



İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

83177

Doktora Tezi

83177

Modifiye Atmosferde Ambalajlama Tekniğinin Alabalık
(*Oncorhynchus mykiss*, WALBAUM 1792) Ürünlerinin Kalite
ve Dayanma Süresine Etkisi.

Sühendan METİN

Su Ürünleri Aylama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı
İşleme Teknolojisi Programı

Danışman : Prof. Dr. Candan VARLIK

Şubat-1999

İSTANBUL

TC. YÜKSEKÖĞRETİM BAKANLIĞI
DOKÜMAN

Uygundur.

06.04.1999

C. Varlık

Prof. Dr. Candan VARLIK
DANIŞMAN

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, Modifiye Atmosferle Paketleme Teknolojisinin bazı alabalık (*Oncorhynchus mykiss*, WALBAUM, 1792) ürünleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

Araştırma sırasında yapılan duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler TÜBİTAK MAM Gıda Bilimi ve Teknolojisi Araştırmaları Enstitüsü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Hazırlamış olduğum bu tez konusunu bana öneren ve çalışmam süresince desteğini esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Candan VARLIK 'a; İşleme Teknolojisi anabilim dalı öğretim üyesi sayın Doç. Dr. Nalan GÖKOğLU'na ; araştırma görevlisi arkadaşlarım Nuray ERKAN, Taçnur BAYGAR ve Özkan ÖZDEN 'e, TÜBİTAK MAM Gıda Bilimi ve Teknolojisi Araştırmaları Enstitüsü çalışanlarına; ayrıca yoğun ürün hazırlama aşamalarında yardımlarını esirgemeyen öğrenci arkadaşlara ve beni her zaman destekleyen eşime ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Sühendan METİN

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma 18/3/1999 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Bilim ve Teknik Fakültesi, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Su Ürünleri Tez programında Doktora / Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

İMZA

Prof.Dr. C. Vennet
Danışman

İMZA

Prof.Dr. Nalan Bökgeç

İMZA

Prof.Dr.

Doç.Dr. Necde Arar

İMZA

Prof.Dr.

İMZA

Prof.Dr.

İÇİNDEKİLER

Önsöz	I
İçindekiler	II
Şekil listesi	III
Tablo listesi	V
Özet	VI
Summary	VIII
1.GİRİŞ	1
1.1.Hazır Yemek Teknolojisi	2
1.2.Su Ürünlerinde Bozulma ve Kalite değişimleri	3
1.3.Ambalajlama ve Önemi	11
1.4.Modifiye atmosferde paketlenme (MAP) Teknolojisi	12
1.4.1.Modifiye Atmosferde Paketlenme Teknolojisinde Kullanılan Gazlar ve Özellikleri	15
1.4.2.Modifiye Atmosferle Paketlenme Teknolojisinin Avantaj ve Dezavantajları	18
2.MATERYAL ve METOT	20
2.1.Materyal	20
2.2.Metot	20
3.BULGULAR	28
3.1.Alabalık Burgeri	28
3.2.Alabalık Dolması	42
4.TARTIŞMA ve SONUÇ	58
4.1.Alabalık Burgeri	58
4.2.Alabalık Dolması	66
5.KAYNAKLAR	75
6.ÖZGEÇMİŞ	84

Şekil 1.1: Rigor-mortis fazında ATP parçalanması	4
Şekil 1.2: Kalite-tazelik ilişkisi	5
Şekil 1.3: Mikroorganizmaların gelişme evreleri	9
Şekil 1.4: Entegre bir tesiste CA/MA uygulama sistemi	14
Şekil 1.5: Normal depolama ve modifiye atmosferle depolama arasındaki fark	16
Şekil 2.1: Alabalık burgeri	21
Şekil 2.2: Alabalık dolması	21
Şekil 2.3: Soğuk depoda ürünlerin muhafaza edilmesi	23
Şekil 2.4: Paketleme işleminde kullanılmış olan gaz karışım cihazı	23
Şekil 2.5: Paketleme makinası	24
Şekil 2.6: Gaz ölçüm aygıtları	24
Şekil 2.7: Doku analizlerinde kullanılan Instron	27
Şekil 3.1: Alabalık burgeri duyusal analiz bulguları	28
Şekil 3.2: Alabalık burgeri pH bulguları	29
Şekil 3.3: Alabalık burgeri O ₂ ölçümü bulguları	30
Şekil 3.4: Alabalık burgeri CO ₂ ölçümü bulguları	30
Şekil 3.5: Alabalık burgeri asitlik analizi bulguları	31
Şekil 3.6: Alabalık burgeri dış kısmında yapılan L*analizi bulguları	32
Şekil 3.7: Alabalık burgeri dış kısmında yapılan a*analizi bulguları	33
Şekil 3.8: Alabalık burgeri dış kısmında yapılan b*analizi bulguları	33
Şekil 3.9: Alabalık burgeri iç kısmında yapılan L*analizi bulguları	34
Şekil 3.10: Alabalık burgeri iç kısmında yapılan a*analizi bulguları	35
Şekil 3.11: Alabalık burgeri iç kısmında yapılan b*analizi bulguları	35
Şekil 3.12: Alabalık burgeri doku ölçümü bulguları	36
Şekil 3.13: Alabalık burgeri ağırlık değişimi ölçümü bulguları	37
Şekil 3.14: Alabalık burgeri nem değişimi ölçümü bulguları	37
Şekil 3.15: Alabalık burgeri TVB-N analizi bulguları	38
Şekil 3.16: Alabalık burgeri toplam bakteri yükü bulguları	39
Şekil 3.17: Alabalık burgeri <i>Lactobacillus</i> sp. analizi bulguları	40
Şekil 3.18: Alabalık burgeri <i>Staphylococcus</i> sp. analizi bulguları	40
Şekil 3.19: Alabalık burgeri toplam koliform analizi bulguları	41
Şekil 3.20: Alabalık burgeri maya-küf analizi bulguları	42
Şekil 3.21: Alabalık dolması duyusal analiz bulguları	43
Şekil 3.22: Alabalık dolması pH bulguları	44
Şekil 3.23: Alabalık dolması O ₂ ölçümü bulguları	44
Şekil 3.24: Alabalık dolması CO ₂ ölçümü bulguları	45
Şekil 3.25: Alabalık dolması asitlik analizi bulguları	46
Şekil 3.26: Alabalık dolması dış kısmında yapılan L*analizi bulguları	47
Şekil 3.27: Alabalık dolması dış kısmında yapılan a*analizi bulguları	47
Şekil 3.28: Alabalık dolması dış kısmında yapılan b*analizi bulguları	48
Şekil 3.29: Alabalık dolması iç kısmında yapılan L*analizi bulguları	49
Şekil 3.30: Alabalık dolması iç kısmında yapılan a*analizi bulguları	49
Şekil 3.31: Alabalık dolması iç kısmında yapılan b*analizi bulguları	50
Şekil 3.32: Alabalık dolması doku ölçümü bulguları	51

Şekil 3.33: Alabalık dolması ağırlık değişimi ölçümü bulguları	51
Şekil 3.34: Alabalık dolması nem değişimi ölçümü bulguları	52
Şekil 3.35: Alabalık dolması TVB-N analizi bulguları	53
Şekil 3.36: Alabalık dolması toplam bakteri yükü bulguları	53
Şekil 3.37: Alabalık dolması <i>Lactobacillus</i> sp. analizi bulguları	54
Şekil 3.38: Alabalık dolması <i>Staphylococcus</i> sp. analizi bulguları	55
Şekil 3.39: Alabalık dolması toplam koliform analizi bulguları	55
Şekil 3.40: Alabalık dolması maya-küf analizi bulguları	56
Şekil 3.41: Alabalık dolması <i>Pseudomonas</i> sp. analizi bulguları	57



Tablo Listesi:**Sayfa no:**

Tablo 1.1: Balık bozulmasının basamakları	8
Tablo 2.1: Duyusal değerlendirme tablosu	25
Tablo 3.1: Alabalık burgeri duyusal analiz bulguları	28
Tablo 3.2: Alabalık burgeri pH bulguları	29
Tablo 3.3: Alabalık burgeri O ₂ ölçümü bulguları	30
Tablo 3.4: Alabalık burgeri CO ₂ ölçümü bulguları	30
Tablo 3.5: Alabalık burgeri asitlik analizi bulguları	31
Tablo 3.6: Alabalık burgeri dış kısmında yapılan L*analizi bulguları	32
Tablo 3.7: Alabalık burgeri dış kısmında yapılan a*analizi bulguları	32
Tablo 3.8: Alabalık burgeri dış kısmında yapılan b*analizi bulguları	33
Tablo 3.9: Alabalık burgeri iç kısmında yapılan L*analizi bulguları	34
Tablo 3.10: Alabalık burgeri iç kısmında yapılan a*analizi bulguları	34
Tablo 3.11: Alabalık burgeri iç kısmında yapılan b*analizi bulguları	35
Tablo 3.12: Alabalık burgeri doku ölçümü bulguları	36
Tablo 3.13: Alabalık burgeri ağırlık değişimi ölçümü bulguları	36
Tablo 3.14: Alabalık burgeri nem değişimi ölçümü bulguları	37
Tablo 3.15: Alabalık burgeri TVB-N analizi bulguları	38
Tablo 3.16: Alabalık burgeri toplam bakteri yükü bulguları	39
Tablo 3.17: Alabalık burgeri <i>Lactobacillus</i> sp. analizi bulguları	39
Tablo 3.18: Alabalık burgeri <i>Staphylococcus</i> sp. analizi bulguları	40
Tablo 3.19: Alabalık burgeri toplam koliform analizi bulguları	41
Tablo 3.20: Alabalık burgeri maya-küf analizi bulguları	42
Tablo 3.21: Alabalık dolması duyusal analiz bulguları	43
Tablo 3.22: Alabalık dolması pH bulguları	43
Tablo 3.23: Alabalık dolması O ₂ ölçümü bulguları	44
Tablo 3.24: Alabalık dolması CO ₂ ölçümü bulguları	45
Tablo 3.25: Alabalık dolması asitlik analizi bulguları	45
Tablo 3.26: Alabalık dolması dış kısmında yapılan L*analizi bulguları	46
Tablo 3.27: Alabalık dolması dış kısmında yapılan a*analizi bulguları	47
Tablo 3.28: Alabalık dolması dış kısmında yapılan b*analizi bulguları	48
Tablo 3.29: Alabalık dolması iç kısmında yapılan L*analizi bulguları	48
Tablo 3.30: Alabalık dolması iç kısmında yapılan a*analizi bulguları	49
Tablo 3.31: Alabalık dolması iç kısmında yapılan b*analizi bulguları	50
Tablo 3.32: Alabalık dolması doku ölçümü bulguları	50
Tablo 3.33: Alabalık dolması ağırlık değişimi ölçümü bulguları	51
Tablo 3.34: Alabalık dolması nem değişimi ölçümü bulguları	52
Tablo 3.35: Alabalık dolması TVB-N analizi bulguları	52
Tablo 3.36: Alabalık dolması toplam bakteri yükü bulguları	53
Tablo 3.37: Alabalık dolması <i>Lactobacillus</i> sp. analizi bulguları	54
Tablo 3.38: Alabalık dolması <i>Staphylococcus</i> sp. analizi bulguları	54
Tablo 3.39: Alabalık dolması toplam koliform analizi bulguları	55
Tablo 3.40: Alabalık dolması maya-küf analizi bulguları	56
Tablo 3.41: Alabalık dolması <i>Pseudomonas</i> sp. analizi bulguları	57

ÖZET

Modifiye Atmosferde Ambalajlama Tekniğinin Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*, WALBAUM 1792) Ürünlerinin Kalite ve Dayanma Süresine Etkisi

Son yıllarda dünyada olduğu gibi, ülkemizde de hazır yemekler çalışan kadın ve yalnız yaşayan kişi sayısının artması, beslenme alışkanlıklarının değişmesi sonucu marketlerde ve evlerimizde daha çok yer tutmaya başlamıştır. Tüketici, beslenme konusunda giderek daha bilinçli olmaya ve proteince zengin, doymamış yağ asitlerini yüksek seviyede içeren ve sindirimi kolay olan gıdalara yönelmektedir. Balık ve diğer su ürünleri, bu nitelikleri bünyesinde ideal bir şekilde barındırmaktadır.

Bundan 7-8 yıl önce tüketicinin satın almayı hiç düşünmediği konserve ve dondurulmuş olarak satılan çeşitli su ürünlerinin bugün giderek artan bir çeşitlilikle sunulduğu ve her gün piyasaya yeni ürünlerin girdiği bir gerçektir. Özellikle batı ülkelerinde tüketicinin günlük alış-verişinin büyük bölümünü oluşturan hazır gıdalar ülkemizde de marketlerde giderek daha önemli bir yer kaplamaya ve giderek daha da tercih edilir hale gelmeye başlamıştır. Bu ürünlerin çeşitliliğinin artırılarak tüketiciye yeni seçenekler sunulmasının önem kazanan bir konu olmasıyla birlikte, olabildiğince uzun süre sağlıklı olarak saklanabilmesi de önem taşımaktadır. Bu ihtiyaçtan yola çıkılarak, çalışmamızda ülkemizde önemli bir üretim potansiyeli olan alabalık kullanılarak hazır ürünlerin geliştirilmesi amaçlanmıştır; ve bu ürünlerin dayanım süresinin artırılması konusunda modifiye atmosferle paketlenme teknolojisine etkisi incelenmiştir.

Çalışmada, alabalık burgeri ve dolması olmak üzere iki ürün hazırlanmış ve paketlenerek +4°C'de depolamaya alınmışlardır. Ürünler, tamamen atmosferik hava ile paketlenen kontrol grubu, %5 O₂+%35 CO₂ +% 60N₂ içeren A grubu ve % 30CO₂+% 70 N₂ içeren B grubu olmak üzere üç grup halinde paketlenmişlerdir. Alabalık burgerlerinde 7, dolmalarında ise 3 günde bir olmak üzere yapılan duyu, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerle paketlenme koşullarının depolama süresi üzerine etkisi araştırılmıştır. Elde edilen duyu ve TVB-N analizi sonuçlarına göre, kontrol (atmosferik hava içeren) grubu olarak paketlenen alabalık burgerlerinin raf ömrü 21, modifiye atmosfer şartlarında hazırlanan A ve B gruplarının ise 35 gün olarak tespit edilmiştir. Ancak, özellikle toplam bakteri yükünün depolamanın erken safhalarından itibaren yüksek oluşu, ürünün bu kadar uzun sürelerde tüketilmesini riskli kılmaktadır. Alabalık dolmalarında ise dayanım süresinin kontrol grubunda 6, A ve B gruplarında ise 9 gün olduğu belirlenmiştir. Bu, modifiye atmosferle paketlenmenin raf ömrünü alabalık dolmaları için % 50 oranında artırdığını göstermektedir. Özellikle satıcı açısından soğutulmuş olarak satışa sunulan bir su ürününün raf ömrünü 1-2 gün artırmak bile büyük avantajlar sağlamakta olduğundan, bunun olumlu bir sonuç olduğu görülmekte, bu konuda araştırma ve geliştirmelere devam edilmesi gerekli görülmektedir. Modifiye atmosferle hazırlanan A ve B grubu örneklerin dayanım süreleri arasında belirgin bir farklılık saptanmamış olup, her iki paketlenme ortamının da raf ömrünün artırılması konusunda başarılı olduğu görülmüştür.

Ürün hazırlama aşamasında hijyen ve sanitasyona dikkat edilmesi, üretim ve paketleme alanının mikroorganizma gelişimini artıracak şekilde sıcak olmaması, ürünün hazırlandıktan sonra açıkta ve sıcakta bekletilmemesi, kullanılacak olan katkı maddelerinin mikrobiyal açıdan temiz olması gibi faktörlere dikkat edilmesi ürünün başlangıç kalitesini artıracığından daha uzun süre sağlıklı olarak korunabilen ürünler elde edilmesi açısından faydalı olacaktır. Ürün paketlerinin depolanması aşamasında sürekli sıcaklık kontrolünün sağlanması, güneş ışığı altında kalacak şekilde saklanmaması ve tüketim aşamasına kadar soğuk zincirin kırılmamasına dikkat edilmesi de son derece önemlidir.

Ülkemizde modifiye atmosfer çalışmaları yeni başlamış olup, bu konuda su ürünleri üzerine yapılmış çalışma da yok denecek kadar azdır. Paketlenen balığın ya da su ürününün türü, paketlemede kullanılan gazlar, depolama sıcaklığı; paketlenen ürün bir hazır yemekse bunun yapımında kullanılan balığın türü, katkı maddeleri, ürüne ön pişirme uygulanmış veya uygulanmamış olması gibi faktörler modifiye atmosferin depolama süresine etkisini değiştireceğinden, bu konuda yapılacak olan yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.



SUMMARY

The Effect of Modified Atmosphere Packaging Technology on the Quality and the Shelf Life of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*, WALBAUM 1792) Products.

With the increasing numbers of the working women, and the people living alone, and depending on some changings on the nourishing behaviour of the people ready foods recently started to take place in our country as well as at the whole world. The consumers gradually become much more conscious about the nourishment and incline towards the foods which contain rich protein, plentiful unsaturated fat acids, and easily digested. Fish and other water products perfectly include these characteristics in their contents.

Although 7-8 years ago most of the consumers never think to buy, today the canned or frozen water products are gradually introduced with the increasing variety and it is fact that, every day new products takes place at the market. Especially at the developed western countries ready foods have the most parts of the daily shoppings of the consumers. In these days in our country also the ready foods take more important place in the markets and gradually get to be preferred. To increase the diversities of these products and to offer new alternatives to the consumers have a great importance but to keep them as long as possible in a good condition has also an important role. For this respect in this study; the trout, which has a great production capacity in Turkey, was used. To improve the ready foods and to increase the resistance of the products packaging under modified atmosphere method was used and the effects of this technology was tested.

In this study, two different products; the trout burger and the stuffed trout were prepared, packaged and stored under +4°C condition. Pruducts were packaged in three groups. Control group was under normal atmospheric conditions. The second one was group A which includes %5 O₂ +%35 CO₂ +% 60 N₂ . The third one was group B which includes %30 CO₂ +% 70 N₂ . To find out the influences of the packaging conditions; the sensorical, the physical, the chemical and the microbiological tests were done in 7 day intervals for the trout burgers but in 3 day intervals for the stuffed trouts. According to the results of the sensory and TVB-N analyses; the shelf life of the control group, trout burgers' packages were 21; but the A and B groups' shelf life were 35 days. But, because of the high levels of the TVC at the early stage of the storage do the product consumption risky for such a long period. The shelf life of stuffed trouts were 6 days for control groups and 9 days for A and B groups. It shows that, packaging under modified atmospheric conditions lenghtens the shelf life of the stuffed trouts %50. From the salesman's point of wiev, even one or two days excess lenghtening of the shelf life of the frozen water products provide a great advantage. For this respect, the further investigations about this subject are necessary. A and B group samples which were prepared by modified atmosphere both showed a good performance to lenghten the shelf life but they have no any significant difference between them.

All the higienic and sanitation rules must be strictly obeyed during the preperation of the products. Because of the development of the microorganisms, the production and package areas ought not to be hot, prepared products must not be waited at the open and hot places. The ingredients which are used in products must be clean and safe from microorganisms. To obey these rules, will provide a high quality at first step and consequently products can be protected more longer. During the storatıon of the packages; to obtain the continously heat control and keep the products from the sun rays and be sure not to break the cold chain are very important.

Modified atmosphere studies have been newly started in Turkey, and the studies on the water products are as few as nothing. The species of the packaged fish or the water product, and the gases used for packaging, and the storage heat , if the packaged products are prepared foods the species of the fish, and additive materials, and to use the precooking or not, will change the effects of the modified atmosphere on the storage period. Consequently, many different further studies need to be done about these subjects.



1.GİRİŞ

İnsanoğlu yer yüzünde var olduğu sürece; teknolojinin gelişmesi ve yaşam şeklinin farklılaşması ile gıda tüketimi ve ihtiyacı arasındaki dengede değişimler meydana gelecektir. Çağımızda meslek faaliyetleri; bedensel çalışmalar yerine daha çok zihinsel güç gerektiren bir hale gelmiş olup, bu durum giderek daha da yaygınlaşmaktadır. Buna bağlı olarak proteince zengin, kolay sindirilebilir gıdalara yönelim görülmüş, toplumun bilinçli beslenme alışkanlıkları kazanmasıyla da doymuş yağlarca zengin gıdaların tüketiminden kaçınılır olmuştur. Çalışan kadın ve yalnız yaşayan insan sayısının artmasına bağlı olarak da hazırlanması ve sunumu daha kolay hazırlanıp sunulabilen gıdalara talep artmıştır.

Su ürünleri bu anlamda son derece önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Balık kası yaklaşık olarak %17-20 oranında protein içermekte olup eksojen aminoasitleri de yeterli ve dengeli oranda bulundurmaktadır. Ayrıca bağ dokusunun azlığı sebebiyle de (%2) çok kolay sindirilmektedir [1,2] Beslenmede yağların doymamış yağ asitlerince zengin doymuş yağ asitlerince ise fakir olması önem taşımaktadır. Balık yağında doymamış olan omega 3 ve omega 6 yağ asitleri bulunmaktadır. Omega 3 yağ asitlerinin kalp ve damar hastalıklarında önemli bir risk faktörü olan LDL (Düşük yoğunluklu lipoproteinler) ile kolesterolün kandaki seviyesini düşürerek hastalanma riskini azalttığı bilinmektedir [3]. Bazı türlerin karaciğer yağlarında yüksek konsantrasyonda yağda eriyen vitaminler (özellikle A ve D) bulunmaktadır. Su ürünleri, suda eriyen vitaminlerden B₁, B₂, B₆ vitaminleri ve nikotinik asit bakımından da zengindir [1]. Tüm bunlara bağlı olarak, balık ve diğer su ürünlerinin tüketimi günümüz insanının diyetinde giderek daha da önemli bir yer işgal etmektedir.

Oysa üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde, giderek artan çevre kirliliği ve bilinçsiz avcılık sonucunda tüketime sunulabilen balık sayısı gün geçtikçe azalmakta ve yukarıda anlatılan sebeplerden dolayı giderek önem kazanan bu ürünlerin temini zorlaşmaktadır. Bu da, çiftliklerde intensiv koşullarda yapılan balık yetiştiriciliğini önemli kılmakta ve son yıllarda başta alabalık olmak üzere çeşitli türlerin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkemizdeki alabalık üretimi son yıllarda yaygınlaşmış olup, bu balık halk tarafından da benimsenmiştir. Yurdumuzda toplam iç su balığı üretimi 33201 ton olup, bunun 17180 tonunu alabalık oluşturmaktadır [4]. Bu rakam, kültür balıkçılığında alabalığın önemini çok iyi ifade etmektedir.

Diğer su ürünlerinde olduğu gibi alabalık da yurdumuzda genellikle işlenmemiş olarak tüketilmektedir. Son yıllarda ise özellikle alabalık üreticileri bu balıkla yapılabilecek tüketime hazır gıdaların arayışı içerisindeyler. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de eğitim ve gelir düzeyi ile çalışan aile sayısının artması üzerine hazır gıda tüketimine olan talep çoğalmakta, böylece üretici de bu alanda arayış içine girmektedir. Hazır yemek teknolojisinde su ürünlerinin kullanılması sağlıklı ve besleyici gıda üretimi açısından gereklidir. Ancak av sezonunun kısıtlı olması, balığın avcılık durumuna bağlı olarak her zaman temin edilememesi, fiyatının değişken olması gibi bir takım zorluklar içermektedir. Bu sebeple intensiv olarak yetiştirilen balıkların hazır yemek yapımında kullanılması yılın her zamanı temin edilebilir oluşu, fiyatının avcılıkla temin edilen balıklara göre sabit oluşu sebebiyle önemli avantajlar taşımaktadır. Ülkemizde

yetiştiriciliği yapılan balık türleri arasında en yaygını olan alabalıktır. Aynı zamanda kılıcı az ve büyük bir balık olduğundan hazır yemek üretiminde tercih edilecek özelliktedir. Bu sebeple hazır yemek üreticileri için kolay bir hammadde olan alabalık, halkımızın da tadına alışkın olduğu ve benimsediği bir lezzete sahiptir.

Bu çalışmada ülkemizde önemli bir üretim potansiyeli olan alabalık kullanılarak hazır ürünlerin geliştirilmesi amaçlanmış ve bu ürünlerin dayanım süresinin artırılması konusunda modifiye atmosferle paketlenme teknolojisinin etkisi incelenmiştir

1.1.HAZIR YEMEK (CATERING) TEKNOLOJİSİ

Günümüzde değişim içindeki dünyamızın en önemli sorunlardan biri; sağlıklı, gıdaların yeterli ve nitelikli bir şekilde üretilmesidir. Gıda sanayiinin gelişmesine şekil verecek olan önemli etkenler; değişen tüketici eğilimi, sıkı rekabet koşulları ve teknolojik gelişme olarak özetlenebilir [5].

Çalışan kadın ve yalnız yaşayan insan sayısının artması, tüketiciyi yenilmeye hazır, besleyici ve lezzetli gıda arayışına itmekte ve hazır yemek teknolojisi de giderek önem kazanmaktadır.

Hazır yemek (Catering) teknolojisi, tüketiciye hazır bir şekilde sunulmak üzere hazırlanan gıdaların ön işlemlerden ve pişirme işleminden sonra ya da değişik saklama yöntemlerinin uygulanmasını takiben uzun süre korunarak depolanması ve tüketim öncesi ısıtma aşamalarını içermektedir. Oteller, yemekhaneler, okullar, ordular, fabrikalar, hava ve demiryolu ulaşımı şirketleri de standart ve besleyici sistemlere ihtiyaç duymaktadırlar. Bu amaçla yapılan hazır yemek üretimi ve tüketiciye ulaştırılması işlemleri 'CATERING' olarak bilinmektedir [6].

Servise hazır yemekler,

- Uygun işleme ve koruma tekniğinin uygulandığı, belirli bir dayanma süresine sahip olan,
- Doğrudan ya da yeme sıcaklığına kadar ısıtılarak tüketilebilen,
- Başlı başına ya da bazı maddelerle birlikte yemek olarak kabul edilebilen ürünlerdir [7].

Catering metotlarının çeşitleri sonsuzdur, ancak catering servisinin çok kullanılan bazı önemli kısımlarından söz etmek mümkündür:

a) "Fast food" ürünler: Bu sistemde, ürün tüketimine karar verildikten hemen sonra pişirilir. Bunun için uygun olan gıdalar, doğal olarak kısa sürede pişirme işlemi yapılabilen yiyeceklerle sınırlıdır. Bu sisteme örnek olarak, porsiyonlanmış ve daha çok evlerde kullanılmak için uygun olan besinler verilebilir.

b) Hazır menüler: Hazır menülerin büyük miktarlarda tüketime sunulması durumunda, bunların ön hazırlığı ve pişirilmesi şart olmaktadır. Ancak ne yazık ki, gıda zehirlenmeleri de pişirilmeden servise kadar ki kötü depolama şartlarında ve gıdaların uygun olmayan sıcaklıklarda depolanması aşamalarında ortaya çıkmaktadır.

c) Pişirme-dondurma sistemleri: Bu sistemde derin dondurucuda depolamaya ihtiyaç duyulur. Örneğin hastaneler gibi, yemeğin sıcak olarak ulaştırılması önemli olan yerler için gereklidir. Bu sistem, geniş çapta kitleye hizmet verilmesini sağlar ve tecrübeli eleman kullanımını gerektirir. Üretim boyunca, özellikle de porsiyonlama işleminde

hijyene dikkat edilmelidir.

d) Pişirme- soğutma sistemleri: Gıdanın pişirilip soğutulmasını ve kontrollü olarak dondurma noktasına yakın sıcaklıklarda depolanmasını içerir. Bu sistem, pişirme-dondurma sisteminin pek çok avantajına sahiptir ve yiyeceğin dondurulmuş ürün gibi mikrodalga fırında pişirilmesini de gerektirmez. Ama sıcaklıktaki küçük bir artış bakteri gelişimine sebep olabileceğinden, sistem dikkatle kontrol edilmelidir.

e) Siparişe göre hazırlanan yemekler: Bu metotta, usta bir üretici tarafından üretimin sorumluluğu alındığında, çok sevilen gıdalar üretilir.[8].

Çorba, salata, hamur işi ürünler, porsiyonluk et ve sebze yemekleri, dondurulmuş gıdalar hazır yemek teknolojisi kullanılarak üretilen ürünlere örnek olarak verilebilir. Hazır yemek üretiminde genelde et, çeşitli su ürünleri, yumurta, peynir, sebze, patates, makarna, pirinç gibi hammaddeler kullanılmaktadır [9]. Kullanılacak olan hammaddenin kalitesi, son ürünün kalitesini doğrudan etkileyeceğinden, son derece önemlidir. Düşük kalitedeki bir hammadde ile kaliteli bir ürün elde edilemez [6]. Hazır yemek uygulamasında yapılacak olan ayıklama, yıkama, kesme, soyma gibi ön işlemler sırasında mikrobiyolojik kontaminasyon olmamasına çok dikkat edilmelidir. Özellikle su ürünleri diğer gıdalara göre çabuk bozulan ürünler olduklarından, catering uygulamalarında daha dikkatli olunmalıdır.

1.2. SU ÜRÜNLERİNDE BOZULMA VE KALİTE DEĞİŞİMLERİ

Catering teknolojisinde ürünün iyi bir şekilde formüle edilip hazırlanmasının yanı sıra, uzun süre muhafaza edilebilir oluşu da önem taşımaktadır. Bu konuda su ürünleri ile çalışmak bazı zorluklar getirmektedir. Çünkü su ürünleri diğer gıdalardan daha çabuk bozulmaktadırlar. Bu durum, su ürünlerinin bağ doku yönünden fakir, boşluklu bir yapıda olmalarından dolayı meydana gelmektedir. Ayrıca pH değerlerinin ve nem içeriklerinin yüksek olması nedeniyle et ürünlerine göre bozulmaya daha hassas olup, yüzeysel kurumanın hızlı olması nedeniyle de soğukta depolanmaları daha sorunlu olmaktadır [10,11].

Soğuk zincirde sıcaklık ve sürenin kaliteye etkisi farklıdır. Düşük sıcaklıkta depolama süresi uzarken, yüksek sıcaklıkta azalır. Soğuk zincirde en önemli sorun, gıdanın depo dışında kaldığı sıcaklık-süre koşullarının olumsuz etkisidir. Bozulma değerleri sıcaklıkta her 10 ° C artış olduğunda iki kat çoğalır. Bunun için, gıdalar kısa sürede soğutulmalı veya dondurulmalı, tüketilene kadar da soğukta muhafaza edilmelidir [12]. Balıklar, genellikle 0°C ile 5° C sıcaklıkta ve %90-95 nisbi nem içeren soğuk ortamlarda 5-20 gün muhafaza edilebilmektedirler [13]. Mezofilik ve termofilik mikroorganizmaların gelişmesi, soğutma sıcaklıklarında büyük oranda azalır. Psikrofilik mikroorganizmalar, şüphesiz 0° -15° C lerde iyi gelişirler, fakat gelişimleri 15° - 45° C dekinden daha yavaştır. Soğutma sıcaklığının düşük tutulması mikroorganizmalar tarafından bozulmayı geciktirmiş olmaktadır [14].

Balık endüstrisinde kaliteyi en fazla etkileyen faktörler; zaman, sıcaklık, kontaminasyon, hasar ya da bozulma, hijyen ve sanitasyon, ekipman ve yöntemler, ürünün paketlenmesi, katkıların doğruluğudur [15].

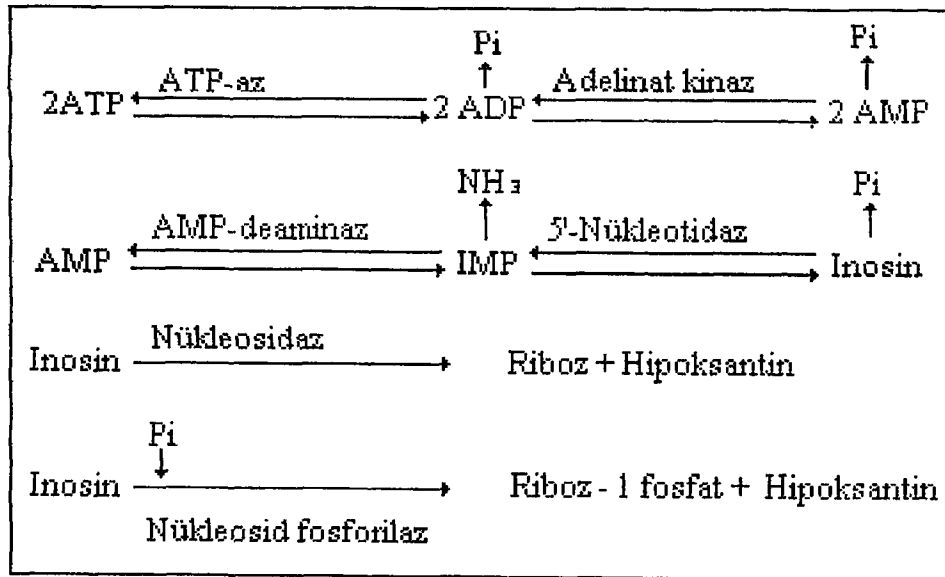
Balık etinde meydana gelen kimyasal ve biyokimyasal prosesler sıcaklığa karşı hassas olup, genelde sıcaklık düştükçe azalır. Başlıca biyokimyasal değişimler:

Glikoliz: İntrinsik enzim faaliyetlerinin çoğunlukla en belirgin ilk işareti postmortemde görülmektedir. Bu, kaslarda glikojenin glikoliz yardımıyla laktoz haline değişimidir.

Proteoliz: Laktik asit üretimi pH'nın 6.4'e doğru düşmesine yol açar. Proteoliz, serbest aminoasitlerin artmasıyla sonuçlanır, fakat bunun derecesi türe göre değişir. Bozulma başlangıcında otolizden kaynaklanan en belirgin fiziksel değişim aşırı beslenmiş balıklardaki karın duvarlarının patlamasıdır. Dokulardaki sindirim enzimlerinin yoğunluğu ve faaliyeti yüksek olup, hücre duvarlarını ve çevre dokuları kısa zamanda eritmeye başlar.

Nükleotid bozulması: Solunumun bitişinden hemen sonraki posmortemde dokularda görülen bir durumdur [16].

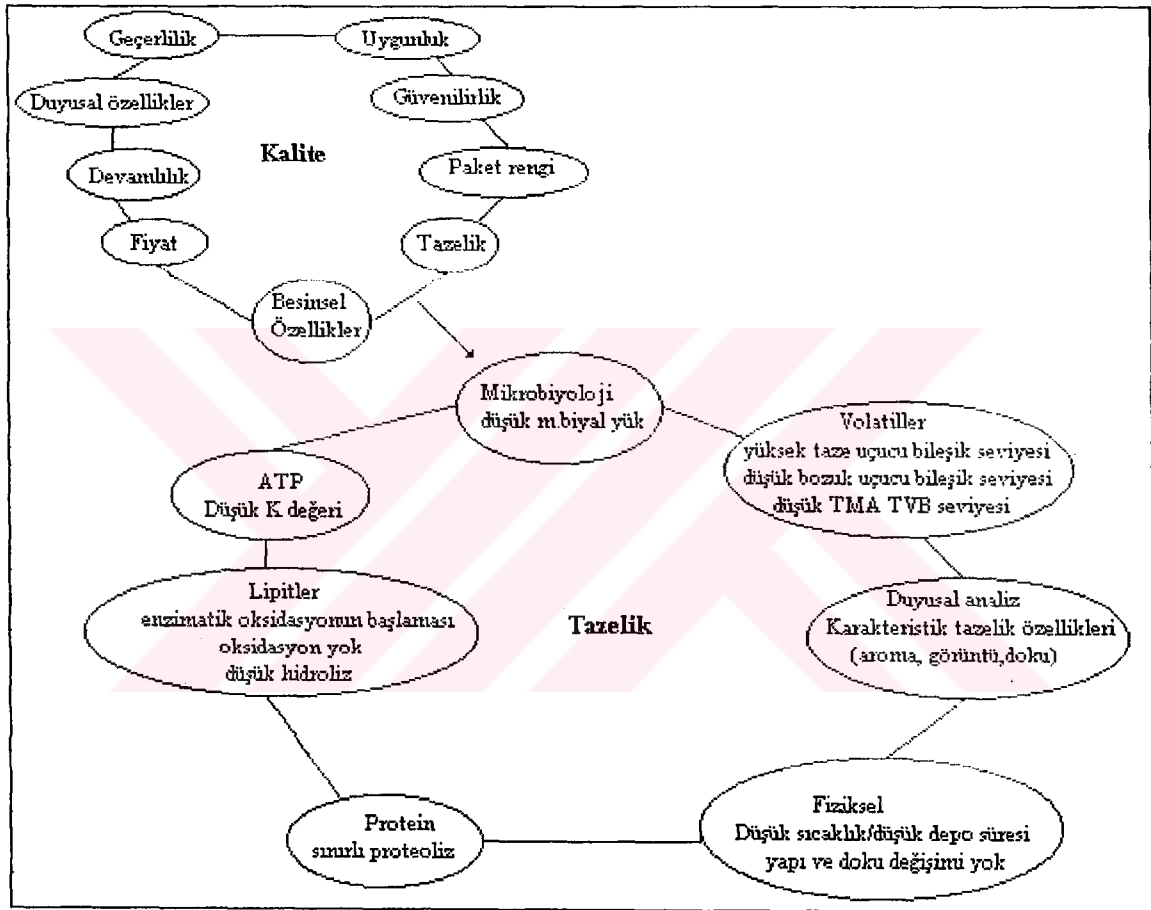
Balıktaki bozulma belirtilerinin görülme süresi üzerinde Rigor-mortisin önemli etkisi bulunmaktadır. Balığın rigor-mortiste olduğu süre ne kadar uzun olursa o denli geç bozulmaktadır. Genelde rigor tamamlanıncaya kadar balığın bakteriyal bozulmasının başlamayacağı kabul edilir. Çünkü rigor sırasındaki pH bakteriler için uygun olmamaktadır [17]. Rigor-mortis ölümden sonra oluşan sertleşmedir ve kas dokudaki bir çok komplike kimyasal değişimlerin etkisiyle meydana gelir. Kasta bulunan glikojen ve fosfatlar enerji yönünden zengindirler. Ölümden sonra ATP enzimatik olarak ADP'ye parçalanır, bu sırada enerji açığa çıkar. ADP'nin bir kısmı glikojenin glikolizi ile ATP'ye geri sentezlenir, kalanı ise defosforilasyonla AMP'ye, AMP de dezaminasyonla IMP'ye parçalanır. Bu sırada glikojen laktik aside dönüşür, bu da etin asitliğini artırır. Ölüm süresine bağlı olarak miyosin ile bağlı olan ATP kalmadığından, miyosin aktin ile birleşir. Böylece oluşan aktomiyosin etin sertleşmesine neden olur. Bu ölüm sertliği denen Rigor-mortis'tir ve daha sonra otolitik proseslerle aktin-miyosin bağının parçalanmasıyla sona erer [2]. ATP parçalanması Şekil 1.1'de görülmektedir.



Şekil 1.1. Rigor-Mortis Fazında ATP Parçalanması [18].

Avlama yöntemi balığın rigora giriş ve rigorda kalma süresi üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Balığın avlanması ve öldürülmesi sırasında glikojenin tükenmesi, bakteriyel bozulmayı da hızlandırır. Bu yüzden balık avlandıktan hemen sonra pazarlanmalı veya uygun şekilde muhafaza edilmelidir. Balık proteininin bu hızla bozulması, amonyak kokusunu üretir ve ürünün kabul edilebilirliğini azaltır[19].

Tazelik; balık ve balık ürünlerinin kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve sonuçta elde edilen ürünün kalitesi açısından son derece önemlidir. Şekil 1.2'de kalite ve tazelik arasındaki ilişki gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Kalite-Tazelik ilişkisi [20]. Kalite, tazeliğin bir fonksiyonudur, tazelik de kalite için vazgeçilmezdir. Üstteki 'kalite' döngüsü kaliteye katkıda bulunan faktörleri içerir ve alttaki 'tazelik' döngüsü de balık tazeliğini değerlendirmede kullanılan çeşitli faktörleri kapsar.

Bozulma belirtileri rigor halinin sona ermesi ile görülmeye başlar ve bu değişimler duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerle belirlenerek balığın tazelik durumu saptanabilir. Ancak heterojen bir yapıya sahip olan su ürünlerinin içerdiği yıkım ürünleri, balığın içinde bulunduğu çeşitli çevresel faktörlerden etkilendiği için, duyuşal analiz bulguları diğer analiz bulgularından daha önemli bir parametre olmaktadır [21]. Duyusal analizler karar vermede büyük önem taşımakla beraber, sübjektif olmaları nedeniyle de kesin sonuçlar elde edilmesi zor olup, diğer metotlarla desteklenmesi gerekmektedir. Bununla beraber, duyuşal analiz sonuçları uygun olmayan bir ürün

tüketime sunulamaz [2,22] . Balıktaki duyusal kalite değişiminin tayini için çeşitli skalalar ve metotlar mevcut olup, hedonik skalaya göre yapılan duyusal analizlerde 10 tasnif derecesi bulunmaktadır [23].

Fiziksel analizler, ürünün tazeliğinin belirlenmesinde sıkça kullanılmakta olup, pH tayini bunların en yaygın olarak kullanılanıdır. Balıkta ölümden sonra, aerobik solunumun kesilmesi sonucu, glikoz enzimler aracılığıyla laktik aside dönüşmekte ve etteki asitlik bir süre için düşmektedir[14]. Daha sonra, enzim ve bakterilerin etkisiyle balığın oksidoredüksiyon dengesi bozulmakta, serbest hidrojen ve hidroksil iyonlarının dengesi değişmekte, böylece balık bozuldukça pH artmaktadır. Taze balık için pH 6.0-6.5 arasındadır. Bu değer depolama sırasında yükselir ve tüketilebilirlik sınır değeri 6.8-7.0 olarak kabul edilir. Ancak bu pH değerleri türe, çevresel faktörlere ve balığa uygulanan işlemlere bağlı olarak değişebilmektedir [1,24] .

Toplam asitlik genelde pH ile karıştırılan bir kavramdır. 'Toplam asitlik' ve 'pH' asitlik olgusuyla ilgili olup, birbiriyle karıştırılmamalıdır. pH, etkili asitliği, yani asitliğin gücünü tanımlamak için kullanılır. Toplam asitlik ise, asidin zayıf ya da kuvvetli oluşuna bağlı olmaksızın toplam asit miktarını gösterir [25] .

Fiziksel analizlerden bir diğeri de doku (tekstür) analizleridir. Tekstürün kalite ve beğenilirliği etkileyen bir özellik olduğu açıktır. Tekstür; duyusal analizler sırasında da görerek ve dokunarak subjektif olarak ölçülmesinin yanı sıra, doku ölçüm cihazlarıyla da tayin edilebilir. Balıktaki tekstür değişiklikleri tazeliğin kaybı ve yumuşaklığın artması ile birlikte görülür. Yumuşak doku, kimi zaman kasların protozoonlarla enfekte olması ya da salmonların yumurtlama dönemi gibi dönemlerde taze balıkta da görülebilir. Kas tellerinin kalınlığı ve etin bileşimi dokuya etki etmektedir. Özellikle doku özellikleri ile intramusküler kas arasında bir ilişki vardır. İntramusküler yağ miktarı etin sululuğu ve yumuşaklığına pozitif yönde etki eder [26,27].

Su ürünlerinin kalitesini belirlemede önem taşıyan bir diğer fiziksel özellik renktir. İnsanların gıdanın tat ve kokusu ile olduğu gibi, rengi ile ilgili de beklentileri vardır. Bir gıda 'doğru' renkte değilse, 'olması gereken' tatta da olmadığı hissedilmektedir. Gıdanın rengi, kokusu bizi cezbetmeden önce ilk dikkatimizi çeken özelliktir. Bu yüzden, gıdanın görüntüsü onun tadı, kokusu, sıcaklığı ve dokusu hakkındaki kararımızı etkiler [28].

Balık ve diğer su ürünlerindeki renk değişimi esas olarak enzimatik ve enzimatik olmayan oksidasyon sonucudur. Beyaz etli balıkların rengi kremden griye doğru değişir. Kan pigmentlerinin kimyasal enzimatik oksidasyonu sonucu koyu kırmızı renkli kaslar kahverengileşir. Taze balık eti parlaktır, oysa bozuk balık opaklaşır. Taze balıkta deri sulu ve temiz, bayatta ise, bakteriyel gelişim nedeniyle bulanık, rengi bozulmuş bir haldedir [27]. Balık etinde meydana gelen renk değişimlerinin belirlenmesi için çeşitli aletler geliştirilmiş olup, son yıllarda bir çok çalışmada bir tristimulus (üç uyarıcılı) fotoelektrik colorimetre olan Hunterlab renk ölçüm aygıtı kullanılmıştır[29]. Renk

ölçümünde genellikle ΔE ve ΔL sırası ile beyaz standardındaki renk ve parlaklık farkını gösterir. Parlaklık kelimesi dalga boyuna bakmaksızın, absorblanan ve yansıyan ışığı tanımlar. a^* ve b^* ise yine sırası ile pozitif değerlerinde kırmızı ve sarıyı, negatif değerlerinde ise yeşil ve maviyi ifade eder [30,31]. Depolamaya bağlı olarak renkte meydana gelen değişimlerin yanı sıra, paketlemenin de renk üzerinde etkili olduğu bilinmektedir [32].

Alabalıkların soğukta depolanması üzerine yapılmış olan bir çalışmada, depolama süresince ağırlık kaybı görülmüş ve depolamanın sonunda, başlangıça oranla % 5.74 ağırlık kaybı tespit edilmiştir [33]. Kırmızı etlerde % 100 N_2 kullanımının ağırlık kaybını minimize ettiği bildirilmektedir [34].

Yağsız balıklarda su miktarı oldukça sabit olup, % 80 kadardır. Yağsız balıklarda yumurtlamadan sonra protein miktarının azalmasıyla birlikte su miktarı da artar. Yağlı balıklarda ise, yağ miktarına bağlı olarak gelişen bu değişimler oldukça fazla sapma gösterirler [1]. Yapılmış olan bir çalışmada taze alabalığın nem miktarı ortalama olarak % 77.10 olarak tespit edilmiştir [35].

Su ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde en sık kullanılan kimyasal analizlerin başında TVB-N (Toplam Uçucu Bazik Azot) ve TMA-N (Trimetilamin Azot) analizleri gelmektedir. Bunlardan TMA-N; deniz balıklarının kaslarında bulunan ve osmoregülatör görevi yapan trimetilaminoksitin (TMA-O) mikroorganizmalar ve trimetilamin oksidaz enzimi vasıtasıyla dönüşümü sonucu oluşmaktadır. TMA-N yaşam koşullarından dolayı deniz balıklarında fazla miktarda bulunur, tatlı su balıklarında ise yok deneyecek düzeydedir. Bu nedenle tatlı su balıklarının tazeliğinin belirlenmesinde bir kriter olarak görülmemektedir [36].

TVB-N ise en taze balıkta bile bir miktar bulunmakta ve depolama sırasında artış göstermektedir [37]. TVB-N analizi basit bir su buharı distilasyonu ve ardından titrasyon işlemiyle sonuç verdiğinden sık kullanılan bir analiz metodudur [36]. Ancak TVB-N miktarını balığın cinsi, av mevsimi, balığın olgunluk derecesi, cinsiyeti ve yaşı gibi faktörler etkilemektedir [38].

Balıklarda ve kabuklulardaki TVB-N miktarının artışı, bakteriyel bozulma ile birlikte olmaktadır. Çoğunlukla her 100g. balık eti için 30 mg TVB-N içeriği tüketilebilirlik limitidir. Bu değer, uskumru ve ringa için 20, istiridye için 17, sübye için 45 civarındadır [27]. Alabalık için ise 25mg/100g TVB-N değeri sınır olarak bildirilmektedir [33].

Balık etlerinde otoliz, memeli hayvan etlerinden çok daha hızlı olur ve genellikle bunun mikrobiyal bozulma ile birlikte olduğu kabul edilir. Balığın barsakları yakalandıktan hemen sonra çıkarılmazsa mikroorganizmalar buradan kolayca ete geçebilirler. Ürün kalitesinin korunabilmesi için, işleme ve depolama sırasında sanitasyon kurallarına uyulması dikkat edilmesi gereken bir faktördür [39]. Balıklardan

kaynaklanan akut zehirlenmeler aminoasitlerin, özellikle histidin aminoasidinin dekarboksilasyonu sonucu oluşan histaminden, toksik alglerle beslenme gibi sebeplerle balıktan, balığa sonradan bulaşan *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Staphyococcus*, *Streptococcus*, *Escherichia*, *Pasteurella* gibi gıda zehirlenmesi yapan mikroorganizmalardan veya kokuşma bakterilerinin yaptığı toksinlerden kaynaklanır [40]. Bakteri önce yüzeyde gelişir, sonra dokulara nüfuz eder. Dokularda gelişen bakteriler TMA, amonyak, yağ asitleri, aldehytler, putresin, kadevrin gibi amin bileşikleri, hidrojen ve diğer sülfür bileşikleri, merkaptan, indol açığa çıkarır. Bakteriyal gelişme, balık etinin renginde de değişikliğe neden olmaktadır [41].

Gıdalarda mikroorganizmaların gelişimi; tat, koku, görünüş, doku ve tüm bunların kombinasyonuna zararlar vererek ürünü bozabilir [42]. Duyusal olarak kabul edilebilirlik açısından balık ürünlerindeki TVC (toplam bakteri sayısı) $10^7 - 10^8$ cfu/g'dır. Bununla birlikte, standartlar ve tüzükler genellikle kabul edilebilirlik açısından daha düşük TVC önermektedirler [20]. Buzda depolanan balıklardaki bozulma aşamaları Tablo 1.1'de görülmektedir.

Tablo 1.1. Balık bozulmasının basamakları [43].

Bozulma basamakları	Doku değişikliği	Duyusal değişiklik	Bakteriyal yük	Kimyasal değişiklik
1. Basamak (buzda 0-5 gün)	Rigor-mortis ATP → Inosin Bakteriyal tiplerde değişiklik	Gözler parlak et sıkı renk iyi solungaç parlak koku taze	$10^2 - 10^3$ /cm ²	TMA ≤ 1-1.5mg/100g VRS ≤ 2-8 ünite
2. Basamak (buzda 5-10 gün)	Bakteriyal gelişim belirgindir Inosin → Hx TMA-O → TMA NH ₂ artar	Gözlerde donuklaşma deri ve solungaç bulanık koku doğaldan hafif balıksıya	$10^3 - 10^6$ /cm ²	TMA ≤ 5 mg/100g VRS < 5-10 ünite TVB ≤ 15 mg/100g
3. Basamak (buzda 10-14 gün)	Hızlı bakteriyal gelişim Dokulara da yayılma Hx → xantin, ürikasit vs. TMA hızla artar TVB ve TVA artar	Gözler çöker Solungaçlar renksiz ve kaygan Derinin rengi açılır Ekşi ve balıksı koku Dokuda yumuşama	$10^6 - 10^8$ /cm ²	TMA: 10mg/100g TVB: 20-30 mg/100g TVA: 15-20 mg/100g
4. Basamak (buzda 14 günden fazla)	Bakteriyal gelişim durgunlaşır TVB ve TVA hızla artar TMA artar veya durur Proteoliz başlar H ₂ S ve diğer ürünler oluşur	Gözler opak ve çökmüş Solungaçlar renksiz, kaygan Deri çok pis Doku çok yumuşak Kötü koku	$> 10^8$	TMA > 10 mg/100g TVB > 30 mg/100g TVA > 60 mg/100g saptanabilir düzeyde H ₂ S, indol vs.

TMA: Trimetilamin, TVB: Toplam uçucu bazlar, TVA: Toplam uçucu asitler, VRS: Uçucu redüktan md.

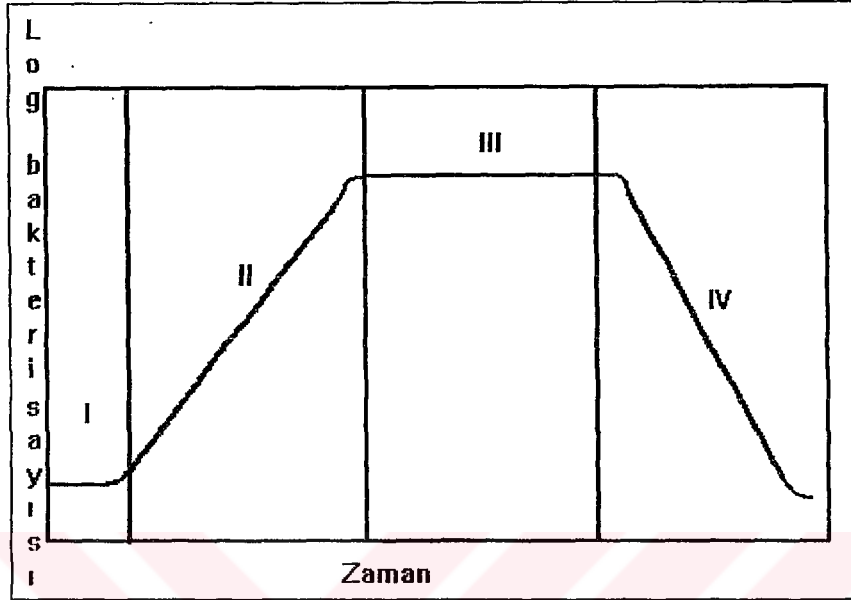
Mikroorganizmaların gelişiminde 4 ana evreden söz edilebilir:

Latent evre: Mikroorganizmaların sayılarının gelişmediği devredir. Bu devrede metabolik aktivite artar ve iki hücreye yetebilecek kadar protoplazma ve yaşam için gerekli maddeler sentez edilir.

Logaritmik evre: Latent devreden sonra, bakterilerin bölünmesi ve sayılarının artmasıyla başlar. Bakterilerin bölünerek çoğalmaları, o bakteri türünün generasyon süresine bağlı olarak değişik zamanlarda gerçekleşir. Bu devrede bakteriler logaritmik şekilde artar.

Durma evresi: Logaritmik devrenin sonlarında mikroorganizmaların üremesini engelleyen faktörler oluşmaya başlar. Bu devrede populasyon değişmeden kalır. Ancak bu durum her tür için farklıdır.

Ölme evresi: Bu evrede canlı organizmaların sayısı azalır. Ancak tüm mikroorganizmaların ölmesi için uzun bir süreye gereksinim olup, bu süre mikroorganizma türüne göre değişir. Bu evreler, şekil 1.3'de görülmektedir.



Şekil 1.3: Mikroorganizmaların gelişme evreleri [44].

Birçok mikroorganizmanın kendisi veya metabolizma ürünleri gıdalarla beraber alındığında hastalıklara yol açar [41,43,44,45,].

Enterobakteriler (Enterobacteriaceae): Çoğu fakültatif anaerob, gram negatif bakterilerdir. Karbonhidratlardan asit yapmakta, proteinleri parçalayıp gıdaların bozulmasına sebep olabilmektedirler. Nitrati nitrite çevirirler. *Escherichia coli*, bu familyaya ait olan önemli türlerden biridir. *E. coli*, gıda maddelerinde sık olarak görülür. Bazıları soğuğa karşı dayanıklı olup, -1.5 °C'de depolanan gıdalardan bile izole edilmişlerdir. Bunlar, asit oluşturur ve gaz yaparlar.

Salmonella sp.: Ürünlerin yetersiz pişirilmesi, çiğ gıda ile temas etmiş ekipman yüzeyi veya çalışanların ellerinden pişmiş gıdaya bulaşma meydana gelmesi, gıdanın oda sıcaklığında bekletilmesi, ekipmanların yeterince temizlenmemiş olması gibi faktörler nedeniyle gıdalarda risk oluşturan mikroorganizmalardır.

Koliform bakteriler: Koliform bakterilerden indikatör olarak ilk kez suların güvenliği açısından faydalanılmış, daha sonra gıdalarda olası bir kontaminasyon ve gıda sanayiiinde sanitasyon göstergesi olarak yararlanılmıştır.

Mikrokoklar (Micrococcaceae): Çeşitli karbonhidratları parçalayarak asit oluşturur ve gıdaların asitleşerek bozulmasına neden olurlar. Nitrati nitrite redükte eder ve ayrıca katalaz da oluştururlar.

Staphylococcus türleri: Bu grubun en önemli temsilcisidirler. Enzimatik olarak glikozdan asit oluştururlar. Bu asit oluşumu aerobik ve anaerobik olarak meydana gelebilmektedir (fakültatif anaerob). *S.aureus* gıda zehirlenmesi yapabilmektedir. Bazıları O₂ 'siz ortamda yaşayabilir, besinlerde enterotoksin yapabilirler. *S.aureus* 7° C altında çoğalamaz. Ancak, insan derisinde yaşayabilir ve elle işlem gören gıdalar

çoğunlukla bunu içerir. *S.aureus* bulaşmış gıdalar soğutulmazsa büyük bir üreme görülür ve ısıya dayanıklı olan enterotoksin oluşur. Bunlar, yüksek oranda tuzlanmış olan et ürünlerinde de yaşamlarını sürdürebilirler. *S.aureus* ekimlerde sarı renkte koloniler halinde görülür, ama bu özellik toksisite teşhisinde güvenilir değildir, çünkü renksiz kültürlerden de toksin yapanları vardır. Stafilocokların gıdalarda toksin oluşturabilmesi, büyük ölçüde o gıda maddesinin kimyasal bileşimine, pH değerine, su aktivitesine, O₂ konsantrasyonuna, üretim sırasındaki ısıya ve depolama koşullarına bağlıdır. Vakumla paketlenmiş gıdalarda stafilocok riski az olmasına karşın, yok da değildir. pH 4.5-9.3 arasında üreyebilirler. *S.aureus*, konsantrasyonu 10⁶ /g olduğunda toksin yapabilir, ancak bu sayı, her zaman o gıda maddesinin toksik olduğunu da göstermez. Stafilocokların toksinleri ısıya ve dondurulmaya karşı dayanıklıdır. Azot gazına karşı hassas olmayıp, yüksek CO₂ 'den kısmen zarar görürler, önemli ölçüde yüksek veya düşük ısı, tuz, asit derecesine karşı dirençlidirler. Bu mikroorganizmanın özellikle *S. aureus* türünün çalışanların pişmiş gıdalarla teması, gıdaların oda sıcaklığında bekletilme süresi, gıdaların buzdolabında yayvan ve derin kaplarda bekletilmesi gibi faktörler etkilemektedir.

Lactobacillaceae: Et ve ürünlerini asitleştirip, bozulmalarına neden olurlar.

Laktobasiller: Enzimatik olarak karbonhidratlardan süt asidi oluşturanları yanında sirke asidi CO₂ ve alkol oluşturanları da vardır. Mikroaerofil veya fakültatif aerob laktobasiller CO₂ 'ye karşı dirençli olmalarının yanı sıra, yaşam için gereksinim de duyarlar. Ürünün yüzeyinde sümüksü bir tabaka oluşturarak lezzetini değiştirir ve asitleşmesine neden olur, çok sayıda oldukları zaman toksik stafilocoklar ve anaerob spor yapan bakterilerin çoğalmalarını önleyebilirler.

Bacillaceae: Spor yaptıkları için diğer bakterilere göre ısı, kurutma ışınlama, dezenfektanlara karşı daha dayanıklıdır. Kuvvetli proteolitik aktiviteye sahip olan bu bakteriler, et proteinlerini parçalayarak kokuşmaya ve bozulmaya neden olurlar.

Clostridium türleri: Anaerob, sporlu, genelde hareketli bakterilerdir. Besinlerde önem taşıyan türleri *C.sporogenes*, *C. botulinum*, *C. perfringens* 'tir. *C. botulinum* ve *C. perfringens* gıda maddeleri için özellikle önemli olup, gıda zehirlenmesine neden olmaktadır.

C. botulinum; işlenmemiş gıdalarda ender görülen, botulismus denilen zehirlenmeyi yapar. Sporlarının aktif hale geçip toksin yapması insanlar için tehlikeli olur. En çok A,B ve E tipleri, kısmen de F tipi tehlikelidir. *C. perfringens* ise, spor içeren pişmiş besinlerin uzun süre sıcakta tutulması ile zehirlenme yapar. Bunlar, içinde O₂ bulunmayan gıdalarda hızlı çoğalırlar.

Pseudomonadaceae:

Pseudomonas sp.: Gram negatif psikrofil bakterilerdir. Çoğalmaları, besin maddesinin bulunduğu ortamda % 10 oranında CO₂ bulunması ile azalmaktadır. Karbondioksitin bakterilerin canlı kalabilmeleri üzerine etkisi sıcaklığın düşmesi ile daha da artmaktadır. Şimdiye kadar et ürünlerinde gıda zehirlenmesine neden olan *Pseudomonas* türü bakteriler saptanmamıştır. Ancak son zamanlarda halofil pseudomonas türü olan *P. enteritis* (*Vibrio parahaemolyticus*)'un, balıkların tüketimi sonucunda gıda zehirlenmesine neden olabildiği bilinmektedir.

Küf ve Mantarlar:

Mantar ve küflerin bir çok özelliği benzerdir. pH, su aktivitesi ve düşük ısıya karşı dayanıklıdır ve oksijensiz yaşayamazlar. Yüksek ısıya karşı da az dayanıklıdır.

Isıtılarak kolayca öldürüldükleri gibi, hava ile ilişkilerinin kesilmesi durumunda da çoğalamazlar. Eğer besin maddeleri vakumla paketlenirse, daha çok yüzeyde yaşayan mantar ve küfler yeterli O₂ bulamaz ve çoğalamazlar .

1.3. AMBALAJLAMA ve ÖNEMİ

Üretildiği andan, tüketiciye ulaşıncaya kadar ürünü korumak, performansını artırmak ve içerdiği ürün hakkında bilgi vermek amacıyla içine gıda konulan her tür materyale ambalaj denir [46]. Bunun yaygın olmadığı, ya da yapılmadığı ülkelerde gıda atığı %50 'ye ulaşabilmekte, diğer ülkelerde ise bu % 2-4 civarında olmaktadır. Ambalaj, ürünün besleyici ve duyuşal özelliklerini işlenmesinden tüketim aşamasına kadar korur. Ürünün rafta rahatça görülmesini ve kolayca bulunmasını sağlayarak tüketim ve satışını kolaylaştırır. Ambalaj; sadece paketlenme, işlem ve depolama süresince değil, ürünü paketten çıkardığımız zamanda bile ortamdaki olası negatif etkileri minimize etmelidir [47].

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde ihracatın başarılı olması için, ambalajın yaptığı önemli görev bilinmelidir. Ambalajlama, topluma bir çok faydalar sunmaktadır.

Evsel katı atığı azaltır: Paketlenmiş ürün satın alındığında gıda maddesini temizlemek gerekmeceğinden atık az olur (paket materyali gıdaların ayıklanması sırasında çıkacak atıktan çok daha az atığa neden olur).

Bugün, ambalaj malzemelerini daha etkin kullanıyoruz: Aynı miktar ürünü paketlemek için 20 yıl öncesine göre önemli ölçüde az malzeme kullanılıyor.

Ürün hasarını azaltır: İçerdiği ürünün hasar ihtimali azaldığından, tüm ürünlerde maliyeti düşürür.

Düzensiz beslenme, açlık gibi tehlikeleri önleyici nitelikler taşır: Ambalajlamanın yaygın olmadığı ülkelerde gıda kayıpları büyüktür. Ürünlerin dünyanın her yerine, kimi besinlerin bulunmadığı bölgelere ulaştırılabilmesi, ambalajlar sayesinde olmaktadır.

Gıda maliyetini azaltır: Gıdanın bozulması veya böceklenmesi nedeniyle olan bozulmayı azalttığı için gıda kaybı az olur.

Tüketiciye bilinci alışverişte yardımcı olur: Ürünü tanıma; beslenme değerini, raf ömrünü, en uygun hazırlama ve servis şeklini öğrenme gibi bilgilendirmelerde yardımcı olur.

Ambalaj uygunluk sağlar: Hızlı yaşam stili olanlara, yaşlı, sakat kişilere kolaylık sağlar.

Bağımsız olarak yaşam standardının yükselmesine katkıda bulunur: Atığa harcanan para azalacağından, boşa harcanan bu paradan tasarruf edilecektir. Ayrıca, yemek hazırlamak için harcanan uzun zaman kazanılacaktır.

İş ve gelir imkanı sağlar: Ambalaj sektöründe çalışacak olan personele ihtiyaç olacaktır.

Hastalıkları azaltır: Ambalajlanmış ürünlerde bulaşma daha az olmaktadır.

Ambalaj, onsuz sahip olamayacağımız imkanlar sunar: Binlerce kilometre uzaktan yüklenmiş ürünleri tatma imkanı sağlar [48].

Gıda ambalajında aranılan özellikler şunlardır:

- Gıda için toksik olmamalı,
- Saniter açıdan güvenli olmalı,
- Rutubete ve yağa karşı dayanıklı olmalı,
- Gaz ve kokuya karşı koruyucu olmalı,
- Işığa karşı koruyucu olmalı,
- Saydam olmalı,
- Darbeye karşı dayanıklı olmalı,
- Sıkıca kapanabilir olmalı,
- Tüketici tarafından kolay açılabilmesi,
- Boşalabilmesi kolay olmalı,
- Yok edilebilmesi kolay olmalı,
- Hafif ve şekli uygun olmalı,
- Estetik ve boyanabilir olmalı,
- Ucuz olmalıdır [46].

Plastik torba ve sarma ambalajlar meyve, sebze, balık ve etler için kullanılırlar. Depolama, taşıma veya işleme için uygun olup, O₂ geçirgenliği düşük veya yüksek olan, nem bariyeri olan ya da olmayan gibi çeşitli özellikte olabilirler [49]. Ancak, kullanılan ambalaj materyali ve uygulanan ambalajlama teknolojisi ne kadar mükemmel olursa olsun, balık başlangıçta kalite yönünden zayıfsa, kalite kaybı da fazla olacaktır. İyi bir şekilde paketlemek, içeriğin kalitesini artıramamaktadır. Balık, paketleme öncesinde mutlaka yüksek kalitede olmalıdır [12].

1.4.MODİFİYE ATMOSFERDE PAKETLEME (MAP) TEKNOLOJİSİ

Gıdaların raf ömrünü; ürünün özellikleri, dağıtım sırasında ürünün etkilendiği çevre ve paketin özellikleri olmak üzere başlıca üç faktör kontrol etmektedir [50].

Gıdalar, depolama sırasında çeşitli değişimlere uğramakta olup, bu değişimler genellikle oksidasyon ve arzu edilmeyen mikrobiyolojik etkiler şeklindedir. Eğer gıda maddesi işlenmesinden tüketiciye ulaşıncaya kadar olan zaman içinde oksijen ile temasa geçirilmez ise, çoğunlukla uzun süre tazeliğini korumaktadır. Bu amaca da, ancak paket içindeki atmosferin değiştirilmesiyle ulaşılabilmektedir [51].

Modifiye atmosferle paketleme teknolojisi (Modified Atmosphere Packaging=MAP), ürünün çevresindeki gaz ortamının değiştirilmesi ve ürünün bundan pozitif yönde etkilenmesi şeklindedir. Gıdaların ambalajındaki atmosferin değiştirilmesi (modifiye edilmesi) nin başlıca iki yolundan biri vakumlama, diğeri ise gaz ile paketlemedir. İkincisini gerçekleştirebilmek için paketin içinde pasif veya aktif olarak bir atmosfer meydana getirilmeli (modifiye atmosfer oluşturma), ya da paket içerisindeki hava bir gazla değiştirilmelidir (mekanik hava çıkartma).

a)Modifiye Atmosfer Oluşturma: Pasif atmosfer modifikasyonu için, hasat işleminden sonra oksijen tüketmeye ve karbondioksit ile su buharı üretmeye devam eden sebze ve meyvelerin solunum özellikleri paket filminin geçirgenliği ile bir dengeye getirilerek istenen atmosfer sağlanmaktadır. Aktif modifikasyon için ise; tepe boşluğu atmosferini

değiştirerek raf ömrünü uzatmak amacıyla paket içerisine bazı maddeler eklenmektedir. Bunun için oksijen absorbantları, karbondioksit absorbantları/yayıcılar, etanol oluşturan maddeler ve etilen absorbantları kullanılmaktadır. Oksijen absorbanı olarak çoğunlukla oksijeni toksik olmayan demir okside dönüştüren demir tozu kullanılmakta olup, bunun yanı sıra askorbik asit veya askorbat tuzları kullanılmaktadır. Karbondioksit absorbanı olarak karbondioksiti kalsiyum karbonata dönüştüren kalsiyum hidroksit; karbondioksit yayıcısı olarak da oksijeni absorblayıp karbondioksit üreten maddeler kullanılmaktadır. Etanol gazı ise anti-mikrobiyal özellikleriyle bilinmekte ve paketlenme öncesinde ürünün üzerine püskürtülerek etanol oluşturulmakta, ya da paket içerisine etanol yayan etanol içeren maddeler yerleştirilmektedir. Etilen absorbantları da, depolama süresince meyve-sebzeler tarafından üretilen ve solunum değerlerini artırarak raf ömrünü azaltan etileni absorblayan maddeler olup, bunun için genellikle silika jel ve silikon dioksit kullanılmaktadır.

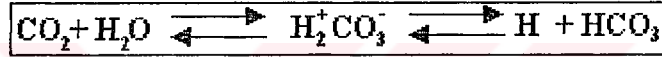
b) Mekanik Hava Çıkartma: Bunu gerçekleştirmenin iki yöntemi vardır. Paketin içerisine sürekli bir gaz akımı sağlanarak bunun paketteki havanın yerini alması sağlanabilir ve paketteki havanın çoğu alındığında paket kapatılır. Bir diğer yöntem de; paketin içindeki havanın vakumla alınarak yerine istenilen gazın ya da gaz karışımının doldurulmasıdır [52].

Ürünün etrafındaki gaz, mikrobiyolojik gelişimi durdurmakta ve enzimatik bozulmayı engellemektedir. Vakum ve gazla paketlenme teknolojileri, mikrobiyal gelişimin kontrolünde kullanılabilirler. Vakum paketlenme, havanın paketten uzaklaştırılmasını, daha sonra da, hermetik kapatma yapılmasını; gazla paketlenme ise, paketteki havanın uzaklaştırılmasını, daha sonra paketin gaz veya gaz kombinasyonu ile doldurulmasını ve hermetik olarak kapatılmasını gerektirmektedir [53]. Modifiye atmosferle paketlenme, yüksek gaz bariyerli materyal ile ürünün paketlenmesini ve gaz ortamının başlangıçta düşük respirasyon değerlerine değiştirilmesi ve mikrobiyal gelişimin azaltılıp, enzimatik bozulmanın geciktirilmesiyle raf ömrünün artırılması şeklinde yapılmaktadır. Buna benzer bir sistem olan kontrollü atmosferle paketlenme (Controlled Atmosphere Packaging=CAP) teknolojisinde ise, ürünün çevresindeki doğal atmosfer değiştirilmekte ve bu atmosferin sıcaklık ve diğer çevresel değişikliklerin önemi olmaksızın muhafaza edilmesi söz konusu olmaktadır [54,55]. Paket bir kez kapatılıp, gazların oranları bir daha kontrol edilmediğinde bu hatalı bir isimlendirme olabilir. Bu durumda MAP tabiri daha uygundur. Modifiye atmosfer teknolojisinde ürün plastik bir torba ya da pakete konular, kapatılmadan önce gaz karışımıyla doldurulur. Paket materyalinin kullanılan gazları geçirgenliği düşük olmalıdır. Balıklar tabaklara yerleştirildikten sonra, bir taşıyıcı ile vakum yapılacak ve gaz karışımı doldurulacak olan yere gelir, ve bu işlemlerden sonra tabakların kenarlarına ısı ile yapışan bir film örtülür ve işlem tamamlanır [56].

çok balık türünün renginin korunması daha az önem taşımaktadır. Birçok balık türünün rengi MAP gaz karışımlarından fazla etkilenmeyen karotenoid pigmentlere bağlıdır. Pigmentlerin ağarması ve etteki opaklığın artması yüksek (%100'e varan) CO₂ ortamlarında ana sorun olarak ortaya çıkmakta olup, CO₂ 'nin diğer gazlarla karıştırılması ile kontrol edilebilmektedir [62].

1.4.1.Modifiye Atmosferle Paketleme Teknolojisinde kullanılan gazlar ve özellikleri:

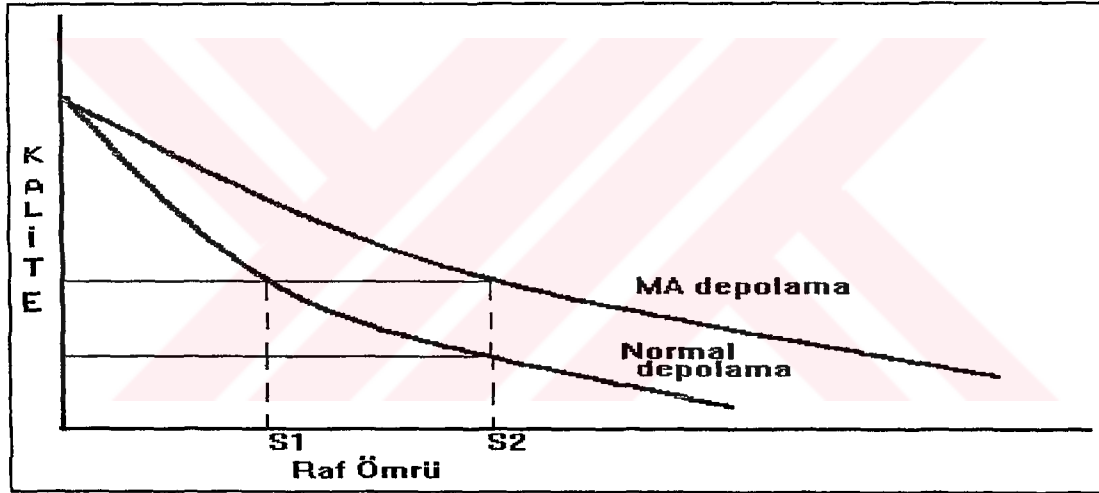
Karbondioksit: Bu, en çok kullanılan gazdır, çünkü %20'nin üzerinde kullanıldığında mikroorganizmaların üremesini geciktirir ve paketteki oksijenin yerine geçmek suretiyle yağların oksidatif ransiditesini düşürür. Bu şekilde paketlenmiş balıklardaki botulizm riskini azaltır. Fakat, *C.botulinum* ortamda oksijen ya da karbondioksit bulunması önemli olmaksızın yüksek sıcaklıklarda (30-35 °C) artar. Karbondioksit, doku yüzeyindeki nemde eriyerek pH'ı 6.3'ten 5.7'ye düşürür. Karbondioksidin yüzeydeki nem içinde erimesi pH'ı karbonik asit oluşturarak düşürür.



pH değerinin düşmesi aside duyarlı organizmaları engeller ve aynı zamanda aside toleranslı organimaların gelişmesine de yol açar [54,63]. Balık kasının yüzeyindeki CO₂ çözünmesi , proteinlerin su tutma kapasitesindeki düşüşe uygun olarak pH'ı azaltır ve bu, istenmeyen bir damlama kaybına neden olur [56]. Karbondioksit içeren modifiye atmosferde + 4°C'de 2-8 gün depolanan balıklarda aynı sıcaklıkta CO₂ 'siz depolananlardan daha düşük TVB-N değeri tespit edilmiştir. Ancak CO₂ ile paketlenen balığın duyusal olarak bozuk olduğuna karar verildiğinde TVB-N değeri henüz düşük olduğundan bu testin bu paketleme için uygun olmadığı da açıktır. Karbondioksit ile paketlenmiş balık, laktik asit bakterilerinin gelişimiyle ilişkili olan ekşi-asidik tipteki bozulmayı göstermektedir. % 100 hava ile paketlenen balıkla CO₂'li ortamda paketlenen balığın mikrobiyal yükü arasında iki temel fark vardır. Birincisi CO₂ ile paketlenen balıkta mikroorganizma gelişiminin diğerlerinden dikkat çekici ölçüde az oluşu; ikincisi ise mikroorganizma tiplerinin dağılımıdır. Karbondioksit ile paketlenenlerin popülasyonunu Gram pozitif mikroorganizmalar (özellikle *Lactobacillus*) oluştururken; diğer paketlerde Gram negatifler görülür. Modifiye atmosferle depolama, tüm bakteriyel tiplerini etkiliyor gibi görünmesine karşın, engelleme daha çok gram (-) mikroorganizmalar içindir ve bu etki sıcaklık düştükçe artar [64,65]. Karbondioksit kullanılmış paketler gram negatif bakterilerin gelişimini de etkilemektedir. Buna göre + 4 °C'de ve normal atmosferde depolanmış paketlerde gram negatif bakteriler artarken, aynı sıcaklıkta CO₂ kullanılarak yapılan depolamada ise bu bakteriler azalmaktadır [54]. Karbondioksit ile zenginleştirilmiş atmosfer, tipik bozulma bakterilerinin örneğin, *Pseudomonas* spp., *Acinetobacter* ve *Morexella* gibi gram negatif psiktotrofik aerobik organizmaların gelişmesini engellemektedir. Bu yüzden, CO₂ ile paketlemede, *Lactobacillus*, *Altermonas* balık mikroflorasında predominant olarak bulunur. Bu organizmalar, normal olarak bozulmuş soğuk gıdalarda önemli miktarda bulunmazlar. Bunlar gelişme gösterirler, ancak bu gelişme, MA ve soğutmanın etkisiyle daha yüksek

sıcaklıklardaki % 100 havanın kullanıldığı paketlerdekine göre çok daha yavaştır ve diğer metabolitleri tipik bozulma mikroflorasından daha hızlı ürettiklerinden gıdanın duyuşal özelliklerini değiştirirler[27]. Karbondioksit ile paketlemenin; küf ve maya oluşumunu geciktirerek kötü koku, tat ve istenmeyen görüntülerin oluşumunu önleyici, kalıcı etki gösterdiği bildirilmektedir. Gazın et kalitesi üzerine etkisi paket açıldıktan sonra da 2-3 gün devam etmektedir [66,67].

Tamamen atmosferik hava ile paketlenerek +5 ve +10 °C'de depolamaya oranla %40 CO₂ kullanılarak paketlemenin raf ömrüne etkisi olmadığı görülmüş, bu paketlerde ancak 0°C'de depolama ile raf ömrü artışı sağlanmıştır. *C. botulinum* E tipinin gelişmesi ve toksin üretimi açısından gerekli emniyetin sağlanması için, depolama süresince sıcaklığın sürekli olarak düşük tutulmasının sağlanması gerekmektedir [27,68]. MA paketlerinin +4° C'de depolanması sırasında bakterilerin generasyon süresi ve lag fazı 25 günün üzerinde olmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda depolanan (+8 ve +16 ° C) MA paketlenmiş balık filetolarının raf ömrü daha kısa olmaktadır [69]. Şekil 1.5'te MA ile ve bilinen, klasik yöntemlerle yapılan paketlemeler arasındaki fark görülmektedir .



Şekil 1.5: Normal depolama ve modifiye atmosferle depolama arasındaki fark [70].

Kısa raf ömrüne ve ağır ekonomik kayıplara neden olabilen mikrobiyal aktivitenin taze deniz ürünlerine olan etkisi bozulmaya bağlı kötü renk,koku ve aroma oluşumu ile belirlemekte, bu yüzden balık ürünlerinin sadece küçük bir kısmı taze olarak satılabilmektedir. Tüketicinin uzun raf ömrüne sahip gıdaları tercih etmesinden dolayı, balık ürünleri de dahil olmak üzere taze ya da kısmen işlenmiş gıdaların raf ömrünün MA ile paketlenme teknolojisi kullanılarak artırılması yönünde önemli çalışmalar yapılmaktadır [71].

Azot ve/veya CO₂ ile hazırlanmış olan paketler, ürünün şeklini bozmayarak vakum paketlemeye alternatif oluşturmaktadır. Oksijensiz paketlenme oksidatif renk değişikliklerini azalttığı ve bakteriyel gelişimi geciktirdiği için, özellikle CO₂ 'nin de bulunması halinde depolama süresini uzatmaktadır [58]. Kırmızı etlerin MA depolanması üzerine yapılmış olan bir çalışmada, gaz karışımının kalite üzerine etkisinin paket açıldıktan sonra 2-3 gün daha sürdüğü ifade edilmektedir [66]. Kontrollü atmosfer ve modifiye atmosferin alabalık, salmon gibi balıklar ya da kırmızı et üzerindeki kullanımı

dikkat çekici sonuçlar vermektedir. Oksidatif bozulmanın kontrolü, CO₂ 'nin dominant etkisi ile olmaktadır [72]. Et ve su ürünleri MA paketlenerek depolama süresince benzer özellikler göstermişler, fakat su ürünlerinde daha yüksek CO₂ konsantrasyonları kullanıldığında MA'nin etkinliğini artırdığı gözlenmiştir [73]. Modifiye atmosferle paketlenen balıkta H₂S üreten bakterilerin sayısının çok düşük olduğu; vakum paketlenme ile karşılaştırıldığında, MA'de %48 CO₂ kullanıldığında raf ömrünün 6-7 gün uzatıldığı görülmüştür. Bununla beraber, saf CO₂ kullanımı ile raf ömrü yalnızca 2-3 gün uzatılabilmektedir. Karbondioksit gazı eklenmesi, paketlere bakteriostatik ve fungistatik özellikler verir. Genelde MAP'de %20-%40 CO₂ kullanılmaktadır. %20'den az seviyeler mikroorganizma gelişimini engellemekte, %40'tan yüksek uygulamalar ise paketin çökmesine neden olabilmektedirler [74,75]. Karbondioksit yağlı balıkta %60'ın, yağsız balıkta ise %40'ın üzerinde olduğunda damlama kaybı ve sızmaya neden olabilmekte, yağsız balık daha fazla su içerdiğinden bu riski daha fazla taşımaktadır [76].

Oksijen: Bu gaz; özellikle meyve ve sebze gibi hasattan sonra yaşamını bir süre daha sürdürebilen gıdalarda metabolizmaya ve solunuma yardım ederken, bozulmaya yol açan ve toksin üretici mikroorganizmaların gelişimine ve oksidatif reaksiyonlara da sebep olmaktadır. Fazla miktarda O₂, kırmızı etlerde oksimiyoglobinin parlak kırmızı rengini desteklerken, aynı zamanda bozulma yapan aerobik mikroorganizmalarının gelişmesini de artırmaktadır [75]. Bu nedenle, aerobik solunumu minimize edecek ve anaerobik solunumun da henüz başlamayacağı düzeye indirecek, et rengini korumaya yeterli, ancak bozulma reaksiyonlarını teşvik etmeyecek bir O₂ konsantrasyonunun bulunması gerekir [76]. Modifiye atmosferde kullanılacak olan gazların oranları balığın yağlı ya da yağsız oluşuna bağlı olarak değişmektedir. Anaerobik bozulma oluşumunu minimize etmektedir. Yağlı ve dumanlanmış balıkta düşük seviyede O₂ ile birlikte, yüksek seviyede CO₂ kullanılmaktadır [56]. Yüksek seviyelerdeki O₂, özellikle doymamış yağlardaki oksidasyonu artırmaktadır [54].

Azot: Azot gazı inert, tatsız, kokusuz ve ürünün içine ya da paketin dışına çıkma olasılığı az bir gaz olduğundan, diğer gazlardan daha çok kullanılmaktadır. O₂'nin yerine konulan dengeleyici, doldurucu bir gaz olup, özellikle kolay ezilebilen ürünlerde vakum paketlenme yerine; ya da CO₂ absorpsiyonu nedeniyle meydana gelen paket çökmesini sınırlamak amacıyla kullanılmaktadır. Pakette O₂'nin yerine geçerek, oksidatif acılaşmayı geciktirmekte ve aerobik mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmektedir [76,77].

Argon: Azot gibi inert bir gaz olup, bundan daha pahalıdır. Argonun balık kalitesinin korunması konusunda azottan daha etkin olmadığı, argon gazı karışımli paketlerin CO₂-N₂ karışımlılara oranla raf ömrünü artırmadığı, fiyat yönünden de pahalı oluşu sebebiyle ticari olarak tercih edilmediği bildirilmektedir [78].

Karbonmonoksit: Karbonmonoksit varlığında kas pigmentinin, daha az stabil olan oksimiyoglobine göre karboksimiyoglobine dönüşümü daha kolay olur. Bunların her ikisi de kırmızı etlere özgü parlak kırmızı renktedir. Bu gaz, ayrıca yüksek düzeyde O₂ içeren

atmosferde ortaya çıkabilen acı aromanın gelişimini de inhibe etmektedir. Ancak, bu gaz için en önemli sorun insanlar için toksik oluşudur [59]. Bazı ürünlerde küf ve mantarları inhibe ettiği ifade edilmekle birlikte, pek çok üründe gerekli olmamakta, ancak düşük konsantrasyonlarda bulunması faydalı olabilmektedir [70].

Ozon: Et ürünlerinin raf ömrünü bakteriyolojik açıdan uzatabilmektedir. Bakteriler lag fazındayken ozona karşı hassastırlar. Ancak uzun süre maruz kalındığında insan için toksik oluşu, yağ oksidasyonuna ve yüzeyde kahverengi renk değişimi yapmaya yatkın oluşu gibi bir takım dezavantajlara da sahiptir [59].

Bunların dışında, azot oksit ve sülfür dioksidin de MA için kullanılabildiği ifade edilmektedir [77].

Gaz karışımı oranının minimum 1:3 (balık:gaz) olması önerilmekte [56], ancak yapılan çalışmalarda bu oran 1:2 (balık:gaz) olarak da kullanılmaktadır [79].

Gazların karışım oranları hakkında çeşitli öneriler vardır. Yağsız balıklar için %30 O₂ -%40 CO₂ -%30 N₂ ve yağlı balıklar için %60 CO₂ - % 40 N₂ [56] ya da yağlı balıklar için %60-40 N₂ ve %40 -60 CO₂ ; yağsızlar içinse %30-40 O₂ ,%30-0 N₂, % 40 -60 CO₂ [75], bazı örneklerdir. Ancak, optimal karışım oranı balık cinsine bağlı olmakta ve bunun her balık cinsi için çeşitli karışımlar denenerek tespit edilmesi gerekmektedir [51].

1.4.2. Modifiye Atmosferle Paketleme Teknolojisinin avantaj ve Dezavantajları:

Modifiye atmosferle paketleme teknolojinin bazı avantaj ve dezavantajları aşağıda özetlenmiştir:

Avantajlar:

- Raf ömründe %50-400 artış
- Yüksek kalite
- Bakteri, maya ve küflerin aktif inhibisyonu
- Ekonomik kayıplarda azalma
- Dağıtım sırasında harabiyetin azalması
- Dağıtım sistemlerinin genişlemesi
- Perakende seviyesinde emek ve ürün harabiyetin azalması
- Renk, nem, aroma gibi kalite avantajlarının sağlanması
- Mükemmel bir ürün seperasyonu ve tanıtımının sağlanması.

Dezavantajları:

- Ek masraflar
- Her ürün için ayrı gaz karışımı gerekir
- Kırmızı etlerde renk değişimine neden olur (bu çoğu balık için önemli değildir)
- Ekipman ve tecrübe gereklidir
- Sıcaklık önemlidir [57,70,77] .

Modifiye Atmosferle Paketlenme işlemini ürünün yapısı (pH'si, aw değeri, respirasyonu, katkı maddeleri içerip içermemesi vs.), paket içindeki gaz oranı, paket materyali, depolama sıcaklığı, paketlenme makinelerinin özellikleri, ışık, çevredeki nem, sanitasyonun sağlanması gibi faktörler etkilemektedir [80,81]. Paketteki sızıntı da önemli olmakta, bir çok durumda ürün için zararlı olan O₂ pakete girerken, CO₂ dışarı çıkmaktadır. Gazla paketlenen ürünlerde, sızıntı meydana gelirse geleneksel yöntemlerle paketlenenlerden daha kısa sürede kalite kaybına uğramaktadırlar [82].

Perakendeci ve Catering uygulamaları için MAP'nin daha yaygın olarak kullanımına önem verilmesi tavsiye edilmektedir [76] . Ancak modifiye atmosferle paketlenme teknolojisinde taze balık kullanımına, paketlenme öncesi balığın sıcaklığının +2 °C'nin altında olmasına, paketlenmenin soğuk şartlar altında yapılarak hazırlanan paketin en kısa sürede soğuk depoya götürülmesine, kullanılan gaz oranının balık için uygun olmasına, dağıtım sırasında, soğuk depo ve perakende kabinlerinde de soğuk zincirin kırılmamasına, etiketteki raf ömrüne ait ifadelerin her ürün için doğru olmasına dikkat edilmesi önem taşımaktadır [56]. Modifiye Atmosferle paketlenmenin ürünün kalitesini artırmayıp, sadece bozulmayı geciktireceğinin bilinmesi önem taşımaktadır



2. MATERYAL VE METOT

2.1. MATERYAL:

Bu çalışmada, İstanbul Kumkapı Balık Hali'nden temin edilen gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, WALBAUM 1792) kullanılmıştır. Çalışmada, alabalık dolması ve burgeri olmak üzere iki ürün hazırlanmış ve bu ürünlerin +4 °C'deki raf ömrü üzerine Modifiye Atmosferle depolamanın etkisi araştırılmıştır.

- Alabalık burgeri, haşlanmış balık etinin baharatlarla karıştırıldıktan sonra burger formunda şekillendirilmesi ile hazırlanmış olan bir üründür. Bu ürünün ortalama ağırlığı 20g., çapı 7 cm ve kalınlığı ise yaklaşık olarak 1 cm.'dir. Bu ürün, kısa bir pişirme işleminden sonra tüketilmeye hazır hale gelmektedir. Alabalık burgeri yapımında 38 kg alabalık kullanılmış ve bunların ortalama boyları 37.5 cm ve ağırlıklarının ise 635.5 g. olduğu tespit edilmiştir.
- Alabalık dolması ise, alabalıkların iç kısmının garnitür ile doldurulması şeklinde hazırlanmıştır. Bu ürün de, konvensiyonel fırın veya mikrodalga fırın ile pişirilmesinin ardından tüketilecek şekilde hazırlanmıştır. Alabalık dolması, ortalama olarak 28,56cm. boy ve 315,5g ağırlıkta olan 32 kg. alabalık ile yapılmıştır. Alabalık dolmasının hazırlanmasında bezelye, havuç ve patates içeren "Yurt hazır garnitür" (İstanbul Gıda San. Ve Tic. A.Ş.) kullanılmıştır.

Bu ürünler hazırlandıktan sonra, ön soğutma işlemi uygulanmış, daha sonra plastik tabaklar içerisine konulup, Opalen paket içerisine yerleştirilmiş, bir kontrol (hava) ve iki modifiye atmosfer paketi olmak üzere toplam 3 grup şeklinde hazırlanmışlardır.

Çalışmada kullanılan deneme grupları:

Kontrol grubu= % 100 hava

A grubu = %5 O₂ -%35 CO₂ - %60 N₂

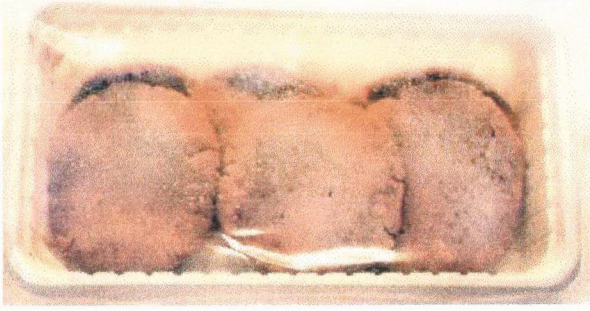
B grubu = %30 CO₂ -% 70 N₂ şeklinde hazırlanmıştır.

2.2. METOT:

Çalışmada depolama çalışması yapılmış olan ürünlerin hazırlanması aşağıdaki gibidir:

a) Alabalık burgeri: Alabalıkların iç organları temizlenip yıkandıktan sonra, haşlanmış ve başları, kılçıkları, derileri alınarak elde edilen balık eti baharatla karıştırılmış ve burger şekli verilmiştir. Daha sonra burgerler % 15 'lik nişasta solusyonuna ve ardından galeta ununa bulanarak panelenmiştir. Pane işlemi için galeta unu ve buğday nişastası ; baharat ve katkı olarak da irmik (%2), tuz (%2), kimyon (%1), karabiber (%0.2), karbonat (%0.2), un (%10), soğan (%0.4) ve curry (%0.2) kullanılmıştır. Burgerler, ortalama 20'şer g olacak şekilde hazırlanmış, her pakete 6'şar adet olmak üzere yerleştirilerek ambalajlanmış ve +4°C'de depolamaya alınmışlardır. Hazırlanmış olan bu ürün Şekil. 2.1'de görülmektedir.

b) Alabalık dolması: Bu ürünün hazırlanması için alabalıkların iç organ ve kılçıkları alınmış, yıkanıp suları süzdürüldükten sonra içlerine 50-55'er g. garnitür doldurularak alabalık dolmaları hazır hale getirilmiştir. Ürün, diyetetik olup, yapımında tuz ve yağ kullanılmamıştır. Bu sayede her yaştan tüketici için uygun olan bir gıdadır. Alabalık dolmaları, daha sonra her pakete birer adet olmak üzere yerleştirilip paketlenerek +4°C'de depolanmışlardır. Hazırlanmış olan ürün Şekil 2.2'de görülmektedir.



Şekil 2.1 Alabalık burgeri



Şekil 2.2 Alabalık dolması

Alabalık dolması ve burgeri için kullanılan paketleme materyalinin geçirgenliğinin belirlenmesi:

Bunun için GDP/E tipi, Makine no 132, (Brugger feinmechanick GmbH) gaz geçirgenlik cihazı, kullanılmış; su buharı geçirgenliği ise ASTM (American Society of Packages), D 3079-72 “Standard Test Method for Water Vapor Transmission of Flexible Heat-Sealed Packages for Dry Products” metodunda bildirildiği gibi yapılmıştır.

Paketleme işlemi: Paketleme işleminde Multivac Sepp Haggenmüller KG D-8941 Wolfertschwenden gaz karışım cihazı ve bununla bağlantılı olarak Kramer Grebe paketleme makinesi kullanılmıştır. Bu işlem sonrasında paketler + 4 °C(±1) 'de depolamaya alınmışlardır. Soğuk depoda ürünlerin muhafaza edilmesi Şekil 2.3'tedir. Paketleme işleminde kullanılmış olan gaz karışım cihazı ve paketleme makinası sırasıyla Şekil 2.4 ve 2.5'tedir. Depolama süresince burgerlerde 7, dolmalarda ise 3 günde bir duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılarak ürünlerin kalite durumları belirlenmiştir. Analizler en az 3'er paralelli olarak sürdürülmüştür. Bu şekilde ürünlerde meydana gelen kalite değişimleri üzerine modifiye atmosferle paketlemenin etkisi araştırılmıştır.

Duyuşal analizler: Duyuşal analizlerde 7 kalite faktörü [83] göz önünde bulundurularak değerlendirme yapılmıştır. Buna göre, genel görünüş, etin görünüşü, çiğ ürünün yapısı, çiğ ürünün kokusu, pişmiş ürünün kokusu, pişmiş ürünün tadı ve pişmiş ürünün yapısı panelistler tarafından hedonik skalaya göre [23] 10 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Buna göre; 10-8 puan arası “çok iyi”, 8-6 “iyi”, 6-5 “orta”, 5-4 “tüketilebilir” ve 4 puanın altı bozuk olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerde 5 panelist yer almıştır. Duyuşal değerlendirme için kullanılan puanlama sistemi Tablo 2.1'de görülmektedir.

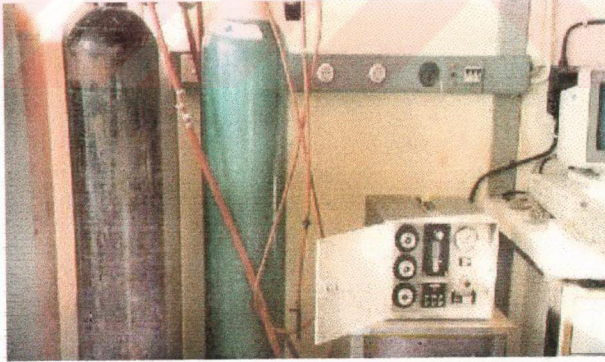
pH ölçümleri: pH ölçümleri, Metrohm 632 pH metre ile gerçekleştirilmiştir. Ölçüm işlemi direkt olarak balık etinde yapılmıştır.

Paket içindeki gaz ölçümleri: Paketlerdeki O₂ ölçümleri Servomex Oxygen Analyser 574 ile; CO₂ ölçümleri ise, Servomex I.R. Gas Analyser PA (404 SVS) Range: 0-100% CO₂ aletleri ile yapılmıştır. Gaz ölçüm aygıtları Şekil 2.6'dedir.

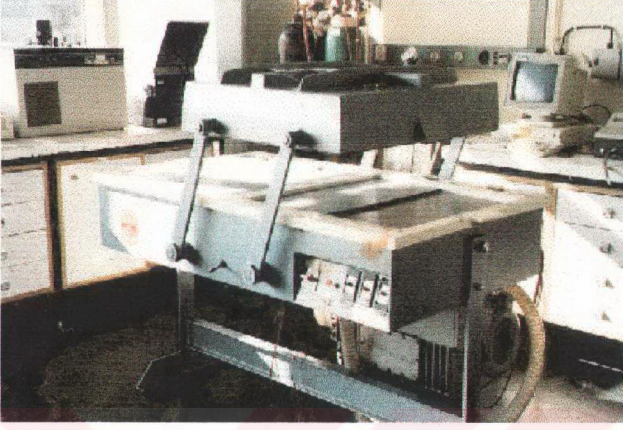
Nem analizleri: Nem analizlerinde Elektromag M- 8040 etüv kullanılmıştır. Analizlerde [84] yöntemi uygulanmış olup, 2-4g. örneğin darası alınmış petri kaplarına sürülerek 105°C'de 3 saat bekletilmesi ve soğuduktan sonra tartımının alınması şeklinde yapılmıştır.



Şekil 2.3: Soğuk depoda ürünlerin muhafaza edilmesi



Şekil 2.4: Paketleme işleminde kullanılmış olan gaz karışım cihazı



Şekil 2.5 Paketleme makinası



Şekil 2.6 Gaz ölçüm aygıtları

Tablo 2.1: Duyusal değerlendirme tablosu [23,83]

Tarih :			
Ürün adı :			
	ÜRÜN KODU		
	517	259	351
Çiğ ürünün genel görünüşü			
Çiğ ürünün yapısı (dokusal özellikler)			
Çiğ ürünün kokusu			
Pişmiş ürünün görünüşü			
Pişmiş ürünün kokusu			
Pişmiş ürünün tadı			
Pişmiş ürünün yapısı (dokusal özellikler)			

Renk ölçümleri: Bunun için Minolta chroma meter CR 300 renk ayırım ve fark ölçüm cihazı kullanılmış, elde edilen değerler Hunter lab sistemine göre değerlendirilmiştir. Örneklerde iç ve dış renk ayrı ayrı okunmuş ve 6'şar okuma yapılmıştır. Bu sistemde, L*= parlaklığı, a*=pozitif değerindeyken kırmızı ve negatif değerinde yeşili, b*= pozitif değerindeyken sarı ve negatif değerindeyken maviyi ifade etmektedir [30,31]. Toplam renk değişimini tespiti ise şu denkleme göre hesaplanmıştır [85,86,87]:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

Burada,

$$\Delta L^* = L^* \text{ renk } i - L^* \text{ renk } j$$

$$\Delta a^* = a^* \text{ renk } i - a^* \text{ renk } j$$

$$\Delta b^* = b^* \text{ renk } i - b^* \text{ renk } j$$

olup, i-j hesaplanmak istenen iki renk değerini ifade etmektedir.

Ağırlık değişimi analizi: Belirli paketlerin her analiz gününde ağırlığının ölçülmesi ve depolama sonu ile başlangıcı arasındaki farkın tespiti şeklinde ağırlıktaki değişim belirlenmiştir. Bunun için her gruptan 5'er adet ürün paketi, ağırlık değişiminin belirlenmesi için ayrılmış ve her analiz gününde depodan alınarak en kısa sürede tartımı yapılmış, tekrar depoya kaldırılmıştır. Böylece, paketlerde depolama süresince meydana gelen ortalama ağırlık kaybı tespit edilmiştir.

Doku (tekstür) analizi: Instron 1140 model doku ölçüm cihazı ile Kramer Shear (2830-018) ve Plunger Assembly (2830-010) başlığı kullanılarak yapılmıştır. Alabalık burgeri ölçümlerinde 20'şer g.'lık burgerler, dolmasında ise 20'şer g.'lık balık takozları kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Doku analizinde kullanılan Instron Şekil 2.7'dedir.

Asitlik analizleri: Bu analiz, [25]'de belirtildiği gibi, saf su ile homojenize edilmiş örneğin 0,1 N NaOH ile pH 8.1'e kadar ayarlanması şeklinde uygulanmış olup, asitlik miktarı laktik asit cinsinden hesaplanmıştır.

TVB-N (toplam uçucu bazik azot) analizleri: Antonocopoulos tarafından modifiye edilmiş, LUCKE ve GIEDEL'e göre yapılmıştır [88]. Su buharı distilasyonunun ardından 0,1N HCl ile toplanmış olan azotlu maddelerin 0,1 N NaOH ile titrasyonu yapılarak hesaplanmıştır.

Mikrobiyolojik analizler için, her gruptan 3'er paketten aseptik şartlarda örnek alınmıştır.

Toplam mezofilik bakteri sayımı: Bunun için Plate Count Agar (PCA) ortamı ve dökme plak yöntemi kullanılarak 37°C'de 24 saat inkübasyonu takiben sayım yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir [89].

Lactobacillus sp. sayımı: De Man Rogosa Sharpe (MRS) ortamı ve dökme plak yöntemi kullanılarak 37°C'de 24 saat anaerobik şartlarda inkübe edilmiş ve koloniler sayılarak değerlendirme yapılmıştır [90].

Staphylococcus sp. sayımı: Bunun için, ise yayma plak yöntemi ve Baird Parker ortamı kullanılmıştır. Ekim ve inkübasyonu takiben, siyah renkli, parlak ve çevresinde şeffaf bir zon oluşturan 2-3 mm. çapında tipik koloniler sayılmıştır [84].

Toplam koliform sayımı: Toplam koliform sayımında, Violet Red Bile agar (VRB) besi yeri hazırlanmış ve dökme plak yöntemiyle çift kat dökülen ortama ekim yapılmıştır. Petriler, 37°C'de 24 saat inkübe edilmiş, sonuçta çapları 0.5 mm'den büyük olan koyu ve çevrelerinde kırmızı zon bulunan tipik koloniler sayılmıştır [89].

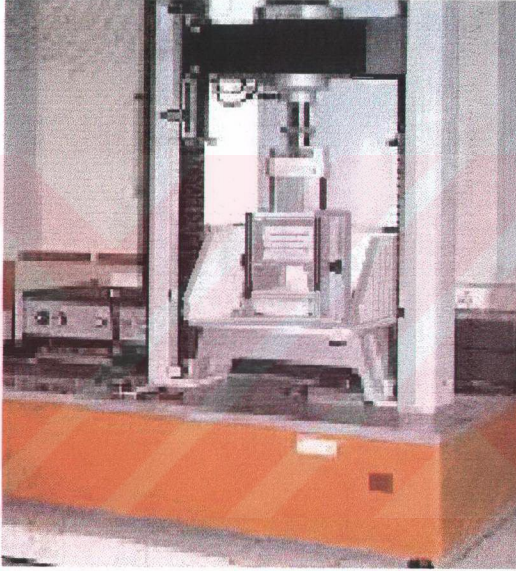
Maya ve küf sayımı: Malt extract agar (MEA) ortamı ve dökme plak yöntemi kullanılarak ekim yapılmış, 26°C'de 5 gün inkübasyonu yapılarak tipik küf ve maya kolonileri sayılmıştır [89].

Anaerobik bakteri sayımı: Dökme plak yöntemi ve besi yeri olarak Differential Reinforced Clostridial Medium (DRCM) kullanılmıştır. Petriler, anaerobik şartlarda 37°C'de 3 gün inkübe edilmiştir. Üzerinde 20-200 adet siyah koloni olan petriler seçilmiş ve sayım yapılmıştır [84].

Salmonella sp. analizleri: Bu analiz için ise, özel zenginleştirme ortamları kullanılarak, sonuçlar 25 gramında pozitif ve negatif olarak değerlendirilmiştir [84].

Pseudomonas sp. analizleri: *Pseudomonas sp.* analizleri ise, [89]'e göre yapılmıştır.

İstatistiksel değerlendirmeler: Yapılan analizlerin istatistiksel değerlendirmesi için, “t” testi uygulanarak gruplar arasındaki farklılıklar ve bunların önem derecesi saptanmıştır. Bu hesaplamalar için, [91] kullanılmıştır.



Şekil 2.7: Doku analizlerinde kullanılan Instron

3. BULGULAR

Çalışmada kullanılan ambalaj materyalinin gaz geçirgenliği ($\text{ml/m}^2 \text{ gün atm}$) $+4^\circ\text{C}$ 'de $\text{O}_2 = 6.89$, $\text{CO}_2 = 5.42$ ve $\text{N}_2 = 2.48$ olarak tespit edilmiş; su buharı geçirgenliği ise $37.8 \pm 1^\circ\text{C}$; $\% 90 \pm 2\text{RH}(\text{g/m}^2 \text{ gün.atm})$ 'de 7.86 olarak belirlenmiştir.

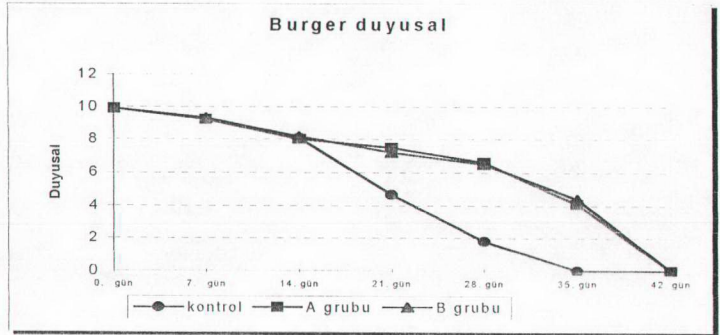
Alabalık dolması ve alabalık burgeri olmak üzere, iki hazır yemeğin dayanma süresi üzerine MAP teknolojisinin etkisi araştırılmış olup, bu iki ürüne ait bulgular, iki ayrı başlık halinde sunulmuştur.

3.1. ALABALIK BURGERİ

Alabalık burgeri yapımında kullanılan alabalıkların ve depolama öncesi burgerlerin duyu kalitesi ekstra kalite (sırası ile 9.8 ve 9.9 puan) olarak belirlenmiştir. 7 günde bir yapılan analizler sonucunda, kontrol grubu örneklerin duyu olarak depolamanın 21. gününde (4.66 puan), A ve B grupları ise 35. gününde (sırası ile 4.1 ve 4.4 puan) bozulmuştur. Alabalık burgerlerinin duyu analiz bulgularına ilişkin değerler Tablo 3.1 ve Şekil 3.1' de görülmektedir. Kontrol grubunun depolamanın 21. gününden itibaren diğer gruplara göre artarak bozulduğu ($p < 0.001$); modifiye atmosferle paketlenen A ve B gruplarının duyu özelliklerinin ise depolama süresince birbirlerinden dikkat çekici bir farklılık göstermediği belirlenmiştir ($\text{NS} = \text{Non Significant}$).

Tablo 3.1: Alabalık burgeri duyu analiz bulguları

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	9,9	9,9	9,9
7	9,23	9,23	9,3
14	8,08	8	8,17
21	4,66	7,5	7,2
28	1,8	6,6	6,5
35	0	4,1	4,4
42	0	0	0

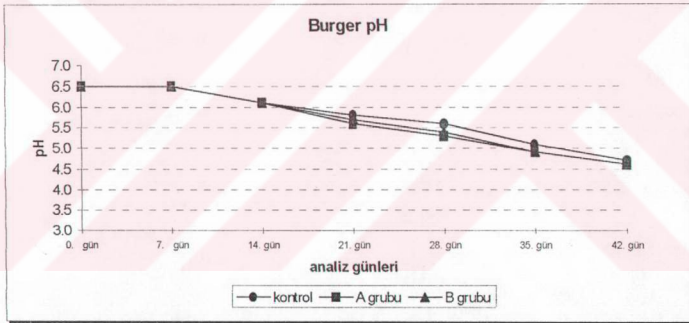


Şekil 3.1: Alabalık burgeri duyu analiz bulguları grafiği.

Yapılan pH analizleri sonucunda henüz işlenmemiş durumdaki alabalıkların pH'ı 6.7 olarak ölçülmüş, bu değer, burger haline getirildikten sonra 6.5 şeklinde belirlenmiştir. Depolama süresince ürünlerin pH değerlerinde düşme görülmüş, depolamanın son günü olan 42. günde kontrol grubunda 4.7, A ve B grubunda 4.6 olarak belirlenmiştir. pH bulguları Tablo 3.2 ve Şekil 3.2'de görülmektedir. t testine göre, bu değerlerin birbirlerinden farkının önemli olmadığı (NS) belirlenmiştir.

Tablo 3.2: Alabalık burgeri pH bulguları.

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	6,5	6,5	6,5
7	6,5	6,5	6,5
14	6,1	6,1	6,1
21	5,8	5,6	5,7
28	5,6	5,3	5,4
35	5,1	4,9	4,9
42	4,7	4,6	4,6



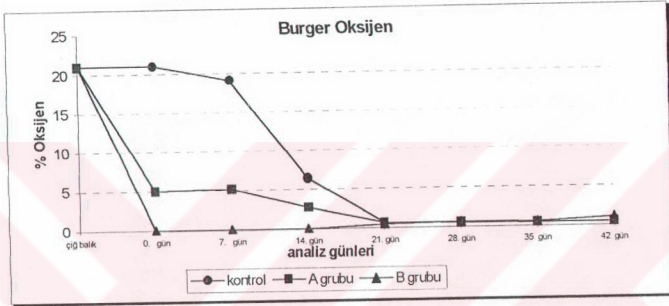
Şekil 3.2: Alabalık burgerinin pH bulguları grafiği.

Alabalık burgeri paketlerindeki oksijen oranı kontrol grubu paketlerinde %21'den ve A grubunda %5'ten depolama sonunda % 0.5'e düşmüş; başlangıçta hiç oksijen içermeyen B grubu paketlerinde de depolama sonunda % 0,5 olarak tespit edilmiştir.

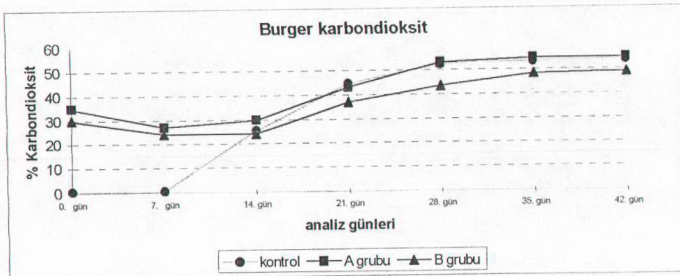
Karbondioksit ise, Kontrol grubu paketlerinde %0.3'ten, %54'e çıkmış, A grubunda %35'ten %55'e, B grubunda ise %30'dan %49'a yükselmiştir. Oksijen oranında meydana gelen değişimler Tablo 3.3 ve Şekil 3.3' de; karbondioksit oranındaki değişimler ise Tablo 3.4 ve Şekil 3.4'de görülmektedir.

Tablo 3.3: Alabalık burgeri %O₂ ölçümü bulguları.

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	21	5	0
7	19,1	5,2	0
14	6,5	2,7	0
21	0,7	0,7	0,5
28	0,6	0,6	0,6
35	0,5	0,5	0,5
42	0,5	0,5	0,5

Şekil 3.3: Alabalık burgeri %O₂ ölçümü bulguları grafiği.Tablo 3.4: Alabalık burgeri %CO₂ ölçümü bulguları.

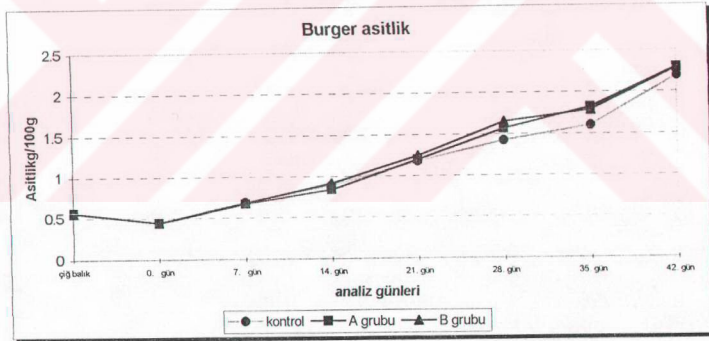
Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	0,3	35	30
7	0,66	27	24
14	25,5	29,6	24
21	44,5	43,3	37
28	52,6	53,3	43,6
35	53,6	55	48,3
42	54	55	49

Şekil 3.4: Alabalık burgeri %CO₂ ölçümü bulguları grafiği.

Çiğ haldeki alabalıkların asitliği 0.56 g/ 100g ve paketlenme öncesi burgerlerinki 0.44 g/ 100g olarak belirlenmiştir. Bu değerin , kontrol grubunda 2.19 g/ 100g, A grubu örneklerde 2.29 g/ 100g, B grubunda ise 2.28 g/ 100g şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Burgerlere ait asitlik analizlerinin sonuçları Tablo 3.5 ve Şekil 3.5’de verilmiştir. Modifiye atmosferle paketlenen grupların kontrol grubu örneklerine oranla daha asidik olduğu dikkat çekmektedir ($p<0.05$). Bu durum, balık etinde karbondioksitin absorpsiyonu sebebiyle olmaktadır.

Tablo 3.5: Alabalık burgerinin asitlik analizi bulguları(g/ 100g).

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	0,44	0,44	0,44
7	0,69	0,66	0,68
14	0,89	0,84	0,92
21	1,17	1,19	1,24
28	1,42	1,56	1,65
35	1,60	1,81	1,78
42	2,19	2,29	2,28



Şekil 3.5: Alabalık burgeri asitlik analizi bulguları grafiği.

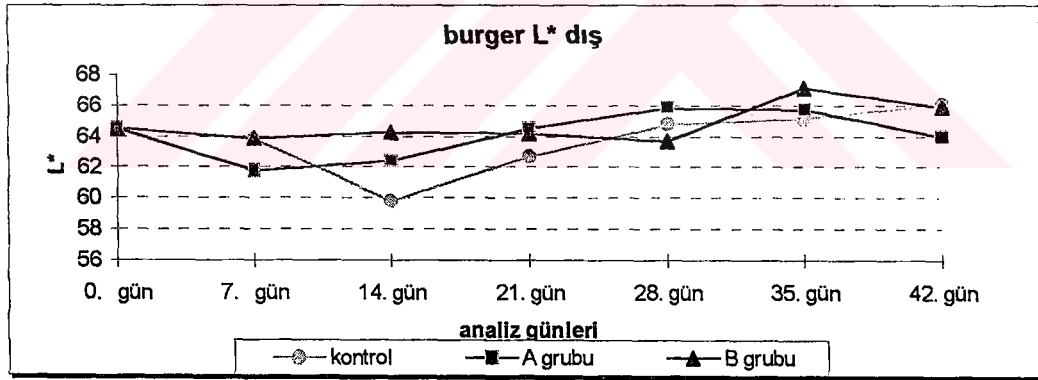
Alabalık burgerlerinin iç ve dış kısımlarındaki renginin birbirinden oldukça farklı olduğu gözlenmiş, bunun için renk ölçümleri, iç ve dış bölgelerde ayrı ayrı uygulanmıştır. Ürün yapımında kullanılan alabalıkların dış kısmında renk ölçümleri sonucu; $L^*= 74.64$, $a^*= 0.49$, $b^*= 2.01$ olarak belirlenmiştir. Ürün yapımında kullanılan alabalıkların iç kısmında yapılan ölçüm sonucu ise $L^*= 48.28$, $a^*= 2.00$, $b^*= 5.01$ olarak tespit edilmiştir.

- Alabalık burgerlerinin dış kısmında yapılan renk ölçümlerinde L^* değeri,

64.46 olarak belirlenmiş, bu değerin, depolamanın sonunda kontrol grubunda 66.06, A grubunda 63.95, B grubunda 65.86 şeklinde olduğu belirlenmiştir. a^* değerlerinin depolama başlangıcında 3.95 olduğu, depolamanın 42. Günü olan son gününde kontrol grubunda 5.82, A grubunda 6.57, B grubunda 5.98 'e yükseldiği görülmüştür. b^* değerleri ise, başlangıçta 20.06 olarak tespit edilmiş, Depolama sonunda ise, kontrol grubunda 25.6, A grubunda 26.21, B grubunda 25.41 olarak belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalara göre kontrol grubundaki renk değişimi $\Delta E=6.06$, A grubunda $\Delta E=6.70$, B grubunda ise $\Delta E=5.89$ olarak hesaplanmıştır. Alabalık burgerlerinin dış kısmında yapılan L^* ölçümlerine ait bulgular Tablo 3.6 ve Şekil 3.6'da, a^* ölçümlerine ait bulgular Tablo 3.7 ve Şekil 3.7'de, b^* ölçümlerine ait bulgular ise Tablo 3.8 ve Şekil 3.8'de sunulmuştur.

Tablo 3.6: Alabalık burgerinin dış kısmında yapılan L^* analizi bulguları.

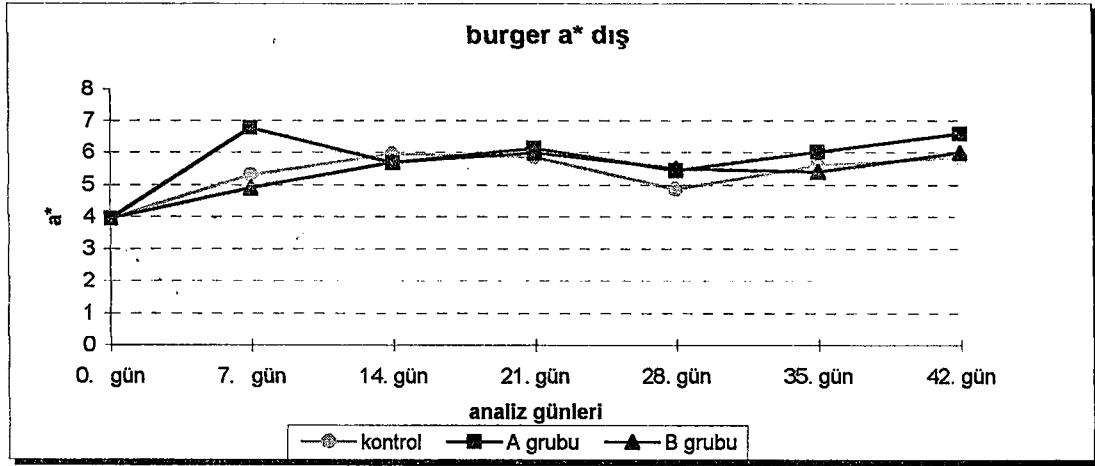
Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	64,46	64,46	64,46
7	63,79	61,73	63,86
14	59,77	62,33	64,22
21	62,67	64,46	64,18
28	64,71	65,79	63,69
35	65,14	65,68	67,12
42	66,06	63,95	65,86



Şekil 3.6: Alabalık burgerlerinin dış kısmında yapılan L^* ölçümü bulguları grafiği.

Tablo 3.7: Alabalık burgerinin dış kısmında yapılan a^* analizi bulguları.

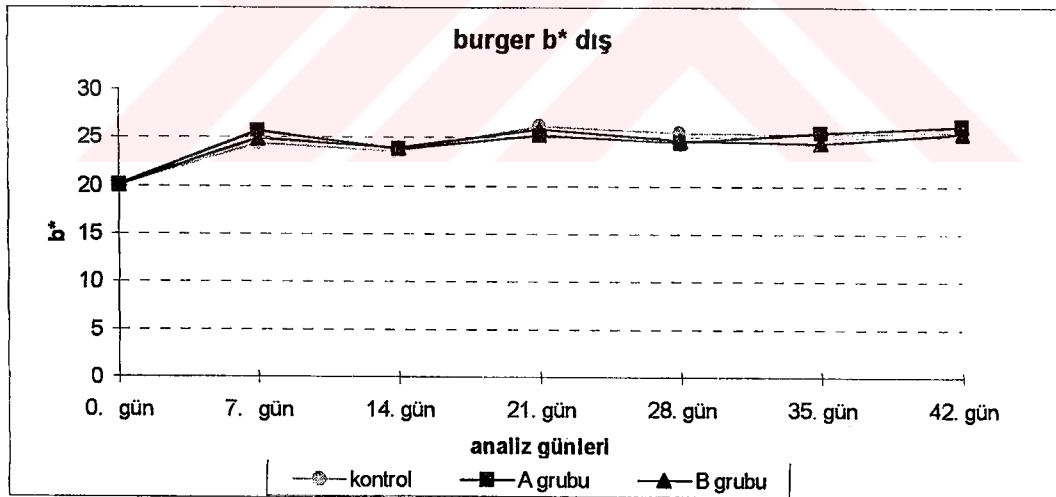
Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	3,95	3,95	3,95
7	5,29	6,76	4,9
14	5,95	5,67	5,68
21	5,85	6,11	5,98
28	4,86	5,43	5,48
35	5,59	6	5,39
42	5,82	6,57	5,98



Şekil 3.7: Alabalık burgerlerinin dış kısmında yapılan a* ölçümü bulguları grafiği.

Tablo 3.8: Alabalık burgerinin dış kısmında yapılan b* analizi bulguları

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	20,06	20,06	20,06
7	24,46	25,75	24,89
14	23,52	23,81	23,89
21	26,22	25,22	25,91
28	25,5	24,57	24,68
35	25,38	25,54	24,47
42	25,6	26,21	25,41



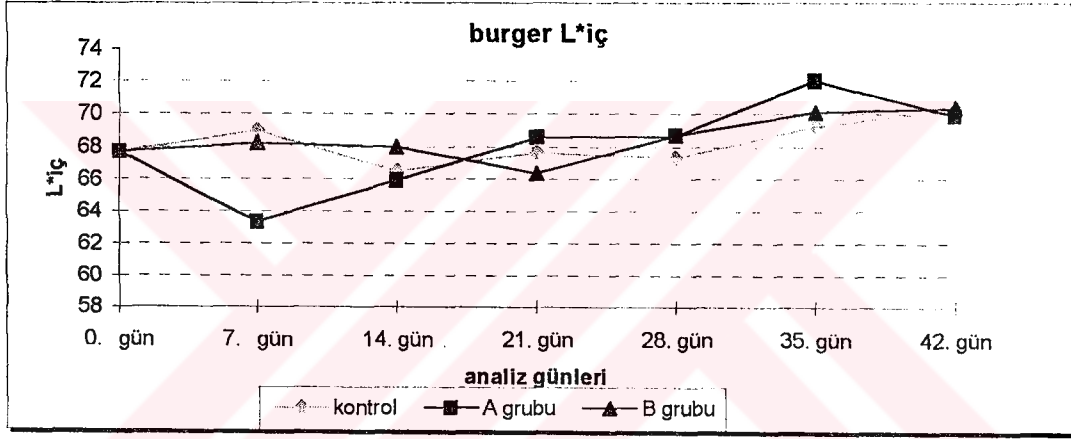
Şekil 3.8: Alabalık burgerlerinin dış kısmında yapılan b* ölçümü bulguları grafiği.

• Alabalık burgerinin iç bölgelerinde yapılan renk okumalarında ise, L* değeri , burgerde 67.66, depolama çalışmasının son günü olan 42. günde kontrol grubunda 70.30, A grubunda 69.87, B grubunda 70.34 şeklinde ölçülmüştür. a* değerleri başlangıçta -0.32 , depolama sonunda kontrol grubu için 1.15 , A grubu için 1.27 ve B grubu için 1.36 olarak belirlenmiştir. b* değerleri ise 22.92 şeklinde belirlenmiş, bunun, depolama sonunda kontrol grubunda 23.80 , A grubu 23.55, B grubunda 24.44 olduğu tespit edilmiştir. Alabalık burgerlerinin iç kısmında meydana gelen

renk değişimi kontrol grubunda $\Delta E = 3.15$, A grubunda $\Delta E = 2.79$, B grubunda $\Delta E = 3.51$ olarak belirlenmiştir. Alabalık burgerlerinin i bölgelerinde yapılmış olan L^* lm bulguları Tablo 3.9 ve şekil 3.9'da; a^* değeri ölçümü bulguları Tablo 3.10 ve şekil 3.10'da; b^* lm bulguları ise Tablo 3.11 ve şekil 3.11'de sunulmuştur.

Tablo 3.9: Alabalık burgerinin iç kısmında yapılan L^* analizi bulguları.

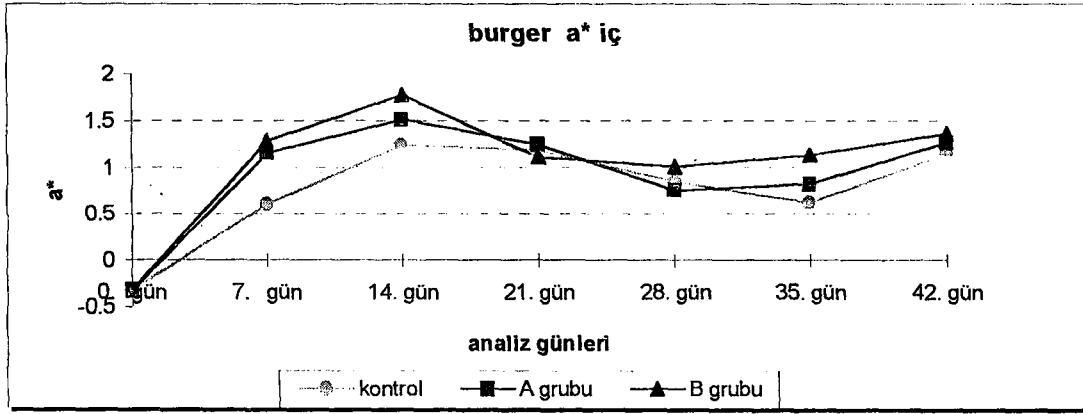
Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	67,66	67,66	67,66
7	68,97	63,33	68,24
14	66,51	65,96	67,99
21	67,63	68,61	66,38
28	67,31	68,66	68,70
35	69,26	72,10	70,11
42	70,30	69,87	70,34



şekil 3.9: Alabalık burgerlerinin iç kısmında yapılan L^* lm bulguları grafiği.

Tablo 3.10: Alabalık burgerinin iç kısmında yapılan a^* analizi bulguları.

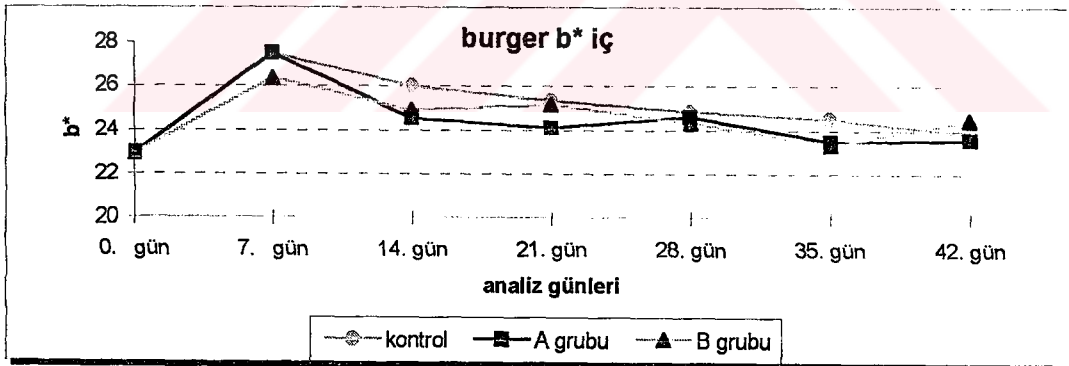
Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	-0,32	-0,32	-0,32
7	0,6	1,16	1,28
14	1,24	1,51	1,77
21	1,19	1,25	1,11
28	0,84	0,75	1,01
35	0,62	0,82	1,14
42	1,15	1,27	1,36



Şekil 3.10: Alabalık burgerlerinin iç kısmında yapılan a* ölçümü bulguları grafiği.

Tablo 3.11: Alabalık burgerinin iç kısmında yapılan b* analizi bulguları.

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	22,92	22,92	22,92
7	27,49	27,49	26,34
14	25,98	24,55	24,9
21	25,34	24,09	25,15
28	24,84	24,61	24,34
35	24,5	23,45	23,29
42	23,8	23,55	24,44

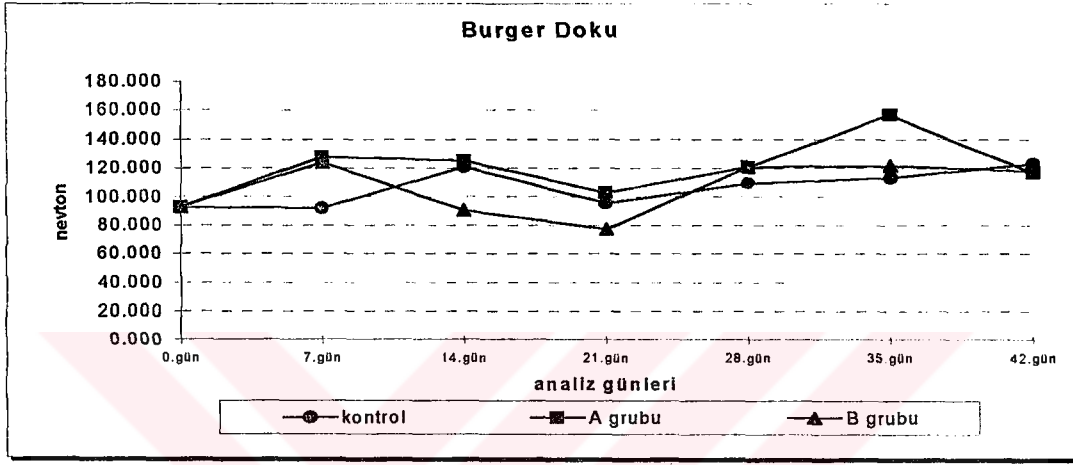


Şekil 3.11: Alabalık burgerlerinin iç kısmında yapılan b* ölçümü bulguları grafiği.

Alabalık burgerinin depolama öncesi doku ölçümü sonucunda elde edilen değer 93.195 newtondur. Depolamanın son günü olan 42. günde bu değer, kontrol grubunda 122.625 newton, A grubunda 116.494 newton, B grubunda 117.720 newton olarak belirlenmiştir. Alabalık burgerlerinin doku analizleri sonucunda elde edilen bulgular Tablo 3.12 ve Şekil 3.12 de görülmektedir.

Tablo 3.12: Alabalık burgeri doku ölçümü bulguları (Newton).

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	93,195	93,195	93,195
7	91,969	127,530	123,851
14	120,173	125,078	90,743
21	95,648	103,005	77,254
28	109,136	120,173	120,173
35	112,815	156,960	121,399
42	122,625	116,494	117,720

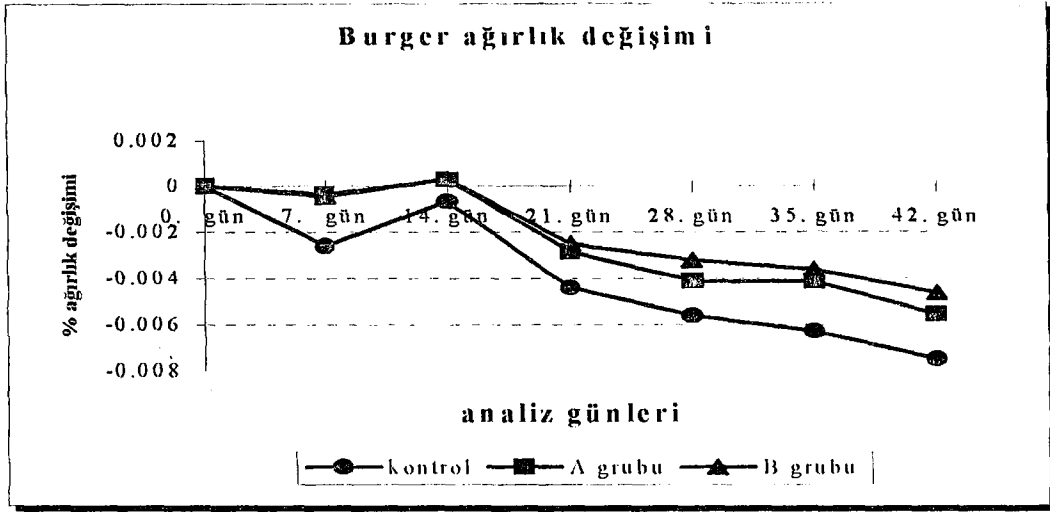


Şekil 3.12 : Alabalık burgeri doku ölçümü bulguları (Newton).

Ağırlık değişimi 'ağırlık kaybı' şeklinde olmuş ve depolamanın son günü olan 42. günde kontrol grubunda % 0.0075, A grubunda % 0.0056, ve B grubunda ise % 0.0046 olarak tespit edilmiştir. Alabalık burgerlerinin depolamaya bağlı ağırlık kaybı Tablo 3.13 ve Şekil 3.13 de görülmektedir.

Tablo 3.13: Alabalık burgeri % ağırlık değişimi ölçümü bulguları.

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	0	0	0
7	-0,0026	-0,0004	-0,0005
14	0,0007	0,0003	0,0003
21	-0,0044	-0,0029	-0,0025
28	-0,0056	-0,0041	-0,0032
35	-0,0063	-0,0041	-0,0036
42	-0,0075	-0,0056	-0,0046

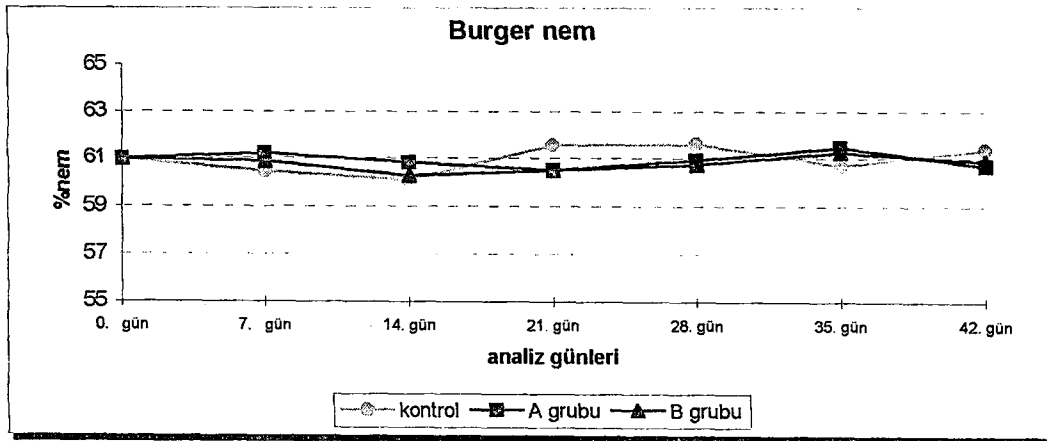


Şekil 3.13 : Alabalık burgeri %ağırlık değişimi ölçümü bulguları.

Alabalık burgeri ürününün yapımında kullanılan alabalıkların nem miktarı %73.91 olarak belirlenmiş, balıklar ürüne işlendikten sonra bu değer % 60.95 'e düştüğü görülmüştür. Depolama sonunda kontrol grubu örneklerde % 61.35 , A grubunda % 60.66 ve B grubunda ise % 60.84 oranında nem içerdikleri belirlenmiştir. Alabalık burgerlerinin nem analizleri sonucunda elde edilen bulgular Tablo 3.14 ve Şekil 3.14'de görülmektedir.

Tablo 3.14: Alabalık burgeri %nem değişimi ölçümü bulguları.

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	60,95	60,95	60,95
7	60,43	61,19	60,84
14	60,04	60,79	60,22
21	61,54	60,48	60,48
28	61,6	60,9	60,72
35	60,65	61,46	61,26
42	61,35	60,66	60,84

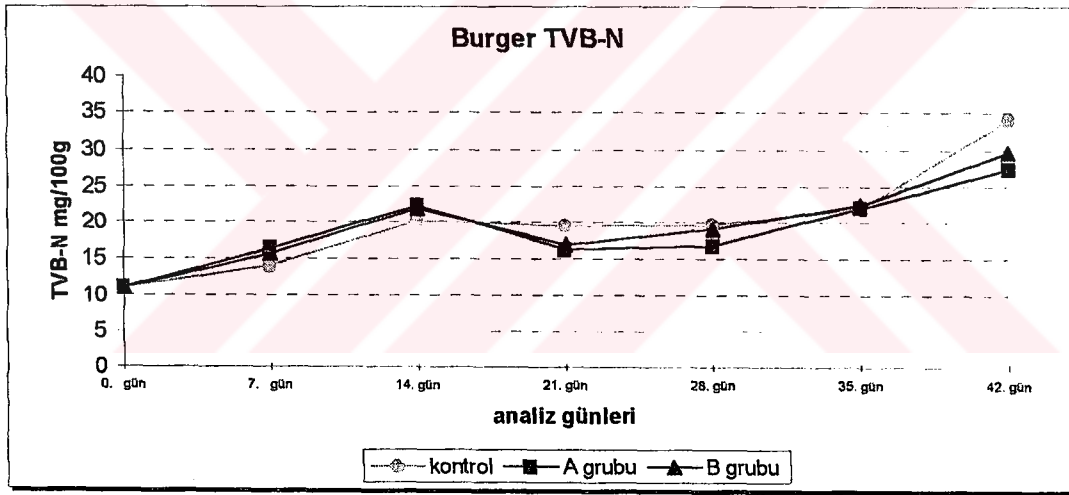


Şekil 3.14: Alabalık burgeri %nem değişimi ölçümü bulguları.

Henüz ürüne işlenmemiş durumdaki alabalıkların TVB-N miktarı 7.47 mg/100g ; ürüne işlendikten sonra ise 10.98 mg/100g şeklindedir. Bu değerler depolama süresince artış göstermiş ve depolamanın 42. gününde kontrol grubunda 34.04mg/100g; A grubunda 27.42 mg/100 g ve B grubunda 29.71 mg/100 g. şeklinde tespit edilmiştir. Kontrol grubunda depolamanın 21. gününde diğer gruplara göre artış olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Bu ürünlerdeki TVB-N miktarındaki değişimi Tablo 3.15 ve Şekil 3.15’de görülmektedir.

Tablo 3. 15: Alabalık burgeri TVB-N(mg/100g) ölçümü bulguları.

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	10,98	10,98	10,98
7	14,09	16,4	15,71
14	20,2	22,3	21,87
21	19,44	16,18	16,88
28	19,66	16,78	19,06
35	22,08	22,01	22,48
42	34,04	27,42	29,71



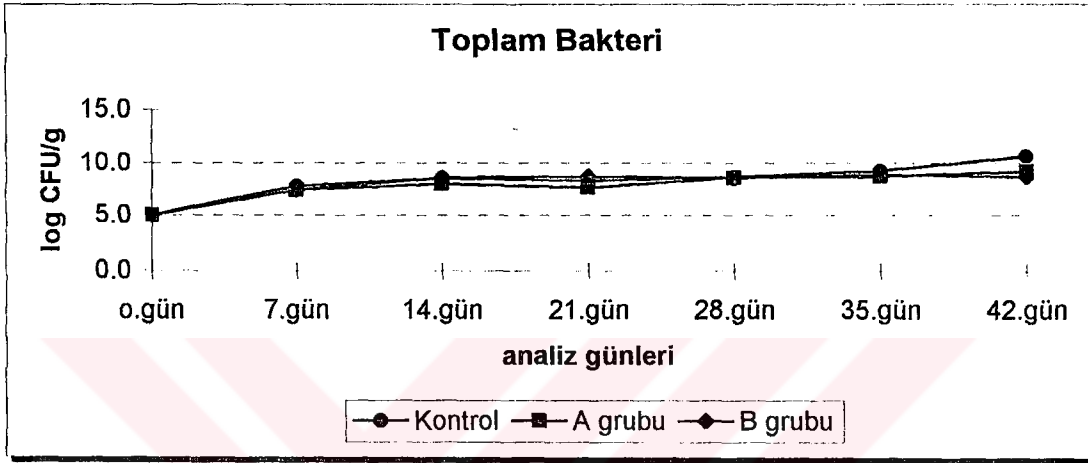
Şekil 3. 15: Alabalık burgeri TVB-N ölçümü bulguları.

Alabalık burgerlerinin mikrobiyolojik analiz bulguları ise aşağıdaki gibidir:

- Örneklerin başlangıç florası 5 log CFU/g olarak tespit edilmiş, bu değer depolama sırasında artarak depolamanın son gününde kontrol grubunda 10.6 log CFU/g, A grubunda 9.1 log CFU/g ve B grubunda 8.6 log CFU/g olarak belirlenmiştir. Özellikle 35. günden sonra kontrol grubunda diğer paketleme gruplarından daha büyük bir artış ($p<0.05$) gözlenmiştir toplam bakteri yükü gelişimi Tablo 3.16 ve Şekil 3.16’da görülmektedir.

Tablo 3.16: Alabalık burgeri toplam bakteri yükü ölçümü bulguları(log CFU/g).

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	5.0	5.0	5.0
7	7.8	7.4	7.4
14	8.5	8.0	8.5
21	8.3	7.6	8.7
28	8.6	8.6	8.5
35	9.2	8.7	8.8
42	10.6	9.1	8.6

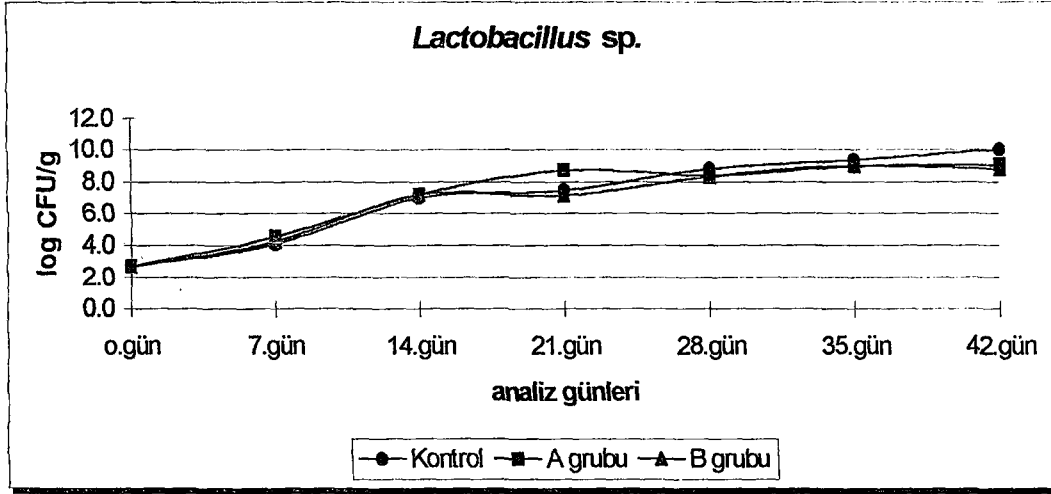


Şekil 3. 16: Alabalık burgeri toplam bakteri yükü ölçümü bulguları.

- Alabalık burgerlerinde yapılmış olan analizlere göre, *Lactobacillus* sp.'nin depolama süresince artarak depolamanın son günü olan 42. günde kontrol grubunda 10.0 log CFU/g 'a ulaştığı bildirilmiştir. Bu değer, A grubu örneklerde 9.1 log CFU/g , B grubunda ise 8.8 log CFU/g olarak tespit edilmiş ve özellikle 35. günden itibaren kontrol grubundaki artışın diğer gruplardan fazla ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir. Alabalık burgerlerinde yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen bulgular, Tablo 3.17 ve Şekil 3. 17'de sunulmuştur.

Tablo 3. 17: Alabalık burgeri *Lactobacillus* sp. analizi bulguları(log CFU/g).

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	2.7	2.7	2.7
7	4.1	4.5	4.3
14	7.0	7.2	7.2
21	7.5	8.7	7.1
28	8.8	8.4	8.3
35	9.3	8.9	9.0
42	10.0	9.1	8.8

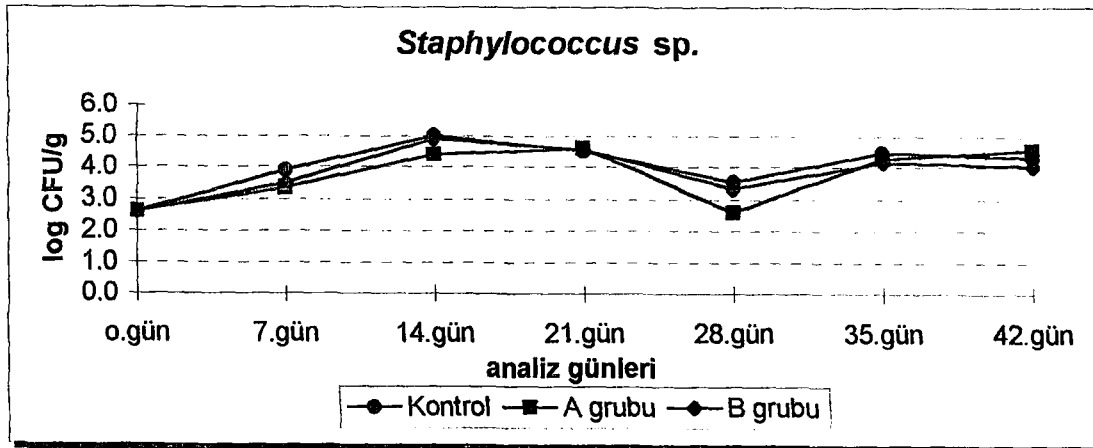


Şekil 3.17: Alabalık burgeri *Lactobacillus* sp. analizi bulguları.

- Depolama başlangıcında *Staphylococcus* sp. 2.6 log CFU/g olarak tespit edilmiş; 42. günde kontrol grubunda 4.3 mg/100g, A grubunda 4.6 mg/100g ve B grubunda 4.0 mg/100g olarak bulunmuştur. Elde edilen bulgular Tablo 3.18 ve Şekil 3.18'de sunulmuştur.

Tablo 3. 18: Alabalık burgeri *Staphylococcus* sp. analizi bulguları(log CFU/g).

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	2.6	2.6	2.6
7	3.9	3.3	3.5
14	5.0	4.4	4.9
21	4.5	4.6	4.6
28	3.5	2.6	3.3
35	4.5	4.3	4.1
42	4.3	4.6	4.0

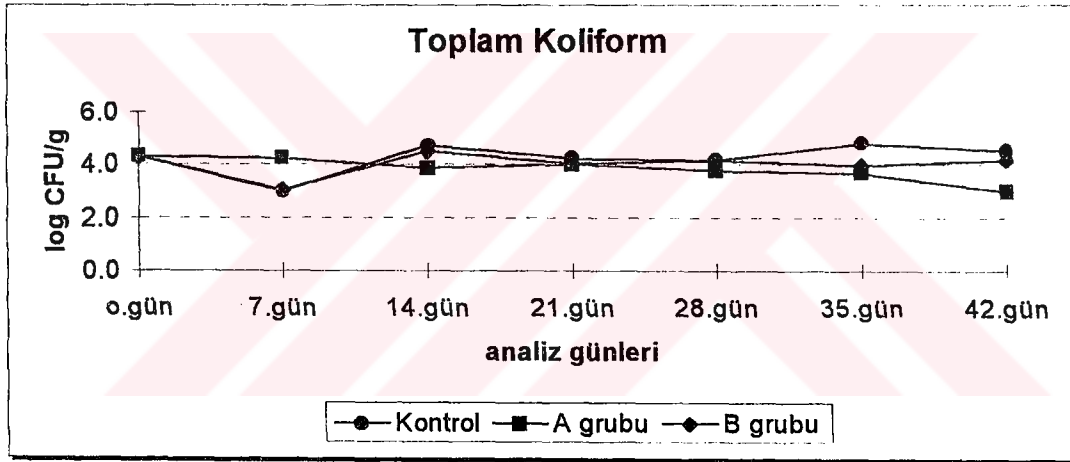


Şekil 3. 18: Alabalık burgeri *Staphylococcus* sp. analizi bulguları.

- Toplam koliform depolama başlangıcında 4.3 log CFU/g düzeyinde iken bozulmayı gösterebilecek bir artış sergilememiştir. Ancak özellikle 35. günden sonra kontrol grubundaki artış ($p<0.01$) daha fazla olmuştur. Toplam koliform analizi bulguları Tablo 3.19 ve Şekil 3. 19’da görülmektedir.

Tablo 3. 19: Alabalık burgeri toplam koliform analizi bulguları(log CFU/g).

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	4.3	4.3	4.3
7	3.0	4.2	3.0
14	4.7	3.9	4.5
21	4.2	4.0	4.0
28	4.1	3.8	4.1
35	4.8	3.7	4.0
42	4.5	3.0	4.2

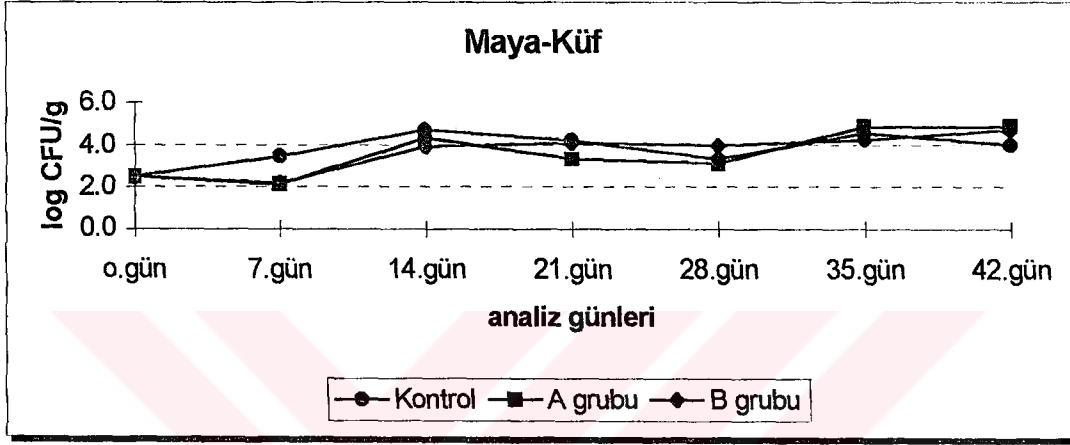


Şekil 3. 19: Alabalık burgeri toplam koliform analizi bulguları.

- Maya-küf miktarı depolama süresince artmış, ancak bunun ürün yapımında kullanılan baharat ve diğer katkıları nedeniyle olduğu düşünülmüştür. Depolama sırasında elde edilen bulguların bazen düşüp bazen artış göstermesi de bundan dolayı meydana gelmiştir. Analiz sonucu elde edilmiş olan bulgular Tablo 3. 20 ve Şekil 3. 20’de sunulmaktadır.

Tablo 3. 20: Alabalık burgeri maya-küf analizi bulguları(log CFU/g).

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	2.5	2.5	2.5
7	3.4	2.1	2.2
14	4.7	4.3	3.9
21	4.2	3.3	4.1
28	3.3	3.1	4.0
35	4.6	4.9	4.2
42	4.0	4.9	4.7



Şekil 3. 20: Alabalık burgeri maya-küf analizi bulguları grafiği.

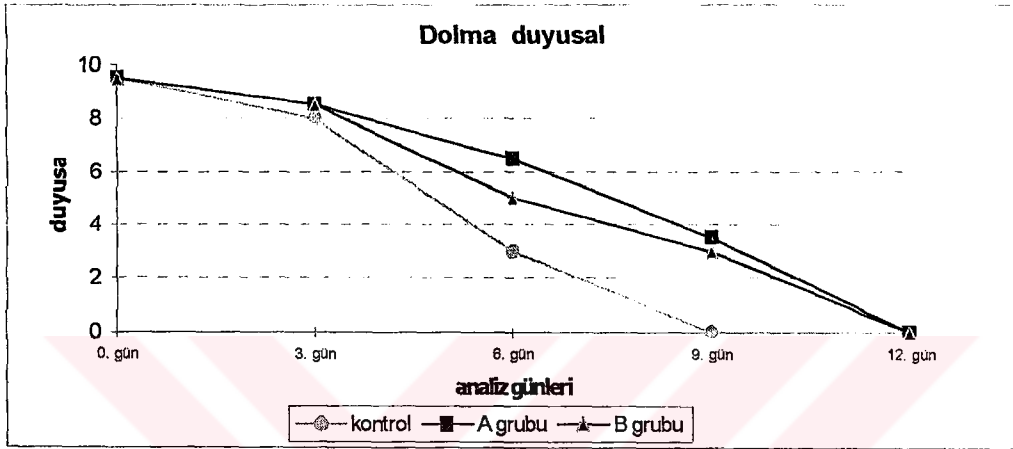
- Bu üründe depolama başlangıcında, 21. günde ve depolamanın son gününde yapılan analizler sonucunda *Salmonella* sp.'ya rastlanmamıştır. Benzer şekilde, depolama süresince yapılan analizlere göre anaerobik mikroorganizma gelişimi de tespit edilmemiştir.

III.2. ALABALIK DOLMASI

Yapılan duyusal analizler sonucunda, alabalık dolmalarının başlangıçta ekstra kalitede (9.5 puan) oldukları görülmüş, bu değer depolamaya bağlı olarak giderek düşmüştür. Duyusal analizlere göre, kontrol (hava) grubu örneklerinin depolamanın 6. gününde 'bozulmuş' (3 puan) olduğu saptanmış ve bu değer MA gruplarından istatistiksel olarak çok düşük ($p < 0.01$) olduğu belirlenmiştir. A ve B grubu örneklerde ise bozulma depolamanın 9. gününde tespit edilmiştir (3.5 ve 3 puan). Duyusal analiz bulgularına ilişkin değerler Tablo 3.21. ve Şekil 3.21' de görülmektedir.

Tablo 3.21: Alabalık dolmalarının duyu analizi bulguları.

Analiz günleri	kontrol	A grubu	B grubu
0	9,5	9,5	9,5
3	8	8,5	8,5
6	3	6,5	5
9	0	3,5	3
12	0	0	0

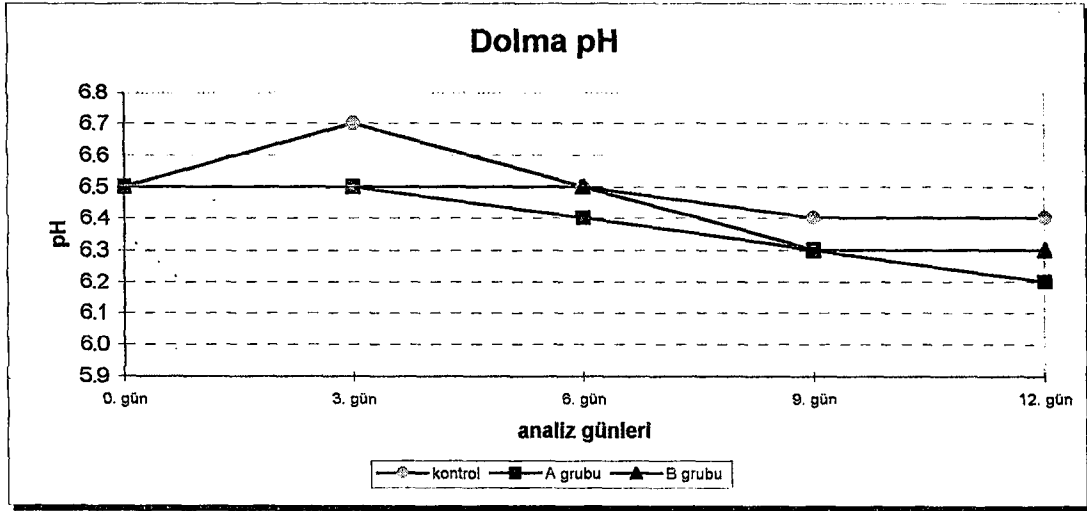


Şekil 3.21: Alabalık dolmalarının duyu analizi bulguları grafiği.

Alabalık dolmalarının pH'ı başlangıçta 6.5 iken, depolamanın 12. gününde kontrol grubunda 6.4; A grubunda 6.2 ve B grubunda ise 6.3 olarak ölçülmüştür. Alabalık dolmalarının pH bulguları Tablo 3.22 ve Şekil 3.22'de görülmektedir. Yapılan 't' testine göre, kontrol grubunun pH değerinin A ve B gruplarından farkının önemli olduğu ($p < 0.001$ ve $p < 0.01$), ancak A ve B grupları arasındaki farkın dikkate değer olmadığı (NS) bulunmuştur.

Tablo 3.22: Alabalık dolmalarının pH analizi bulguları.

Analiz günleri	kontrol	A grubu	B grubu
0	6,5	6,5	6,5
3	6,7	6,5	6,5
6	6,5	6,4	6,5
9	6,4	6,3	6,3
12	6,4	6,2	6,3

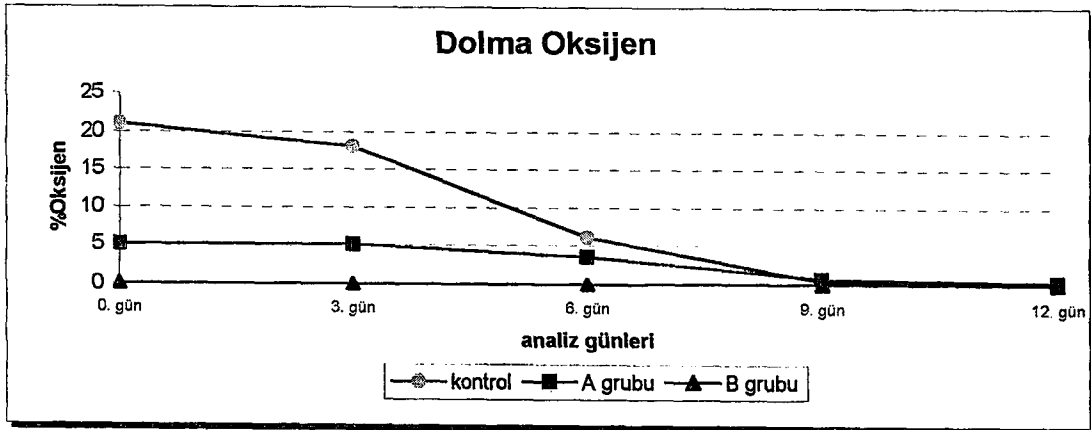


Şekil 3.22: Alabalık dolmalarının pH analizi bulguları grafiği.

Paketlerdeki Oksijen ve karbondioksit oranları da depolama süresince takip edilmiştir. Oksijen oranı kontrol grubunda %21 'den , A grubunda ise %5'ten %0.4'e inmiş, paketlenme aşamasında oksijen kullanılmayan B grubunda ise %0.2 olarak tespit edilmiştir. Karbondioksit kontrol grubunda depolama süresince artarak % 15.7'ya yükselirken, A grubunda %35'ten %17'ye; B grubunda ise % 30'dan % 19.3'e düşmüştür. Oksijen oranında meydana gelen değişimler Tablo 3.23 ve Şekil 3.23'de; karbondioksit oranındaki değişimler ise Tablo 3.24 ve Şekil 3.24'de görülmektedir. Modifiye atmosferle paketlenen A ve B gruplarında karbondioksit balık tarafından absorblanması için azalmıştır.

Tablo 3.23: Alabalık dolmalarının % oksijen analizi bulguları.

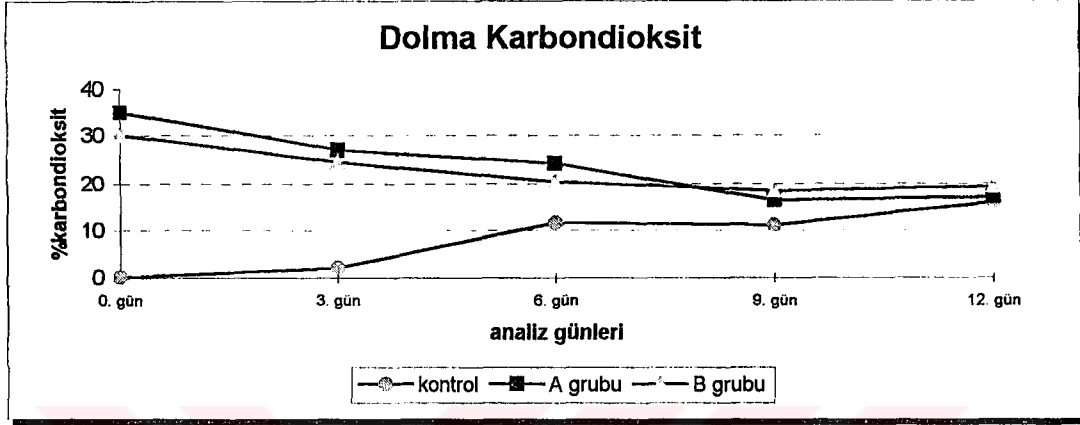
Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	21	5	0
3	18	5	0
6	6	3,5	0
9	0,5	0,8	0,2
12	0,4	0,4	0,2



Şekil 3.23: Alabalık dolmalarının % oksijen analizi bulguları grafiği.

Tablo 3.24: Alabalık dolmalarının % karbondioksit analizi bulguları.

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	0,03	35	30
3	2	27	24,5
6	11,6	24,3	20,3
9	11	16,3	18,3
12	15,7	17	19,3

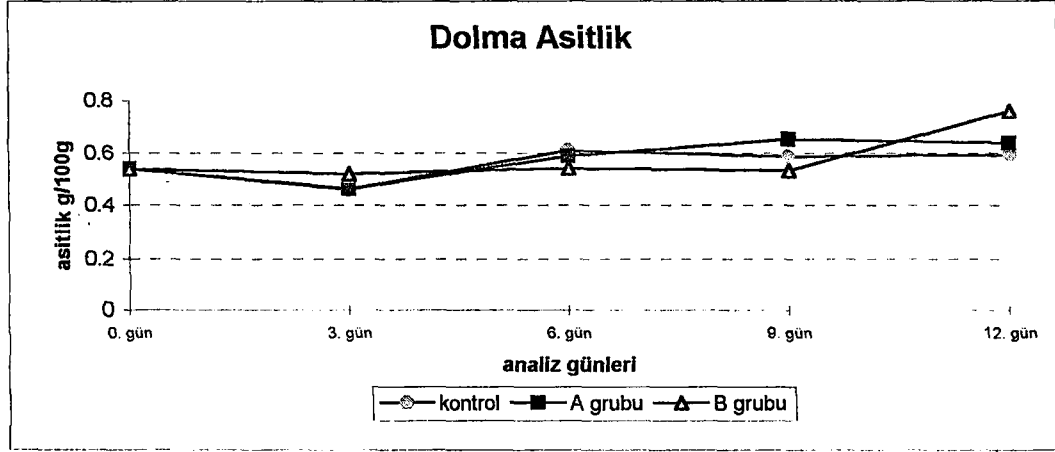


Şekil 3.24: Alabalık dolmalarının % karbondioksit analizi bulguları grafiği.

Yapılan asitlik analizlerinde, asitlik derecesi laktik asit cinsinden hesaplanmıştır. Bu değerler, başlangıçta 0.54 g/ 100g iken, depolamanın son günü olan 12. günde kontrol grubunda 0.59 g/ 100g; A grubunda 0.64 g/ 100g ve B grubunda 0.76 g/ 100g olarak ölçülmüştür. Panelistler tarafından da, özellikle B grubunda ve kısmen daha az olmakla beraber A grubunda kontrol grubuna oranla daha asidik bir tat ve koku hissedildiği ifade edilmiştir. Alabalık dolmalarına ait asitlik analizlerinin sonuçları Tablo 3.25 ve Şekil 3.25’de verilmiştir. Depolamanın son gününde elde edilen bu değerlerin, yapılan ‘t’ testine göre birbirinden önemli derecede farklı olduğu anlaşılmıştır ($p < 0.01$). A ve B grupları modifiye atmosferle paketlenmiş olduklarından, asitlik değerlerinin daha yüksek oluşu normaldir.

Tablo 3.25: Alabalık dolmalarının asitlik analizi bulguları (g/ 100g).

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	0,54	0,54	0,54
3	0,46	0,46	0,52
6	0,61	0,59	0,54
9	0,58	0,65	0,53
12	0,59	0,64	0,76



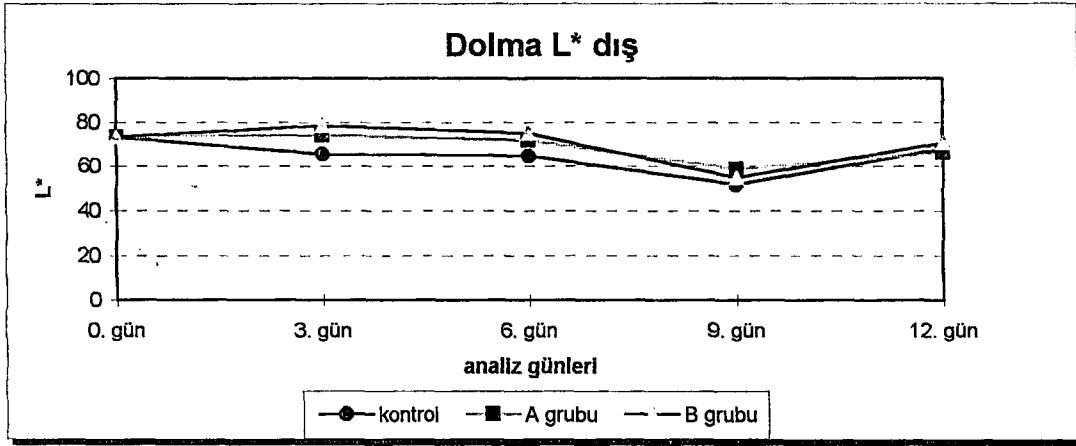
Şekil 3.25: Alabalık dolmalarının asitlik analizi bulguları grafiği.

Modifiye Atmosferle Paketlenen alabalık dolmalarındaki renk değişimi, dolmaların iç ve dış renkleri birbirinden çok farklı olduğundan ayrı ayrı ölçülerek değerlendirilmiştir.

- Alabalık dolmalarının dış okumaları sonucunda, depolama öncesinde 73.31 olan L^* değerleri depolamaya bağlı olarak her üç grupta da düşmüş ve kontrol grubunda 67.74, A grubunda 66.12, B grubunda 70.66 olarak belirlenmiştir. a^* değerlerinin dış okumaları sonucunda, depolama sırasında dalgalanmalar meydana gelmiş, başlangıçta 0.52 olan a^* değerinin depolama sonunda kontrol grubunda 0.7, A grubunda 1.1, B grubunda 0.24 olduğu görülmüştür. b^* değerleri ise, depolama öncesinde 1.59 olarak ölçülmüş, depolama sonunda kontrol grubunda 3.99, A grubunda 4.17 ve B grubunda 4.45'e ulaşmıştır. Alabalık dolmalarının dış bölgelerindeki renk okumaları sonucu elde edilen ΔE değeri de, başlangıçta 73.33 iken, depolamanın 12. günü olan son gününde kontrol grubunda 67.86, A grubunda 66.26, B grubunda 70.80 olarak tespit edilmiştir. Alabalık dolmasının dış bölgesinde yapılan L^* değeri ölçümlerine ilişkin bulgular, Tablo 3.26 ve Şekil 3.26'da görülmektedir. a^* değeri ölçümü sonucu elde edilen bulgular Tablo 3.27 ve Şekil 3.27'de; b^* değeri bulguları ise Tablo 3.28 ve Şekil 3.28'de sunulmuştur. Renk ölçümleri sonucu; toplam renk değişimi kontrol grubunda $\Delta E = 6.07$, A grubunda, $\Delta E = 7.66$ B grubunda $\Delta E = 3.91$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.26: Alabalık dolmalarının dış kısmında yapılan L^* analizi bulguları.

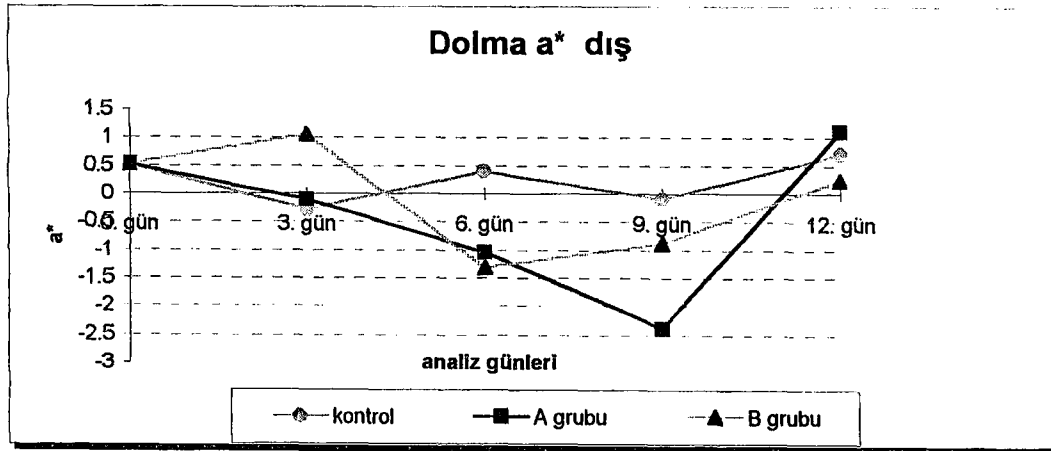
Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	73,31	73,31	73,31
3	65,66	74,25	78,45
6	64,52	71,89	75,12
9	51,51	58,7	54,58
12	67,74	66,12	70,66



Şekil 3.26: Alabalık dolmalarının dış kısmında yapılan L* analizi bulguları grafiği.

Tablo 3.27: Alabalık dolmalarının dış kısmında yapılan a* analizi bulguları.

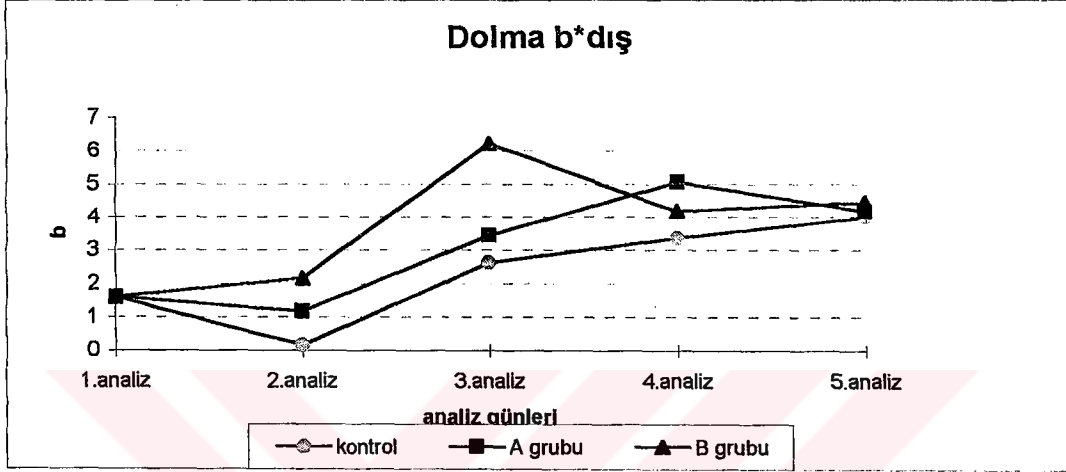
Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	0,52	0,52	0,52
3	-0,3	-0,11	1,05
6	0,4	-1,05	-1,32
9	-0,1	-2,39	-0,89
12	0,7	1,1	0,24



Şekil 3.27: Alabalık dolmalarının dış kısmında yapılan a* analizi bulguları grafiği.

Tablo 3.28: Alabalık dolmalarının dış kısmında yapılan b* analizi bulguları.

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	1,59	1,59	1,59
3	0,16	1,16	2,15
6	2,61	3,43	6,21
9	3,34	5,06	4,18
12	3,99	4,17	4,45

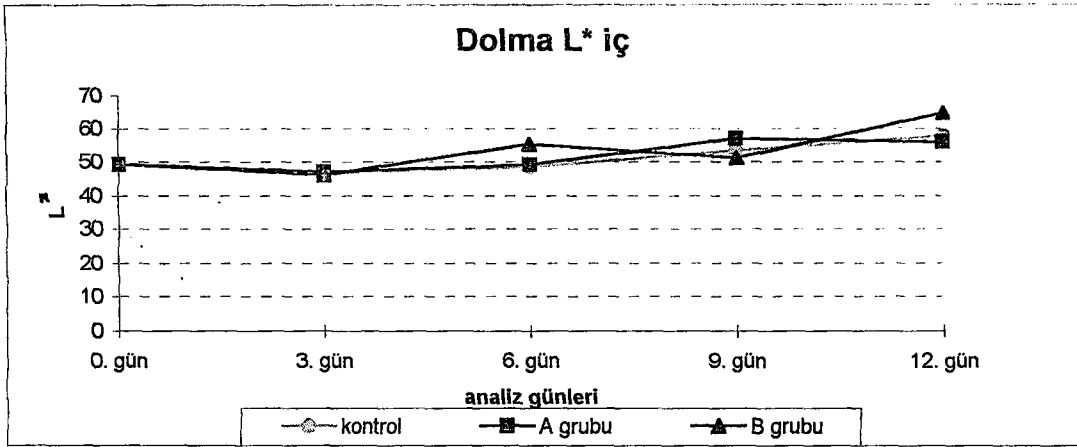


Şekil 3.28: Alabalık dolmalarının dış kısmında yapılan b* analizi bulguları grafiği.

• Alabalık dolmasının iç bölgelerinde yapılan renk okumalarında ise, L* değeri depolama başlangıcında 49.19 iken, depolama sonu olan 12. günde kontrol grubunda 57.78, A grubunda 55.90 , B grubunda 64.52 şeklinde ölçülmüştür. a* değerleri depolama öncesinde 2.04 iken, depolama sonunda kontrol grubu için 0.1, A grubu için -0.13 ve B grubu için 0.6 'dır. b* değerleri ise başlangıçta 4.97 olarak ölçülmüş, kontrol grubunda 6.27, A grubu 7.13, B grubunda 10.16 olarak tespit edilmiştir. Bu ürünün iç kısmında yapılan renk ölçümlerine ait ΔE değerleri 49.48'den kontrol grubunda 58.12'ye, A grubunda 56.35'e , B grubunda 65.32'ye yükselmiştir. Alabalık dolmasının iç bölgesinde yapılan L* değeri ölçümlerine ilişkin bulgular, Tablo 3.29 ve Şekil 3.29 'da görülmektedir. a* değeri ölçümü sonucu elde edilen bulgular Tablo 3.30 ve Şekil 3.30'de; b* değeri bulguları ise Tablo 3.31 ve Şekil 3.31'de sunulmuştur. Renk değişimi kontrol grubu için $\Delta E= 8.9$, A grubunda $\Delta E= 7.37$, B grubunda $\Delta E= 16.25$ olarak saptanmıştır.

Tablo 3.29: Alabalık dolmalarının iç kısmında yapılan L* analizi bulguları.

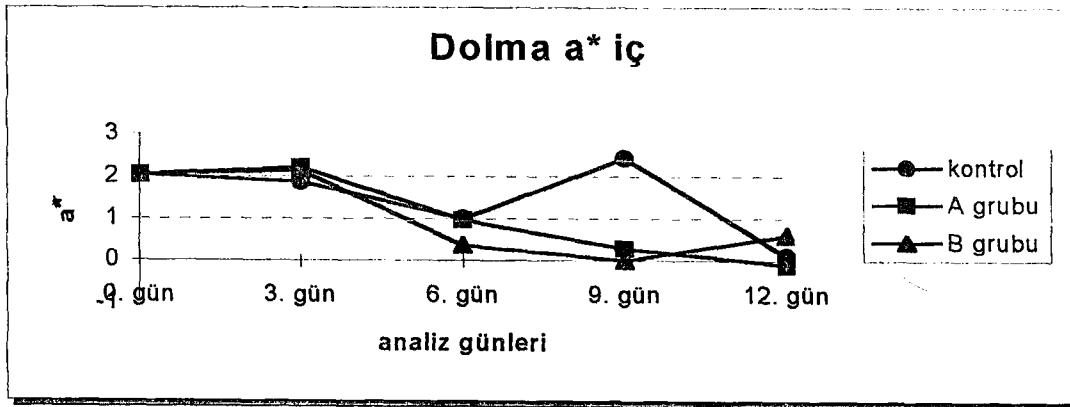
Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	49,19	49,19	49,19
3	46,63	46,88	45,91
6	48,29	48,98	55,28
9	53,36	56,93	51
12	57,78	55,9	64,52



Şekil 3.29: Alabalık dolmalarının iç kısmında yapılan L* analizi bulguları grafiği.

Tablo 3.30: Alabalık dolmalarının iç kısmında yapılan a* analizi bulguları.

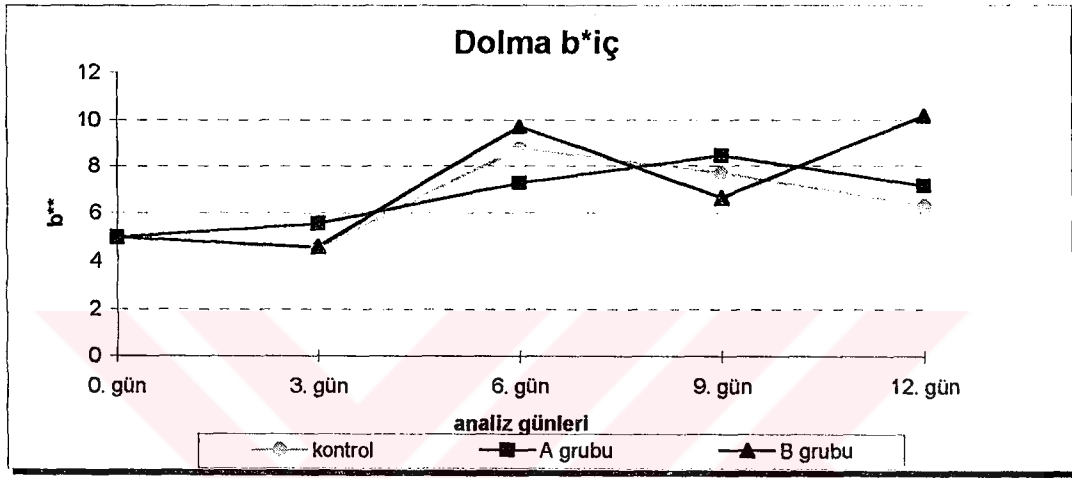
Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	2,04	2,04	2,04
3	1,86	2,21	2,14
6	0,99	0,96	0,35
9	2,43	0,27	-0,01
12	0,1	-0,13	0,6



Şekil 3.30: Alabalık dolmalarının iç kısmında yapılan a* analizi bulguları grafiği.

Tablo 3.31: Alabalık dolmalarının iç kısmında yapılan b* analizi bulguları.

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0. gün	4,97	4,97	4,97
3. gün	4,51	5,53	4,57
6. gün	8,74	7,23	9,69
9. gün	7,67	8,42	6,62
12. gün	6,27	7,13	10,16

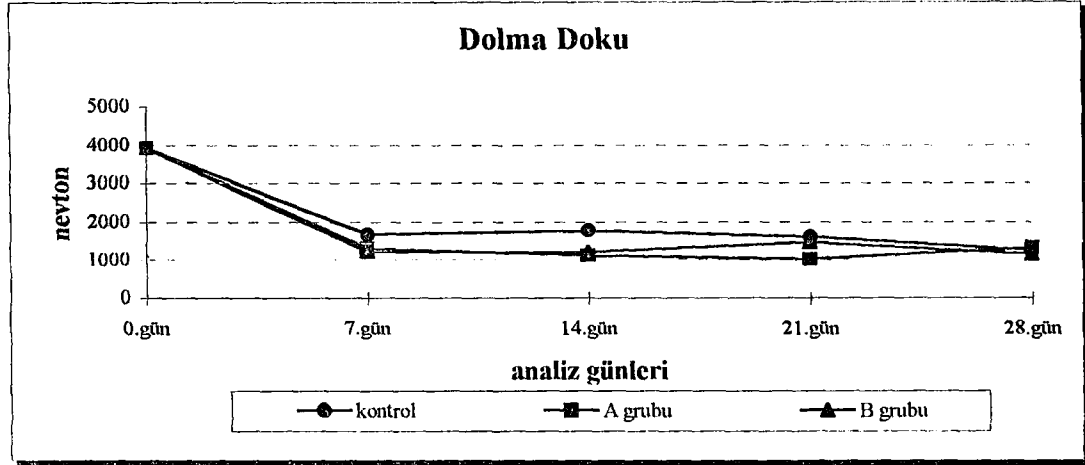


Şekil 3.31: Alabalık dolmalarının iç kısmında yapılan b* analizi bulguları grafiği.

Alabalık dolmalarının depolama başlangıcında doku ölçümü sonucu elde edilen değer 3924 newton olarak ölçülmüştür. Bu değer depolamanın son gününde kontrol grubunda 1250.775, A grubunda 1324.35, B grubunda 1140.413 Newton'dur. Alabalık burgerlerinin depolama süresince yapılan doku analizi bulguları Tablo 3.32 ve Şekil 3.32' de görülmektedir.

Tablo 3.32: Alabalık dolmalarının doku ölçümü bulguları (Newton).

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	3924	3924	3924
3	1667,7	1308	1226,25
6	1765,8	1103,63	1201,73
9	1594,13	1013,7	1471,5
12	1250,78	1324,35	1140,41

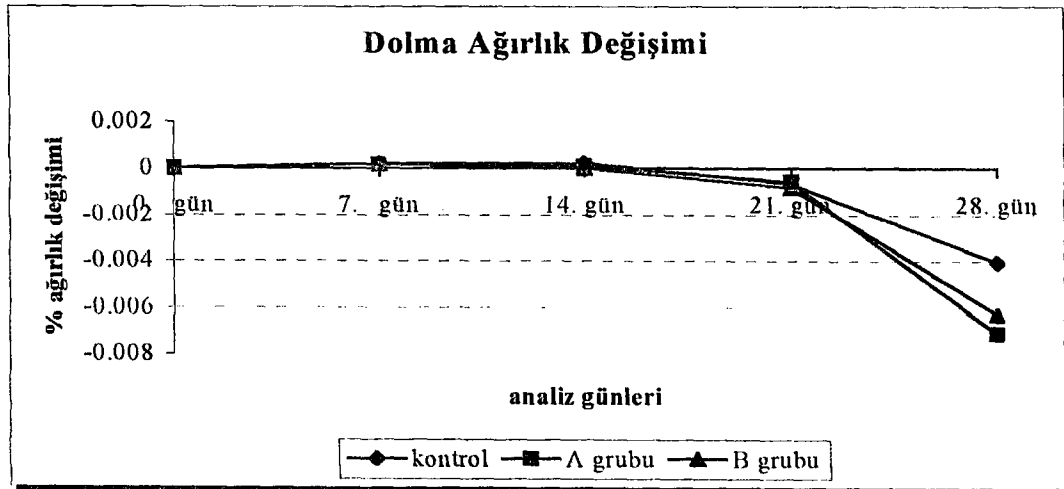


Şekil 3.32: Alabalık dolmalarının doku ölçümü bulguları grafiği.

Ağırlık değişimi depolamanın 9. gününden itibaren negatif yönde olmuş (ağırlık kaybı görülmüş) depolama sonunda kontrol grubunda % 0.0040, A grubunda % 0.0071 ve B grubunda % 0.0063 ağırlık kaybı tespit edilmiştir. Alabalık dolmalarındaki depolamaya bağlı ağırlık kaybı Tablo 3.33 ve Şekil 3.33’ de görülmektedir.

Tablo 3.33: Alabalık dolmalarının % ağırlık değişimi analizi bulguları.

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	0	0,0000	0,0000
3	0,0002	0,0002	0,0002
6	0,0002	0,0001	0,0000
9	-0,0007	-0,0006	-0,0008
12	-0,0040	-0,0071	-0,0063

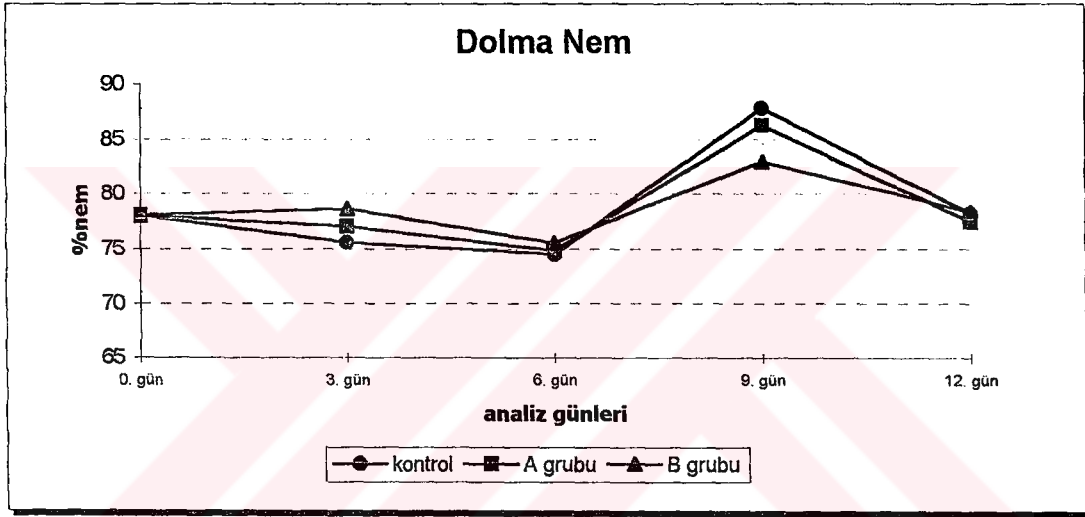


Şekil 3.33: Alabalık dolmalarının % ağırlık değişimi analizi bulguları grafiği.

Başlangıçta %78 oranında nem içerdiği tespit edilen alabalık dolmalarında, depolama sonunda başlangıca göre önemli bir fark görülmemiştir (kontrol = %78.22; A grubu = %77.47 ; B grubu = %78.33). Nem analizleri sonucunda elde edilen bulgular Tablo 3.34 ve Şekil 3.34'de görülmektedir.

Tablo 3.34: Alabalık dolmalarının% nem değişimi analizi bulguları.

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	78	78	78
3	75,56	77,03	78,59
6	74,48	74,82	75,55
9	87,83	86,29	82,98
12	78,22	77,47	78,33

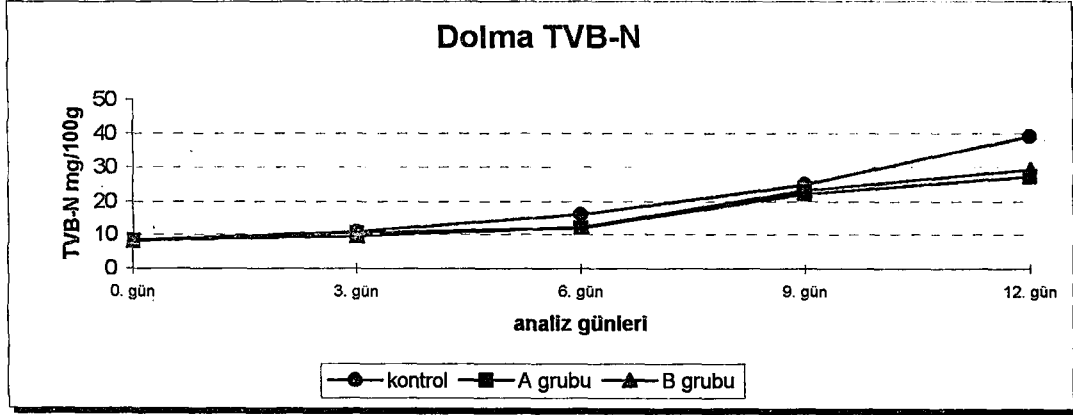


Şekil 3.34: Alabalık dolmalarının % nem değişimi bulguları grafiği.

TVB-N miktarı 0. günde 8.03 iken bu değer depolama süresince tüm gruplarda artmış, depolama sonunda kontrol grubunda 38.98'e; A grubunda 27.22 'ye ve B grubunda 29.32 'ye yükselmiştir. Depolamanın 12. gününde elde edilen bu değerlere rakamların birbirinden önemli derecede farklı ($p<0.001$) olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 6. gününde kontrol grubu değerleri artış ($p<0.05$) göstermiştir. Alabalık dolmasının depolamaya bağlı TVB-N miktarındaki değişimi Tablo 3.35 ve Şekil 3.35'de görülmektedir.

Tablo 3.35: Alabalık dolması TVB-N(mg/100g) analizi bulguları .

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	8,03	8,03	8,03
3	10,73	10,46	9,42
6	16	11,83	12
9	24,9	22,22	23,18
12	38,98	27,22	29,32



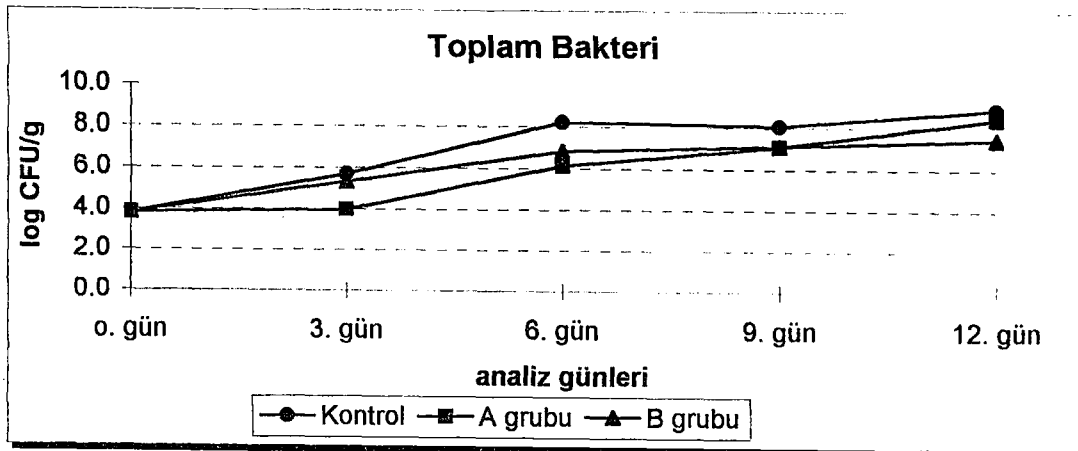
Şekil 3.35: Alabalık dolması TVB-N analizi bulguları grafiği.

Yapılan analizler sonucunda mikrobiyolojik bulgular;

- Alabalık dolmalarında toplam bakteri yükü depolama süresince düzenli olarak artmış, başlangıçta 3.8 log CFU/g olan bakteri sayısı 6. günde kontrol grubunda 8.2 log CFU/g'a ulaşmıştır. Bu değer, istatistiksel olarak MA gruplarından yüksektir ($p < 0.01$). Depolamanın 9. gününde A ve B gruplarında 7.1 log CFU/g olarak tespit edilmiştir. Bu durum, duyu analizlerce de desteklenmektedir. Bulgular, Tablo 3.36 ve Şekil 3.36'da sunulmuştur.

Tablo 3.36: Alabalık dolmalarının toplam bakteri yükü ölçümü bulguları (log CFU/g).

Toplam bakteri	Kontrol	A grubu	B grubu
0. gün	3.8	3.8	3.8
3. gün	5.7	4.0	5.3
6. gün	8.2	6.1	6.8
9. gün	8.0	7.1	7.1
12. gün	8.9	8.4	7.4

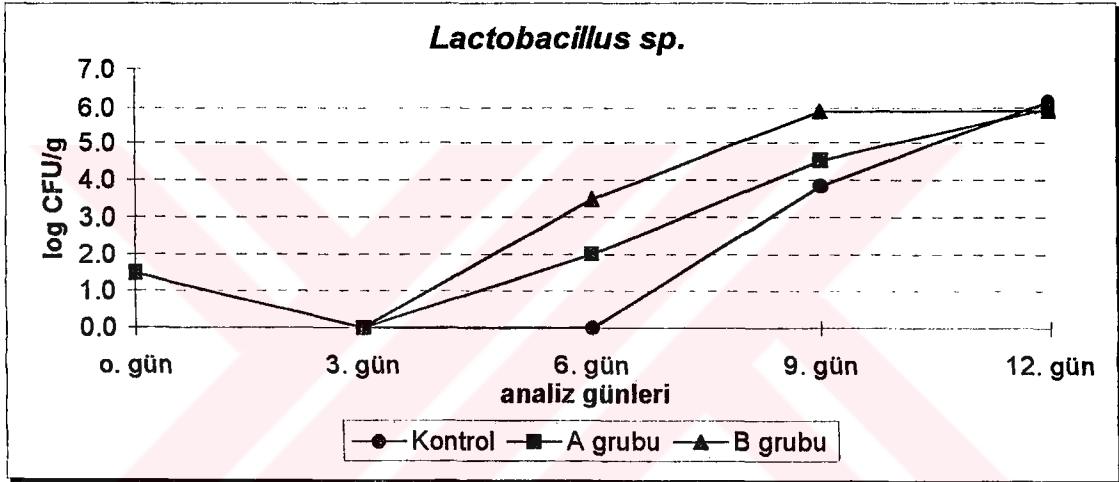


Şekil 3.36: Alabalık dolması toplam bakteri yükü bulguları grafiği.

- *Lactobacillus* sp. depolama başlarında düşme göstermiş, daha sonra tekrar artmıştır. Kontrol grubunda bu mikroorganizmanın gelişiminin MA paketlerindeki örneklerle oranla daha yavaş olduğu görülmüştür. Bulgular Tablo 3.37 ve Şekil 3.37'dedir.

Tablo 3.37: Alabalık dolmalarının *Lactobacillus* sp ölçümü bulguları (log CFU/g).

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	1.5	1.5	1.5
3	0.0	0.0	0.0
6	0.0	2.0	3.5
9	3.8	4.5	5.9
12	6.1	6.0	5.9

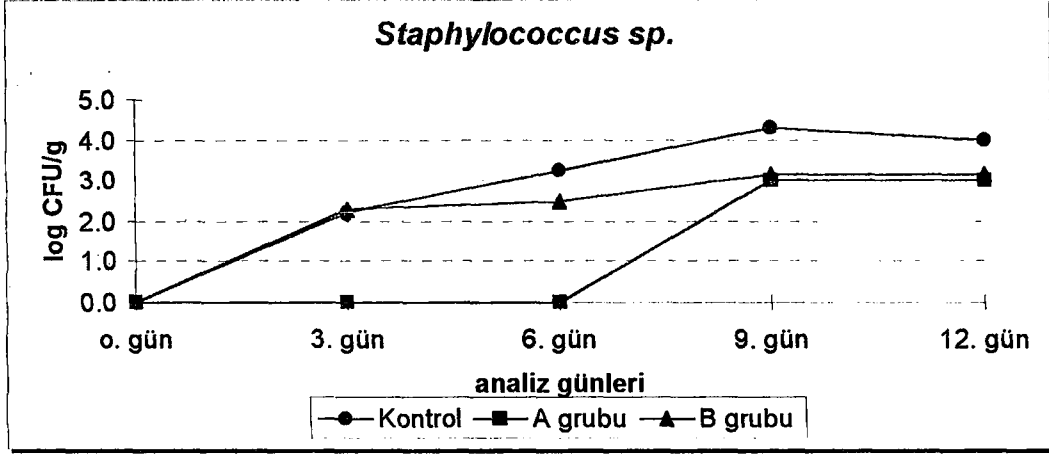


Şekil 3.37: Alabalık dolması *Lactobacillus* sp .bulguları grafiği.

- Ürünler, depolama başlangıcında *Staphylococcus* sp. açısından temizdirler. Ancak, depolama sırasında ürünlerde bu mikroorganizmanın geliştiği belirlenmiş, bu durum kontrol grubunda daha belirgin ($p < 0.01$) olarak gözlenmiştir. A grubunda ise daha yavaş bir artış olmuştur. Bununla ilgili bulgular Tablo 3.38 ve Şekil 3.38'dedir.

Tablo 3.38: Alabalık dolmalarının *Staphylococcus* sp.ölçümü bulguları (log CFU/g).

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	0.0	0.0	0.0
3	2.2	0.0	2.3
6	3.3	0.0	2.5
9	4.3	3.0	3.1
12	4.0	3.0	3.1

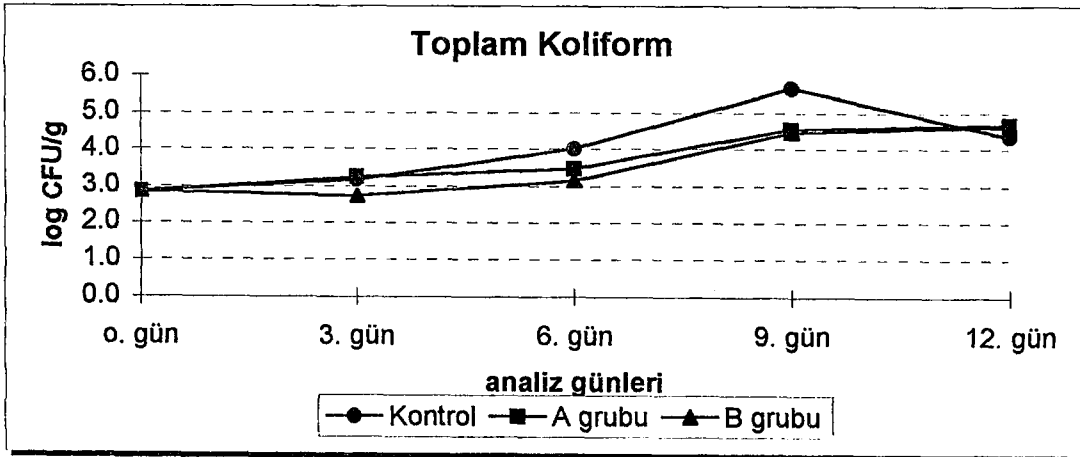


Şekil 3.38: Alabalık dolmalarının *Staphylococcus sp.* ölçümü grafiği

- Toplam koliform, depolama süresince artmış, ancak tüm ürünler bozulduğunda bile 6 logCFU/g'a ulaşmamıştır. Toplam koliform artışını gösteren Tablo 3.39 ve Şekil 3.39 aşağıda sunulmuştur.

Tablo 3.39 : Alabalık dolmalarının Toplam koliform ölçümü bulguları (log CFU/g).

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	2.8	2.8	2.8
3	3.2	3.2	2.7
6	4.0	3.5	3.1
9	5.7	4.5	4.5
12	4.3	4.7	4.6

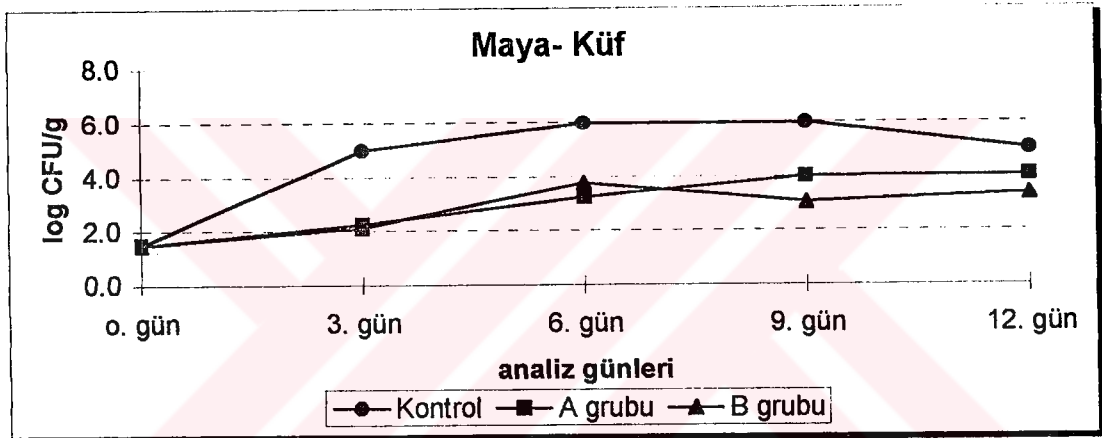


Şekil 3.39: Alabalık dolmalarının Toplam koliform. bulguları grafiği

- Maya-küf gelişimi daha çok kontrol grubu örneklerde görülmüş, depolamanın son gününde kontrol grubunda 5 log CFU/g, A grubunda 4.0 log CFU/g , B grubunda 3.3 log CFU/g olarak tespit edilmiştir. İlgili Tablo 3.40 ve Şekil 3.40'dadır.

Tablo 3.40 : Alabalık dolmalarının maya-küf ölçümü bulguları (log CFU/g).

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	1.5	1.5	1.5
3	5.0	2.2	2.1
6	6.0	3.2	3.8
9	6.0	4.0	3.0
12	5.0	4.0	3.3

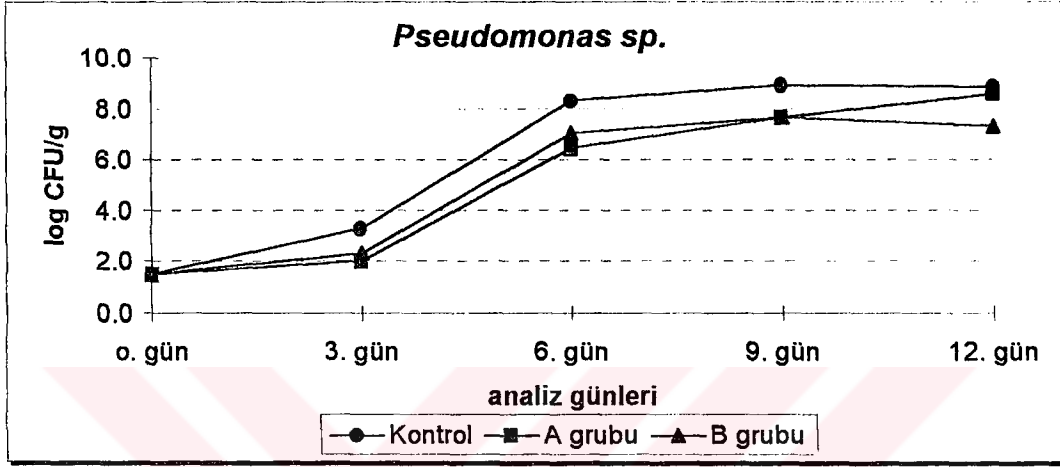


Şekil 3.40: Alabalık dolması maya-küf analizi bulguları grafiği.

- *Salmonella* sp. gelişimine depolama süresince yapılan analizler sonucu rastlanmamış, anaerobik mikroorganizma gelişimi de tespit edilmemiştir
- Depolamaya bağlı olarak ürün paketlerinde *Pseudomonas* sp. gelişimi olduğu görülmüştür. Bu gelişim, kontrol grubunda diğerlerinden daha fazladır ($p < 0.05$). Ürün yapımında kullanılmış olan sebzelerin, bu mikroorganizmanın gelişiminde etkili olduğu düşünülmektedir. İlgili Tablo 3.41 ve Şekil 3.41'de sunulmuştur.

Tablo 3.41 : Alabalık dolmalarının *Pseudomonas* sp ölçümü bulguları (log CFU/g).

Analiz günleri	Kontrol	A grubu	B grubu
0	1.5	1.5	1.5
3	3.3	2.0	2.3
6	8.3	6.5	7.0
9	8.9	7.6	7.6
12	8.8	8.6	7.3

Şekil 3.41. Alabalık dolmalarının *Pseudomonas* sp. gelişimi bulguları grafiği.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Raf ömrünün belirlenmesi konusunda, duyuşal analizlere göre bozulma sınırı 4 ve altı, pH analizlerine göre 6.8-7.0, alabalıklar için TVB-N bozulma sınırı 25 mg/100g., toplam bakteri yükü açısından 10^5 - 10^6 cfu/g olarak kabul edilmektedir[33,92,93]. Bunlara göre, bozulma ilerledikçe duyuşal puanlarında düşme, pH, TVB-N ve mikrobiyal yük değerlerinde ise artış meydana gelmesi beklenmektedir. Bununla beraber, uzun bir ön işlemden geçen alabalık burgeri ürününde mikrobiyal yükün henüz depolamanın başlangıcında dahi oldukça yüksek oluşu dikkat çekmektedir. Bu durumun, ürünün hazırlanma işleminin donanımlı bir işletme yerine, hijyenik çalışma ortamının tam anlamıyla sağlanamadığı bir laboratuvarı gerçekteştirilmiş olmasından dolayı meydana geldiği düşünülmektedir. Ürünün hazırlanma ve şekillendirilmesi, tamamen el işçiliğiyle gerçekleştirilmiş olup, elbette otomatik ve gerekli hijyen kurallarının tam olarak sağlandığı bir işletmede ürün çok daha sağlıklı bir şekilde hazırlanabilecektir. Burger ürününün formülasyonunda kullanılmış olan baharat ve soğan gibi düşük pH değerinde olan katkıları sebebiyle de, depolama süresince yüksek pH değerleri gözlenmemiştir.

4. 1. ALABALIK BURGERİ

Balık köftesi; haşlanmış, kılçıkları ayrılmış beyaz balık etinin süt, balık suyu, un ve baharatla karıştırılıp topak haline getirilerek pişirilmesi ile elde edilen ve taze donmuş ve kutulanmış olarak pazarlanan üründür [94] .

Duyuşal analiz sonuçları:

Alabalık burgerlerinin +4 °C' de depolanması sırasında yapılan duyuşal analizlere göre, 14. güne kadar gruplar arasında önemli bir fark olmadığı (NS=Non Sigificant), daha sonraki günlerde ise kontrol grubunun MA gruplarından önemli derecede farklı değerler sergilediği ($p<0.01$) görülmüştür. Modifiye atmosferle paketlenen A ve B gruplarının duyuşal özellikleri ise depolama süresince birbirlerinden dikkat çekici bir farklılık göstermemiştir (NS =Non Significant). Kontrol grubunun depolamanın 21. gününden itibaren MA gruplarından önemli derecede düşük değerler göstererek bozulduğu ($p<0.001$) ; A ve B gruplarında ise duyuşal bozulmanın 35. günde gerçekteştiği tespit edilmiştir.

Soğukta depolanan uskumru balığı köfteleri ile yapılmış olan bir çalışmada [95], duyuşal analiz sonuçları en önemli kalite kriteri olarak ifade edilmiş; örnekler depolamanın 6. gününe kadar iyi, 8. gününde üçüncü sınıf, 10. gününde ise bozulmuş olarak değerlendirilmiştir. Uskumru balığı, alabalığa göre daha yağlı bir balık olduğundan, bu balıktan hazırlanmış olan ürünlerin daha kısa sürede bozulduğu görülmektedir. Soğukta (+2° C) depolanmış olduğu alabalık köftelerinin de, duyuşal açıdan depolamanın 10. gününde pazarlanabilir, 12. gününde ise tüketilemez olduğunu bildirilmiştir [96]. Bu çalışmalarla karşılaştırıldığında, modifiye atmosferle paketlenmenin duyuşal açıdan raf ömrünü artıran bir etki gösterdiği anlaşılmaktadır. Çalışmamızda,

normal atmosferik hava ile paketlenen kontrol grubu örneklerin raf ömrünün yukarıdaki araştırma örneklerinden elde edilen değerlerden daha fazla olduğu görülmüş olup, bu farkın, kullanılan paket materyalinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bir çalışmada hamburger köfte örneklerinde %25 CO₂ + % 75 N₂ ve % 25 CO₂ + % 65 O₂ + % 10 N₂ ve vakum paketlenme uygulanmış; 2. MA grubunda depolamanın 23. gününde ekşimsi koku oluşmuş ve paketleri vakum yapmaya başlamıştır. Kokuşma vakum paketlerde 48. günde başlamış; 1. MA grubu ise depolama süresince duyusal değişiklik göstermemiştir [97]. Bilindiği gibi balık ve diğer su ürünleri et ve et ürünlerinden daha kısa süre içinde bozulmakta olup; kasaplık etlerden hazırlanmış olan hamburger köftelerinin de, alabalık burgerlerinden daha uzun raf ömrüne sahip olduğu görülmektedir.

Diğer bir çalışmada, dumanlanmış morina balıkları CO₂, vakum, sarma ambalaj ile paketlenmiş ; +3 °C ve -1.5° C'de depolanmıştır. Duyusal değerlendirmelere göre, +3°C'de depolanan sarma ambalaj ve vakum paketlerde 14 gün sonra istenmeyen koku oluştuğunu, bundan 7 gün sonra tamamen bozulma olduğunu tespit etmiş; CO₂ ile paketlenenlerde ise dumanlanmış ürüne has doğal kokularını 49. güne kadar koruduklarını belirtmişlerdir. -1.5°C'deki depolamada ise sarma ambalajlıların 28 gün sonra kötü koku ve mikrobiyal bozulma gösterdiği, CO₂ ile paketlenenlerin ise koku ve aroma yönünden depolama süresince bozulmuş olarak değerlendirilmedikleri ifade edilmiştir. Paket içerisindeki ürünün özelliği, kullanılan balığın cinsi gibi faktörler MA ile depolamanın etkisini ve dayanım süresini etkilemektedir. Ancak, MA şartlarında paketlemenin sarma ambalajlamaya oranla raf ömrünü artırdığı dumanlanmış balıklarla yapılmış olan bu çalışmada da ifade edilmiştir [98].

Berlam dilimlerinin modifiye atmosferde depolanması ile yapılan bir çalışmada, 21 günlük depolama sonrasında kötü koku ve acılaşma(ransidite)ya ait koku kaydedilmemiştir [79]. -2 °C'de 21 gün CO₂ ile depolanan uskumruların duyusal analizlerinde ise; laktik asit bakterilerinin artışına bağlı olarak ekşime tespit edilmiştir [99]. Morina balığı ile yapılmış olan bir çalışmada da; tat panelinde vakum ve CO₂ ile paketlenen balıklarda bazen asit tadı olduğu görülmüş; laktik asit bakterilerinin gelişiminin az oluşu göz önünde bulundurularak bu tadın CO₂ 'nin balığın su fazında çözünmesinden ileri geldiği sonucuna varılmıştır [100]. Alabalık burgerleri ile yapmış olduğumuz depolama çalışmasında, özellikle A ve B grubu (MA ile paketlenen) örneklerinde depolamanın son günlerinde panelistler tarafından ekşi, ancak bozuk olmayan bir tat hissedildiği ifade edilmiştir. Duyusal olarak alabalık burgerlerinin kontrol grubu olarak paketlenen bölümünün 21. günden, MA ile paketlenenlerin ise 35. günden itibaren bozulduğu tespit edilmiştir.

Alabalık burgeri pH bulguları :

Yeni hazırlanmış durumdaki alabalık burgerlerinin pH'ı 6.5 olarak belirlenmiştir. Daha sonra paketlenerek +4°C'de depolanmaya alınan burger paketlerinin tümünde de

pH değerinin düşme gösterdiği, depolamanın son gününde kontrol grubunda 4.7, A ve B gruplarında ise 4.6 olduğu görülmüştür. Yapılan 't' testine göre, bu değerlerin birbirlerinden farkının önemli olmadığı (NS) belirlenmiştir. pH değeriindeki bu düşmenin, oluşan laktik ve karbonik asit ile ürün yapımında kullanılan nişastalı maddelerin fermentasyonu nedeniyle meydana geldiği düşünülmektedir.

Alabalık köftelerinin soğukta ($+2^{\circ}\text{C}\pm 1$) depolanması ile yapılan bir araştırmada da, pH değerlerinin depolama süresince düştüğü gözlemlenmiş, bu durum, köftenin karışımında bulunan patates ve ekmek içeriğinin fermentasyonuna bağlanmıştır [96].

+ 4° 'de % 75 CO_2 + %25 N_2 ile paketlenerek depolanan tilapyalarda pH değerin depolama süresince düştüğü gözlenmiştir [69].

Ürün haline getirilmiş olan balıklarda pH sınır değerleri taze balık için olandan farklıdır. Örneğin konserve balıklarda pH'ın 4.6'dan küçük olması istenmekte [101]; marine ürünlerde 4.1-4.5 arasında olması gerekmekte [93]dir. Çünkü, ürünün yapısından ve özelliklerinden dolayı pH değişebilmektedir. Buna benzer olarak, alabalık burgerlerinin de oldukça düşük pH değerleri sergilediği görülmektedir.

MA paketlenerek depolanmış olan ringalı sebze salatalarında, pakitleme uygulamasının veya kalitedeki bozulmanın ürünün pH 'ına belirgin bir etkisi olmadığı belirtilmektedir [67].

Alabalık burgeri gaz analizi bulguları:

Depolama başlangıcında kontrol grubunda tamamen atmosferik hava kullanıldığından, %21 oksijen ihtiva etmekte olup, A grubu %5 O_2 içerecek şekilde hazırlanmış , B grubu paketlenenlere ise oksijen konulmamıştır. Doğal olarak, depolama başlangıcında kontrol grubunun oksijen konsantrasyonları MA paketlerinden çok farklıdır ($p < 0.001$). Depolama süresi ilerledikçe kontrol ve A gruplarında bulunan oksijen miktarının düştüğü ve tüm gruplar için 21. günden itibaren yaklaşık % 0.5 civarında olduğu görülmüştür. Başlangıçta oksijen içermeyen B grubunda da, depolamanın son gününde % 0.5 oksijen tespit edilmiş, bunun paket materyalinden meydana gelebilecek oksijen sızıntısı sebebiyle olabileceği düşünülmüştür.

Paketleme sırasında karbondioksit konsantrasyonu ise, kontrol grubunda % 0.3 , A grubunda % 35 ve B grubunda ise % 30 olarak hazırlanmıştır. Kontrol grubunda depolamaya bağlı olarak artış göstermiş olan CO_2 konsantrasyonu, MA gruplarının her ikisinde de depolama başlarında düşme göstermiş, daha sonra artmıştır.

Atmosferik hava ile paketlenen karideslerde CO_2 konsantrasyonu; 10 gün sonra % 20 'ye ulaşmış; bu artış, mikrobiyal solunuma bağlı olup, dokulardaki enzim aktivitesi de rol oynamıştır [102]. CO_2 ile paketlenen örneklerde bu gazın depolama başlangıcında düştüğü görülmüş, sonra yükselmiştir. Diğer bir çalışmada ise, % 100 O_2 ve % 100 N_2 içeren MA paketlerine depolama sırasında CO_2 'nin arttığı, ancak bu gazın başlangıçta %

100 CO₂ içeren paketlerde azaldığı tespit etmişlerdir [34]. Yüksek oranda O₂ içeren paketlerdeki CO₂ artışını da, bakterilerin O₂ 'yi CO₂ 'ye dönüştürmesi nedenine bağlamışlardır. Depolama sırasında CO₂ ve N₂ 'deki azalmanın filmin geçirgenliği ya da gazın dokularda çözünmesi nedeniyle olduğu belirtilmiştir.

Soğukta depolanan tilapyalarda O₂ konsantrasyonunun hava-kontrol grubunda depolamaya bağlı olarak azaldığını; CO₂'nin ise arttığını görülmüştür. Modifiye atmosfer gruplarında ise CO₂ depolama başlarında azalmış, sonra mikrobiyal aktivitenin artmasıyla tekrar yükselmiştir [71]. Yine, tilapya filetlarının MA paketlenerek +4°C'de depolanması şeklinde yapılmış olan bir araştırmada, başlangıçta % 75 oranında CO₂ içeren paketlerin birkaç günde % 55'e düştüğü görülmüş, bunun filetların yüzeyinde CO₂ çözünmesi nedeniyle olabileceği düşünülmüştür. Bu, daha sonra % 60'ın üzerine yükselmiştir [103].

Tilapya filetlarının MA'de paketlenerek +4°C'de depolanması üzerine yapılan başka bir çalışmada ise, % 100 hava içeren kontrol grubu paketlerinde O₂ % 20.9'dan 13 günde % 11.5'a düşmüş; CO₂ ise %14'ün üzerine çıkmıştır. Modifiye atmosfer paketlerinde ise başlangıçta O₂ bulunmayıp, 1 günlük depolamadan sonra % 10'a çıkmış ; ancak daha sonra düşmüştür. CO₂ ise MA paketlerinde başlangıçta % 75 iken; 1 gün sonra dokularda çözünme nedeniyle % 40-47'ye inmiş, daha sonra mikrobiyal aktivite nedeniyle % 45 'in üzerine çıkmıştır [69]. Bu araştırmalarda ve alabalık burgeri ile yapmış olduğumuz çalışmada, MA paketlenmiş ürünlerde oksijenin giderek azaldığı, karbondioksitin ise depolama başlangıcında azalıp, daha sonra arttığı görülmekte olup, bulgularımız literatür verileriyle uyum sağlamaktadır.

Alabalık burgeri asitlik analizi bulguları:

Alabalık burgerlerinin asitliğinin depolama süresince devamlı olarak artış gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın 0. gününde 0.44 g/ 100g olarak belirlenen asitlik değeri, 42. günde kontrol grubunda 2.19 g/ 100g, A grubunda 2.29 g/ 100g, B grubunda ise 2.28 g/ 100g olarak tespit edilmiştir. Özellikle depolamanın sonlarında kontrol grubuna oranla MA paketlerindeki burgerlerin daha asidik oldukları görülmüştür ($p < 0.05$). Bu değerlere göre, A ve B gruplarının birbirinden önemli bir farkı olmadığı (NS), ancak bu MA gruplarının kontrol grubuna göre asitliğinin dikkat çekici derecede yüksek olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). Modifiye atmosfer gruplarının daha asidik oluşunun, karbondioksitin karbonik aside dönüşümü sonucu etteki asitliğin artması nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Alabalık burgeri renk ölçümü bulguları:

Alabalık burgerleri, hazırlanma aşamasında dış kısımları galeta unu ile panelendiğinden, bu ürünün iç ve dış kısımlarının rengi, birbirinden farklıdır. Bu nedenle burgerlerin iç ve dış bölgelerinde depolamaya bağlı olarak meydana gelen değişimler ayrı

ayrı ölçülerek değerlendirilmiştir.

Burgerlerin dış kısımlarında yapılan renk ölçümlerine göre, depolamanın 0. gününde L^* (parlaklık) değeri 64.46 olarak belirlenmiş, depolama sonunda bu değerler kontrol grubunda 66.06, A grubunda 63.95 ve B grubunda 65.86 olarak tespit edilmiştir. a^* (kırmızı-yeşil) değeri başlangıçta 3.95 olarak tespit edilmiş, depolamanın 42. gününde kontrol grubunda 5.82, A grubunda 6.57, B grubunda 5.98 olarak tespit edilmiştir. Yani kırmızılık, tüm gruplarda artış göstermiştir. b^* (sarı-mavi) de, depolamaya bağlı olarak artmış ve 20.06'dan kontrol grubunda 25.6'ya, A ve B gruplarında ise sırasıyla 26.21 ve 25.41'e ulaşmıştır.

Çalışmamız sırasında burgerlerin dış kısımlarında yapılan renk okumaları sonucunda 42 günlük depolama sonunda kontrol grubundaki renk değişimi $\Delta E = 6.06$, A grubunda $\Delta E = 6.70$, B grubunda ise $\Delta E = 5.89$ olarak hesaplanmıştır.

Burgerlerin iç kısımlarında yapılan renk ölçümleri sonucu ise, depolama öncesinde 67.66 olarak ölçülen L^* (parlaklık) değeri, 42 günlük depolama sonucunda kontrol grubunda 70.30, A grubunda 69.87, B grubunda 70.34 olarak belirlenmiştir. a^* (kırmızı-yeşil) değeri -0.32'den kontrol grubunda 1.15'e, A grubunda 1.27'ye ve B grubunda 1.36'ya yükselmiştir. b^* (sarı-mavi) ise, 22.92'den kontrol grubunda 23.80'e, A ve B gruplarında ise sırasıyla 23.55 ve 24.44'e yükselmiştir. Renk değişimi kontrol grubunda $\Delta E = 3.15$, A grubunda $\Delta E = 2.79$, B grubunda $\Delta E = 3.51$ olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre, depolama sırasında burgerlerde kırmızı rengin arttığı ve sararma görüldüğü anlaşılmaktadır.

Salmon ve gökkuşağı alabalığı ile yapılan bir çalışmada, L^* , a^* , b^* sisteminin bu balıkların etlerindeki karotenoid konsantrasyonlarının belirlenmesi için kullanışlı olduğu tespit edilmiş ve donmuş depolama sırasında L^* , a^* , b^* değerlerinde artış tespit edilmiştir [104]. Dumanlanmış somonların dondurulduktan sonraki renk değişimlerinin incelendiği bir çalışmada da; kırmızı ve sarı renklerin arttığı ve L^* değerlerinin de yükselmekte olduğu bildirilmiştir [87]. Bu çalışmaların her ikisinde de L^* , a^* ve b^* değerlerinde artış kaydedilmiş olup, bu durum alabalık burgerinde de benzer yönde olmuştur.

Balık filetolarının %5 NaCl solusyonunda bekletilip CO_2 kullanılarak paketlenmesi sonucunda bunun renk değişimini (ΔE , ΔL , Δa , Δb) etkin bir şekilde bastırdığı bildirilmiştir [30].

Alabalık burgeri doku ölçümü bulguları:

Çalışmamızda uygulamış olduğumuz doku ölçümleri sonucunda, bu ölçümlerin alabalık burgerlerinin kalite durumunu belirleme konusunda etkin olmadığı görülmüştür. Modifiye atmosferde paketlenerek depolanan uskumruların Instron ile belirlenen tekstür ölçümleri arasında depolamanın 0. ve 21. günleri arasında önemsenmeyecek derecede küçük farklar bulunmuştur [99].

Yengeçlerin hava-kontrol ve MA 'de depolanması süresince, paketlenme şekline bağlı olarak gruplar arasında tekstürel açıdan önemli bir farklılık oluşmadığı bildirilmiştir [105].

Alabalık burgerinde ağırlık değişimi:

Alabalık burgerlerinin 42 gün süresince ağırlık ölçümleri yapılmış ve bu süre sonunda ağırlık kaybı meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu ağırlık kaybı, kontrol grubunda % 0.0075, A grubunda % 0.0056 ve B grubunda ise % 0.0046 olarak belirlenmiştir.

Kontrol (amosferik hava) paketleri ve % 80 CO₂ + % 20 hava ile paketlenen balıkların ağırlık kayıpları birbirinden önemli ölçüde farklılık göstermemiştir [63]. Modifiye atmosferde paketlenerek depolanan yengeçlerde de uygulamalar arasında da önemli fark olmadığı ifade edilmiştir [105].

Alabalık burgeri nem analizi bulguları:

Alabalık burgerlerinin paketlenme ve depolama öncesindeki nem miktarı % 60.95 olarak tespit edilmiş, depolamanın son gününde bu değer kontrol grubunda % 61.35, A grubunda %60.66, B grubunda % 60.84 olarak tespit edilmiştir. Buna benzer olarak, kırmızı etlerde donmuş olarak 11 hafta depolama sonucunda vakum paketlerdeki ürünlerin % 55.60, N₂/ CO₂ içeren paketlerdeki ürünlerin % 55.0 ve hava-kontrol grubunun ise % 56.2 nem içerdiği bildirilmiştir [106]. Yani modifiye atmosferle depolamaya bağlı olarak kırmızı etlerin nem miktarı da alabalık burgerlerindeki gibi fazla değişmemiştir.

Alabalık burgeri TVB-N analizi bulguları:

Alabalık burgerlerinin TVB-N ölçümleri sonucu, depolamanın 0. gününde 10.98 mg/100g. olarak tespit edilen TVB-N değerinin depolamanın 21. gününde kontrol grubu örneklerinde diğer gruplara göre daha yüksek olduğu (p<0.05) görülmüş, bu değer depolama süresince artarak 42. günde kontrol grubunda 34.04 mg/100g'a, A grubunda 27.42 mg/100g'a ve B grubunda ise 29.71 mg/100g'a ulaştığı saptanmıştır. Depolamanın son gününde elde edilen bu değerlere göre, MA gruplarının TVB-N değerlerinin birbirlerinden önemli bir farkı olmadığı (NS), kontrol grubunun ise, A grubu örneklerinden (p<0.05) ve B grubundan (p<0.001) önemli derecede farklı değerlerde olduğu görülmektedir.

TVB-N seviyesine göre su ürünleri,

25 mg/ 100g TVB-N içeriyorsa çok iyi

30 mg/ 100g TVB-N içeriyorsa iyi

35 mg/ 100g TVB-N içeriyorsa pazarlanabilir

35 mg/ 100g 'ın üzerinde TVB-N içeriyorsa bozulmuş olarak sınıflandırılırlar [1,88]. Soğukta depolanan alabalıklar için ise sınır değerin 25 mg/100 g olduğu bildirilmiştir [33].

Uskumru balığından hazırlanmış olan köftelerinin soğukta depolanması üzerine yapılmış olan bir araştırmada, depolama başlangıcında 10 mg/100g olan TVB-N değeri, 10 günlük depolama süresi sonunda 36.4 mg/100g'a ulaşmıştır [95]. Bilindiği gibi balık etindeki TVB-N miktarını balığın avlandığı yer, tatlı su ya da deniz balığı oluşu, türü gibi faktörler etkilemektedir. Buna bağlı olarak, uskumru balığından hazırlanmış bir ürünün

alabalık burgerine göre daha yüksek TVB-N değerlerine ulaşması ve daha erken bozulması doğaldır. Soğukta depolanan alabalık köfteleri ile yapılan bir çalışmada ise, TVB-N değerleri depolama başlangıcında 11.23 mg/ 100g balık şeklinde ölçülmüşken, 16. günde 14.04 mg/ 100g balık olarak tespit edilmiştir [96].

Mezgit ve ringa balıklarının 0°C'de TVB-N konsantrasyonu kontrol örneklerinde MA paketlenmiş örneklerden daha hızlı artmış; fakat +5°C ve +10°C'deki örneklerde kontrol ve MAP örneklerinde aynı olduğu bildirilmiştir [68]. Bazı araştırmacılar, CO₂ ile paketlenme ortamının TVB-N seviyelerini inhibe ettiğini ifade etmişlerdir. Diğer bir çalışmada CO₂ ile depolama süresince bakteriyel sayıların artmasına karşın, TVB-N değerlerinin düşük kaldığı tespit edilmiştir. 8-10 günlük depolama sonunda, CO₂ ile depolanan balıkta kötü koku ve aroma oluştuğu; ancak bu sırada ölçülen TVB-N değerinin, buzda depolanan balıklarda tazelik kriteri olabilecek kadar düşük seviyede olduğu görülmüştür [64]. Bu, CO₂ ile paketlenen balıkların bozulma mekanizmasının buzda depolananlardan farklı olduğunu ve TVB-N ölçümünün bu tip ürünler için uygun bir bozulma indikatörü olmadığını göstermektedir.

Mikrobiyolojik analiz bulguları:

Toplam bakteri yükü:

Başlangıç florası 5 log CFU/g. olarak saptanan örneklerde 7. günde toplam bakteri yükü açısından mikrobiyal yük artmış güvenilirlik sınırına erişmiştir. Daha sonraki günlerde bu değer daha da artarak depolamanın 14-28. günlerinde 8-8.5 log civarına ulaşmış ve duysal bozulma da bu günlerde görülmüştür.

Taze yayın balığı filetolarının başlangıçta toplam bakteri yükü 4.9 log CFU/g. düzeyinde olduğu bildirilmiş, bu değer kontrol paketlerinde depolama süresince artarak 8.5 log CFU/g. 'in üzerine ulaştığı ifade edilmiştir [107].

Berlam filetolarının toplam bakteri yükünü incelendiği bir çalışmada, toplam bakteri yükünün 7. günde artış gösterdiği, 14. günde ise bozulma sınırına geldiği görülmüştür [79].

Başka bir çalışmada ise, yüksek konsantrasyonda CO₂ içeren yayın balığı paketlerindeki toplam bakteri yükü her iki depolama sıcaklığında da (+2 ve +8°C) depolamanın 4. haftasında 9 log CFU/ g'ın üzerine ulaşmıştır. Toplam bakteri sayısındaki artış laktik asit bakterileri gelişimi ve gram negatiflerin gelişmemesi sonucu olabilir. Aerobik mikroorganizmaların % 100 hava ve düşük konsantrasyonda CO₂ içeren paketlerde ise ilk haftada 8 log CFU/g 'in üzerine ulaştığı bildirilmektedir [108].

Lactobacillus sp:

Alabalık burgerlerinin depolanması sırasında, *Lactobacillus sp.* başlangıçta 2.7 log CFU/g. gibi düşük bir seviyedeysen, depolama süresi ilerledikçe artış göstermiştir. *Lactobacillus sp.* nin başlangıç sayıları aerobik bakterilerden düşük olmakla beraber, 14. günden sonra aerobik bakterilere benzer bir gelişme göstermiştir. Örneklerde bu mikroorganizmanın artması, hafif ekşimeyle birlikte, duysal bozulmaya neden olmakta ve asit oluşturduğundan pH değerini düşürmektedir. Karbondioksitin *Lactobacillus sp.*'de etkili olmadığını bildirilmiştir [109]. Modifiye atmosfer ortamında depolanan alabalıklarda da, *Lactobacillus sp* sayısının yüksek olması nedeniyle pH'ın düştüğü bildirilmiştir [22].

Staphylococcus sp.

Örneklerde *Staphylococcus* sp. türlerinin bulunuşu kullanılan katkı maddelerinden kaynaklanabildiği gibi, çalışanlardan da bulaşabilmektedir. Burger ürününde steril olmayan katkı maddelerinin kullanılmış olması, örneklerde bu mikroorganizmanın saptanmasına neden olmuştur. Bu mikroorganizmanın analizinin yapıldığı günlerde bazı zaman düşük, bazen yüksek miktarda tespit edilmiş olması örneklerin homojen yapıda olmamasından kaynaklanmaktadır. Depolama süresince 5 log CFU/g 'ın üzerine ulaşmamıştır.

Kırmızı etlerin depolanması üzerine yapılmış olan bir çalışmada, karbondioksit ile zengin atmosfer kullanımının *Staphylococcus* sp. kaynaklı gıda zehirlenmesi olasılığını artırmadığını tespit edilmiştir. Bu organizmanın gelişimi, çiğ ürünlerden çok pişmiş ürünlerin kötü şartlara maruz kalması, işleme sırasında çalışanlar sebebiyle kontamine olması ile bağlantılıdır [110].

Toplam koliform:

Alabalık burgerlerinin toplam koliform bakteri florası incelendiğinde, başlangıçta 4.3 log CFU/g. olan değerler kontrol grubunda 21. günde 4.2 log CFU/g., 42. günde ise 4.5 log CFU/g. olarak bulunmuştur. Modifiye atmosfer ile paketlen A ve B gruplarında ise toplam koliform sırasıyla 3.0 log CFU/g ve 4.2 log CFU/g olarak tespit edilmiştir. Bu durum, depolama sırasında koliform bakteri sayısında bozulma indikatörü olabilecek kadar önemli bir artış olmadığını göstermektedir. Modifiye atmosferle paketlenen örneklerde özellikle 35. günden sonra kontrol grubundan daha düşük değerler ($p<0.01$) elde edilmekle beraber benzer bir durum gözlenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmelere göre bulunan rakamlar güven sınırları içinde olup; depolama sonunda kontrol, A ve B gruplarının toplam koliform değişimi bozulma durumunun belirlenmesi açısından önemli görülmemiştir.

Gökkuşuğu alabalığı ve ringa filetoları ile yapılmış olan bir araştırmada toplam koliform bakterilerin gelişimi izlenmiştir. Bu çalışmada sunulan grafikler incelendiğinde; 6 günlük depolama sonrasında vakum ve sarma ambalajlı örneklerde 4 log CFU/g. ve üzeri MA gruplarında ise 3 log CFU/g. civarında olduğu görülmektedir. Bu değerler alabalık burgeri çalışmamızdaki bulgularla benzerlik göstermektedir [78].

Maya-Küf:

Ürün yapımında ilave edilen baharattan kaynaklanan kontaminasyon nedeniyle maya-küf gelişimi olmuştur. Depolamanın 21. ve 28. günlerinde düşme görülmüş, maya-küf miktarının depolamaya bağlı olarak arttığı ($p<0.001$) tespit edilmiştir. Ancak, depolama süresince maya-küf sayısı 5 logCFU/g'a ulaşmamıştır.

Birçok baharatın çeşitli mikroorganizma gruplarına karşı antimikrobiyal özelliği olmakla birlikte, içerdikleri mikrobiyal yük ile gıdalar için kontaminasyon kaynağı olabilmektedirler. Baharatlarda küf sayıları gramda $10^5 - 10^6$ düzeyine kadar ulaşabilmekte, ve bu küfler arasında toksijenik olanlara rastlanabilmektedir. Günümüzde baharatların sterilizasyonunda gamma ışınları ile radyasyon, yüksek sıcaklıkta buhar ile muamele kullanılmaktadır. İşlemlerin kısa sürede uygulanması ile duyuşal özelliklerin olumsuz yönde etkilenmemesi sağlanabilir [111,112]. Baharatların radyasyon ile sterilizasyonuna 37 ülkede izin verilmekte olup, ülkemizde izin verilmemektedir.

Salmonella sp.

Alabalık burgerlerinde depolama başlangıcında, depolamanın 21. ve 42. günlerinde yapılan analizlere göre, *Salmonella* sp.'ye rastlanmamıştır. Taze alabalıkların MA ortamında depolanması üzerine yapılmış olan bir çalışmada, depolamanın 5. ve 9.

günlerde yapılmış olan analizler sonucunda *Salmonella* arandığı, ancak test sonuçlarının negatif olduğu bildirilmektedir [22].

Anaerobik mikroorganizma:

Alabalık burgerlerinde depolama süresince anaerobik mikroorganizma gelişimine rastlanmamıştır.

Genellikle MA'de kullanılan karbondioksitin anaerobların gelişimini artırdığı söylenmektedir. Ancak yayın balıklarının 4,8 ve 16°C'de depolanması süresince mikrobiyal gelişimin kontrol ve MA paketlerinde benzer düzeylerde olduğu bildirilmiştir [107]. Tilapia filetoları ile yapılmış olan başka bir çalışmada da benzer sonuçlar tespit edilmiştir [69].

4.2. ALABALIK DOLMASI

Alabalık dolması, iç organları ve kılçıkları alınarak içine sebzelerin (patates, havuç, bezelye) doldurulması şeklinde hazırlanmış bir üründür. Kısa bir pişirme işleminden sonra tüketilmek üzere hazırlanmıştır.

Alabalık dolması duyusal analiz bulguları:

Depolama başlangıcından 3. güne kadar taze durumda olup, panelistler tarafından birbirine yakın puanlar verilen hava-kontrol ve MA grupları (depolamanın 3. gününde kontrol grubu 8, A ve B grupları ise 8.5 puan almışlardır); depolamanın sonraki günlerinde duyusal özellikleri açısından birbirlerinden farklılaşmışlardır. Yapılan duyusal değerlendirmelere göre, kontrol grubunun depolamanın 6. ve 9. günlerinde diğer gruplardan önemli derecede farklı olduğu ($p<0.001$) ve 6. günde bozulmanın gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bozulma, A ve B gruplarında ise 9. günden itibaren gerçekleşmiştir. Modifiye atmosferle paketlenenlerin (A ve B grupları), sadece depolamanın 6. günündeki değerleri birbirinden farklı olup ($p<0.05$), bunun dışında duyusal analiz bulgularının birbirinden önemli bir farkı olmadığı görülmüştür.

Morina filetolarının MA'de depolanması sonucunda, koku, görünüm toplam duyusal değerlendirme açısından MA filetolarının depolamanın 6. ve 9. günlerinde kontrolden iyi durumda oldukları tespit edilmiştir. Kontrol paketlerindeki filetoların 9. günde bozulmuş durumda oldukları ifade edilmektedir [72].

Mezgit ve ringa balıklarının MA'de paketlenerek 0 °C'de depolandığı bir çalışmada [68], denenmiş oldukları üç MA grubunun da duyusal açıdan kontrol örneklerinden daha iyi durumda olduğu bildirilmiştir.

Taze alabalıkların MA'de depolanması üzerine yapılmış olan bir çalışmada [22], kontrol grubu örneklerin +4°C'de yapılan depolamanın 9. gününde bozulduğu; depolamanın 12 gününde %50 CO₂ +%50 N₂ ile paketlenen örneklerin 3. kalitede, %100 CO₂ ve % 50 CO₂ +%45 N₂ +%5 O₂ içeren paketlerdeki örneklerin ise 2. kalitede

oldukları tespit edilmiştir. Depolamanın 14. gününde ise tüm örneklerin 3. sınıf olarak tespit edildiği, yani bozulduğu bildirilmiştir. Diğer bir araştırmada ise, balık filetoları %80 CO₂ ve % 20 hava içeren MA ile paketlenmiş; duyu analizi sonuçlarına göre MA ile paketlenenlerin depolamanın 13. gününe kadar iyi kalitede olduğuna karar verilmiştir [63]. Çalışmamızda alabalık dolmalarının raf ömrünün bu çalışmalarda bildirilen dayanım sürelerine yakın olduğu, ancak nispeten daha çabuk bozulduğu görülmektedir. Alabalık dolmaları ile taze, işlenmemiş durumdaki balıkların dayanım süreleri arasındaki bu fark normal olup, bu ürün yapımında balığın içine konulan sebzelerin etkisiyle gerçekleşmektedir.

MA'de paketlenen marine alabalıklardaki doku suyu sızıntısının kalite üzerine etkisi konusunda yapılan bir çalışmada; doku suyu sızıntısı artarken duyu kalitenin lineer olarak azaldığı, ancak balıkların görüntüsünün bundan etkilenmediği ifade edilmiştir [82]. Yayın balıkları ile yapılmış olan bir depolama çalışmada, 16° C 'de toksin oluşumu duyu bozulma ile birlikte görülmüş; 4 °C'dekilerde ise duyu bozulmadan 37 gün sonra bile MA- paketlerindeki ürünlerin hiçbirisi toksik olmamıştır. Bunun için, MA paketlenmiş balık ürünlerinin 4° C ve altında tutulması ve iyi bir sıcaklık kontrolünün yapılması duyu bozulmadan önce *C. botulinum* toxini oluşmasını önlemek açısından gerekli olduğu ifade edilmektedir [107].

Alabalık dolması pH analizi bulguları:

Yeni hazırlanmış olan alabalık dolmalarında pH değerleri 6.5 olarak saptanmış, paketlenme ve depolama işleminden sonra pH'nın yükseldiği, ancak daha sonra depolamaya bağlı olarak devamlı düşme gösterdiği görülmüştür. Depolama çalışmasının son günü olan 12. günde pH değerleri kontrol grubunda 6.4, A grubunda 6.2 ve B grubunda 6.3 olarak belirlenmiştir. Yapılan t testine göre, kontrol grubunun pH değerinin A ve B gruplarından farkının önemli olduğu ($p < 0.001$ ve $p < 0.01$), ancak A ve B grupları arasındaki farkın dikkate değer olmadığı (NS) bulunmuştur.

Kerevitlerin MA paketlenerek depolanması üzerine yapılmış olan bir çalışmada, pH değerlerinin kontrol (atmosferik hava) grubundan düşük olduğu saptanmıştır [113].

Kontrol(atmosferik hava) paketlerinde depolanan yengeçlerin pH değerlerinin ilk 4 günde arttığı, pH artışının genellikle bakteriler nedeniyle olan amin üretimine bağlanmasına karşın; yapılmış olan APC ve amonyak ölçümleri ile pH verileri arasında ilişki kurulamadığı bildirilmiştir. MA'de paketlenerek depolanan yengeçlerin pH'nın ise CO₂ 'nin absorpsiyonunu ve karbonik aside dönüşümünü yansıtarak ilk 11 günde düşüş gösterdiği ifade edilmektedir [105]. Kanal yayın balığı ile yapılmış olan bir çalışmada ise, pH değerlerinin kontrol (%100 hava) paketlerinde değişmemesine rağmen, MA paketlerinde 8 gün sonra düştüğünün ifade etmektedirler. Araştırmacılar,MA paketlerdeki bu düşüşü, laktobasillerden kaynaklanan laktik asit ve anaerobik koşullardaki karbonik asit oluşumuna bağlamaktadırlar [114].

pH değeri, taze balık için 6.0-6.5 arasında olup, tüketilebilirlik sınır değeri 6.8-7.0'dir. Ancak pH kesin bir kriter değildir [1]. Modifiye atmosferle paketlenen tilapya filetolarının pH değerleri arasında bir ilişki kurulamamış ; bu değerlerin modifiye

atmosferde paketlenen balıkların bozulması ile ilişki göstermediği ifade edilmiştir [71].

Alabalık dolması gaz ölçümü bulguları:

Yapılan CO₂ ölçümleri sonucunda kontrol, A ve B grubu paketlerinde O₂ konsantrasyonlarının depolama başlangıcından, depolamanın 6. gününe kadar birbirlerinden çok farklı ($p < 0.001$) olduğu tespit edilmiştir. Bu, paketlerdeki gaz oranları bilinçli olarak değiştirildiğinden (kontrol grubunda %21, A grubunda %5, B grubunda %0) beklenen bir durumdur. Depolamanın 9. gününden itibaren ise, bu durumun değiştiği ve tüm ambalaj gruplarındaki oksijen konsantrasyonunun giderek azalması sonucu % 0.4 düzeyine indiği belirlenmiştir. B grubunda ise bu değer %0.2 olarak tespit edilmiştir. Karbondioksit konsantrasyonu ise kontrol grubu paketlerinde depolama başlangıcında MA paketlerinin her ikisinden de önemli derecede düşüktür ($p < 0.001$). Kontrol grubu atmosferik hava içerdiğinden, yaklaşık olarak % 0.3 CO₂ ihtiva etmekte olup, MA şartlarında paketlenmiş olan A ve B gruplarında sırasıyla % 35 ve % 30 CO₂ kullanılmıştır. Bu sebeple, bu farklılık son derece doğaldır. Depolamanın sonraki günlerinde ise, kontrol grubundaki CO₂ konsantrasyonu giderek artmış, MA gruplarında ise azalarak depolamanın son günlerinde birbirine yakın değerler gözlenmiştir (depolamanın 12. gününde kontrol grubunda % 15.7, A grubunda % 17, B grubunda % 19.3).

Yayın balığı ile yapılan bir depolama çalışmasında [107] kontrol (atmosferik hava) grubunun O₂ konsantrasyonu azalarak %0'a düşmüş, CO₂ ise bozulma ile birlikte %15'in üzerine ulaşmıştır. Modifiye atmosferle paketlenen tilapya paketlerinde ise başlangıçta O₂ bulunmayıp, paketlemede kullanılan kaptan ve filetodan kaynaklanan bir artış olmuş, ancak depolama sonuna doğru oksijen konsantrasyonu tekrar %0'a düşmüştür. Başlangıçta % 75 oranında kullanılan karbondioksit ise, tüm MA gruplarında depolama başlarında önce düşmüş, daha sonra tekrar artış göstermiştir. [78]'e göre ise, oksijen konsantrasyonu, sarma ambalaj ve gaz (MA) paketlerinde mikroorganizmaların oksijeni tüketmesi nedeniyle azalmıştır. Sarma ambalajların çok geçirgen olmasına rağmen CO₂ konsantrasyonu yine de % 0'dan % 1'e yükselmiş (mikrobiyal metabolizma nedeniyle), gaz paketlerinde ise balık tarafından absorblandığı için azalmıştır. Ancak absorpsiyondan sonra CO₂ konsantrasyonu nispeten sabit kalmıştır.

Ringalı sebze salatası paketlerinde CO₂ konsantrasyonu depolama başlarında hızla azalmış, ancak daha sonra yaklaşık olarak değişmeden kalmıştır [67]. Başka bir araştırmada ise, karbondioksitin çeşitli seviyeleri uygulanarak paketlenen salmon filetoları değişik sıcaklıklarda depolanmış ve paketlerde CO₂ konsantrasyonunun başlangıçta düşme gösterdiği tespit edilmiştir. % 70 CO₂ + % 30 hava ile paketlenenlerde O₂ konsantrasyonu azalmış ; % 100 CO₂ ile paketlenenlerde ise oksijen tespit edilmemiştir. Azot ise her iki grupta da artış göstermiştir [115]. Çalışmamızda elde edilen bulgularla bu literatür verilerinin uyum sağladığı görülmektedir.

Alabalık dolması asitlik ölçümü bulguları:

Alabalık dolmalarının depolama öncesinde 0.54 g/ 100g olan asitliği, 12 günlük depolama süresi sonunda kontrol grubunda 0.59 g/ 100g, A grubunda 0.64 g/ 100g ve B grubunda 0.76 g/ 100g olarak tespit edilmiştir. Depolamanın son gününde elde edilen bu

değerlerin, yapılan t testine göre birbirinden önemli derecede farklı olduğu anlaşılmıştır ($p < 0.01$). A ve B grupları modifiye atmosferle paketlenmiş olduklarından, asitlik değerlerinin daha yüksek oluşu normaldir. Bunun balık etinde karbondioksitin karbonik aside dönüşümü sonucu etteki asitliğin artması nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Alabalık dolması renk ölçümü bulguları:

Alabalık dolmalarının iç ve dış (deri bulunan) bölgelerindeki renk birbirinden çok farklı olduğundan renk ölçümleri bu bölgelerde ayrı ayrı yapılmıştır.

Dış (derili) kısımda yapılan ölçümlerde L^* (parlaklık) değeri başlangıçta 73.31; depolama sonunda kontrol grubu için 67.74, A grubunda 66.12, B grubunda 70.66 olarak ölçülmüştür. Bu, tüm gruplarda rengin koyulaşarak parlaklığını yitirdiğini göstermektedir. a^* (kırmızı-yeşil)'nin başlangıçta 0.52, 12. günde kontrol grubunda 0.7, A grubunda 1.1 ve B grubunda 0.24 şeklinde olduğu belirlenmiş; b^* (sarı-mavi) ise 1.59'dan kontrol grubunda 3.99'a, A grubunda 4.17'ye, B grubunda 4.45'e yükseldiği tespit edilmiştir. Bu durum, ürünün dış kısmında sararma görüldüğünü ifade etmektedir. Alabalık dolmalarının dış(derili) kısmında yapılan renk ölçümleri sonucu renk değişimi kontrol grubunda $\Delta E = 6.07$, A grubunda, $\Delta E = 7.66$ B grubunda $\Delta E = 3.91$ olarak hesaplanmıştır.

İç kısımda yapılan renk ölçümlerinde ise depolama başlangıcında 49.19 olarak ölçülen L^* (parlaklık) değerinin tüm gruplarda artarak kontrol grubunda 57.78'e, A grubunda 55.90'a, B grubunda 64.52'ye ulaştığı belirlenmiştir. a^* (kırmızı-yeşil) değerinde düşme görülmüş, 2.04 olarak ölçülen a^* değeri depolamanın 12. gününde kontrol grubunda 0.1'e, A grubunda -0.13'e, B grubunda 0.6'ya düşmüştür. Yani etteki kırmızılık, çok hafif bir yeşile doğru değişmiştir. b^* (sarı-mavi) ölçümleri sonucu ise, alabalık dolmalarının iç kısımlarında depolama süresi ilerledikçe sarılığın arttığı, başlangıçta 4.97 olan b^* değerinin kontrol grubunda 6.27'ye, A grubunda 7.13'e ve B grubunda 10.16'ya ulaştığı tespit edilmiştir. Buradan, ürünün iç kısmında hafif sararma ve yeşerme olduğu ve hoş gitmeyen renklerin oluştuğu anlaşılmaktadır. Renk değişimi kontrol grubu için $\Delta E = 8.9$, A grubunda $\Delta E = 7.37$, B grubunda $\Delta E = 16.25$ olarak saptanmıştır.

Modifiye atmosferde paketlenmiş olan yayın balıklarının Hunter- L^* değerleri depolama sırasında artmış, a^* değerleri ise azalmıştır. Hunter- b^* değerlerinde ise değişim tespit edilmediği bildirilmektedir [108]. Modifiye atmosferle paketlenen uskumru balıklarında ise, depolamanın 14. gününde L^* ve b^* değerlerinde artış tespit edilmiş; ayrıca b^* değerlerindeki bu artış duyuşsal olarak da doğrulanmıştır. a^* değerleri ise, 7 ve 21. günler arasında önemli değişiklik göstermiştir. Ancak, ' L^* ', ' a^* ', ' b^* ' değerlerinde pişirme işleminden sonra önemli fark görülmediği bildirilmiştir [99]. Bu çalışmalarda bildirilmekte olan sonuçlar, özellikle alabalık dolmalarının iç kısımlarında tespit etmiş olduğumuz değerlerle uyum içerisindedir.

Levrek balıkları ile yapılmış olan bir çalışmada, balıklar vakum, % 100 hava ve % 50CO₂ + % 10 O₂ + % 40 N₂ (tri-mix) ile paketlenerek +2 °C 'de depolanmışlardır. Tüm örneklerde Hunter L^* değerleri azalmış, bu et renginin koyulaştığını, enzimatik reaksiyonların ortaya çıktığını göstermiştir. Hunter a^* değerleri ise, depolamanın 7.

gününde tüm uygulamalarda düşmüştür. Hunter b* değerlerinde uygulamalar arasında fark tespit edilmemiş; genellemek gerekirse, tri-mix karışımın balığın et rengi üzerinde etkisi olmadığı ifade edilmiştir. Delta E (ΔE) toplam renk değişimini belirtmektedir. Bu değer depolamanın 7. gününde % 100 hava içeren paketlerde tri-mix paketlerinden önemli ölçüde yüksektir. Bununla beraber, ΔE 'nin 21. günde tri-mix grubunda % 100 hava paketlerinden yüksek olduğu görülmüştür. Bundan, depolamanın ilk safhalarında hava paketlerinde, sonlarında ise tri-mix paketlerinde önemli renk değişimi olduğu anlaşılmaktadır [116].

Alabalık dolması doku analizi bulguları:

Çalışmamızda yapılan doku ölçümleri sonucu, depolama süresince önemli bir artış ya da azalış tespit edilmediği gibi, gruplar arasında dikkat çekici bir fark da görülmemiştir(NS).

Yapılan bir araştırmada, CO₂ ve O₂ gazlarının balık kısımlarını sertleştirdiği; CO₂ ve N₂ karışımının ise yumuşattığı bildirilmektedir. % 5 oranında NaCl solusyonuna daldırıldıktan sonra CO₂ atmosferinde depolanan balık kısımlarının 3°C'de 1 hafta depolanması süresince iyi doku yapısını koruduğu belirlenmiştir [30].

Modifiye atmosfer ve kontrol grubu paketlerinde depolanan yengeç örneklerinin tekstürel özellikleri incelenmiş olan bir araştırmada da, uygulama grupları arasında dikkat çekici fark olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, karar verme konusunda ilk olarak daima duyuşal panel sonuçları dikkate alınmalıdır. Önemli bir konu da, doku pH'nın düşmesine karşın, dokuda değişiklik olmamasıdır. Bu açıdan, MA sistemlerinin geleneksel donmuş depolamadan avantajlı olduğu söylenebilmektedir [105].

Alabalık dolması ağırlık değişimi:

Yapılan ağırlık ölçümleri sonucunda, alabalık dolmalarının tüm depolama gruplarında ağırlık değişiminin negatif yönde olduğu belirlenmiştir. Ağırlık kaybı kontrol grubunda %0.0040; A grubunda % 0.0071 ve B grubunda % 0.0063 olarak tespit edilmiştir.

Alabalıkların sarma ambalajla soğukta depolanması üzerine yapılmış olan bir çalışmada; alabalıkların ağırlığındaki değişim; depolamanın ilk günü ile sonu arasında % 5.74 olarak tespit edilmiştir [33]. Alabalık köftelerinin soğukta ve sarma ambalajlı olarak 16 gün depolanması sonucu ise % 6.83 ağırlık kaybı meydana geldiği bildirilmektedir [96]. Bu çalışmalarda alabalık dolmalarında tespit edilmiş olandan daha yüksek ağırlık değişimi meydana gelmiş olmasının, sarma ambalajın yüksek oranda geçirgen oluşundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Alabalık dolması nem analizi bulguları:

Alabalık dolmalarının nem analizleri sonucunda, depolama süresince gruplar arasında önemli bir fark olmadığı (NS) görülmüştür. Depolama başlangıcında %78 oranında nem

içeren alabalık dolmalarının depolamanın son gününde kontrol grubunda % 78.22, A grubunda % 77.47 ve B grubunda %78.33 oranında nem ihtiva ettiği belirlenmiştir. Uskumru filetolarının -2°C'de 21 gün depolanması şeklinde yapılmış olan bir çalışmada da, başlangıçta % 76.89 olan nem miktarı, depolama sonunda % 75.23 olarak belirlenmiştir [99].

Alabalık dolması TVB-N analizi bulguları:

Yapılan TVB-N analizlerine göre, depolamanın 6. gününde kontrol grubu örneklerine ait TVB-N değerlerinin önemli ölçüde artış gösterdiği belirlenmiş ($p<0.05$), A ve B gruplarındaki artış ise önemli olarak görülmemiştir (NS). Modifiye atmosferle paketlenen gruplardaki TVB-N miktarı ise depolamanın 9. gününde daha önceki günlere göre önemli bir artış göstermiştir ($p<0.001$). Depolama öncesinde 8.03 mg/100g olarak belirlenen TVB-N değerinin depolama süresince artış göstererek depolama çalışmasının son günü olan 12. günde kontrol grubunda 38.98 mg/100g, A grubunda 27.22 mg/100g ve B grubunda ise 29.32 mg/100g 'a ulaştığı tespit edilmiştir. Bu rakamlara göre, tüm grupların TVB-N değerinin birbirinden önemli derecede farklı ($p<0.001$) olduğu görülmektedir.

Yağsız balıklar için TVB-N sınır değeri 25 mg/ 100g olarak kabul edilmek şartıyla, kontrol grubu olarak depolanan iç organları temizlenmiş morinaların raf ömrü 3, filetoların 4 gün olarak tespit edilmiş; CO₂ paketlerinde ise bu değerler sırasıyla 6 ve 7 gün olarak verilmiştir [117].

Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, MA ile paketlenen karideslerin TVB-N değerlerinin daha yavaş yükseldiği saptanmıştır. Taze karideslerde 18.3 mg/100g olarak saptanan TVB-N değeri, 10 günlük depolama sonunda kontrol grubunda 85 mg/100g'a yükselmiş; örneğin % 35 CO₂ + % 65 N₂ içeren MA grubunda aynı günde 47.8 mg/100g ; % 66 CO₂ + % 34 O₂ 'de ise 28.1mg/100g. olarak tespit edilmiştir [102]. Modifiye atmosferle paketlenen alabalıklar ile yapılmış olan bir çalışmada, başlangıçta 17.97 mg/ 100g olarak ölçülen TVB-N değerinin kontrol grubunda depolamanın 7. gününde 28.02 mg/ 100g şeklinde saptandığı bildirilmiştir. Bu değer, % 100 CO₂ içeren grupta depolamanın 12. gününde 23.65 mg/ 100g' a yükselmiş; % 50 CO₂ + % 50N₂ içerende 9. günde 27.59mg/ 100g ve % 50 CO₂ + % 45 N₂ + % 5 O₂ grubunda ise 12. günde 20.76mg/ 100g olarak tespit edilmiştir [22].

Balık etindeki TVB-N miktarını belirlemek için bir çok farklı metot kullanılmaktadır. 6 farklı TVB-N tayin metodunu karşılaştırılmış ve yöntemler arasındaki kantitatif farklılıkların çok fazla olabildiğini tespit edilmiştir [118]. Örneğin buzda 15 günlük depolama sonrasında TVB-N konsantrasyonlarının 17 ve 35 mg/100g arasında değiştiğini saptamışlardır. Bundan da anlaşılacağı gibi, çeşitli çalışmalarda elde edilmiş olan TVB-N bulgularının kullanılmış olan yöntemle de bağlı olarak farklı olabileceği bilinmeli ve literatür karşılaştırması yapılırken bu durum göz önünde bulundurulmalıdır.

Alabalık dolması mikrobiyolojik analiz bulguları:

Toplam bakteri yükü:

Alabalık dolmalarının toplam bakteri yükü incelendiğinde, depolamanın 6. gününde kontrol grubu örneklerinin 8.9 log CFU/g' a ulaştığı ve bu değerin MA gruplarından yüksek olduğu ($p<0.01$) tespit edilmiştir. Kontrol grubunda duyuusal bozulma da bu günde tespit edilmiştir. A ve B grubu örneklerde de mikroorganizmalar depolama süresince gelişim göstererek 12. günde sırasıyla 8.4 ve 7.4 log CFU/g 'a ulaşmışlardır.

Karidesler ile yapılmış olan bir çalışmada, kontrol grubu örneklerinde toplam bakteri yükünün 10 günlük depolama sonrasında 4 log birden artış gösterdiği bildirilmiştir. Karides için aerobik mikroorganizma sayısı (APC) sınır değeri 10^7 adet/g olarak kabul edilirse, 4°C'de kontrol grubu örneklerin raf ömrü 4-5 gündür. Karbondioksit ile zenginleştirilmiş karides paketleri içinse, mikrobiyal gelişim önemli ölçüde inhibe edilmiştir. %35 CO₂ +%65 N₂ ile paketlenen örnekler sadece 8 gün sonra 10^7 adet /g'a ulaşırken, % 100 CO₂ ile paketlenenler 14 günde 1.7×10^6 adet /g mikroorganizma ihtiva etmişlerdir [102].

Başka bir çalışmada, kanal yayın balıklarının depolanması sırasında hava-kontrol paketlerinin 0°C'de 8 gün ve 10 °C'de 4 gün içerisinde 8 log CFU/g değerine ulaştığı bildirilmiştir. Kanal yayın balığında bozulma, toplam bakteri yükü 7 log CFU/g'ın üzerine ulaştığında görülmektedir. Modifiye atmosferle paketlenen balıklarda 0 °C'de 12 güne kadar bozulma olmadığı, ve bu balıkların depolama süresince 8 log CFU/g değerine ulaşmadıkları saptanmıştır [114]. Alabalık dolması çalışmamızda ürünlerin +4°C'de depolandıkları göz önünde bulundurulacak olursa, bulgularımızın bu verilerle uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Morina balıkları kullanılarak yapılmış olan bir depolama çalışmasında, kontrol grubu fileto balıkların raf ömrü 5 gün; sadece iç organları çıkarılmış durumda olanların ise 8 gün olarak belirlenmiştir. Fileto edilmiş durumdakilerin bakteriyel yükü daha hızlı gelişmiştir. Bunun yanı sıra, aerobik bakteri miktarının gaz ile paketlenen balıklarda kontrol grubundan daha yavaş artış gösterdiği tespit edilmiştir [117].

Taze tilapya filetolarının toplam bakteri yükü 4.3 log CFU/g düzeyinde olduğu bildirilmiştir. Bu balıklarda bozulma özellikleri genelde bakteriyel yükü 7.5 log CFU/g ve üzerinde olduğunda görülmüştür. Modifiye atmosferle paketlenerek depolanan ürünlerde toplam bakterinin gelişiminin geciktirilmesi, karbondioksitin inhibisyon etkisine ve düşük oksijen seviyelerinin kullanılmış olmasına bağlıdır [71].

Lactobacillus sp.:

Alabalık dolmalarının depolamanın başlangıcında bu mikroorganizmayı 1.5 log CFU/g düzeyinde içerdiği tespit edilmiştir. Bu değer, depolama sırasında önce azalmış, sonra düzenli bir şekilde artarak depolamanın son günü olan 12. günde ortalama olarak 6 log CFU/g'a ulaşmıştır. Bu mikroorganizmanın MA paketlerinde istatistiksel olarak daha hızlı artış gösterdiği görülmüştür.

Dumanlanmış morina balığının karbondioksit ile paketlenmesi üzerine yapılmış olan bir araştırmada, depolama süresi sonunda *Lactobacillus sp.*'un dominant mikroflorayı oluşturduğu gözlenmiştir [98].

Staphylococcus sp.:

Depolama başlangıcında bu mikroorganizma açısından temiz olan örneklerde depolama sırasında artış olduğu gözlenmiştir. Depolamanın özellikle 6. günden itibaren kontrol grubu örneklerin bu mikroorganizmayı MA gruplarından yüksek seviyede

($p < 0.01$) içerdği görülmüştür. Bu organizmanın gelişimi, pişmiş ürünlerin kötü şartlara maruz kalması, işleme sırasında çalışanlar sebebiyle kontamine olması ile bağlantılıdır [110].

Toplam koliform:

Depolama başlangıcında 2.8 log CFU/g olan toplam koliform yükü, depolama sırasında tüm gruplarda artış göstermiştir. Bu artış, alabalık burgerlerine benzer olarak, depolama süresince 6 log CFU/g'un altında olacak şekilde gerçekleşmiştir.

Maya-Küf:

Depolama başlangıcında 1.5 log CFU/g olarak belirlenmiş, özellikle kontrol grubunda 3.günden itibaren artış göstermiştir. Modifiye atmosferle paketlenerek depolananlarda da bu değerler depolamanın son gününde A grubunda 4 log CFU/g, B grubunda 3.3 log CFU/g olarak tespit edilmiştir. Maya-küf miktarındaki artışa, ürün yapımında kullanılan patates, havuç ve bezelyenin etkili olmaktadır.

Salmonella sp.:

Her analiz gününde tekrarlanan analizler sırasında, alabalık burgerinde olduğu gibi bu üründe de depolama süresince *Salmonella sp.* 'ya rastlanmamıştır.

Anaerobik mikroorganizmalar:

Alabalık dolmalarında depolama süresince anaerobik mikroorganizma gelişimine rastlanmamıştır. Modifiye atmosferle paketlenerek depolanan taze alabalıklarda depolama süresince anaerob mikroorganizma saptanmadığı bildirilmiştir [22]. Karbondioksit içeren paketlerle depolanan kırmızı etlerde de anaerobik yükün başlangıçta 10 organizma/cm² 'den az olup, bu değer 27 günlük depolama süresince de artmadığı bildirilmiştir [119].

Pseudomonas sp.:

Depolama başlangıcında 1.5 log CFU/g olarak tespit edilmiş, 6. günde kontrol grubunda 8.3 log CFU/g' a; 9. günde MA gruplarında 7.6 log CFU/g'a ulaşmıştır. Depolamanın 6. gününde kontrol grubunda elde edilen değer, MA gruplarından yüksek($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir. Duyusal panele katılan kişilerce de, kontrol grubunda 6. günde; MA gruplarında ise 9. günde bozulma başladığı bildirilmiştir. Bu mikroorganizmanın gelişiminde, ürün yapımında kullanılan sebzelerin de etkili olduğu düşünülmektedir.

Bazı çalışmalarda [64] karbondioksitle depolamanın gram negatif mikroorganizmaların gelişimini engellediği bildirilmekle beraber; paketlenme sırasındaki yüksek bakteri yükü, karbondioksitin raf ömrü üzerindeki etkisini azaltabilmektedir. *Pseudomonas* türleri tarafından oluşturulan aroma, ortamda hava bulunması durumunda soğutulmuş balığın bozulmasında önemli bir rol oynayabilir. Paketleme metodu önemli olmaksızın, TMA-O(trimetil amin oksit)'i parçalayan bakterilerin (*Pseudomonas* da dahil olmak üzere), bozuk balıkta dominant olduğu gözlenmektedir [100].

Sonuç: İşlenmiş su ürünlerinde amaçlardan biri de değişik damak zevki sunmanın yanında raf ömrünün de uzatılması olduğuna göre, bu çalışma ile geliştirilmiş olan ürünler ve bu ürünlerin normal paketlenme yerine, modifiye atmosferle paketlenerek raf ömrünün artırılması hem üretici firma, hem de tüketici yönünden olumlu bir sonuçtur. Üretici firmalar geliştirdikleri ürünün uygun satış koşullarında uzun süre dayanmasını, tüketici de, aldığı ürünün evlerinde uzun süre güvenle tüketilebilmesini istemektedir. Bu nedenle, özellikle çabuk bozulabilir bir gıda maddesi olan su ürünlerinin modifiye atmosferde paketlenerek saklanması konusunda yapılacak çalışmalar önem taşımaktadır. Çalışmamızın sonuçları, bu isteklere cevap verecek nitelikleri ortaya koymaktadır.

Alabalık burgerlerinde yapılmış olan analizlere göre, tüm depolama gruplarında aerobik mikroorganizmalar depolamanın 7. gününde 7 log CFU/g değerine erişmiştir. Bu da, örneklerin depolamanın 7. gününde güvenirlilik sınırına eriştiğini göstermektedir [92]. Depolamanın 7. gününden sonra ise, bu değer artarak 14-28. günler arasında 8-8.5 log CFU/g değerine erişmiştir. Diğer yandan, duyuşal açıdan tüketilebilirlik değeri olan 5'in altına kontrol grubu örnekler depolamanın 21. gününde, MA paketlenmiş olanlar ise 35. gününde ulaşmışlardır. TVB-N değerine göre ise, tüm gruplar depolamanın 35. gününde tüketilebilirlik değerini aşmıştır. TVB-N değerinin depolamanın 35. gününde yaklaşık olarak 22 mg/100g 'a ulaşması tüketilebilirlik için sınır değer olarak alınmıştır. Bunun nedeni, ürünün yapımında haşlanmış balık kullanılmış olması ve bozulmanın TVB-N'nin daha düşük değerlerinde gerçekleşiyor oluşudur.

Bu verilere göre örnekler mikrobiyal güvence sınırına depolamanın 7. gününde ulaşmakta, ancak duyuşal, fiziksel ve kimyasal bulgulara göre kontrol grubu 21. günde; modifiye atmosferle paketlenen A ve B grupları ise 35. günde tüketilebilirlik sınır değerine erişmektedirler. Aerob mikroorganizmalar da aynı günlerde 8 log CFU/g ve üzeri değerlere ulaşarak duyuşal, fiziksel ve kimyasal bulguları doğrulamaktadırlar. Literatür verilerine göre de aerob mikroorganizmalar gıdalarda 8-8.5 log CFU/g değerine eriştiğinde kimyasal ve duyuşal bozulma meydana gelmektedir [20,120]. Burger ürünü, duyuşal, fiziksel ve kimyasal açıdan kontrol grubunda 21, modifiye atmosfer gruplarında ise 35 gün dayanıklı görülmektedir. Ancak, toplam bakteri yükünün depolamanın erken safhalarından itibaren yüksek oluşu, ürünün bu kadar uzun sürelerde tüketilmesini riskli kılmaktadır.

Alabalık dolmalarında ise, kontrol grubu örneklerin depolamanın 6. gününden itibaren, modifiye atmosfer şartlarında paketlenmiş olan A ve B grubu örneklerin ise 9. gününden itibaren duyuşal açıdan bozuldukları tespit edilmiştir. TVB-N bulgularına göre 6. günde kontrol grubu örneklerin diğer gruplara oranla daha yüksek değerler gösterdiği, 9. günde ise tüm grupların 22 mg/100g ve üzerine ulaştığı görülmüştür. Aerobik mikroorganizma yükü de, depolamanın 6. gününde kontrol grubu örneklerinde 8 log CFU/g'ın üzerine çıkmış; A ve B grubu örneklerde ise 9. günde 7 log CFU/g'ın üzerine çıkmıştır. Bu verilere göre, alabalık dolmalarında kontrol grubu için raf ömrü 6 gün iken, modifiye atmosfer gruplarında 9 gün olduğu görülmektedir. Bu, % 50 oranında raf ömrü artışı sağlandığını göstermektedir.

Bu ürünlerde antimikrobiyal madde kullanılarak, modifiye atmosfer şartlarındaki raf ömürlerinin daha fazla artırılabilceği düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

- 1- LUDORFF,W., MEYER,V. (1973): Fische und Fischerzeugnisse. Paul Parey Verlag. Hamburg-Berlin. s.95-111, 176-269
- 2- KIETZMANN,U.; PRIEBE,K.; RAKOU,D.; REICHSTEIN,K. (1969): Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey Verlag Hamburg-Berlin. s. 63-79, 99-100.
- 3- BAYSAL,A. (1995): Diyet Yağları ve Sağlığımız. Son Görüşler. Palm Yağının Ülkemizdeki Değerlendirilmesi Semineri. İstanbul
- 4- ANON (1996): Su Ürünleri İstatistikleri. Devlet İstatistik Enstitüsü. Devlet İstatistik Enstitüsü Basımevi, Ankara.
- 5- PALA,M., KARAKUŞ,M. (1991): Gıda Sanyinin Gelişme Perpektifinde Yeni Yönelimler. Bursa II. Uluslararası Gıda Sempozyumu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Gıda Teknolojisi Araştırma Enstitüsü. 1-3 Ekim Bursa
- 6- PALA, M., SAYGI,B. (1987): Catering Uygulamaları. Kalite, Risk ve Gelecek Perspektifi. TÜBİTAK, Soğuk Tekniği Bölümü- Gebze Sayı 1 Ocak-Şubat 1987.
- 7- DAMARLI,E. (1986): Hazır Yemek Üretim Teknolojileri ve Ülkemiz Açısından Önemi. TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü. Beslenme-Gıda Teknolojisi ile Soğuk Tekniği Araştırma Bölümleri. İlkbahar Dizi Seminerleri. Cilt II. Yayın No: 112 Gebze-Kocaeli.
- 8- DAVENPORT,J.K. (1982): Food Hygiene in the Catering and Retail Trades. H.K.Lewis and Co. Ltd. Chapter 9. viii+214 .
- 9- LORENZ,S.M. (1975): Fertig-Gerichte-Mikrobiologische Aspekte. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 71.jahrgang Heft: 1 s. 13-19.
- 10- VARLIK,C., HEPERKAN,D. (1990): Hamsinin Buzda Muhafazası. İ.Ü, Su Ürünleri Dergisi. 4.1 s. 53-58.
- 11- ASHIE,I.N.A., SMITH,J.P., SIMPSON, B.K. (1996): Spoilage and Shelf life extention of fresh Fish and shellfish. Critical reviews in Food Science and Nutrition. 36(1&2) ,87-121.
- 12- SACHAROW,S.S., GRIFFIN,R.C. (1970): Food Packaging. Chapter 6. Westport, Connecticut. The AVI Publishing Company, Inc.
- 13- BİNGÖL,Ş. (1980): Türkiye'de Soğuk Hava Deposu Varlığı ve Soğuk Teknolojisi Konusunda Bilgiler, Ege ve Marmara Bölgelerindeki İşletmelere İlişkin Araştırma Bulguları. Milli Produktivite Merkezi Yayınları :232. Ankara.
- 14- FENNEMA, O.R. (1975): Preservation of Food by Storage at Chilling

Temperatures. Food Science, Volume 4. Part II Chapter 5 Ed. Fennema. 133-170.

15- CONNELL, J.J. (1972): Quality Control in the Fish Industry. Torry Advisory Note No: 58 .

16- WHITTLE,K.J., HARDY,R., HOBBS,G. (1990): Chilled Fish and Fishery Products. Chilled Foods. Edt.Gormley,T.R. Elsevier Applied Science London and New York. ix+385.

17- GÖKOĞLU,N., VARLIK,C. (1992): Balıklarda Rigor-Mortis ve Kalite Üzerine Etkisi. Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Seminer Tebliğleri. İstanbul- Beyoğlu Rotary Klübü Yayınları. No.14 s. 98-102.

18- ÖZTAN,A. (1995): Et Bilimi ve Teknolojisi. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları. Yayın No: 19. xv+277

19- ROBINS,G.V. (1980): Food Science in Catering. s. 81-82. Heinemann: London.

20- OLAFSDOTTIR,G., MARTINSDOTTIR,E., OEHLenschLAGER,J., DALGAARD,P., JENSEN,B., UNDELAND,I., MACKIE,I.M., HENEHAN,G., NIELSEN,J., NILSEN,H. (1997): Methods to Evaluate Fish Freshness in Research and Industry. Trends in Food Science & Technology August Vol 81 s. 258-265

21- GÜN,H., VARLIK,C., GÖKOĞLU,N. (1992): Su Ürünlerinde Kalite Kontrolü. Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Seminer Tebliğleri. İstanbul Beyoğlu Rotary Klübü Yayınları No 14,s. 90-96.

22- İZGİ,Ş. (1995): Modifiye Atmosfer Altında Paketlenen Alabalığın Raf Ömrü Üzerine Araştırmalar. T.C İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı .Yüksek Lisans Tezi.

23- AMERINA,M.A., ANGBORN,R.V., ROESSLER,E.B. (1965): Principles of Sensory Evaluation of Food. Academic Press. New York.

24- İNAL,T. (1988): Besin Hijyeni. İstanbul Üniversitesi Vet. Fak. Besin Hijyeni ve Teknolojisi A.B.D. ders notları İstanbul.

25- CEMEROĞLU,B. (1992): Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları. Ankara.

26- SIELAFF,H., THIEMIG,F. (1990): Texture Igenschaften des Fleisches. Fleischwirtschaft. 70 (9). s. 982-999.

27- SIKORSKI,Z.E. (1989): Seafood: Resources Nutritional Compstion and Preservation. Chapter 3,4,6. CRC Press Inc. Boca Raton Florida.

28- ANON (1980): Food Colors. Food Technology. July 77-84.

29- MacKINNEY,G., LITTLE,A.C . (1962): Color of Foods. s. 195- 211 The Avi

Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.

30- MITSUDA,H., NAKAJIMA,K., MIZUNO,H.,KAWAI,F. (1980): Use of Sodium Chloride Solution and Carbon Dioxide for Extending shelf-life of Fish Fillets. Journal of Food Science. Vol.45 s.661-666.

31- POMERANZ,Y., MELOAN,C.E. (1971): Food Analysis: Theory and Practice. The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. s.72-83,510-530.

32- AASGAARD,J. (1993): Colour Stability of Packed Meat Products. Fleischwirtschaft. 73(4). s. 428-431.

33- METİN,S., VARLIK,C. (1997): Taze ve Soğukta Depolanan Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* WALBAUM, 1792) Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin İncelenmesi. II. Soğukta Depolanan Gökkuşığı Alabalığının Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi. Gıda ve Teknoloji. Yıl:2, Sayı: 1 s: 5-10.

34- SEIDEMAN,S.C., SMITH,G.C., CARPENTER,Z.L., DUTSON,T.R, DILL,C.W. (1979): Modified Gas Atmospheres and Changes in Beef During Storage. J. of Food Sci. Vol: 44 s. 1036-1040.

35- VARLIK,C., METİN,S. (1996): Taze ve Soğukta Depolanan Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*,WALBAUM, 1792) Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin İncelenmesi. I. Gökkuşığı Alabalığının Tazelik Kriterlerinin Belirlenmesi. Gıda ve Teknoloji. Yıl:1, sayı: 6 s. 5-12.

36- CONNEL ,J.J. (1980): Control of Fish Quality. Methods of Assessing and Selecting for Quality. s. 116-139 Fishing New Books Ltd. Farnham, Surrey, England.

37- REHBEIN,H., OEHLenschLAEGER,J. (1982): Zur Zusammensetzung der TVN Fraktion (Flüchtige-Basen) in sauren Extrakten und Alkalischen Destillaten von Seefischfilet. Archiv für Lebensmittelhygiene. 33 s.44-48.

38- OEHLenschLAEGER,J. (1989): Die Gehalte an Flüchtigen Aminen und Trimethylaminoxid in Fangfrischen Rotbarschen aus Verschiedenen Fanggebieten des Nordatlantiks. Archiv für Lebensmittelhygiene 40, 55-58.

39- GÖKTAN,D. (1990): Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi. Cilt I Et Mikrobiyolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi. Bornova, İzmir.

40- ALPERDEN,İ. (1993): Et ve Su Ürünleri Mikrobiyolojisi. Gıda Sanayiinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Gıda ve Soğutma Teknolojileri bölümü Yayın No: 124 .

41- ÜNLÜTÜRK,A., TURANTAŞ,F. (1998): Gıda Mikrobiyolojisi. Bölüm 3-4 xı+605.

42- GARBUTT,J. (1997): Essentials of Food Microbiology. Arnold, London.

iv+248 .

43- ICMSF (1980): -International Commision on Microbiological Spesifications for Foods- Microbial Echology of Foods. Vol 2, Food Commodities, Academic Press, New York.

44- YILDIRIM,Y. (1996): Et Endüstrisi. Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi. 4. Baskı. Ankara.

45- TOPAL,Ş. (1996): Gıdalarda Mikrobiyolojil Riskler ve Bulaşma Kaynakları. Gıda Güvenliği ve Kaliteb Yönetim Sistemleri. TÜBİTAK MAM Matbaası ISBN 975-94975-0-6. xi+225.

46- ÖZKAYA,H. (1995): Gıda Ambalajlama ve Depolama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü.Yayın no: 1338, Yardımı ders kitabı: 387, 129s .

47- PRE,G. (1997): Packaging of Food Products -It's Role and Requirements. Packaging India, Apr-May s. 9-11.

48- SATICI,A. (1994): Ambalajın Topluma Sunduğu Oniki Fayda. Ambalaj Dünyası. Yıl:8, Sayı: 94/1 s: 4-5. Çeviri.

49- ITO,K.A., BEE,G.R. (1980): Microbiological Hazards Associated With New Packaging Techniques. FoodTechnology, October, s. 78-80.

50- HARTE,B.R., GRAY,J.I. (1986): The Influence of Packaging on Product Quality. Food Product- Package Compatibility. Ed: GRAY,J.I., HARTE,B.R., MILTZ,J. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster-Basel. s.17-29.

51- WEBER,H., LAUX,P.(1992):Haltbarkeitsverlängerung durch Schutzgaslagerung bei rotfleischigen Forellen. Fleischwirtsch. 72(9), 1206-1215.

52- PARRY,R.T. (1993): Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food. Blackie Academic & Professional xii+299.

53- YOUNG,L.L., REVIERE,R.D., COLE,A.B. (1988): Fresh Red Meats: A Place to Apply Modified Atmospheres. Food Technology. September, 65-69.

54- BRODY,A.L. (1989): Controlled/Modiifed Atmosphere /Vacuum Packaging of Foods. Food& Nutrition Press, Inc. Trumbull, Connecticut. 06611 USA.

55- KOSKI, D.V. (1988): Is Current Modified / Controlled Atmosphee Packaging Technology Applicable to the U.S. Food Market? Food Technology. September s:54.

56- GARTHWAITE,G.A. (1992): Chilling and Freezing of Fish. Fish Processing Technology. Ed: Hall,G.M. Blackie Academic &Professional New York. xiii+309.

57- LIOUTAS,T.S. (1988): Challenges of Controlled and Modified Atmosphere Packaging: A Food Company's Perspective. Food Technology, September s:78-86.

58- MANNHEIM,C. (1986): The Preservation of Perishables by Modified Atmosphere Packaging. Food Product-Package Compatibility. Ed: GRAY,J.I.HARTE,B.R., MILTZ,J. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster-Basel. s. 134-156.

59- WILLIAMS ,A.C. (1986): Modified Atmosphere Packaging of Muscle Food. Food Product-Package Compatibility. Ed: GRAY,J.I.HARTE,B.R., MILTZ,J. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster-Basel. s. 170-177.

60- BOHME,F. (1991): Taze Et ve Ürünlerinin Koruyucu Gazla Ambalajlanması. Ambalaj Dünyası. Yıl:5, Sayı: 16, Mayıs-Haziran s:22-29.

61- HOFMANN,K. (1977): Was ist Muskelfarbstoff? Fleischwirtschaft. 11. 1904-1906.

62- GIBSON,D.M., DAVIS, H.K.(1995): Fish and Shellfish Products in Sous Vide and Modified Atmosphere Packs. Principles of Modified-Atmosphere and Sous Vide Product Packaging.

63- PARKIN,K.L., WELLS,M.J., BROWN,W.D. (1981): Modified Atmosphere Storage of Rockfish Fillets. J.of Food Sci. Vol.47,s.181-184.

64- BANKS, H., NICKELSON,R., FINNE,G. (1980): Shelf-life Studies on Carbon Dioxide Packaged Finfish From the Gulf Mexico. J.of Food Sci. Vol. 45, s.157-162.

65- STIER, R.F., BELL,L.,ITO,K.A.,SHAFFER,B.D., BROWN,L.A.,SEEGER,M.L., ALLEN,B.H., PORCUNA,M.N., LERKE,P.A. (1981): Effect of Modified Atmosphere Storage on *C.botulinum* Toxigenesis and the Spoilage Microflora of Salmon Fillets. J. of Food Sci. Vol.46, s. 1639-1642.

66- AHVENAINEN, R., SKYTTE,E., KIVIKATAJA,R.L. (1987): The Quality of Gas-packed Minced Meat Steaks After Opening of The Package and in the Leaking Gas-Package. International Institute of Refrigeration, 265-271.

67- AHVENAINEN, R., SKYTTE,E., KIVIKATAJA,R.L. (1990): The Influence of Modified Atmosphere Packaging on the Quality of Selected Ready-to- eat Foods. Lebensm.-Wiss.u.-Technol. 23 s. 139-148.

68- DHANANJAYA,S., STROUD, G.D. (1994): Chemical and Sensory Changes in Haddock and Herring Stored Under Modified Atmosphere. International Journal of Food Science and Technology. 29 s. 575-583.

69- REDDY,N.R., VILLANUEVA,M., KAUTTER,D.A. (1995): Shelf Life of Modified-Atmosphere-Packaged Fresh Tilapia Fillets Under Refrigeration and Temperature -Abuse Conditions. J.Of Food Protection. Vol.58, No.8, s. 908-914.

70- WOLFE,S.K. (1980): Use of CO- and CO₂ Enriched Atmospheres for Meats, Fish and Produce. Food Technology. March. s. 55-58.

71-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. J. of Food Science. Vol 59, No.2, 260-264.

72- WOYEWODA, A.D., BLIGH,E.G., SHAW,S.J. (1984): Controlled and Modified Atmosphere Storage of Cod Fillets. Can. Inst. Food Sci. Technol. J. Vol.17, No.1. 024-027.

73- OGRYDZIAK, D.M., BROWN,W.D.(1982): Temperature Effects in Modified - Atmosphere Storage of Seafoods. Food Technology. May. 86-96.

74- DALGAARD,P., GRAM,L., HUSS,H.H. (1993): Spoilage and Shelf-life of Cod Fillets Packed in Vacuum or Modified Atmospheres. International Journal of Food Microbiology,19. 283-294.

75- BERNE,S.(1994): Map-ping the Future with Cap-ability. Food Manufacture. March. 101-105.

76- CHURCH,I.J., PARSONS,A.L. (1995): Modified atmosphere packaging Technology: A Review J. Sci. Food Agric. (6,7). 143-152.

77- FARBER,J.M. (1991): Microbiological Aspects of Modified-Atmosphere Packaging Technology -A Review. J. of Food Protection. Vol. 54, No. 1, 58-70.

78- RANDELL,K., HATTULA,T., AHVENAINEN,R. (1997): Effect of Packaging Method on the Quality of Rainbow Trout and Baltic Herring Fillets. Lebensm. Wiss. u. Technol. 36, 56-61.

79- PASTORIZA,L., SAMPEDRO,G., HERRERA,J.J.,CABO,M.L. (1996): Effect of Modified Atmosphere Packaging on Shelf-life of Iced Fresh Hake Slices. J.of Food Agric. 71, s. 541-547.

80- HOTCHKISS,J.H. (1988): Experimental Approaches to Determining the Safety of Food Packaged in Modified Atmospheres. Food Technonogy. September. s. 55- 64.

81- ZAGORY,D., KADER,A.A. (1988): Modified Atmosphere Packaging pf Fresh Produce Food Technology, September. 70-77.

82- RANDELL, K., AHVENAINEN,R., LATVA-KALA,K., HURME,E., MATTILA-SANDHOLM,T., HYVÖNEN,L. (1995): Modified Atmosphere -packed Marinated Chicken Breast and Rainbow Trout Quality as Affected by Package Leakage. J. of Food Science. Vol.60, No 4, 667-672,684.

83- LARMOND,E. (1971): Food Quality Evaluation. A Review of Sensory

Methods. Fish Inspection and Quality Control. Fishing news (Books) Ltd.

84- ICMSF (1978): Microorganisms in Foods. Vol 1. Univ of toronto Press, Toronto 343 s.

85- LING,P.P.,RUZHITSKY,V.N., KAPANIDIS,A.N., LEE,T.C. (1996): Measuring the Color of Food. Chemtech. March, 46-53.

86- SCHUBRING,R. (1996): Farbmessungen an panierten Fischerzeugnissen. Inf. Fischwirtsch. 43 (2) 84-88.

87- SCHUBRING,R.,OEHLENSCHLAGER „J. (1996): Bewertung der Fabre von frischen und tiefgefrorenen Raucherlachsseiten mittels objektiver Farbmessung. Inf. Fischwirtsch. 43(2) 81-84.

88- SCHORMULLER,J. (1968): Handbuch der Lebensmittel Chemie. Band III/2 Teil. Trierische Lebensmittel Eier, Fleisch, buttermilch. Springer. Verlag. Berlin-Heidelberg-New York. s.1341-1397.

89- FDA (1984): Bacteriological Analytic Manual, AOAC Virginia.

90- BUCHANAN,R.E., GIBBONS,N.E. (1974): Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 8th ed. Baltimore, Williamsand Wilkins 1268 s.

91- KALIPSIZ,A. (1981): İstatistik Yöntemler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü.Yayın no: 2837 O.F. Yayın no: 294. İstanbul.

92- ANON (1991): Tebliğler. Resmi gazete 28 mayıs sayı: 20884 s:5

93- VARLIK,C., UĞUR,M., GÖKOĞLU,N., GÜN,H. (1993): Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No.17 İstanbul

94- ANON (1983): Balık İşleme Teknolojisi ve Pazarlaması- Terimler ve Tanımlar. TSE 3908 UDK 639.382 , Ankara.

95- GÖKOĞLU,N. (1994): Balık Köftesinin Soğukta Depolanması. Gıda; Cilt: 19, Sayı: 3s. 217-220.

96- AVCI,İ. (1996): Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Köfte ve Salatasının Soğukta Depolanmasındaki Fiziksel ve Kimyasal Değişimlerin İncelenmesi. T.C. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi.

97- ÇİFTÇİOĞLU ,G., GÜN,H., KUTR,E.(1994): Vakum ve Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) sistemi ile Paketlenmiş Hamburger Köfte Örneklerinin Soğuk Muhafaza Koşulları Altında Raf Ömrünün Belirlenmesi. İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg. 20 (2-3), 91-101.

98- PENNEY ,N., BELL,R.G., CUMMINGS,T.L.(1994): Extension of the Chilled Storage life of Smoked Blue Cod (*Parapercis colias*) by Carbon Dioxide Packaging. Int.

J. of Food Sci. and Tech. 29, s. 167-178.

99- HONG, L.C., LEBLANC, E.L., HAWRYSH, Z.J., HARDIN, R.T. (1996): Quality of Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus* L.) Fillets during Modified Atmosphere Storage. J. of Food Science. Vol. 61, No. 3. s. 646-651.

100-JENSEN, M.H., PETERSEN, A., ROGE, E.H., JEPSEN, A. (1979): Storage of Chilled Cod Under Vacuum and at Various Concentrations of Carbon Dioxide. Bölüm 6: Chilled and Frozen Storage. Advances in Fish Science and Technology. Ed: CONNELL, J.J. Fishing News Books Ltd. Farnham, Surrey, England. xiii+508.

101-ANON (1988): Kutulanmış Balık Konserveleri Genel Esasları. TSE 353. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.

102-LANNELONGUE, M., FINNE, G., HANNA, M.O., NICKELSON, R., VANDERZANT, G. (1982): Storage Characteristics of Brown Shrimp (*Penaeus aztecus*) Stored in Retail Packages Containing CO₂- Enriched Atmospheres. J. of Food Sci. Vol: 47, s. 911- 923.

103-REDDY, N.R., PARADIS, A., ROMAN, M.G., SOLOMON, H.M., RHODEHAMEL, E. (1996): Toxin Development by *Clostridium botulinum* in Modified Atmosphere-Packaged Fresh Tilapia Fillets During Storage. J. of Food Sci. Vol. 61, No: 3 s. 632-635.

104-NO, H.K., STOREBAKKEN, T. (1991): Color Stability of Rainbow Trout Fillets During Frozen Storage. Journal of Food Science. Vol. 56, No. 4, s. 969-972, 984.

105-PARKIN, K.L., BROWN, W.D. (1983): Modified Atmosphere Storage of Dungeness Crab (*Cancer magister*). J. of Food Sci. Vol. 48 s. 370-374.

106-HWANG, S., BOWERS, J.A., KROPF, D.H. (1990): Flavor, Texture, Color and Hexanal and TBA Values of Frozen Cooked Beef Packaged in Modified Atmospheres. J. of Food Sci. Vol: 55 No: 1 s. 26-29.

107-REDDY, N.R., ROMAN, M.G., VILLANUEVA, M., SOLOMON, H.M., KAUTTER, D., RHODEHAMEL, E.J. (1997): Shelf life and *Clostridium botulinum* Toxin Development during Storage of Modified Atmosphere-packaged Fresh Catfish Fillets. J. of Food Science. Vol. 62, No. 4. s. 878-883.

108-SILVA, J.L., WHITE, T.D. (1994): Bacteriological and Color Change in Modified Atmosphere-Packaged Refrigerated Channel catfish. J. of Food Protect. Vol: 57, No: 8, 715-719.

109-FINNE, G. (1982): Modified- and Controlled- Atmosphere Storage of muscle Foods. Food tech. February. 128-133.

110-SILLIKER, J.H., WOLFE, S.K. (1980): Microbiological Safety Considerations in Controlled – Atmosphere Storage of Meats. Food tech. March 59-63.

111-SORENSEN, S. (1990): Process for Sterilizing Spices. United States Patent US 4910027, Scanflavour, Denmark.

112-KISS, I., FARKAS, J. (1988): Irradiation as a Method for Decontamination of Spices. Food Reviews Intern. 4: 77-92.

113-WANG, M.Y., BROWN, W.D. (1983): Effects of Elevated CO₂ Atmosphere on Storage of Freshwater Crayfish (*Pacifastacus leniusculus*). J. of Food Sci. Vol: 48, s. 158-162.

114-SILVA, J.L., HARKNESS, E., WHITE, T.D. (1993): Residual Effect of CO₂ on Bacterial Counts and Surface pH of Channel Catfish. J. of Food Protect. Vol.56, No: 12 s.1051-1053.

115-GARCIA, G.W., GENIGEORGIS, C., LINDROTH, S. (1987): Risk of Growth and Toxin Production by *Clostridium botulinum* Nonproteolytic Types B, E, and F in Salmon Fillets Stored Under Modified Atmospheres at Low and Abused Temperatures. J. of Food Protect. Vol: 50, No: 4 s. 330-336.

116-GERDES, D.L., VALDEZ, C.S. (1991): Modified Atmosphere Packaging of Commercial Pacific Red Snapper (*Sebastes entomelas*, *Sebastes flavidus* or *Sebastes goodei*). Lebensm.-Wiss.u.-Technol., 24, 256-258.

117-VILLEMURE, G., SIMARD, R.E., PICARD, G. (1986): Bulk Storage of Cod Fillets and Gutted Cod (*Gadus morhua*) Under Carbon Dioxide Atmosphere. J. of Food Sci. Vol: 51, No: 2 s. 317-320.

118-BOTTA, J.R., LAUDER, J.T., JEWER, M.A. (1984): Effect of Methodology on Total Volatile Basic Nitrogen (TVB-N) Determination as an Index of Quality of Fresh Atlantic Cod (*Gadus morhua*). J. of Food Sci. Vol: 49, s. 734-736, 750.

119-HUFFMAN, D.L., DAVIS, K.A., MARPLE, D.N., MCGUIRE, J.A. (1975): Effect of Gas Atmospheres on Microbial Growth, Color and pH of beef. J. Of Food Sci. Vol 40, 1229-1231.

120-JAY, J.M (1985): Microbial spoilage Indicators and metabolites (In Food- borne Microorganisms and their toxins: Developing methodology. Eds: Pierson M.D. and Stern N.J.) 1st. Basic Symposium Series. Marcel dekker Inc. New York. P. 219-240 (Chapter 10).

6. ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında İstanbul'da doğdum. 1983 yılında Acıbadem İlkokulu'nu ve 1989 yılında İstanbul Çamıca Kız Lisesi'ni bitirerek ilk ve orta eğitimimi tamamladım. 1993 yılında İ.Ü. Su Ürünleri Fakültesi'nden iyi derece ile mezun oldum. Aynı yıl İ.Ü. Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'nda araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladım. 1995 yılında İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri İşleme Teknolojisi programında yüksek lisansımı bitirdim. Yine, 1995 yılında aynı programda doktora öğrenime başladım. 8 haziran- 25 ağustos 1998 tarihleri arasında "University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Food Science and Human Nutrition Department"da çalışmalarda bulundum. Halen Fakülte'deki görevime devam etmekteyim. Yabancı dilim İngilizcedir.

TC. YÜKSEKÖĞRETİM BAKANLIĞI
DOKÜMAN İŞLERİ MERKEZİ