca depolanan balıkların, 11. günden itibaren genel kabul edilebilirliğinin hızla düştüğü bildirilmiştir. Bununla birlikte kokudaki değişme 21. güne kadar dengeli gitmesine rağmen, 21. günde bozulduğu, tatda ise bu durumun 11. günden itibaren hissedildiği, ancak yine 21. güne kadar çok aşırı değişmediği bildirilmiştir.

Vishwanath ve ark.(1998), taze ve tütülenmiş çamur yılan balığının (*Monopterus albus*) biyokimyasal, besinsel ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine yaptıkları çalışmada Çizelge 2.5'de verilen sonuçları bulmuşlardır.

Çizelge 2.5. Taze ve Tütsülenmiş *M.albus*'un Besin Madde Kompozisyonu
(Vishwanath ve ark., 1998)

Kompozisyon	Taze <i>M.albus</i>	Tütsülenmiş <i>M.albus</i>
Nem (%)	77.00±0.08	45.70±0.00
Ham Protein (% , kuru madde)	79.00±0.20	76.00±0.45
Lipit (% , kuru madde)	10.74±0.48	9.82±0.53
Ham Kül (% , kuru madde)	7.00±0.57	6.00±1.00
pH	6.90±0.07	7.25±0.03

Çizelge 2.5'de de görüldüğü gibi, çalışmada tütsülenmiş balıkların ham protein oranlarının daha düşük olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda lipit, ham kül ve nem oranlarında da bir azalma saptanmıştır. Araştırmacılar, lipit oranındaki azalmanın, tütsüleme esnasında gerçekleştiğini ve lipidin vücut sıvısı ile birlikte sızdığını belirtmişlerdir. Ham kül miktarındaki azalmayı da aynı şekilde suda çözünen minerallerin tütsüleme esnasında sızdığı şeklinde yorumlamışlardır. Yapılan çalışmada pH düzeyinin tütsülenmiş balıkta daha yüksek olduğu ve bunun fenolik/asidik maddelerinin tütsülemeye esnasında balığın kasına işlemesinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Plahar ve ark.(1999), işlemenin ve depolamanın, tütsülenmiş saldalya türleri (*Sardinella sp.*) ve hamsi (*Engraulis encrasicolus*) üzerine fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, duyusal ve toksikolojik etkileri konusunda çalışmışlardır. Elde edilen bulgular Çizelge 2.6'de verilmiştir.

Çizelge 2.6. Taze, Tütsülenmiş ve Depolanmış Sardalya ve Hamsinin Ortalama Kimyasal Kalite Karakteristikleri (Plahar ve ark., 1999)

Kimyasal Bileşenler	Saldalya türleri			Hamsi		
	Taze Balık	Yeni Tütsülenmiş	Depolanmış (6 Ay)	Taze Balık	Yeni Tütsülenmiş	Depolanmış (6 Ay)
Nem (%)	74.1a	13.2c	10.8d	71.2b	13.0c	9.0d
Protein(%)	21.0c	71.1b	72.8a	20.7c	70.2b	70.5a
Yağ (%)	2.3d	6.2a	6.9a	1.4d	4.3c	5.2b
Ham Kül (%)	2.7d	7.3c	7.6c	7.6c	15.5b	18.0a
Kalsiyum (mg/100g)	170d	658c	663c	756b	2,520a	2,650a
Fosfor (mg/100g)	280d	2,876a	2,748a	453c	1,610b	1,720b
Demir (mg/100g)	6.3d	10.4c	10.9c	6.6d	21.9b	26.7a
TVB-N (mg N/100g)	32.2e	120.6c	108.8d	27.2e	133.8b	294.8a
NPN (g/100g)	0.8c	2.1a	1.4b	0.5c	1.0c	1.2b
FFA(% oleik asit)	3.4c	8.3a	8.5a	1.2d	3.8c	5.1b
Histamin (mg/100g)	1.1b	1.8a	1.5a	-	-	-

Bir sırada aynı harflerle devam etmeyen ortalamalar arasında önemli farklılık vardır ($p<0.05$).

Bu sonuçlara göre depolanmak üzere tütsülenen balıkların oldukça iyi bir protein ve mineral kaynağı oldukları belirtilmiştir. Yüksek yağ ve nem oranının depolanan balıklarda acılaşmayı ve bozulmayı hızlandırdığı ifade edilerek, depolama

koşulları dikkatle kontrol edildiği takdirde elde edilen düşük nem ve yağ oranlarının da fazla bir sorun çıkarmayacağı belirtilmiştir. Taze balıklarda TVB-N değerleri hamside 27 mg N/100g, sardalyada ise 32 mg N/100g, yeni tütülenmiş balıklarda ise hamside 134 mg N/100g, sardalyada ise 120 mg N/100g olarak saptanmıştır. Geleneksel yöntemlerle beslenen balıklar ortalama +32 °C'de 6 ay boyunca depolanmış, bu esnada sardalyanın TVB-N değerlerinde bir düşüş saptanırken, hamsinin TVB-N değerinde ise çok aşırı bir yükselme saptanmıştır. Geleneksel olarak tütülen sardalyaların ikinci bir tütüldüğü, bunun yanında hamsilerin ise tekrardan tütülenmediği, TVB-N değerlerindeki bu farklılığın bu sebepten dolayı oluşabileceği bildirilmiştir. Araştırmacılar normal koşullarda deniz balıklarının TVB-N değerinin 60 mg N/100g'a kadar çıkabileceğini, ancak geleneksel olarak tütülen balıkların bünyelerinde tuttıkları suyu %80 oranında kaybetmeleri sonucunda bu rakamın 300 mg N/100g (kuru örnekte)'a çıkabildiğini belirtmişlerdir.

Ünlüsayın ve ark.(2001), yılan balığı (*Anguilla anguilla* L. 1766), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve sudak (*Sander lucioperca* L.Kottelat 1997) üzerinde yaptıkları çalışmada, tütülenmiş ve taze balıkların besin madde bileşenlerini incelemişlerdir. Araştırmada elde edilen verilerde (Çizelge 2.7) her üç tür balığın taze ve tütülenmiş örnekleri arasında su, protein ve karbonhidrat düzeylerinde önemli derecede farklılıkların bulunduğu saptanmıştır. Araştırılan balıkların ham kül oranlarında ise, yılan balıklarında $p<0.05$ düzeyinde farklılık tespit edilirken, gökkuşağı alabalığında ve sudakta ise $p<0.01$ düzeyinde farklılık belirlenmiştir. Yağ oranında ise yılan balığı ve gökkuşağı alabalığında önemli derecede farklılık saptanırken, taze ve tütülenmiş sudaklarda herhangi bir farklılığın olmadığı saptanmıştır. Çalışma sonucunda sudaktaki yağ oranının çok düşük olduğu (1.72 ± 0.74) ve bu sebepten dolayı balığın tütülemek için yeterince uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Taze balıktaki su miktarının yağ oranı ile ters orantılı olduğu ve yağ miktarının tütüleme için önemli bir parametre olduğu bildirmiştir.

Çizelge 2.7. Taze ve Tütsülenmiş Yılanbalığı, Gökkuşığı Alabalığı ve Sudak Balığının Besin Madde Kompozisyonu (Ünlüsayın ve ark., 2001).

Balık	Durumu	Su (%)	Protein(%)	Yağ(%)	Ham Kül(%)	Karbonhidrat(%)
Yılan Balığı	Taze	65.25±0.09 ⁺	15.16±0.07 ⁺	16.82±0.14 ⁺	1.25±0.21*	1.52±0.02 ⁺
	Tütsülenmiş	56.45±0.24 ⁺	17.77±0.21 ⁺	21.36±0.53 ⁺	2.30±0.16*	2.12±0.02 ⁺
Gökkuşığı Alabalığı	Taze	74.86±0.55 ⁺	16.45±0.18 ⁺	4.46±0.46*	1.80±0.14 ⁺	2.43±0.28 ⁺
	Tütsülenmiş	61.20±0.11 ⁺	22.21±0.02 ⁺	7.42±0.33*	3.52±0.11 ⁺	5.65±0.28 ⁺
Sudak	Taze	78.16±0.79 ⁺	16.25±0.09 ⁺	1.72±0.74**	2.02±0.01 ⁺	1.85±0.18 ⁺
	Tütsülenmiş	56.28±0.11 ⁺	28.92±0.15 ⁺	3.03±0.25**	4.47±0.21 ⁺	7.30±0.21 ⁺

* p<0.05;

** p>0.05;

⁺ p<0.01.

3. MATERYAL YÖNTEM

3.1 Balık Materyali

Araştırma materyali olarak Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Tatlı Su Balıkları Araştırma Ünitesi'nde yetiştiriciliği yapılan ortalama 179 ± 10 gr. ağırlığındaki tilapyalardan (*Oreochromis niloticus*) elde edilen filetolar kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Toplam 210 adet tilapya, havuzlardan çıkarılarak laboratuara getirilmiş ve önceden temizlenmiş bir bölümde kafaları kesilmiştir. Daha sonra pulları ve iç organları temizlenmiştir. Filetolama işleminde ilk olarak sağ ve sol filetolar omurgadan ayrılmış ve deri, fileto üzerinden sıyrılmıştır. Yıkanan filetolar torbalara konarak bir sonraki işleme geçilmek üzere Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Teknolojisi Laboratuvarına getirilmiştir.

3.2.1. Tütsüleme

Tütsülenecek filetolar 1lt suya 50 g sofr tuzu (5 %) içinde salamuraya yatırılmış ve 1 saat bekletilmiştir. Daha sonra salamura içinden alınan filetolar sızdırılarak kurutulmuştur. Bu işlemlerden sonra filetolar gazla ısıtmalı tütsü fırınında, ızgaralar üzerinde sıcak tütsülenmişlerdir. Tütsüleme fırını tam kontrollü, termometreli, tüp gazla ısıtmalı ve iki kapıdan oluşmaktadır. Bunardan birincisi tütsüleme materyallerinin içine konulduğu fırın kapağı, diğeri ise pişirme işlemini gerçekleştiren ocak kapağıdır. Tütsüleme işlemi esnasında diğeri bazı uygulamalarda olduğu gibi bir ön pişirme yapılmamış, filetolar direk olarak $+60-80$ °C'de, 30-45 dakikalık sürede altın sarısı renk alıncaya kadar dumanlanmıştır. Tütsüleme işleminde gürge ağacı talaşı kullanılmıştır.

3.2.2. Paketleme

Tütsülenmiş veya tütsülenmemiş filetoların paketlenmesi iki şekilde yapılmıştır. Birincisi normal şekilde hava ile birlikte paketleme, diğeri ise vakum paketlemedir. Ürünler polietilen paketleme materyali ile yapılmıştır. Normal paketlenen filetolar paketlenenlere 3'lü şekilde dizilmişlerdir. Daha sonra bu paketlerin ağzı sıcak telle kapatılmış ve paketler buzdolabında +5 °C'de depolanmıştır. Vakum paketleme yine aynı tesiste, her bir polietilen torbada 3 fileto olacak şekilde yapılmıştır. Paketlenen materyal buzdolabında +5 °C'de depolanmıştır.

3.2.3. Kimyasal Analizler

3.2.3.1. Ham Protein Analizi

Homojenize edilmiş örneklerden 1 g örnek 0.0001 g duyarlı hassas terazide tartılarak Kjeldahl tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra bu örnek üzerine 2 g katalizör karışımı (% 95 K₂SO₄ (potasyum sülfat) + % 5 CuSO₄ (bakır sülfat)) ve 10 ml H₂SO₄ ilave edilip yağ yakma ünitesinde +420 °C'de tüplerin içindeki örneğin yeşil-sarı renk oluncaya kadar kaynatılmıştır. Daha sonra, örnekler yağ yakma ünitesinde çıkarılarak oda koşullarında soğumaya bırakılmıştır. Soğuma işlemi bitince örneğin üzerine 50 ml destile su ve 30 ml %33'lük NaOH eklenmiştir. Gerçekleşecek olan destilatı da yakalamak amacıyla bir erlen içine 35 ml N/7'lik H₂SO₄ ve 3 damla Taşiro indikatörü eklenmiş ve ardından erlen 100 ml destilat birikinceye kadar örnek kaynatılmıştır. En son olarak elde edilen destilat N/7'lik NaOH ile titre edilmiş ve örneklerin ham protein oranı hesaplanmıştır (AOAC 981.10, 1984).

$$\text{Ham Protein, \%} = \frac{[(N/7 \text{ H}_2\text{SO}_4 \times F_1) - (N/7 \text{ NaOH} \times F_2)] - [(N/7 \text{ H}_2\text{SO}_4 \times F_1) - (N/7 \text{ NaOH} \times F_2)] \times 1.25}{\text{Örnek Miktarı (g)}}$$

$F_1 = N/7$ 'lik H_2SO_4 'in Faktörü

$F_2 = N/7$ 'lik NaOH 'in Faktörü

3.2.3.2. Lipit Analizi

Lipit analizi Bligh ve Dyer (1959)'in uyguladığı yöntem esas alınarak yapılmıştır. Bu amaçla homojenize edilmiş örnekten yaklaşık 15g örnek hassas terazide tartılmış ve üzerine 120 ml metanol/kloroform (1/2) eklendikten sonra Warring blender yardımıyla karıştırılmıştır. Daha sonra bu örnekler üzerine %0.4'lük CaCl_2 solüsyonundan 20 ml eklenerek bir süzme kağıdında (Schleicher & Schuell, 595½ 185mm) süzülen örnekler, 105 °C'de 2 saat etüvde bekletilip darası alınmış olan balon jöjelere süzdürülmüştür. Bu balonlar ağızları hava almayacak şekilde kapatılıp 1 gece karanlık bir ortamda bekletilmiş ve ertesi gün metanol-sudan oluşan üst tabaka bir ayırma hunisi yardımıyla alınmıştır. Balonların içinde kalan kloroform-lipid kısmından kloroform +60 °C'de su banyosu yardımıyla rotary evaporatör kullanılarak uçurulmuştur. Daha sonra balonlar etüvde 1 saat süreyle +90 °C'de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamının uçması sağlanmış ve bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup 0.1mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır.

Lipit oranın (%) hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Lipit Miktarı(\%)} = \frac{[\text{Balon Darası(g)} + \text{Lipit(g)}] - [\text{Balon Darası (g)}] \times 100}{\text{Örnek Miktarı(g)}}$$

3.2.3.3. Kuru Madde ve Ham Kül Analizi

Kuru madde ve ham kül analizinde kullanılan porselen krezeller ilk önce +103 °C'de 2 saat süreyle etüvde kurutulup daha sonra desikatörde soğutulduktan sonra

0.1mg duyarlı hassas terazide daraları alınmıştır. Krozeler içine homojenize edilmiş örnekten 3-3.5g tartılmış ve bu örnekler +103 °C’de 4-5 saat süreyle kurutulmuştur. Daha sonra oda sıcaklığında desikatör içinde soğutulmaya bırakılmış ve 0.1mg duyarlı hassas terazide tartılarak sonuçları kaydedilmiştir.

Ham kül tayininde ise örnekler yakma fırınına yerleştirilerek +550 °C’de 4 saat süreyle, örneğin rengi açık-gri oluncaya kadar yakılmış ve ardından desikatör içinde oda sıcaklığına soğutulduktan sonra, hassas terazide tartılmıştır (Mattissek ve ark., 1988).

Örneğe ait % kuru madde ve % ham kül sonuçları aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Kuru Madde(\%)} = \frac{[\text{Dara(g)} + \text{Kuru Madde(g)}] - \text{Dara(g)} \times 100}{\text{Örnek Miktarı(g)}}$$

$$\text{Ham Kül(\%)} = \frac{[\text{Dara(g)} + \text{Ham Kül(g)}] - \text{Dara(g)} \times 100}{\text{Örnek Miktarı(g)}}$$

3.2.4. Kimyasal Kalite Analizleri

3.2.4.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini

Antonocoppoulus (1973)’un uyguladığı yönteme göre yapılmıştır. Uygulanan yöntemde, homojenize edilmiş örnekten 10 g örnek 0.0001 g duyarlı hassas terazide tartılarak, Kjeldahl aleti tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra örneğin üzerine bir çay kaşığı magnezyum oksit ve beraberinde 100 ml destile su eklenmiştir. Bu işlem esnasında 250 ml’lik erlenler içine 100 ml destile su ile birlikte, 10 ml % 3’lük borik asit ve 7 damla Taşiro İndikatörü eklenmiştir. Bu işlemlerden sonra örnek, Kjeldahl Destilasyon cihazına yerleştirilerek erlen içinde 200 ml destilat elde edilinceye kadar kaynatılmaya devam edilmiştir. Elde edilen destilat 0.1 N’lik HCl asit ile mevcut yeşil rengin pembemsi renge döndüğü noktaya kadar titre edilmiştir.

Harcanan HCl miktarına bağlı olarak TVB-N'nin değeri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{mg TVB-N/100g} = X \cdot 1.4 \times 100 / Y$$

X=ml olarak harcanan 0.1 N'lik HCl miktarı

Y=Örneğin ağırlığı

3.2.4.2. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Tayini

Tarladgis ve ark. (1960)'nın uyguladığı yöntemle göre yapılmıştır. Homojenize edilmiş örnekten 10 g örnek 0.0001 g duyarlı hassas terazide tartılmış ve Kjeldahl tüplerine yerleştirilmiştir. Daha sonra örneğin üzerine 97.5 ml destile su ve 2.5 ml (1/2) oranında HCl asit çözeltisi ilave edilerek, destilasyon işlemi erlen içinde 200 ml destilat oluncaya kadar devam etmiştir. Elde edilen destilattan 5 ml alınarak kapaklı cam tüplerin içine konmuştur. Daha sonra tüpün içine 5 ml TBA reaktifi eklendikten sonra kapak kapatılarak vorteks aletinde karıştırılmıştır. Kullanılan kör deneme için ise başka bir tüpün içine 5 ml TBA reaktifi ve 5 ml destile su konarak kapağı kapatılarak vorteks aletinde karıştırılmıştır. Elde edilen tüpler kaynamakta olan suyun içinde 35 dakika bekletilmiş ve ardından soğumaya bırakılmıştır. Daha sonra bunlar spektrofotometre tüplerine aktararak 538 nanometre dalga boyunda köre karşı optik dansitesi okunmuştur. Elde edilen değerler 7.8 ile çarpılarak 1000 g örnekteki mevcut malonaldehit miktarı mg olarak saptanmıştır.

3.2.4.3. pH Ölçümü

pH ölçümlerinde fileto örneği önce homojenize edilmiştir. Daha sonra 1:10 oranında distile su eklenmiş ve 1 dakika süreyle homojenize edilerek dijital bir pH metre ile ölçümler yapılmıştır (Lima Dos Santos ve ark., 1981).

3.2.4.4. Serbest Yağ Asidi Tayini

Serbest yağ asidi analizi AOCS (1994)'a göre yapılmıştır. Daha önce elde edilen yağın üzerine ısıtılmış ve 2 ml fenolfitaleyn eklenerek 0.1 N'lik sodyum hidroksit çözeltisinde nötralize edilmiş etil alkol eklenmiştir. Çözelti bir miktar karıştırıldıktan sonra üzerine 2 ml fenolfitaleyn eklenmiş ve 0.1 N'lik sodyum hidroksit çözeltisi ile titre edilmiştir. Harcanan sodyum hidroksit miktarına göre serbest yağ asidi tayini aşağıdaki gibi yapılmıştır.

$$\text{Serbest Yağ Asidi (oleik asit cinsinden) \%} = \text{NaOH(harcanan ml)} \times 2.82$$

3.2.4.5. Peroksit Sayısı Tayini

Peroksit analizi AOCS (1994)'a göre yapılmıştır. Bu amaçla daha önce elde edilen yağın üzerine asetik asit/kloroform (3/2 oranında) çözeltisi eklenmiş ve bir süre karıştırılmıştır. Ardından 1.5 ml potasyum iyodür çözeltisi eklenmiş ve çözelti 1 dakika boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra 30 ml destile su eklenerek yine 1 dakika boyunca çözelti karıştırılmıştır. En son olarak 1 ml nişasta çözeltisi eklenerek 0.01 N'lik sodyum tiyosülfat ile titre edilmiştir. Harcanan sodyum tiyosülfat miktarına bağlı olarak peroksit sayısı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Peroksit Sayısı} = \frac{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ (ml harcanan)} \times N \times 1000}{\text{Örnek Miktarı (g)}}$$

$$N = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 'ın Normalitesi (0.01 N)}$$

$$\text{Peroksit Değeri} = 1 \text{ kg lipitte milieşdeğer gram peroksit}$$

3.2.5. Duyusal Değerlendirme

Bu amaçla tütsülenmiş filetolar tabaklarda panelistlere sunulmuştur. Tütsülenmemiş taze filetolar ise fırın poşetleri içine konarak kaynamakta olan suyun

içinde 15 dakika haşlandıktan sonra panelistlere sunulmuştur. Örnekler renk, koku, lezzet, doku yapısı ve genel kabul edilebilirlik kriterleri baz alınarak 0 ile 9 skolasına göre değerlendirilmiştir (Paulus ve ark., 1979).

3.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmanın sonunda elde edilen veriler SPSS 9.0 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. TVB-N, TBA, pH, serbest yağ asidi, peroksit değeri ve duyuusal değerlendirme için “tek yönlü varyans analizi” (one-way Anova) modeli seçilerek, Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Filetoların Kimyasal Kompozisyonu

Araştırmada taze ve tütülenmiş tilapya (*Oreochromis niloticus*) filetolarının +5° C'de depolama öncesi başlangıç kimyasal kompozisyonu Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Taze ve Tütülenmiş Tilapya Filetolarının Kimyasal Kompozisyonları.

Kimyasal Kompozisyon		
	Taze	Tütülenmiş
Ham Protein (%) ¹	20.19±0.10	27.65±0.57
Lipit (%) ²	1.28±0.02	2.64±0.08
Nem (%) ²	76.92±0.73	65.96±0.13
Ham Kül (%) ²	0.91±0.04	2.69±0.20

¹ Sonuçlar 3 paralelin ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.

² Sonuçlar 10 paralelin ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi kuru maddede meydana gelen artıştan dolayı tütülenmiş filetoların ham protein, lipit, kuru madde ve ham kül oranları taze türünlere göre oldukça yüksek değerlere sahiptir.

4.2. Kimyasal ve Duyusal Kalitedeki Değişimler

4.2.1. Taze Normal Paketli Tilapya Filetolarının Kimyasal ve Duyusal Kalitesindeki Değişimler

Taze normal paketli filetoların +5° C'de depolanmaları süresince kimyasal (TVB-N, TBA, pH, serbest yağ asidi (SYA) ve peroksit (PO) değerleri) ve duyusal kalite kriterlerindeki değişimler sırasıyla Çizelge 4.2 ve 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Taze Normal Paketli Tilapya Filetolarının +5° C’de Depolanmasında TVB-N, TBA, pH, SYA ve PO Değerlerindeki Değişimler¹.

Depolama Süresi (Gün)	TVB-N (mg N/100 g)	TBA (mg malonaldehit /kg)	PH	SYA (% oleik asit)	PO (milieşdeğer gram/kg yağ)
0	11.63±0.63 _a	0.0416±0.005 _{ab}	6.28±0.01 _a	2.61±0.07 _{ab}	4.46±0.13 _{ab}
2	11.20±0.70 _a	0.0715±0.009 _c	6.35±0.01 _a	-	-
5	12.03±0.23 _a	0.0616±0.012 _{bc}	6.32±0.02 _a	2.40±0.14 _{ab}	5.23±0.13 _{ab}
7	13.06±0.46 _{ab}	0.0286±0.002 _a	6.36±0.03 _a	-	-
11	14.92±0.24 _b	0.0715±0.006 _c	6.26±0.01 _a	2.12±0.22 _a	5.69±2.09 _b
14	26.50±1.37 _c	0.0455±0.007 _{ab}	6.52±0.10 _b	2.73±0.09 _b	0.58±0.01 _a

¹ Sonuçlar 3 paralelin ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.

Çizelge 4.3. Taze Normal Paketli Tilapya Filetolarının +5° C’de Depolanmasında Duyusal Değişimler.

Depolama Süresi (Gün)	Renk	Koku	Lezzet	Doku Yapısı	Genel Kabul Edilebilirlik
0	9.00±0.00 _a	8.75±0.25 _{ab}	8.75±0.25 _a	9.00±0.00 _a	9.00±0.00 _a
2	8.80±0.20 _a	9.00±0.00 _a	8.80±0.20 _a	8.40±0.25 _{ab}	8.70±0.20 _a
5	8.40±0.25 _a	8.20±0.20 _{bc}	8.20±0.20 _a	7.80±0.20 _{bc}	8.00±0.00 _b
8	7.80±0.20 _a	7.60±0.25 _c	7.00±0.32 _b	7.00±0.32 _c	7.50±0.22 _b
11	5.80±0.58 _b	5.20±0.45 _d	4.40±0.55 _c	4.40±0.25 _d	4.60±0.25 _c
14	3.75±1.03 _c	2.75±0.25 _e	1.75±0.25 _d	2.25±0.75 _e	2.25±0.48 _d

Duyusal Değerlendirme Puanları

9: Oldukça İyi

8: Çok İyi

7: İyi

6: Biraz İyi

5: Yorumsuz

4: Biraz Kötü

3: Kötü

2: Çok Kötü

1: Oldukça Kötü

Çizelge 4.2’da görüldüğü gibi, araştırmanın başlangıcında 11.63 mg N/100g gibi iyi durumda olan taze normal paketli filetoların TVB-N değeri, 11 güne kadar

normal bir yükselme göstermiş, 14. günde ise hızlı bir şekilde artarak 26.50 mg N/100 g'a ulaşmıştır. Araştırma sonunda elde edilen TVB-N değerleri arasında yapılan istatistiksel karşılaştırmada 7. güne kadar istatistiksel olarak artışlarda bir farklılık gözlenmezken, 11. ve 14. günde görülen artışların istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Lipit oksidasyonunun ikincil ürünlerinin göstergesi olarak saptanan TBA sayısı (mg malonaldehit/kg) günler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Taze normal paketli filetolarda başlangıç değeri olarak 0.0416 mg malonaldehit/kg olarak saptanan TBA değeri, 2. günde 0.0715 mg malonaldehit/kg değerine yükselmiş, 14. günde ise 0.0455 mg malonaldehit/kg olarak saptanmıştır.

Taze normal paketli filetolarda depolama başlangıcında 6.28 olarak saptanan pH değeri daha sonra belirli bir artış göstermiştir. Ancak bu artış 14. gün hariç (6.56) istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Taze normal paketli filetolarda depolama başlangıcında SYA değeri 2.61 olarak saptanmıştır. Daha sonra 11. günde 2.12'ye gerileyen SYA değeri 14. günde istatistiksel olarak önemli oranda ($p<0.05$) artarak 2.73'e yükselmiştir.

Araştırmanın başlangıcında 4.46 milieşdeğer gram peroksit/kg yağ olarak saptanan PO değeri 11. günde 5.69 milieşdeğer gram peroksit/kg yağ değerine yükselmiştir. Depolamanın 14. gününde ise PO değerinde istatistiksel olarak önemli oranda ($p<0.05$) bir azalma saptanmıştır.

Araştırma sonunda taze normal paketli filetolarda yapılan duyusal değerlendirme sonuçları arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda renk, koku, lezzet, doku yapısı ve genel kabul edilebilirlik düzeylerinde önemli farklılıklar saptanmıştır ($p<0.05$) (Çizelge 4.3). Araştırmanın 11. gününde, tüm duyusal değerlerde istatistiksel olarak önemli düşüşler saptanmıştır. Özellikle lezzet, doku yapısı, genel kabul edilebilirlik değerleri, araştırmanın 14. gününde "çok kötü" düzeye inmiştir.

4.2.2. Taze Vakum Paketli Tilapya Filetolarının Kimyasal ve Duyusal Kalitesindeki Değişimler

Taze vakum paketli filetoların +5° C'de depolanmaları süresince kimyasal (TVB-N, TBA, pH, SYA ve PO değerleri) ve duyusal kalite kriterlerindeki değişimler sırasıyla Çizelge 4.4 ve 4.5'da verilmiştir.

Çizelge 4.4. Taze Vakum Paketli Tilapya Filetolarının +5° C'de Depolanmasında TVB-N, TBA, pH, SYA ve PO Değerlerindeki Değişimler¹.

Depolama Süresi (Gün)	TVB-N (mg N/100 g)	TBA (mg malonaldehit /kg)	PH	SYA (% oleik asit)	PO (milieşdeğer gram/kg yağ)
0	11.63±0.63 _a	0.0416±0.005 _a	6.28±0.01 _{cd}	2.61±0.07 _a	4.46±0.13 _b
5	15.68±0.40 _b	0.0494±0.006 _a	6.33±0.03 _d	-	-
13	18.52±0.32 _c	0.0481±0.004 _a	6.13±0.02 _b	3.20±0.09 _b	5.41±0.25 _b
20	18.17±0.01 _c	0.0437±0.003 _a	6.23±0.00 _c	-	-
27	19.52±0.38 _c	0.0702±0.005 _b	6.12±0.00 _b	4.28±0.21 _c	3.29±0.18 _a
30	21.89±0.21 _d	0.0806±0.003 _b	6.05±0.02 _a	3.78±0.14 _c	3.18±0.42 _a

¹ Sonuçlar 3 paralelin ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.

Çizelge 4.5. Taze Vakum Paketli Tilapya Filetolarının +5° C'de Depolanmasında Duyusal Değişimler.

Depolama Süresi (Gün)	Renk	Koku	Lezzet	Doku Yapısı	Genel Kabul Edilebilirlik
0	9.00±0.00 _a	8.75±0.25 _a	8.75±0.25 _a	9.00±0.00 _a	9.00±0.00 _a
5	9.00±0.00 _a	8.50±0.29 _a	9.00±0.00 _a	8.75±0.25 _{ab}	9.00±0.00 _a
13	8.00±0.00 _a	7.50±0.29 _a	7.75±0.25 _b	8.25±0.25 _b	7.75±0.25 _b
20	8.00±0.00 _a	7.50±0.50 _a	6.75±0.25 _c	6.75±0.25 _c	7.25±0.25 _b
27	6.75±0.63 _b	5.50±0.87 _b	5.00±0.00 _d	5.00±0.00 _d	5.50±0.65 _c
30	5.80±0.49 _b	4.20±0.66 _b	2.60±0.25 _e	2.80±0.20 _e	3.00±0.32 _d

Çizelge 4.4'de görüldüğü gibi, araştırmanın başlangıcında 11.63 mg N/100g gibi iyi durumda olan taze normal paketli filetoların TVB-N değeri, 13 güne kadar önemli oranda artmış, daha sonra 27. güne kadar nispeten sabit kalmış ve ardından 30. günde tekrar yükselmiştir. Araştırma sonunda elde edilen TVB-N değerleri arasında yapılan istatistiksel karşılaştırmada 13. güne kadar istatistiksel olarak önemli oranda bir artış gözlenirken ($p<0.05$), 13. ve 27. günler arasındaki değişimlerin önemli olmadığı ($p>0.05$), 27 ve 30. günler arasındaki artışın ise önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Taze vakum paketli filetolarda başlangıç değeri olarak 0.0416 mg malonaldehit/kg olarak saptanan TBA değerindeki 20. güne kadar tespit edilen artış ve azalışların istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir. 27. günde başlangıca göre istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir yükselme kaydedilmiş (0.0702 mg malonaldehit/kg), daha sonra 30. günde değer 0.0806 mg malonaldehit/kg'a yükselse de istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Taze vakum paketli filetolarda depolama başlangıcında 6.28 olarak saptanan pH değerinde 5. günde bir artış gözlenirse de (6.33) daha sonra belirgin bir düşüş kaydedilmiş ve depolama sonunda 6.05 değerine indiği saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Taze vakum paketli filetolarda depolama başlangıcında SYA değeri 2.61 olarak saptanmıştır. 27. güne kadar istatistiksel olarak önemli şekilde artan SYA değeri (4.28) daha sonra 30. günde bir azalma gösterse de (3.78) bu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Araştırmanın başlangıcında 4.46 milieşdeğer gram peroksit/kg yağ olarak saptanan PO değeri 11. günde 5.41 milieşdeğer gram peroksit/kg yağ değerine yükselmiştir. Depolamanın 27. gününde ise PO değerinde istatistiksel olarak önemli oranda ($p<0.05$) bir azalma saptanmıştır. 30. günde PO değerinde bir azalma saptansa da istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 4.4).

Araştırma sonunda taze vakum paketli filetolarda yapılan duyusal değerlendirme sonuçları arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda renk, koku, lezzet, doku yapısı ve genel kabul edilebilirlik düzeylerinde önemli farklılıklar saptanmıştır ($p<0.05$) (Çizelge 4.5). Araştırmanın 27. gününde, tüm duyusal değerlerde istatistiksel olarak önemli düşüşler saptanmıştır. Özellikle koku, lezzet, doku yapısı,

genel kabul edilebilirlik değerleri, araştırmanın 30. gününde “çok kötü” düzeye inmiştir.

4.2.3. Tütsülenmiş Normal Paketli Tilapya Filetolarının Kimyasal ve Duyusal Kalitesindeki Değişimler

Tütsülenmiş normal paketli filetoların +5° C’de depolanmaları süresince kimyasal (TVB-N, TBA, pH, SYA ve PO değeri) ve duyusal kalite kriterlerindeki değişimler sırasıyla Çizelge 4.6 ve 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Tütsülenmiş Normal Paketli Tilapya Filetolarının +5° C’de Depolanmasında TVB-N, TBA, pH, SYA ve PO Değerlerindeki Değişimler¹.

Depolama Süresi (Gün)	TVB-N (mg N/100 g)	TBA (mg malonaldehit /kg)	PH	SYA (% oleik asit)	PO (milieşdeğer gram/kg yağ)
0	15.02±0.66 _a	0.1573±0.008 _a	4.89±0.02 _b	5.64±0.28 _a	Çıkmadı
4	19.58±0.40 _b	0.4973±0.004 _f	4.85±0.01 _b	3.81±0.65 _a	4.76±1.06 _b
8	19.59±1.40 _b	0.3471±0.013 _d	4.98±0.01 _c	-	-
13	18.20±0.01 _b	0.4147±0.031 _e	4.86±0.01 _b	7.54±0.07 _b	4.17±0.01 _{ab}
18	23.32±0.23 _c	0.3328±0.015 _{cd}	4.82±0.01 _a	-	-
25	24.02±0.62 _c	0.2522±0.007 _b	5.08±0.02 _e	-	-
32	23.09±0.00 _c	0.2925±0.011 _{bc}	5.04±0.01 _d	-	-
40	23.09±0.40 _c	0.4524±0.014 _e	4.96±0.01 _c	10.01±0.99 _c	1.00±0.39 _a

¹ Sonuçlar 3 paralelin ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.

Çizelge 4.7. Tütsülenmiş Normal Paketli Tilapya Filetolarının +5° C'de Depolanmasında Duyusal Değişimler.

Depolama Süresi (Gün)	Renk	Koku	Lezzet	Doku Yapısı	Genel Kabul Edilebilirlik
0	9.00±0.00 _a	8.50±0.50 _a	8.75±0.25 _a	9.00±0.00 _a	8.75±0.25 _a
5	8.75±0.25 _{ab}	8.25±0.25 _{ab}	8.00±0.41 _{ab}	8.50±0.41 _{ab}	8.75±0.25 _a
8	8.50±0.29 _{ab}	8.50±0.50 _a	7.75±0.48 _{abc}	7.75±0.48 _{abc}	8.25±0.25 _{ab}
13	8.50±0.22 _{ab}	7.83±0.17 _{abc}	7.50±0.43 _{bc}	7.83±0.40 _{abc}	7.83±0.17 _{bc}
18	8.60±0.25 _{ab}	7.80±0.20 _{abc}	6.60±0.25 _{cd}	7.60±0.40 _{bc}	7.20±0.20 _{cd}
25	8.25±0.25 _{ab}	7.25±0.25 _{bc}	6.00±0.41 _d	7.25±0.25 _{bc}	7.00±0.00 _{de}
32	8.00±0.32 _b	7.20±0.37 _c	5.60±0.40 _d	6.80±0.58 _c	6.40±0.25 _e
40	7.25±0.25 _c	5.75±0.25 _d	3.75±0.25 _e	5.00±0.41 _d	4.50±0.29 _f

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi, tütsülenmiş normal paketli filetoların TVB-N değeri 0. gün için 15.02 mg N/100 g olarak saptanırken, bu değer ilk 8 gün belirli bir artışın ardından 13. günde bir düşüş ve ardından tekrar bir artışın gözlenmiştir. Depolamanın 40 gününde 23.09 mg N/100 g'a yükseldiği saptanmıştır. TVB-N değerleri arasında yapılan istatistiksel karşılaştırmada, depolamanın 4. gününden itibaren kaydedilen TVB-N değerlerinin, başlangıç değerlerine göre istatistiksel olarak önemli derecede arttığını ($p<0.05$) göstermiştir. Depolamanın 18. gününde, filetoların özellikle lezzet yönünden tüketilemez sınıra indiği (Çizelge 4.7) 40. güne kadar ki TVB-N değerleri arasında ise istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

TBA değerlerinde depolamanın 4. gününde başlangıca göre önemli bir yükselme kaydedilmiş (0.4973 mg malonaldehit/kg), daha sonra ise düzenli bir artış yada azalış kaydedilmemiştir.

Depolamanın başlangıcındaki pH değeri tütsüleme ile gelişen asidik ortam dolayısıyla 4.89 gibi düşük bir değerde saptanmıştır. pH değerinde depolamanın başlangıcında bir azalmanın ardından belirgin artış gözlenirse de, bu depolama süresince artış ve azalışlarla devam etmiştir. Tütsülenmiş normal paketli filetolarda 40. günün sonunda pH değeri 4.96 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.6).

SYA değerleri başlangıçta 5.64 olarak saptanırken 4. günde 3.81 değerine düşmüştür. Yapılan istatistik karşılaştırmada bunun önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Depolamanın 13. ve 40. günlerinde ise SYA değerlerinin istatistiksel olarak önemli derecede artarak ($p<0.05$) sırasıyla 7.54 ve 10.01'e yükseldiği saptanmıştır.

Araştırmanın başlangıcında yapılan analizler sonucu üründe PO değeri saptanamamıştır. Depolamanın 4. ve 13. günlerinde ise sırasıyla 4.76 ve 4.17 milieşdeğer gram peroksit/kg yağ olarak saptanmıştır. Araştırmanın sonunda PO değeri önemli düzeyde azalarak 1.00 milieşdeğer gram peroksit/kg yağ olarak saptanmıştır. Yapılan istatistik karşılaştırmada 4. gün ve 13. günlerdeki PO değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptanamazken, 40. günde değerin önemli derecede ($p<0.05$) düştüğü saptanmıştır.

Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi araştırma sonunda en düşük duyusal puan, 3.75 olarak lezzet kriteri için verilmiştir. Tüm kriterler incelendiğinde, 40. günde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) düşüşler olduğu görülmektedir.

4.2.4. Tütsülenmiş Vakum Paketli Tilapya Filetolarının Kimyasal ve Duyusal Kalitesindeki Değişimler

Tütsülenmiş vakum paketli filetoların $+5^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmaları süresince kimyasal (TVB-N, TBA, pH, SYA ve PO değeri) ve duyusal kalite kriterlerindeki değişimler sırasıyla Çizelge 4.8 ve 4.9'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Tütsülenmiş Vakum Paketli Tilapya Filetolarının +5° C'de Depolanmasında TVB-N, TBA, pH, SYA ve PO Değerlerindeki Değişimler¹.

Depolama Süresi (Gün)	TVB-N (mg N/100 g)	TBA (mg malonaldehit /kg)	PH	SYA (% oleik asit)	PO (milieşdeğer gram/kg yağ)
0	15.02±0.66 _a	0.1573±0.008 _c	4.89±0.02 _a	5.64±0.28 _a	Çıkmadı
15	18.74±0.16 _b	0.3218±0.013 _e	5.18±0.02 _b	-	-
30	19.83±0.23 _b	0.0832±0.003 _a	5.22±0.01 _c	6.53±0.42 _a	Çıkmadı
45	19.83±0.62 _b	0.2828±0.007 _d	5.29±0.01 _d	-	-
60	20.05±0.84 _b	0.0702±0.003 _a	5.24±0.01 _c	5.78±0.22 _a	Çıkmadı
75	22.63±0.23 _c	0.1101±0.003 _b	5.42±0.01 _e	5.55±0.19 _a	Çıkmadı

¹ Sonuçlar 3 paralelin ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.

Çizelge 4.9. Tütsülenmiş Vakum Paketli Tilapya Filetolarının +5° C'de Depolanmasında Duyusal Değişimler.

Depolama Süresi (Gün)	Renk	Koku	Lezzet	Doku Yapısı	Genel Kabul Edilebilirlik
0	9.00±0.00 _a	8.50±0.50 _{ab}	8.75±0.25 _a	9.00±0.00 _a	8.75±0.25 _a
15	7.75±0.48 _{bc}	8.00±0.41 _{ab}	7.50±0.50 _{abc}	8.00±0.41 _{ab}	7.50±0.50 _{bc}
30	8.60±0.25 _{ab}	8.80±0.20 _a	8.10±0.33 _{ab}	7.90±0.40 _b	8.40±0.25 _{ab}
45	8.25±0.25 _{ab}	7.75±0.25 _{abc}	7.00±0.41 _{bc}	7.50±0.29 _b	7.50±0.29 _{bc}
60	7.60±0.51 _{bcd}	7.40±0.40 _{bcd}	6.40±0.25 _c	6.40±0.40 _c	7.20±0.37 _c
67	7.00±0.41 _{cd}	6.50±0.50 _{cd}	6.25±0.63 _c	5.50±0.29 _c	6.50±0.29 _c
75	6.50±0.29 _d	6.25±0.63 _d	4.50±0.87 _d	4.00±0.41 _d	4.63±0.47 _d

Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi tütsülenmiş vakum paketli filetoların TVB-N değerlerinde sürekli bir artış gözlenmiş ve 75. günde TVB-N değeri 22.63 mg N/100 g'a yükselmiştir. TVB-N değerleri arasında yapılan istatistiksel karşılaştırmalarda 15 ile 60. günler arasında kaydedilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olmadığı ($p>0.05$), 75. günde kaydedilen TVB-N değerinin ise diğer günlerden istatistiksel olarak önemli derecede farklı ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Tütsülenmiş vakum paketli filetoların TBA değerlerinde düzenli bir artış veya eksilme gözlenmemiştir. Başlangıçta 0.1573 mg malonaldehit/kg olan TBA değeri 15. günde 0.3218 mg malonaldehit/kg değerine yükselmiş, 75 günde ise 0.1101 mg malonaldehit/kg olarak saptanmıştır. Filetoların istatistiksel karşılaştırmasında 30. ve 60. günlerde kaydedilen TBA değerleri hariç diğer günlerde kaydedilen değerlerin istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğu saptanmıştır ($p<0.05$) (Çizelge 4.8).

Depolama süresince pH değerlerinde düzenli bir artış saptanmış ve başlangıçta 4.89 olan pH değeri, 75 günde 5.42 değerine yükselmiştir. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada günler arasındaki değişimlerin 30. ve 60. günler hariç önemli olduğu sonucuna varılmıştır ($p<0,05$) (Çizelge 4.8).

Depolama başlangıcında 5.64 olan SYA değeri depolama süresinde düzenli bir artış veya azalış göstermemiş ve 75. günde 5.55 olarak saptanmıştır. Yapılan istatistik karşılaştırmada, depolama süresince kaydedilen SYA değerleri arasında herhangi bir farklılık saptanamamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 4.8).

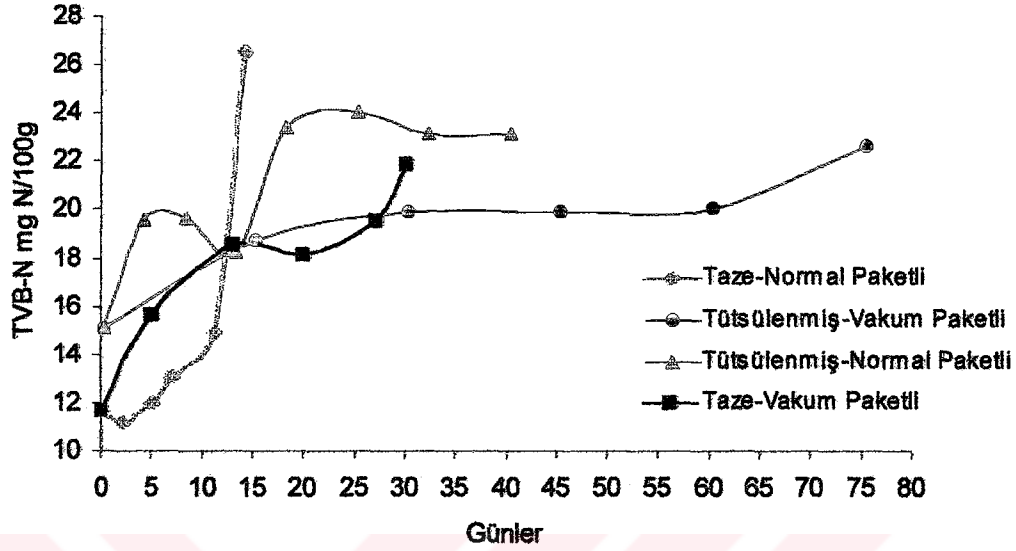
Araştırma süresince yapılan PO analizlerinde tütsülenmiş vakum paketli filetolarda PO değerleri bir sonuç vermemiştir.

Tütsülenmiş vakum paketli filetolarda 45 gün boyunca renk ve koku parametrelerinde istatistiksel olarak bir farklılık saptanamazken, doku yapısı ve genel kabul edilebilirlik düzeylerinde ilk 15 gün sonunda bir farklılığın olduğu saptanmıştır. Lezzette ise depolamanın 30. gününden sonra istatistiksel olarak önemli düşüşler saptanmıştır ($p<0.05$) (Çizelge 4.9).

5. TARTIŞMA

Kimyasal kompozisyon analizleri, gıdaların ana bileşenlerinin belirlenmesinde kullanılır ve özellikle gıdaların normal bir kompozisyona sahip olup olmadığı konusunda bilgi verir. Bu çalışmada, tilapia filetolarında yapılan kimyasal kompozisyon analizi sonucunda saptanan ham protein ve nem oranlarının, Eves ve ark. (1995) tarafından tilapia'da (*Oreochromis niloticus*) saptanan değerlerle benzerlik gösterdiği, lipit ve ham kül değerlerinin ise araştırmacıların buldukları değerlerden daha düşük olduğu anlaşılmıştır. Genel olarak balıklardaki lipit oranı %1 ile 22 arasında değişebilmekte ve balığın bulunduğu yere, mevsime, aldığı besinlere, hareketliliğine ve cinsi olgunluğuna göre lipit miktarında büyük değişimler gözlenebilmektedir. Genellikle lipit ve nem miktarı balığın toplam ağırlığının % 80'ini oluşturmakta ve yağ miktarının artması ile nem miktarında bir azalma gözlenmektedir (Bligh ve ark., 1988). Hoffman ve ark. (1977), *Oreochromis niloticus* üzerinde yapılan bir çalışmada geleneksel olarak tütülen balıkların (Afrika'da uygulanan tütüleme yöntemi) nem oranının %6.5, yağ oranının %4.6 ve ham kül oranının ise %5.5 olduğunu belirtmişlerdir. Öyle görülüyor ki, çalışmamızda taze filetoda %1.28 olarak belirlenen lipit oranı, tütüleme ile oluşan nem kaybı nedeniyle tütülenmiş filetoda yükselmiş ve %2.64 olarak kaydedilmiştir. Bu lipit değerleri, diğer çalışmalarda belirlenen lipit değerlerine göre daha düşüktür. Yani az yağlı bir fileto üzerinde çalışılmıştır. Balıklardaki yağ oranı beslenme durumuna balığın büyüklüğü ve mevsime bağlı olarak değişir.

Çalışmamızda elde edilen verilere göre, dört uygulama sonunda elde edilen TVB-N değerlerinin zaman içindeki değişimi Şekil 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. TVB-N Değerlerinin Zaman İçindeki Değişimi.

Varlık ve Heperkan (1990)'ın bildirdiğine göre, Kietzmann ve ark. (1969) balıkların TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırmasında 25 mg N/100 g'a kadar ürünlerin "çok iyi", 30 mg N/100 g'a kadar ise "iyi" olarak değerlendirilebileceğini saptamışlardır. Aynı zamanda Berik ve Varlık (1999) tatlı su balıkları için tüketilebilirlik sınırının 32-36 mg/100g TVB-N olduğunu bildirmişlerdir. Diğer bazı araştırmacılar tazelik için kabul edilebilir üst limitin buzlanmış soğuk su balıklarında 30 mg N/100g (Connel, 1975; Skorski, 1990) veya İspanyol uskumrusunda 25.2 mg N/100g TVB-N (Al-Kahtani ve ark., 1996) olduğunu belirtmişlerdir. Görüldüğü gibi TVB-N değerleri balığın türüne, yaşadığı ortama göre değişebilmektedir. Çalışmamızda, Şekil 5.1'de de görüldüğü gibi, taze normal paketli filetolarda 14. günde saptanan 26.50 mg N/100 g TVB-N değerlerinin tüketilebilirlik sınırlarını aşmadığı halde duyusal olarak (Çizelge 4.3) bozulduğu saptanmıştır. Aynı şekilde tütsülenmiş filetolarda da TVB-N değerleri, tüketilebilirlik sınırlarını hiçbir zaman aşmamışlardır (Şekil 5.1). Ancak hem vakumlu, hem de normal paketlenmiş tütsülenmiş filetoların duyusal olarak depolamanın son gününde bozuldukları saptanmıştır (Çizelge 4.7 ve 4.9). Bu sonuçlar, TVB-N'in tek başına kalite kriteri olarak yetersiz kaldığı yönündeki görüşleri desteklemektedir. En azından bu

değerlerin türler için ayrı ayrı verilmesinde büyük yarar vardır. Tütsülenmiş filetolarla, taze filetoların başlangıç TVB-N değerleri arasındaki farklılığın balıkların tütsüleme esnasında su kaybına uğramalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Plahar ve ark. (1999) yaptıkları çalışmada taze sardalya ve hamsilerin TVB-N değerlerini sırasıyla 32 ve 27 mg/100g olduğunu saptarken, yeni tütsülenmiş balıkların TVB-N değerlerinin sırasıyla 120 ve 133 mg/100g olduğunu saptamışlar ve TVB-N değerlerindeki bu atışın, tütsüleme sırasında nem kaybından dolayı oransal olarak ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Çalışmamızda, +5 °C'de depolanan tüm filetoların (taze vakumsuz, taze vakumlu, tütsülenmiş vakumsuz ve tütsülenmiş vakumlu) depolama süresince TBA değerlerinde istatistiksel olarak önemli artış ve azalışlar kaydedilmiştir ($p<0.05$) Ancak, Varlık ve ark. (1993)'nın belirttiği gibi bu değerlerin çok iyi bir materyalde bulunması gereken 3 mg malonaldehit/kg değerini aşmadığı saptanmıştır. Tütsülenmiş filetolarda ise başlangıç değeri (0.1573 mg malonaldehit/kg) her ne kadar taze filetolara göre yüksek olsa da, bu değer in depolama süresince 3 mg malonaldehit/kg değerini aşmadığı görülmektedir (Çizelge 4.6 ve 4.8). Buzdolabında depolanan balıkların, özellikle yağsız türlerin, TBA değerlerinin depolama süresince sınırlı kalabildiği bilinmektedir. Araştırmamızda, taze normal paketli filetolarda 14. günde , tütsülenmiş normal paketli filetolarda 40. günde ve tütsülenmiş vakum paketli filetolarda depolamanın 75. gününde belirlenen TBA değerlerinin sınır değerlere ulaşmadığı halde, duyu sal olarak tüketilemez sınırına gelen filetolardaki bu bozulmanın, lipid oksidasyonundan çok protein parçalanması ve mikrobiyal faaliyetlerden kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda taze ve tütsülenmiş filetolar arasındaki başlangıçtaki farklılığın ise tütsülemeden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bhuiyan ve ark.(1986) tütsülenmiş uskumrulardaki TBA değerlerini, tütsülenmemiş olanlara göre iki kat fazla saptamışlardır.

Balıklarda pH'nın tüketilebilirlik sınır değeri 6.80-7.00 olduğu bildirilmiştir (Berik ve Varlık 1999). pH değerlerindeki artış, kokuşmanın başlaması ile birlikte proteinlerin parçalanması sonucu amonyak ve benzeri bazı uçucu baz bileşiklerinin etkisi ile meydana gelmektedir. Bununla beraber balıkların ölümünden sonra post-rigor aşamasına girene kadar kaslarda bulunan glikojenin, oksijensiz ortamda laktik

aside parçalandığı ve bunun etin pH'sını düşürdüğü bilinmektedir (Pearson ve ark.,1989). Bütün bunlara rağmen Oehlenschläger (1992)'de pH'nın kalite kontrol kriteri olarak yeterli olmadığını belirtmiş ve genel olarak pH'nın 7'ye ulaştığında balığın bozulduğunu söylemiştir. Çalışmamızda, taze normal paketlenmiş filetoların pH düzeylerinde başlangıçtan itibaren ilk 11 günde istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmamıştır ($p>0.05$). 14. günde ise diğer günlere göre bir farklılık saptanmıştır. Taze normal paketli filetoların duyuşsal olarak tüketilemez olarak nitelendirdiğimiz zaman süresinde, pH düzeylerinin Berik ve Varlık (1999) tarafından belirtilen sınır değerlerine ulaşmamaları, postmortem aşamasından sonra ortamda pH'yı yükseltecek biyokimyasal ve mikrobiyolojik bozulmanın yeterli olmadığını bir göstergesi olabilir. Taze vakum paketli filetolarda ise günler arasında istatistiksel olarak bir farklılık gözlenirken pH düzeyinde genel olarak bir düşüş saptanmıştır. Taze vakum paketli filetoların duyuşsal olarak tüketilemez sınırına erişildiği 30. günde bazı panelistler filetolarda acı ve ekşi bir tadın oluştuğundan bahsetmişlerdir. TBA düzeylerinin halen kabul edilebilirlik sınırlarını da aşmadığını düşünürsek (Çizelge 4.4) bu acı ve ekşi tat bazı yıkım ürünlerinden kaynaklanmış olabilir. Sonuç olarak pH düzeyi depolama süresi boyunca sınır değerlere ulaşmadığından, pH'nın tek başına kalite kontrol kriteri olarak yeterli olmadığını söyleyebiliriz.

Genel olarak tütüleme işlemi esnasında ortaya çıkan karbondioksit ve karbon monoksit balık bünyesinde mevcut olan su ile tepkimeye girerek karbonik asidin oluşumunu gerçekleştirir. Bu da tütülenmiş filetolarda pH düzeyini düşürmektedir. pH düzeyinin az miktarda bile düşmesi, ürünün raf ömrünü önemli derecede etkilediği saptanmıştır (Hawaii International Seafood, Inc., 1999). Tütülenmiş filetolarda başlangıçta 4.89 olarak ölçülen pH değeri, vakumlu ve vakumsuz paketlenmiş filetolarda 5.42 düzeyini aşmamıştır. Bir çok faktörün yanında, tütülenmiş filetoların raf ömrünün daha uzun süreli olmasının bir sebebi de pH düzeylerinin oldukça düşük olmasından kaynaklanabilir.

Lipit hidrolizi, trigliseridlerin ve fosfolipitlerin yapısında bulunan yağ asitlerinin, gliserol gövdeden ayrılmasına neden olan lipazların yardımı ile oluşur (Hardy, 1980). Trigliseridlerde bu olay, monogliseridlerin ve iki serbest yağ asidinin

oluşumu şeklinde gerçekleşir. Lipit hidrolitik aktivitesi, ekstrakte edilmiş toplam lipit içindeki serbest yağ asitlerinin seviyesi ölçülerek saptanır. Lipit hidrolizi kendi başına her hangi bir besinsel öneme sahip değildir, fakat balık yağlarındaki serbest yağ asitlerinin birikimini sağlayıp ikincil reaksiyonları katalize ettiğinden istenmez (Lovern, 1962). Sonuçta lipitler oksidasyona maruz kalabilir ve ardından kötü tat oluşumu gelişir. Ayrıca serbest yağ asitlerinin birikiminin dondurulmuş balıklarda protein denaturasyonuna yardım ettiği de tahmin edilmektedir (Sikorsky ve ark., 1976, Matsumoto, 1979). Araştırmamız sonunda elde ettiğimiz verilerden taze ve tütsülenmiş filetoların SYA miktarlarında bir farklılık saptanmıştır. Taze filetolarda başlangıç değeri 2.61 olan SYA, tütsülenmiş filetolarda 5.64 olarak saptanmıştır. Yaptığımız çalışma ile benzer bulgular, Plahar ve ark. (1999)'nın geleneksel olarak tütsülenmiş sardalya ve hamsi üzerinde yaptıkları çalışmada da elde edilmiş olup, araştırmacılar taze ürünlerdeki SYA miktarlarının tütsülenmişlere göre her iki balık türünde de oldukça düşük olduğunu saptamışlardır. Bu çalışmadan da anlaşıldığı üzere tütsüleme işleminin, lipolitik aktiviteye etkilerinin olduğu ve ortamdaki SYA miktarını arttırdığı düşünülebilir. Aynı çalışmada tütsülenmiş hamsilerde 30-35 °C'de 6 aylık depolamanın sonunda, SYA değerlerinde 2 kata varan değişimler saptanmıştır. Araştırmamızda da tütsülenmiş vakum paketlenmiş filetolarda istatistiksel olarak önemli bir değişim gerçekleşmezken, tütsülenmiş normal paketli filetolardaki SYA miktarlarında depolama süresince önemli artışlar saptanmıştır. Aynı şekilde tütsülenmiş vakum paketli filetolarda TBA değerlerinin de normal paketli filetolara göre daha düşük olduğunu düşünürsek (Çizelge 4.6 ve 4.8), vakum paketlenmenin oksidasyona olduğu gibi lipolitik aktiviteye de etkisinin olduğu görülmektedir.

Peroksit, lipitlerin oksidasyonu esnasında oluşan ara ürün olup, daha sonra tepkimeye girerek acılaşmayı oluşturan ürünleri meydana getirir. Bu ürünler aldehitler, ketonlar, alkoller, hidrokarbonlar veya asitler olabilir. PO değerleri oksidatif bozulmanın erken devrelerinin tayininde oldukça hassas indikatörlerdir. Her ne kadar PO ve hidroperoksitler tatsız olsalar da, bunların ortamda bulunuşu tattaki bozulmanın habercisidir.

Taze normal paketli filetolarda PO değerlerinde zaman içinde önemli bir artışın ardından, depolamanın 14. gününde ani bir azalma saptanmıştır. Benzer veriler Aubourg (1999)'un , *Micromesistius poutassou* (blue whiting) üzerinde yaptığı çalışmada da saptanmış ve sonuç olarak hidroperoksitlerin daha küçük moleküllere ayrılmış olabileceği belirtilmiştir. Aynı şekilde Ben-gigirey ve ark. (1999), beyaz orkinoz (*Thunnus alalunga*)'un dondurularak 12 ay depolanması sonucunda oluşan kimyasal değişimler üzerine yaptıkları çalışmada, 6. aydan sonra azalan PO değerinin hidroperoksitlerin yıkımından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda, taze normal paketli filetolardaki PO değerlerindeki azalmanın hidroperoksitlerin yıkılarak daha küçük moleküllü bileşiklere dönüşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun yanında, özellikle PO değerlerindeki azalma ve balıkların duyuşal olarak tüketilebilirlik sınırının altına inmesinin aynı zamana denk gelmesi, zaman içinde oluşan hidroperoksitlerin aldehit, keton vb. gibi üründe kötü tat ve koku yaratabilecek küçük moleküllü bileşiklere dönüştüğünün bir işareti olabilir. Aynı durum, taze vakum paketli ve tütsülenmiş normal paketli filetolarda da saptanmıştır. Ancak tütsülenmiş normal paketli filetolarda PO değerleri, filetoların duyuşal olarak tüketilebilirlik sınırının altına indiği 40. günde önemli bir azalma gösterirken, taze vakum paketli filetolarda PO değerleri, 13. günde en üst seviyeye ulaşmış, 27. günden başlayarak depolamanın sonuna kadar istatistiksel olarak önemli bir azalma saptanmıştır ($p<0.05$).

Sıcaklığın artışı lipit oksidasyonunu arttırabilmekte ve aynı zamanda oksijenin ortamda bulunmaması oksidasyon hızını azaltarak durdurabilmektedir. Tütsülenmiş vakum paketlenmiş filetolardaki PO değerlerinin yokluğunu, bu iki etkene bağlayabiliriz. Rodriguez-Estrada ve ark. (1997), değişik pişirme metotlarının hamburgerlerdeki lipitlerin üzerindeki etkilerine çalışmışlar ve elde edilen verilerden, taze hamburgerlerdeki PO değerlerinin, pişirilmiş olanlardan en az 4 kat fazla olduğunu saptamışlardır. Çalışma sonunda vardıkları sonuç, pişirme işlemi sırasında daha önce oluşan peroksitlerin ikincil oksidasyon ürünlerine (aldehit, keton vb.) dönüştüğünü belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda tütsüleme uygulanan 60-80 °C sıcaklığın taze filetolarda zaten az miktarda bulunan PO değerinin saptanamayacak düzeylere düşürmüş olabileceği düşünülebilir. Vakumlu tütsülenmiş filetolarda,

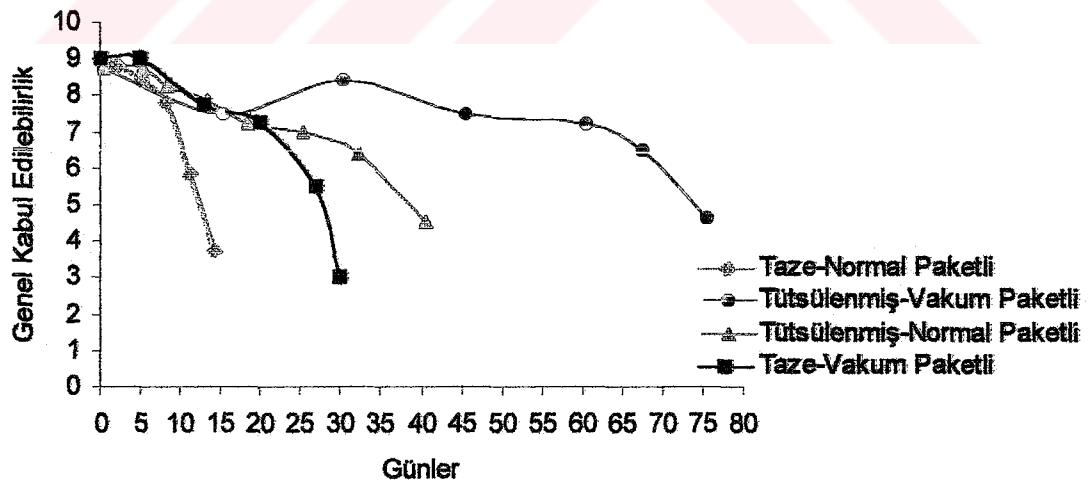
depolama süresince PO değerinin saptanamaması, vakumla yaratılan oksijensiz ortamdan kaynaklanmış olabilir.

Yapılan çalışma sonunda genel kabul edilebilirlik düzeyleri esas alınarak saptanan filetoların, “Çok İyi”, “Tüketilebilir” ve “Tüketilemez” kriterleri Çizelge 5.1’de verilmiş ve dört uygulama sonunda elde edilen “Genel Kabul Edilebilirlik” değerlerinin zaman içindeki değişimi Şekil 5.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Tilapia Filetolarının Depolama Süresinde Genel Kabul Edilebilirlik Düzeylerine Göre “Çok İyi”, “Tüketilebilir”, ve “Tüketilemez” Kriterleri.*

Genel Kabul Edilebilirlik				
	Taze-Normal Paketli	Taze-Vakum Paketli	Tütsülenmiş-Normal Paketli	Tütsülenmiş-Vakum Paketli
Çok İyi	0-8 Gün	0-20 Gün	0-25 Gün	0-60 Gün
Tüketilebilir	-	21-27 Gün	26-32 Gün	61-67 Gün
Tüketilemez	11+ Gün	30+ Gün	40+ Gün	75+ Gün

* Duyusal değerlendirme puanlarına göre 7-9 arası “çok iyi”, 5-6 arası “tüketilebilir”, 5’in altı “tüketilemez” olarak alınmıştır.



Şekil 5.2. Tilapia Filetolarının Depolamaya Bağlı Genel Kabul Edilebilirlik Değerlerindeki Değişimler.

Çizelge 5.1’de ve Şekil 5.2’de de belirtildiği gibi taze normal paketli filetolar 8 gün boyunca, taze vakum paketli filetolar 27 gün boyunca, tütülenmiş normal paketli filetoların 32 gün boyunca ve tütülenmiş vakum paketli filetoların 67 gün boyunca rahatlıkla tüketilebildikleri araştırma verileriyle saptanmıştır.

Araştırmada elde edilen duyuşal değelerle paralellik gösteren Reddy ve ark. (1994)’nın yaptıkları çalışmada da taze tilapya filetolarının +4 °C’de 9. güne kadar tüketilebildikleri saptanmıştır. Yine, Reddy ve ark. (1996) tilapyaer üzerinde yaptıkları diğeer bir araştırmada, taze vakum paketli filetoların 30 gün süreyle tazeliklerini koruyabildiklerini belirtmişlerdir. Donald ve Gibson (1992)’ın vakum paketli salmonları çeşitli sıcaklık derecelerinde depolanmaları sonucunda, +5 °C’de depolanan balıkların 8. günde bozulduğu saptanmışlardır. Reddy ve ark. (1997a), vakum paketlenmiş salmon filetolarının +4 °C’de 34-38 gün sonunda bozulduklarını saptamışlardır. Yukarıda bahsedilen çeşitli araştırmalarda elde edilen verilerin sonuçları, araştırmamızda elde ettiğimiz verilere benzerlik göstermektedir.

Tütülenmiş filetoların duyuşal olarak değerdendirdiğimizde, normal paketli filetoların ve vakum paketli filetoların tüketilebilirlik sınırlarının altına inişinin çok hızlı bir şekilde olduğu saptanmıştır. Normal paketli ürünlerde 32. günde genel kabul edilebilirlik düzeyi tüketilebilirlik sınırlarının üstünde olurken, 40. günde hızlı bir değeer düşüşüyle fileto tüketilemeyecek duruma gelmiştir. Aynı şekilde vakum paketli filetolarda da 67 gün boyunca rahatlıkla tüketilebilecek olan fileto, 75. günde tüketilebilirlik sınırlarının altına inmiştir. Vakum paketli filetolarda panelistler 67 günde doku yapısında bir bozulmayla birlikte azot tadının da arttığını ama yinede bunların çok fazla miktarda olmadığını saptamışlardır. Eldeki TVB-N değeerleri duyuşal değeerlerle karşılaştırıldığında, 60 ile 75. günler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptanmıştır. TVB-N değeer her ne kadar kabul edilebilir düzeyleri geçmese de panelistler değeerdeki bu artışı saptamışlardır. Ünal (1995), tütülenmiş vakum paketli alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) +3 °C’de depolamış ve sonuçta balıkların duyuşal olarak 3 ay boyunca tüketilebilirlik sınırları içinde kaldıklarını saptamıştır. Aynı şekilde yapılan bazı araştırmalarda normal havada depolanan tütülenmiş balıkların yüksek sıcaklıklar altında bile 3 ay boyunca depolanabildikleri bildirilmiştir (Hoffmann, 1977). Tütüleme işleminin şekli, süresi

ve tütüleme sıcaklığının ürünün ne kadar süreli depolanabileceği üzerinde önemli etkisi vardır. Özellikle uzun süreli sıcak tütülemeler sırasında (geleneksel Afrika tipi tütüleme) ürünün nem düzeyi oldukça azaldığından, ortamda mikroorganizmaların gelişimi oldukça kısıtlanmaktadır. Bu şekilde tütüleme ile depolamanın 35 °C'de 3 ay sürebildiği bildirilmiştir (Hoffman, 1977). Bunun dışında elde edilen duysal değerlendirmelerden, tütülenmiş filetoların renk ve koku değerleri, filetolar tüketilebilirlik düzeyinin altına inse de hala kabul edilebilir düzeylerde kalmıştır. Bunun yanında taze normal paketli filetolarda renk ve koku değerleri genel kabul edilebilirlik değerleri ile bir paralellik göstererek filetonun bozulması ile birlikte kabul edilebilir sınırlarının altına inmiştir. Sonuç olarak, tütüleme işlemi sırasında rengi ve kokusu değişen filetonun, taze ürünlere göre renkteki ve kokudaki değişimlerini daha iyi sakladığını söyleyebiliriz.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Buzdolabı koşullarında (+5 °C) vakum paketli ve normal paketli, tütülenmiş ve taze tilapya (*Oreochromis niloticus*) filetolarındaki bazı kimyasal ve duyuşal değışimleri amaçlayan bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular řu şekilde değerdendirilmiştir.

- Tütülenmiş ürünlerde nem kaybından dolayı ham protein ve ham yağ oranları taze filetolara göre önemli oranda artmıştır.

- Taze normal paketlenen filetolarda başlangıçta 11.63 mg N/100 g, 0.0416 mg malonaldehit/kg, 6.28, 2.61 ve 4.46 milieşdeğer gram peroksit/kg yağ olan TVB-N, TBA, pH, serbest yağ asidi ve peroksit değeri, +5 °C'deki depolamanın 14. gününde sırasıyla 26.50 mg N/100 g, 0.0455 mg malonaldehit/kg, 6.52, 2.73 ve 0.58 milieşdeğer gram peroksit/kg yağ olarak bulunmuştur. Duyusal olarak ise, ilk 8 gün tüketilebilirlik sınırları içinde, 11. günde ise tüketilebilirlik sınırının altına inmiştir.

-Taze vakum paketlenen filetolarda başlangıçta 11.63 mg N/100 g, 0.0416 mg malonaldehit/kg, 6.28, 2.61 ve 4.46 milieşdeğer gram peroksit/kg yağ olan TVB-N, TBA, pH, serbest yağ asidi ve peroksit değeri, +5 °C'deki depolamanın 30. gününde sırasıyla 21.89 mg N/100 g, 0.0806 mg malonaldehit/kg, 6.05, 3.78 ve 3.18 milieşdeğer gram peroksit/kg yağ olarak bulunmuştur. Duyusal olarak ise, ilk 27 gün tüketilebilirlik sınırları içinde, 30. günde tüketilebilirlik sınırının altına inmiştir.

- Tütülenmiş normal paketlenen filetolarda başlangıçta 15.02 mg N/100 g, 0.1573 mg malonaldehit/kg, 4.89 ve 5.64 olan TVB-N, TBA, pH ve serbest yağ asidi, +5 °C'deki depolamanın 42. gününde sırasıyla 23.09 mg N/100 g, 0.4524 mg malonaldehit/kg, 4.96 ve 10.01 olarak bulunmuştur. Başlangıçta tespit edilemeyen peroksit değeri daha sonra bir artış sağlamış ve depolama sonunda 1.00 milieşdeğer gram peroksit/kg yağ olarak bulunmuştur. Duyusal olarak ise, ilk 27 gün tüketilebilirlik sınırları içinde, 30. günde tüketilebilirlik sınırının altına inmiştir.

- Tütülenmiş vakum paketlenen filetolarda başlangıçta 15.02 mg N/100 g, 0.1573 mg malonaldehit/kg, 4.89 ve 5.64 olan TVB-N, TBA, pH ve serbest yağ

asidi, +5 °C'deki depolamanın 75. gününde sırasıyla 22.63 mg N/100 g, 0.1101 mg malonaldehit/kg, 5.42 ve 5.55 olarak bulunmuştur. Başlangıçta ve depolama süresince peroksit değeri tespit edilememiştir. Duyusal olarak ise, ilk 67 gün tüketilebilirlik sınırları içinde, 75. günde tüketilebilirlik sınırının altına inmiştir.

Araştırmamızda tütülenmiş ürünlerdeki kimyasal kalite kriterlerinin taze ürünlere göre yüksek olduğu saptanmıştır. Böylelikle tütülenmiş ürünlerin depolanmasında taze ürünlere göre daha dikkatli olunması gerektiği aksi halde hızlı bir şekilde bozulmanın gerçekleşebileceği saptanmıştır.

6.2. Öneriler

Yaptığımız çalışma sadece bir tür ve bir sıcaklık derecesinde, tütülenmenin ve vakum paketlenmenin etkileri üzerine gerçekleşmiştir. Elde ettiğimiz veriler göz önüne alındığında, gelecekte bu konu üzerinde çalışacak araştırmacılara şu önerilerimiz olacaktır.

-Bölgemizdeki diğer balık türlerinin üzerinde de bu çalışmanın bir benzeri yapılarak balıkların özellikle tütülenmeye uygunluğu araştırılmalıdır. Genel olarak ülkemizde kabul görmüş taze tüketim yerine, sadece bir mevsimde avlanan ve diğer mevsimlerde bulunamayan türlerin tütülenerek ve vakum paketlenerek tüketimlerine yıl boyunca imkan sağlanmalı ve bu sırada oluşan kimyasal ve duyusal kalite kriterleri incelenmelidir.

-Değişik sıcaklık derecelerinde araştırmamızda yapılan işlemlerin tekrarlanması ve sıcaklığın raf ömrünü arttırıcı veya azaltıcı etkisinin doğrusal mı yoksa geometrik mi olduğu saptanmalıdır. Böylece 1 veya 2 °C'lik değişimlerin ürünün raf ömrü üzerindeki değişimleri incelenmelidir.

-Araştırmamızda tuz konsantrasyonu değiştirilmeden (%5) kullanılmış ve tuz konsantrasyonunun etkileri çalışılmamıştır. Özellikle bazı araştırmacılar tuz konsantrasyonundaki artışın oksidasyonu hızlandırdığını belirtmişlerdir (Castell ve ark., 1965; Koizumi ve ark., 1980). Bu nedenler, değişik tuz konsantrasyonlarının depolama üzerindeki etkileri ve optimum tuz konsantrasyonun ne olması gerektiği üzerine inceleme yapılmalıdır.

-30-45 dakika ile sınırlanan tütsüleme süresinin uzatılarak filetoların biraz daha kurutulmasının ve aynı zamanda biraz daha fazla dumana maruz kalmalarının ürünlerin depolama sürelerine etkileri incelenmelidir.

-Çalışmamızda kültür ortamından elde edilmiş tilapyalar üzerinde çalışılmıştır. Seyhan Nehri'nden yakalanan tilapyalar üzerinde de benzer bir çalışma yapılmalıdır.

-Araştırmamızda tek tip polietilen paket materyali kullanılmıştır. Farklı paketleme materyalleri ile vakum paketlemenin etkileri üzerine çalışılması gerekir.

-Tütsülemenin protein denaturasyonu üzerine etkileri de incelenmelidir.

-Vakum paketlenmiş ürünlerdeki oksijensiz ortamda mikrobiyal gelişim incelenmelidir. Aynı şekilde normal paketli ürünlerdeki oksijenli ortamda mikrobiyal gelişim incelenmeli ve karşılaştırma yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- AGUILAR, F.J., EZQUERRA, J.M., CARDENAS, J.L., RAMIREZ, R., CASTILLO, F.J., 1995. Evaluación Química y Microbiológica de Lisa (*Mugil cephalus*) Y Cazón (*Mustelus lumulatus*) Ahumados Durante su Almacenamiento a Temperatura Ambiente. Rev.de Ciencias Alim., 2(2): 23-25.
- AL-KAHTANI, H.A., ABU-TARBOUSH, H.M., BAJABER, A.D., ATIA, M., ABOU-ARAB, A.A., MOJADIDI, M., 1996. Chemical Changes after Irradiation and Post-irradiation Storage in Tilapia and Spanish Mackerel. J. Food Sci., 61: 729-733.
- ANTONOCOPPOULUS, N., 1973. Bestimmung des Flüchtigen Basensticktoofs. In: Ludorf, W., Meyer, V.; Fische und Fischerzeugnisse, Aulage Verlag, Paul Parey, Berlin, Hamburg, s.224-225.
- AOAC., 1984. Official Methods of Analysis 14th. Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA.
- AOCS, 1994. The Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, The American Oil Chemists' Society, Champaign, IL.
- AUBOURG, S.P., 1999. Lipid Damage Detection during the Frozen Storage of an Underutilized Fish Species. Food Research International, 32: 497-502.
- BELTRAN, A., PELAEZ, C., MORAL, A., 1989. Keeping Quality of Vacuum-packed Smoked Sardine Fillets: Microbiological Aspects. Zeitschrift Fur Lebensmittel-Untersuchung Und-Forschung, 188(3): 232-236.

- BEN-GIGIREY, B., DE SOUSA, J.M.V.B., VILLA, T.G., BARROS-VELAZQUEZ, J., 1999. Chemical Changes and Visual Appearance of Albacore Tuna as Related to Frozen Storage. *Journal of Food Science*, 64(1): 20-23.
- BERİK, N., VARLIK, C., 1999. Kültür Gökkuşuğu Alabalık (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Filetosunu Soğukta Depolanması. *Turk J Vet Anim Sci.*, 23: 285-290.
- BHUIYAN, A.K.M., RATNAYAKE, W.M.N., ACKMAN, G.G., 1986. Stability of Lipids and Polyunsaturated Fatty Acids during Smoking of Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*). *J.Am. Oil Chem. Soc.*, 63: 324-328.
- BLIGH, E.G., DYER, W.J., 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. *Can.J. Biochem. Physiol.*, 37: 911-917.
- BLIGH, E.G., SHAW, S.J., WOYEWODA, A.D., 1988. Effects of Drying and Smoking on Lipids of Fish. (BURT J.R. editör), *Fish Smoking and Drying*, Elsevier Science Publishers, London, s.41-52.
- CASTELL, C.H., MACLEAN, J., MOORE, B., 1965. Rancidity in Lean Fish Muscle. IV. Effect of Sodium Chloride and Other Salts. *J.Fisheries Res.Board Can.*, 22: 929-944.
- CHE MAN, Y.B., RAMADAS J., 1998. Effect of Packaging Environment on Quality Changes of Smoked Spanish Mackerel Under Refrigeration. *J.of Food Quality*, 21: 167-174.
- CONNELL, J.J., 1975. The Role of Formaldehyde as a Protein Cross-linking Agent during the Frozen Storage of Cod. *J. Sci. Food Agric.*, 26: 1925-1929.

- DONALD, B., GIBSON, D.M., 1992. Preliminary Observations on the Flora of Fresh Vacuum Packed Salmon Steaks. (H.H.HUSS ve ark. editör), Quality Assurance in the Fish Industry, Elsevier Science Publishers B.V., s.107-114.
- EINARSSON, H., 1992. Predicting the Shelf Life of Cod (*Gadus morhua*) Fillets Stored in Air and Modified Atmosphere at Temperatures between -4 °C and +16 °C. (H.H. HUSS ve ark. editör), Quality Assurance in the Fish Industry, Elsevier Science Publishers B.V. s.479-488.
- EVES, A., TURNER, C., YAKUPITIYAGE, A., TONGDEE, N., PONZA, S., 1995. The Microbiological and Sensory Quality of Septage-raised Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture, 132: 261-272.
- GILBERT, J., KNOWLES, M.E., 1975. The Chemistry of Smoked Foods: A Review. J. Food Technol., 10: 245-261.
- HARDY, R., 1980. Fish Lipids. Part 2. (J.J. Connell editör), Advances in Fish Science and Technology, Fishing News (Books), London, s.103-111.
- HAWAII INTERNATIONAL SEAFOOD, INC., 1999. GRAS Notification Summary For the Use of Tasteless Smoke In the Preservation of Seafood, March 1999, 28s.
- HOFFMAN, A., BARRANCO, A., FRANCIS, B.J., DISNEY, J.G., 1977. The Effect of Processing and Storage upon the Nutritive Value of Smoked Fish from Africa. Trop. Sci., 19(1): 41-53.
- KHALIL, A.H., MANSOUR, E.H., 1998. Control of Lipid Oxidation in Cooked and Uncooked Refrigerated Carp Fillets by Antioxidant and Packaging Combinations. J.Agric.Food Chem., 46: 1158-1162.

- KOIZUMI, C., TIYAMA, S., WADA, S., NONAKA, J., 1980. Lipid Oxidation of Salted Freeze-dried Meats at Different Equilibrium Relative Humidities. Bull.Japan Soc.Sci.Fisheries, 46: 871-877.
- LIMA DOS SANTOS, C., JAMES, D., AND TEUTSCHER, F., 1981. Guidelines for Chilled Fish Storage Experiments. FAO. Fish.tech.Pap., 210s.
- LOWERN, J.A., 1962. The Lipids of Fish and Changes Occuring in Them during Processing and Storage. (E. HEEN ve R. KREUZER editör), Fish in Nutrition. Fishing News (Books), London, s.86-111.
- LYHS, U., LAHTINEN, J., FREDRIKSSON-AHOMAA, M., HYYTIA-TREES, E., ELFING, K., KORKCALA, H., 2001. Microbiological Quality and Shelf-life of Vacuum-packaged 'Gravad' Rainbow Trout Stored at 3 and 8 °C. International Journal of Food Microbiology, 70: 221-230.
- MATSUMOTO, J.J., 1979. Denaturation of Fish Muscle Proteins during Frozen Storage. (O. FENNEMA editör), Behaviour of Proteins at Low Temperatures. American Chemical Society. Washington, s.205-224.
- MATTISEK, R., SCHNEGEL, F.M., STEINER, G., 1988. Lebensmittel-Analytick. Springer Verlag Berlin, Tokyo, 440s.
- OEHLENSCHLAGER, J., 1992. Evaluation of Some Well Established and Some Underrated Indices for the Determination of Freshness and/or Spoilage of Ice Stored Wet Fish. (H.H. HUSS ve ark. editör), Quality Assurance in the Fish Industry, Elsevier Science Publishers B.V., s.339-350.
- ÖZOGUL, F., TAYLOR, K.D.A., QUANTICK, P., ÖZOĞUL, Y., 2000. Chemical, Microbiological and Sensory Evaluation of Atlantic Herring (*Chupea harengus*)

Stored in Ice, Modified Atmosphere and Vacuum Pack. Food Chemistry, 71: 267-273.

PALUDAN-MÜLLER, C., DALGAARD, P., HUSS, H.H., GRAM, L., 1998. Evaluation of the Role of *Carnobacterium piscicola* in Spoilage of Vacuum- and Modified-atmosphere-packed Cold-smoked Salmon Stored at 5 C. International Journal of Food Microbiology., 39: 155-166.

PAULUS, K., ZACHARIAS, R., ROBINSON, L., GEIDEL, H., 1979. Kritische Betrachtungen zur "Betwetenden Prüfung mit Skale" als Einem Wesentlichen Verfahren der Sensorischen Analyse. LWT, 12(1): 52-61.

PEARSON, A.M. AND YOUNG, R.B., 1989. Muscle and Meat Biochemistry. (B.S. SCHWEIGERT, S.L. TAYLOR editor), Academic Press, San Diego. California. 1989, 434s.

PLAHAR, W.A., NERQUAYE-TETTEH, G.A., ANNAN, N.T., 1999. Development of an Integrated Quality Assurance System for the Traditional Sardinella sp. And Anchovy Fish Smoking Industry in Ghana. Food Control, 10: 15-25.

RANDELL, K., HATTULA, T., AHVENAINEN, R., 1997. Effect of Packing Method on the Quality of Rainbow Trout and Baltic Herring Fillets. Lebensm.-Wiss.U. Technol., 30: 56-61.

REDDY, N.R., SCHREIBER, C.L., BUZARD, K.S., SKINNER, G.E., ARMSTRONG, D.J., 1994. Shelf Life of Fresh Tilapia Fillets Packaged in High Barrier Film with Modified Atmospheres. Journal of Food Science, 59(2): 260-264.

_____, PARADIS, A., ROMAN, M.G., SOLOMON, H.M., RHONDEHAMEL, E.J., 1996. Toxin Development by *Clostridium botulinum* in Modified Atmosphere-

Packaged Fresh Tilapia Fillets during Storage. *Journal of Food Science*, 61(3): 632-635.

_____, M.G., SOLOMON, YEP, H., ROMAN, M.G., RHONDEHAMEL, E.J., 1997a. Shelf Life and Toxin Development by *Clostridium botulinum* during Storage of Modified-Atmosphere-Packaged Fresh Aquacultured Salmon Fillets. *Journal of Food Protection*, 60(9): 1055-1063.

_____, ROMAN, M.G., VILLANUEVA, M., SOLOMON, H.M., KAUTTER, D.A., RHODEHAMEL, E.J., 1997b. Shelf Life and *Clostridium botulinum* Toxin Development during Storage of Modified Atmosphere-packaged Fresh Catfish Fillets. *Journal of Food Science*, 62(4): 878-884.

REGENSTEIN, J.M., REGENSTEIN, C.E., 1991. *Introduction to fish Technology*. An Osprey Book Published by Van Nostrand Reinhold, New York, 269s.

RODRIGUEZ-ESTRADA, M.T., PENAZZI, G., CABONI, M.F., BERTACCO, G., LERCKER, G., 1997. Effect of Different Cooking Methods on Some Lipid and Protein Components of Hamburgers. *Meat Science*, 45(3): 365-375.

SIKORSKI, Z., OLLEY, J., KOSTUCH, S., 1976. Protein Changes in Frozen Fish. *Crit.Rev.Food Sci.Nutr.*, 8: 97-129.

SIKORSKI, Z.E., 1990. *Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation*. CRC Press Inc. Boca Raton, Fla. 248s.

SPSS, 9.0 FOR WINDOWS. Paket Programı.

STEINER-ASIEDU, M., JULSHAMN, K., ØYVIND, L., 1991. Effect of Local Processing Methods (Cooking, Frying and Smoking) on Three Fish Species from Ghana: Part I. Proximate Composition, Fatty Acids, Minerals, Trace Elements and Vitamins. *Food Chemistry*, 40: 309-321.

TARLADGIS, B., WATTS, B.M., YONATHAN, M., 1960. Distillation Method for Determination of Malonaldehyde in Rancid Food. J.of American Oil Chemistry Society, 37(1): 44-48.

TOTH, L., POTTHAST, K., 1984. Chemical Aspects of the Smoking of Meat and Meat Products. Advances in Food Research, 29: 87-158.

ÜNAL, G., 1995. Gökkuşığı Alabalığı'nın (*Onchorynchus mykiss*, W.) Tütsülenmesi ve Bazı Kalite Kriterlerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Doktora Tezi.

ÜNLÜSAYIN, M., KALELİ, S., GULYAVUZ, H., 2001. The Determination of Flesh Productivity and Protein Components of Some Fish Species After Hot Smoking. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81: 661-664.

VARLIK, C., HEPERKAN, D., 1990. Hamsinin Buzda Muhafazası. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 4(1):53-58.

_____, UĞUR, M., GÖKOĞLU, N., GÜN, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No:17, 173s.

VISHWANATH, W., LILABATI, H., BIJEN, M., 1998. Biochemical, Nutritional and Microbiological Quality of Fresh and Smoked Mud Eel Fish *Monopterus albus* – A Comparative Study. Food Chemistry, 61(1/2): 153-156.

ÖZ GEÇMİŞ

1970 yılında Eskişehir’de doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Adana’da bitirdim. 1989 yılında Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi’ne girmeye hak kazandım ve 1993 yılında fakülte birincisi olarak mezun oldum. 1999 yılında, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda (İşleme Teknolojisi Alanı) yüksek lisans sınavını kazanarak, yüksek lisans eğitimime başladım. 2000 yılı, Nisan ayında , Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda açılan Araştırma Görevlisi sınavını kazandım. Halen aynı anabilim dalında eğitimime devam etmekteyim. Evli ve bir çocuk babasıyım.



T.C. YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ