



YÜKSEK LİSANS TEZİ

FATİH YAVUZ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ

ANABİLİMDALI

DOĞAL VE MEKANİK YÖNTEMLERLE KURUTULARAK

FARKLI ŞEKİLLERDE PAKETLENEN HAMSİ

BALIKLARINDA (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) KALİTE

DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ

**T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DOĞAL VE MEKANİK YÖNTEMLERLE KURUTULARAK FARKLI
ŞEKİLLERDE PAKETLENEN HAMSI BALIKLARINDA (*Engraulis encrasicolus* L.,
1758) KALİTE DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

FATİH YAVUZ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. Mehmet Emin ERDEM

SİNOP-2018

TEZ KABUL

Fatih YAVUZ tarafından hazırlanan “**Doğal ve Mekanik Yöntemlerle Kurutularak Farklı Şekillerde Paketlenen Hamsi Balıklarında (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) Kalite Değişimlerinin Belirlenmesi**” başlıklı bu çalışma, 12.06.2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan Prof. Dr. Yalçın KAYA
Sinop Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

İmza



Üye Prof. Dr. Mehmet Emin ERDEM
Sinop Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

İmza



Üye Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

İmza



Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

05.07/2018

Doç. Dr. Turgay KORKUT
Enstitü Müdürü



DOĞAL VE MEKANİK YÖNTEMLERLE KURUTULARAK FARKLI ŞEKİLLERDE PAKETLENEN HAMSI BALIKLARINDA (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) KALİTE DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, hamsi balıkları doğal ve mekanik yöntemlerle kurutularak streç ve vakum paket ile paketlenmiştir. Buzdolabı koşullarında ($+4\pm1^{\circ}\text{C}$) muhafaza altına alınan balıkların kalite değişimlerini belirlemek amacıyla; kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizler yapılmış ve raf ömrü belirlenmiştir.

Balıkçı tezgâhından satın alınan balıklar ayıklanıp temizlenmiş, kan, mukus ve pulların giderilmesi için %10 salamurada bekletilmiştir. Daha sonra tekrar yıkanan balıklar bir kap içerisinde, bir kat tuz bir kat balık olacak şekilde balıklar kuru tuzlanmış (temizlenmiş balık ağırlığının %10'u tuz) ve buzdolabında bir gece bekletilmiştir. Daha sonra akan musluk suyu altında yıkanan balıklar fazla tuzundan arındırılmış, sızdırılmış ve farklı şekillerde kurutulması için iki gruba ayrılmıştır (Doğal ve Mekanik kurutma). Doğal kurutma işleminde balıklar (%65 nem, $22^{\circ}\text{C}\pm2$), askılar üzerine dizilmiş ve laboratuvar koşullarında 4 gün kurutulmuştur. Mekanik kurutma işleminde ise balıklar, kurutma dolabındaki tepsilere dizilmiş $45^{\circ}\text{C}\pm2$ 'de %30 nemde 32 saat boyunca kurutulmuştur. Balıklar bu aşamadan sonra tekrar iki gruba ayrılmıştır. Bir grup balık streç film ile kaplanmış diğer grup balık ise vakum paketle paketlenmiştir.

Elde edilen kimyasal analiz sonuçlarına göre balıkların kurutulma işlemi sonrasında elde edilen TBA, TVB-N değerlerinin raf ömrü süresi boyunca artış gösterdiği tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik verilere göre koliform grubu bakteriye çalışma boyunca rastlanmamıştır. TMAB analizinde, taze balıkta $1,97\pm0,05$ logkob/g olan değer tuzlama sonrası $2,18\pm0,05$ logkob/g değerini almış ve depolama süresi boyunca tüm gruplarda tespit edilebilir <10 kob/g değerinin altında kalmıştır. Duyusal değerler açısından deneme sonunda mekanik kurutulan streç paketli hamsi balıkları 60.günde $2,00\pm0,35$ puan alırken, Vakum paketliler ise 45. günde $2,20\pm0,25$ puan almıştır. Doğal kurutmada vakum paketli grup ise 70. günde $2,30\pm0,12$ puan alırken düşük puan alarak kalitesini kaybeden son grup depolamanın 80. günde, $2,10\pm0,32$ puan ile doğal yöntemle kurutulan ve streç film ile paketlenen balık grubu olmuştur.

Sonuç olarak hamsi balıkların mekanik yöntemle kurutulması sonucu raf ömrü 2 ay uzarken doğal yöntemle kurutulmasıyla raf ömrü 2,5 ay kadar uzamış ve tüketiciye balık tüketiminde alternatif oluşturmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hamsi, Doğal ve Mekanik kurutma, Paketleme, Raf ömrü

DETERMINATION OF QUALITY CHANGES ON ANCHOVY (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) DRIED WITH NATURAL AND MECHANICAL METHODS AND PACKAGED IN VARIOUS FORMS

ABSTRACT

In this study, anchovies were dried with natural and mechanical methods and packaged in various forms. In order to determine the quality changes of the fish that were stored in refrigerator ($+4\pm1^{\circ}\text{C}$); chemical, microbiologic and sensorial analysis was made and their shelf lives were specified.

Fish were bought from fishmonger, cleaned out and brine-cured to get rid of blood. In a container, they were dry salted (10% salt) in the form of one layer salt and one layer fish then kept in the fridge for one night. Later the fish were purified of excessive salt and separated into two groups to be dried in different forms (natural drying and mechanical drying). In natural drying process, the fish were arrayed on hangers and left to dry for 4 days under the laboratory (humidity of 65% and at $22^{\circ}\text{C}\pm2$) circumstances. On the other hand, in mechanical drying process, the fish were arrayed on trays in drying chambers and dried for 32 hours in humidity of 30% and at 45°C . After this stage, the fish were separated into two groups. The first fish group were covered with cling wrap and the other group were packaged and vacuumed.

According to the chemical analysis results, TBA and TVB-N values increased with salting and drying in both groups. When we examine the microbiologic data, coliform bacteria were not found throughout the research. In TMAB analysis, the material value of $1,97\pm0,05$ logkob/g took the value of $2,18\pm0,05$ logkob/g after the salting and left below <10 kob/g value which could be identified in all groups during the storage period. The research was concluded after the low points of panelist with regards to sensorial analysis and their shelf-lives were determined. Hereunder; the last group, which lost their quality by getting a low point as $2,10\pm0,32$ on day 80, were the fish group that were dried naturally and covered with cling wrap.

As a result; shelf-life of anchovy was enlarged up to 2,5 months by natural drying and became an alternative for the consumer about fish nutrition. In the present study, it was detected that vacuum packaging cause hydration over time and some spoil in their texture.

Key words: Anchovy, Natural and Mechanical drying, Packing, Shelf-life

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bilgisini, tecrübesini, yardımını ve desteğini esirgemeyen başta danışman hocam Prof. Dr. Mehmet Emin ERDEM olmak üzere değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Serkan KORAL'a sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmamın her aşamasında değerli katkılarını esirgemeyen Arş. Gör. İrfan KESKİN, Dr. Serpil YAVUZ KESKİN, Dr. Ayşe PARLAK AKYÜZ, Dr. Murat KERİM, Öğr. Gör. Bora EYÜBOĞLU, Bayram KÖSTEKLİ, Asiye EYÜBOĞLU, Gökhan YILDIZ'a teşekkür ederim.

Bütün öğrenim hayatım ve tez çalışmam boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, büyük fedakârlıklar yapan babam Burhan YAVUZ, annem Nuray YAVUZ ve kardeşlerime, her daim yanımda olan ve desteğini eksik etmeyen eşim Ayten YILMAZ YAVUZ'a teşekkür ederim.

Bu çalışma, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmış ve Sinop Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi tarafından SÜF-1901-15-03 proje numarası ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Sinop Üniversitesi Rektörlüğüne teşekkür ederim.

Fatih YAVUZ
SİNOP, Haziran 2018

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER	iv
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Su Ürünleri Sektörünün Durumu	3
2. GENEL BİLGİLER	7
2.1. Su Ürünlerinde Kurutma Teknolojisi	7
2.2. Hamsi ile İlgili Genel Bilgiler	10
3. LİTERATÜR ÖZETİ.....	12
4. MATERYAL ve YÖNTEM.....	15
4.1. Materyal.....	15
4.1.1. Balık	15
4.1.2. Tuz	15
4.1.3. İklimlendirme Test Kabini (Kurutma Dolabı)	15
4.2. Yöntem.....	16
4.2.1. İşlem Basamakları	16
4.2.1.1. Örneklerin hazırlanması ve fileto çıkarma işlemi.....	16
4.2.1.2. Kuru Tuzlama ve Kurutma İşlemi	17
4.2.1.3. Paketleme işlemi.....	19
4.2.1.4. Depolama	21
4.2. Analiz Metodları.....	21
4.2.1. Fizikokimyasal Analiz Metodları	21
4.2.1.1. pH Tayini.....	21
4.2.1.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini	21
4.2.1.3. Tiyoarbitürik asit (TBA) Tayini	21
4.2.1.4. Su Aktivitesi (a_w) Tayini.....	22
4.2.2. Mikrobiyolojik Analizler.....	22
4.2.2.1. Mikrobiyolojik Analizler İçin Örneklerin Hazırlanması	22
4.2.2.2. Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB) ve Toplam Psikrofil Aerobik Bakteri (TPAB) Sayımı	23

4.2.2.3. Toplam Maya-Küf Sayımı	23
4.2.2.4. Toplam Koliform Bakteri Sayımı	24
4.2.3. Duyusal Analiz	24
4.2.4. İstatistiksel Değerlendirme	25
5. BULGULAR	26
5.1. Fizikokimyasal Analiz Bulguları	26
5.2. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları	33
5.3. Duyusal Analize Ait Bulgular	33
6. TARTIŞMA	36
7. SONUÇ ve ÖNERİLER	49
8. KAYNAKLAR	51
ÖZGEÇMİŞ	54

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SEMBOLLER

%	Yüzde
±	Artı eksi
°	Derece
C	Santigrat
cm	Santimetre
mm	Milimetre
mg	Miligram
g	Gram
kg	Kilogram
log	Logaritma
L	Litre
ml	Mililitre
µl	Mikrolitre
pH	Power hidrojen
sn	Saniye
dk	Dakika
ω-3	Omega -3
ω-6	Omega-6

KISALTMALAR

PUFA	Çoklu Doymamış Yağ Asidi
HUFA	Yüksek Doymamış Yağ Asidi
MUFA	Tekli Doymamış Yağ Asidi
SFA	Doymuş Yağ Asidi
DHA	Dokosahegzaenoik yağ asidi
EPA	Eikosapentaenoik yağ asidi
HDL	Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
Kob	Koloni Oluşturan Birim
MDA	Malonaldehit
PCA	Plate Count Agar
PDA	Potato Dextroz Agar
TBA	Tiyobarbitürik Asit
TMAB	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri
TPAB	Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TVB-N	Toplam Uçucu Bazik Azot
VRBA	Violet Red Bile Agar
MPN	En Muhtemel Sayı

ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ

ŞEKİLLER

	Sayfa No
Şekil 2.1.Hamsi (<i>Engraulis encrasicolus</i> L., 1758) (Orijinal).....	10
Şekil 4.1.Araştırmada kullanılan hamsi balığı (Orijinal).....	15
Şekil 4.2. Araştırmada kullanılan iri ve kalın tuzlar (Orijinal).....	15
Şekil 4.3. İklimlendirme Test Kabini (Orijinal)	16
Şekil 4.4. Baş ve iç organlarından ayrıldıktan sonra yıkanmış kelebek filetolar (Orijinal)	16
Şekil 4.5. Filetoların kanlarının akması için hazırlanan salamura (Orijinal).....	17
Şekil 4.6. Balıkların kuru tuzlama işlemi (Orijinal).	17
Şekil 4.7. Balıkların baskılanması (Orijinal)	18
Şekil 4.8. Doğal kurutma işlemi için balıkların tellere dizilmesi (Orijinal)	18
Şekil 4.9. Doğal kurutma işlemi için balıkların askılara koyulması (Orijinal).....	18
Şekil 4.10. Askılarda doğal kurutma işlemi (Orijinal).....	19
Şekil 4.11. Balıkların mekanik kurutucu raflarına koyulması (Orijinal).....	19
Şekil 4.12. Balıkların mekanik kurutucuya yerleştirilmesi (Orijinal)	19
Şekil 4.13.Streç film ile paketlenen kurutulmuş balık (Orijinal).....	20
Şekil 4.14. Vakum paketlenen kurutulmuş balıklar (Orijinal).....	20
Şekil 5.1.Kurutulmuş hamsilerin depolama süresi boyunca TVB-N (mg/100g) miktarındaki değişimleri	27
Şekil 5.2.Kurutulmuş hamsilerin depolama süresi boyunca TBA (mgMDA/kg) miktarındaki değişimleri	29
Şekil 5.3.Kurutulmuş hamsilerin depolama süresi boyunca pH miktarındaki değişimleri	31
Şekil 5.4.Kurutulmuş hamsilerin depolama süresi boyunca su aktivitesi (a_w) analizi....	32

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1.2010- 2015 yıllarında Dünya su ürünleri üretimi (FAO,2016)	4
Çizelge 1.2.2000-2016 yılları arasında Türkiye su ürünleri üretimi (TÜİK, 2017)	4
Çizelge 1.3.2016 yılı Türkiye su ürünleri ihracat, ithalat, tüketimi (ton) (TÜİK, 2017)..	5
Çizelge 1.4.2000-2016 yılları Türkiye hamsi balığı avcılık miktarı (TÜİK, 2017)	5
Çizelge 4.1.Çalışmada oluşturulan gruplar ve isimleri.....	20
Çizelge 4.2.Mikrobiyolojik analizlerde kullanılan parametreler	22
Çizelge 4.3.Duyusal değerlendirme tablosu	24
Çizelge 5.1. TVB-N (mg/100g) sonuçlarına ait bulgular	27
Çizelge 5.2.TBA (mgMDA/kg) sonuçlarına ait bulgular	29
Çizelge 5.3.pH sonuçlarına ait bulgular.....	30
Çizelge 5.4.Su aktivitesi (a_w) sonuçlarına ait bulgular	32
Çizelge 5.5.Duyusal analize ait bulgular	35

1. GİRİŞ

Gelişen dünyada, hızla artan nüfus ve eldeki kaynakların etkin bir şekilde kullanabilme arayışı, günümüzün ve geleceğin öncelikli cevap arayan meseleleri olmuştur. İnsanoğlu varlığının en başından beri fizyolojik anlamda yaşamının devamlılığı için çabalamış, bunun gereklerinden birisi olan beslenme ihtiyacını karşılamak için uğraş vermiştir.

Doğru beslenme için beş temel besin grubundan yeterli şekilde yararlanmak gerekir. Bu besin grupları karbonhidratlar, mineraller, proteinler ve yağlardır (Anonim, 2017a).

Temel besin gruplarından protein, hücrelerin içeriğinde en fazla yer teşkil eden büyük moleküllü yapılardır. Hücrenin tüm yaşamsal faaliyetlerinin devamlılığı için proteinler önemli işlev görür. Sinirlerin elektriksel iletimi, kasların çalışması, genlerin aktarımı, embriyonik gelişim evreleri gibi faaliyetler proteinlerin katkısı ile olur (Applegate, 2011).

İnsanların beslenmesine kaynaklık eden su ürünleri protein açısından oldukça zengin olup, bunun yanında A vitamini, D vitamini K vitamini ve B grubu vitaminler (B1, B2, B6, B12), iyot, selenyum, fosfor, magnezyum ve çinko minerallerini barındırması bakımından da iyi bir kaynaktır (Anonim, 2017b).

Temel besin gruplarından bir diğeri olan yağlar suda çözünmeyen, vücutta diğer besin gruplarına nazaran en yüksek enerji verici özelliği ile ön plana çıkan organik bileşiklerdir. Besinlerdeki yağlar bitkisel ve hayvansal kaynaklıdır. Vücuttaki ve gıdalardaki yağın kimyasal yapısını oluşturan kavram trigliserid adını alır. Trigliserid içeriğindeki yağ asitleri kendi içerisinde doymuş yağ asidi ve doymamış yağ asidi olarak ikiye ayrılır (Applegate, 2011).

Su ürünlerinden olan balık etinde ise yağın büyük bir kısmı trigliseridler olarak bulunmakta olup bu bileşikler 3 tane molekül yağ asidinin gliserol ile yaptığı esterlerdir. Yağ asitleri, yağın doymuşluk değerini gösteren değişik uzunluktaki karbon zincirlerinden oluşan trigliseridlerdir (Turan ve ark., 2006; Pigott ve Tucker (1990)'den).

Doğada doymamış yağ asitleri, omega-9, omega-6 ve omega-3 şeklinde bulunmaktadır. Bu yağ asitleri, oleik, linoleik ve linolenik asit olarak sınıflandırılırlar. Bilinen bütün deniz ürünlerinde var olan ve diğer besin kaynaklarında bulunmayan iki

önemli elzem yağ asidi, eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosahegzaenoik asit (DHA), linolenik serisinin omega-3 yağ asitleridir. EPA ve DHA yağ asidinin vücutta önemli biyokimyasal ve fizyolojik değişikliklere kaynaklık ettiği belirtilmektedir (Turan ve ark., 2006; Gordon ve Ratliff (1992)'den).

EPA ve DHA; ülkemizde oldukça sık görülen kalp-damar hastalıkları, şeker hastalığı ve kanser gibi pek çok hastalıktan korunmada önemli sağlık etkilerine sahiptir. Bu hastalıkların risk oranını düşürmek yalnızca tatlı ve tuzlu su ortamlarındaki hayvanlarda ve diğer bazı bitkilerde bulunan kendine özgü omega-3 yağ asitleri ile ilgili olduğu tespit edilmiştir. Karada yetişen bitkiler genellikle omega-6 yağ asitleri üretirken belirli bazı deniz ve tatlı su bitkileri de omega-3 yağ asidi üretirler. Balık yağında önemi büyük olan PUFA'lar grubunda ayırım yapmak için 5 veya daha fazla çift bağ içeren omega-3 PUFA'lar, yüksek doymamış yağ asitleri (HUFA) olarak adlandırılır. İnsanlarda en çok sağlık avantajı olarak bilinen HUFA'lar EPA (C20:5 omega-3) ve DHA (C22:6 omega-3)'dır. Ancak balıklardan farklı olarak insanlar bu PUFA' yı etkin bir şekilde değerlendiremezler. Su ürünleri esasen insanlar tarafından tüketilen HUFA'ların tek kaynağıdır (Kaya ve ark., 2004; Suzuki ve ark. (1986)'den).

Balık etinde bulunan yağ ile zengin bir besleme şeklinin kalp krizi gibi ölümcül hastalıklara karşı koruyucu etkisi olabileceği belirtilmiştir. Kalp krizine bağlı ölümlerde görülen en büyük etki trombositlerin etkisinin azalması veya damar tıkanıklığına bağlı kalp ritminin bozulması neticesinde meydana gelmektedir. Washington'da yapılan bir araştırma sonucunda 5.5 gr PUFA ile beslenen hastalarda ani kalp krizlerinden ölüm riskinin %50 oranında azaldığı, kan akış hızının düzenlendiği, kalp kası iltihaplarına rastlanma oranının azaldığı gözlenmiştir. Bunun dışında yapılan araştırmalar sonucunda; balık ağırlıklı beslenen insanlarda kalp-damar rahatsızlıkları ve hipertansiyona, çarpıntıya, kalp ritmi bozukluğuna, şeker hastalığına, eklem romatizmasına, sinir ve bağışıklık sistemine, beyin fonksiyonlarına, depresyona ve kansere karşı önemli etkileri olduğu bildirilmiştir (Kaya ve ark., 2004; Stone, (1996)'den).

Balıklar yüksek oranda doymamış yağ asitlerine sahip oldukları için oksidatif bozulmaya karşı oldukça çok duyarlıdır ve lipolitik enzimlerle veya havayla etkileşim olması sonucu oluşan oksidasyonla acılaşabilirler. Oksidasyonun oluşması sonucunda öncelikle yağ asitleri ve peroksitler oluşumu gözlenir. Daha sonra devam eden reaksiyonlar sonucu peroksitler de oksitlenerek aldehit ve ketonlara katılırlar.

Nihayetinde balıkta hoş olmayan koku ve acılaşma meydana gelir (Çetinkaya, 2010; İnal, (1993); Keskin, (1982)'den).

Tüm canlılarda olduğu gibi canlılık faaliyetlerinin son bulması ile birlikte bir takım fiziksel ve kimyasal değişikliklerin olduğu bilinmektedir. Bu durum balık avlandığı andan itibaren tüketim anına kadar devam eder. Balık etinde değişikliklerin temelinde, balık eti dokusunun barındırdığı enzimler ile balık etinde var olan veya dışarıdan etin dokusuna giren mikroorganizmalardır. Ölmüş balıkta tüm kimyasal olaylar oksijensiz koşullarda meydana gelir ve bu durum tamamen geriye dönüşsüz olarak gerçekleşir. Balık etinde gerçekleşen kimyasal olaylar neticesinde amino asitler, mikroorganizmalar tarafından yakılarak amonyak, monoamin ve histamin gibi diaminler ile kadaverin ve pütresin gibi volatil bazların miktarını artırabilirler. Aynı zamanda dimetilamin oksit ve laktik asitten trimetilamin ve asetik asit artışı, bakteriyel faaliyetlerle metabolize edilebilir (Çetinkaya, 2010; Gögüş ve Kolsarıcı, (1992); Anon, (1991)'den).

Balıklarda toplam kalite; avlama şekli, depolama durumu, işleme teknolojisi, dağıtım ve satış süresindeki saklama şartları, besin değeri ve mikrobiyal bozulma etkilerinin tamamının birlikte değerlendirilmesidir. Balıklarda görülen kimyasal değişimler, koku, tat, etin dokusu ve renk gibi duysal niteliklerin değişmesine sebep olmaktadır. Etin tazeliği ve kalitesi ile ette meydana gelen kimyasal olaylar birbirleri ile ilintilidir. Bu nedenle balık etinde oluşan kimyasal maddelerin saptanması ile etin tazelik derecesini belirlemek mümkün olur (Çetinkaya, 2010; Karaçam ve ark., (1989)'den).

1.1. Su Ürünleri Sektörünün Durumu

Dünya su ürünleri sektörüne bakıldığında FAO (2016) verilerine göre dünyadaki su ürünleri üretimi 93.70 milyon tonu avcılık yoluyla, 76.6 milyon tonu yetiştiricilik yoluyla olmak üzere toplamda 170.3 milyon ton olarak gerçekleşmiş ve dünya su ürünleri üretimi ile ilgili veriler çizelge 1.1'de gösterilmiştir (FAO, 2016).

Ülkemiz su ürünleri üretimi için 8333 km deniz kıyısına, 178.000 km uzunluğunda akarsuya, toplam 200 adet doğal göl ve 3442 km² genişliğinde de baraj gölüne sahiptir (Çelikkale ve ark., 1999).

Çizelge 1.1.2010- 2015 yıllarında Dünya su ürünleri üretimi (FAO,2016)

AVCILIK (ton)			
	Deniz	İçsu	Toplam
2010	77.828.396	11.271.565	89.099.961
2011	82.623.550	11.124.401	93.747.951
2012	79.719.854	11.630.320	91.350.174
2013	80.899.153	11.687.507	92.586.660
2014	81.564.094	11.895.922	93.460.016
2015	81.179.323	12.525.293	93.704.616

TÜİK 2016 verilerine göre su ürünleri avcılığı 2016 yılında %22,4 azalarak, 335 bin 320 ton olurken, deniz ürünleri avcılığı ile yapılan üretimde ilk sırayı %40,7'lik oran ile Doğu Karadeniz Bölgesinin aldığı sırasıyla bölgeyi %33,3 ile Batı Karadeniz, %11,5 ile Ege, %10,6 ile Marmara ve %3,9 ile Akdeniz Bölgesi bu sırayı izlemektedir (TÜİK, 2017).

Ülkemizde su ürünleri üretimi 2016 TÜİK verilerine göre; avcılık yoluyla 335 bin 320 ton ve yetiştiricilik üretimi yoluyla 253 bin 395 ton olmak üzere toplamda 588 bin 715 ton olarak gerçekleşmiştir. Bir önceki yıl olan 2015'e göre üretim %12,4 azalmıştır (Çizelge 1.2) (TÜİK, 2017). Üretimin %44,8'ini deniz balıkları, %6,4'ünü diğer deniz ürünleri, %5,8'ini iç su ürünleri ve %43'ünü yetiştiricilik ürünleri oluşturmuştur (TÜİK, 2017).

Çizelge 1.2.2000-2016 yılları arasında Türkiye su ürünleri üretimi (TÜİK, 2017)

AVCILIK (ton)			
Yıllar	Deniz	İçsu	Toplam
2000	460.521	42.824	503.345
2001	484.410	43.323	527.733
2002	522.744	43.938	566.682
2003	463.074	44.698	507.772
2004	504.897	45.585	550.482
2005	380.381	46.115	426.496
2006	488.966	44.082	533.048
2007	589.129	43.321	632.450
2008	453.113	41.011	494.124
2009	425.275	39.187	464.462
2010	445.680	40.259	485.939
2011	477.658	37.097	514.755
2012	396.322	36.120	432.442
2013	339.047	35.074	374.121
2014	266.078	36.134	302.212
2015	397.731	34.176	431.907
2016	301.464	33.856	335.320

2016 yılı Türkiye su ürünleri ihracatı 145 469 ton, ithalatı 82 074 ton olarak gerçekleşmiştir. 588 715 tonluk üretimin 426 085 ton iç tüketimde kullanılmakta olup kişi başına tüketim bir önceki göre azalarak 5,4 kg olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1.3) (TÜİK, 2017).

Çizelge 1.3.2016 yılı Türkiye su ürünleri ihracat, ithalat, tüketimi (ton) (TÜİK, 2017)

Yıllar	Üretim (ton)	İhracat (ton)	İthalat (ton)	Tüketim (ton)		Değerlendirilemeyen (ton)	Kişi Başına Tüketim (kg)
				İç tüketim	B. un/yağ*		
2000	582.376	14.533	44.230	538.764	71.000	2.309	8,0
2001	594.977	18.978	12.971	517.832	62.755	8.383	7,5
2002	627.847	26.860	22.532	466.289	156.000	1.230	6,7
2003	587.715	29.937	45.606	470.131	120.000	13.253	6,7
2004	644.492	32.804	57.694	555.859	105.000	8.523	7,8
2005	544.773	37.655	47.676	520.985	30.000	3.809	7,2
2006	661.991	41.973	53.563	597.738	60.000	15.843	8,1
2007	772.323	47.214	58.022	604.695	170.000	8.436	8,6
2008	646.310	54.526	63.222	555.275	95.742	3.989	7,8
2009	622.962	54.354	72.686	545.368	90.211	5.715	7,6
2010	653.080	55.109	80.726	505.059	168.073	5.565	6,9
2011	703.545	66.738	65.698	468.040	228.709	5.756	6,3
2012	644.852	74.007	65.384	532.347	94.201	9.682	7,1
2013	607.515	101.063	67.530	479.708	87.896	6.378	6,3
2014	537.345	115.682	77.545	420.361	73.667	5.180	5,5
2015	672.241	121.053	110.761	479.741	176.138	6.070	6,1
2016	588.715	145.469	82.074	426.085	93.096	6.139	5,4

Ülkemizde 2016 yılında hamsi balığı avcılığı bir önceki yıla göre azalma ile 102 bin 595 ton olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1.4). Hamsi üretimi 2015 yılına göre kıyaslandığında %38,7 oranında bir azalma olduğunu göstermektedir.

Çizelge 1.4.2000-2016 yılları Türkiye hamsi balığı avcılık miktarı (TÜİK, 2017)

Yıllar	Hamsi avcılığı
2000	280.000
2001	320.000
2002	373.000
2003	295.000
2004	340.000
2005	138.569
2006	270.000
2007	385.000
2008	251.675
2009	204.699
2010	229.023
2011	228.491
2012	163.982
2013	179.615
2014	96.440
2015	193.492
2016	102.595

Su ürünleri işleme teknolojilerine göre çeşitli şekilde tüketilmektedir. Genellikle herhangi bir işleme yöntemine tabii tutulmadan taze olarak tüketilmekle birlikte, dondurulmuş, marine, konserve edilmiş, tütsülenmiş, surimi yapılmış, tuzlanmış, kurutulmuş şekilde işlenerek tüketime sunulur. Bunlardan başka balık unu ve balık yağı olarak işlenerek değerlendirilmektedir.

Ülkemizde taze olarak tüketilen su ürünleri çeşitli nedenlerden ötürü daha çok ürünlerin avlandığı bölgelerde ve av mevsiminde tüketilmektedir. Bunun nedenleri; tuzlama, kurutma, dumanlama ve konserve gibi diğer değerlendirme şekillerinin yaygınlaştırılmaması olarak düşünülmektedir (Turan, 1996).

Bu durum balık tüketimini yalnızca taze ve avlandığı mevsimde tüketmek şeklinde sınırlar ki; günümüzde gelişmiş teknoloji imkânlarının kullanılması ile balık unu ve balık yağı olarak değerlendirilen ham maddelerin de insanların doğrudan tüketimine kazandırılması gerekir. Bu sayede farklı işleme teknolojileri uygulanmış balık, tüketicilerin hemen her mevsim balık teminini ve işleme şekillerine göre farklı lezzet imkânına da sebep olacaktır.

İşleme teknolojilerinden kurutma ve tuzlama yöntemleri, su ürünlerinin uzun bir periyotta ve yılın her mevsiminde tüketilmesini sağlayan yöntemlerdir. Tarihin en eski zamanlarından bu yana kullanıldığı bilinen bu yöntemler, günümüzde de yağın olarak kullanılmaktadır.

Kurutma teknolojisi dünya nüfusundaki hızlı artışı, gelişen teknoloji, anne ve babanın çalışması nedeniyle değişen beslenme alışkanlığımızın sonucu olarak daha kısa sürede hazırlanan ve sağlıklı olan su ürünlerini tercih nedeni yapmayı, uzun raf ömrü neticesinde her mevsim tüketiminin sağlanabilmesini hedeflemektedir. Bu çalışmada balık tüketim alışkanlığına alternatif geliştirmek, işlenmiş balığa bakış açısını değiştirmek ve tüketim oranının artmasına katkı sağlamak amaçlanmıştır. Kurutulmuş su ürünleri, balığa has kokusunun olmaması ve cips benzeri atıştırmalık olması nedeniyle tercih edilen bir ürün olarak tüketimin artırılması hedeflenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Su Ürünlerinde Kurutma Teknolojisi

Besin maddelerinin kurutularak saklanması çok eski tarihlerden beri bilinen bir metottur. Kurutma, besinleri uzun süre saklamak için kullanılan, genelde katkı maddesi kullanılmaması nedeniyle bilinen en sağlıklı yöntemlerdendir. Bu metodun uygulandığı hayvansal ürünlerden bir tanesi de balıktır. Balık eti, bozulmaya karşı son derece hassas hayvansal besin maddesidir. Balık etinin bozulmaya yatkınlığı, avlanıldığı andan tüketilinceye kadar geçen süreçte fiziksel ve çevresel faktörlerden kaynaklıdır. Balığın kurutulması, etinde bulunan su miktarının düşürülüp, mikroorganizmaların oluşmasını engellemesi açısından önemlidir. Bu özelliğinden dolayı avlandığı ilk andan itibaren hızlı hareket edilip soğuk zincire tabi tutulup uygulanacak işleme metoduna göre hazır hale getirilmelidir. Soğuk hava depolarında muhafaza edilen balık hem depoda hem de nakledilmesi gereken durumlarda frigofirik araçlar kullanılarak bozulmaya karşı önlem alınmaya çalışılıyor olması ayrıca mali bir külfet olarak karşımıza çıkar. Bu maliyet ürünün satış fiyatına yansıtılarak alım gücünde düşüşe sebep olmaktadır. Buradan hareketle tüketicinin yüksek kalitede, düşük maliyette ve her mevsimde tüketmek amacıyla işleme teknolojilerinden faydalanılmaktadır (Erdem ve ark., 2016).

Kurutma; gıdanın sahip olduğu nemin kontrollü şekillerde üründen uzaklaştırılması işlemidir. Bu teknolojinin temel amacı zayıf bağ dokusuna sahip balıklar ve dayanma ömürleri az olan gıdaların raf ömürlerini arttırmaktır (Yapar ve Erdöl,1999; Evrenuz (1988)'den). Uzaklaştırılan nem su aktivitesinin düşürülmesini sağlayarak mikrobiyal ve enzimatik faaliyetlerin engelleyecektir. (Yapar ve Erdöl,1999; Aydın (1976)'dan).

Kurutma ya da bir diğer adıyla dehidrasyon, gıdalardan suyun buharlaştırılarak maddelerin mikroorganizma gelişimini veya kimyasal reaksiyonları yavaşlatmak veya durdurmak amacıyla uzaklaştırılması işlemidir. Kurutulmuş bir gıda uzun raf ömrünün yanı sıra bazı ürünlerin ağırlığının azalmasından dolayı nakliye işlemlerindeki maliyeti de azaltmaktadır (Geankoplis, 1993; Cohen ve Yang, 1995).

Kurutma işlemi sırasında aynı anda birçok fiziksel, kimyasal, mekanik, biyokimyasal ve mikrobiyolojik olaylar meydana gelmekte ve bu olaylar son ürünün kalite özelliklerini etkilemektedir (Yapar ve Erdöl,1999; Evrenuz (1988)'den).

Su ürünleri kurutma metotları doğal kurutma ve mekanik kurutma olmak üzere iki ana başlıkta incelenmektedir. Eski zamanlarda ve günümüzde de yaygın olarak kullanılan kurutma tekniklerinden biri sıcak hava ile ürünün doğal kurutulmasıdır. Ürün içinde bulunan nemin uzaklaştırılması için gerekli olan gizli ısı ihtiyacı hava tarafından sağlanarak buharlaşan su kurutulacak üründen hava sayesinde uzaklaştırılmaktadır. Hava ile ürün arasında ısı ve nem transferi aynı anda gerçekleştirilir ve bu şekilde ürünün su aktivitesi de düşürülür (Bingöl,2010; Ramaswamy ve Marcott,(2006)'dan). Nem transferi sırasında etkili olan büyüklük hava ile ürünün yüzeyi arasındaki su buharı kısmi basınçları arasındaki farktır. İlkbahar ve sonbahar mevsimleri kurutma için uygun koşulları ihtiva etmesinden ötürü tercih edilmektedir (MEGEP, 2008). Dezavantajları ise açık güneşte kurutma tekniğinde kurutma parametrelerinin kontrol altına alınamaması, hava şartları önceden bilinmemesi, işçilik gerekliliği, kurutma için büyük bir alan ihtiyacı, böcekler ve kuşlar, tozlar ve diğer yabancı maddelerin ürüne karışması olarak sıralanabilir (Erdem ve ark., 2016).

Makinelerde mekanik olarak kurutma metodu, kurutma dolabı veya kurutma tünelleri gibi kapalı ortamlarda, şartları istenilen kriterlerde ayarlanabilen, doğal, tuzlanmış ve haşlanmış ürünlerin kurutulabildiği, kısa zamanda daha fazla miktarda ürünün kurutulabildiği, kontrollü yapıldığı için kurutma oranı ve besindeki su yüzdesi istenen değerde sabit tutulabilen kurutma yöntemidir (MEGEP, 2008).

Mekanik kurutma farklı tip cihaz ve yöntemler kullanılarak yapılmaktadır. Bunlar; Kabin tipi kurutucular, tünel kurutucular, akışkan yataklı kurutucular, vakum kurutucular, mikrodalga kurutucular, döner kurutucular, dondurarak kurutma (liyoofilizasyon), tepsili kurutucular, püskürtmeli kurutucular, radyasyon kurutma, kızılötesi (infrared) kurutmadır. (Güngör ve Özbalta, 1997)

Kurutulan ürünlerin kurutma sonrası raf ömrü uzunluğu su aktivitesi düştükçe artmakta, düşük sıcaklıkta ve uygun hava akımında kurutulmuş ürünler daha iyi saklama uzunluğuna sahip olmaktadır. Lipid içeren gıdalar düşük su aktivitesinde oksidasyona duyarlı olduğundan, bu tip ürünler kurutmadan sonra oksijen geçirgenliği düşük paketlerde muhafaza edilmesi önerilmektedir. Öte yandan kurutma için seçilen yüksek sıcaklık kurutma süresini düşürmesine rağmen, yüzeyin hızla nem kaybederek kabuk bağlaması sonucu ürünün kuruma süresinin uzamasına da neden olabilmektedir. Düşük su aktivitesine sahip son üründe mikroorganizma gelişmesi engellenmekte fakat lipid oksidasyon reaksiyonları hızlanmaktadır (Bingöl, 2010; Okos ve ark., (2007), Franzen (1988)'den).

King'e (1974) göre kaliteli ürün kurutma işleminin başarılı olmasının yollarını şu şekilde sıralamıştır: Minimum kimyasal ve biyokimyasal bozulma reaksiyonları, Ürün yapısının muhafazası, suyun, aroma ve tat gibi uçucu malzemeleri etkilemeden seçici olarak uzaklaştırılması, son ürünün arzulan renkte olması, hızlı ve basit rehidrasyon, kurutma sırasında kontaminasyon (mikrobiyal bulaşma) olmamasıdır.

Kurutma işlemi esnasında gerçekleşen iki önemli işlem vardır. Bunlar;

- Sıvının buharlaşması için ısıнын kurutulan maddeye transfer edilmesi işlemi,
- İç sıvı ve buhar geçişi olarak gerçekleşen su ve su buharının hareketi ve böylece suyun gıdadan ayrılması işlemidir.

Kurutma esnasında birtakım kalite değişiklikleri oluşmaktadır. Bu değişikliklerden ilki ürünün rengini değiştirmenin yanı sıra çözünürlüğünü ve besinsel değerlerini azaltmakta; tadı istenmeyen şekilde değiştirmekte ve geri dönüşü olmayan yapısal değişimlere de neden olan kararma reaksiyonudur. Bu reaksiyonu engellemek için kurutma esnasında gereksiz yüksek sıcaklıkları tercih etmemektir.

Lipid oksidasyonu bir diğer kalite değişim faktörüdür. Bu faktör gıdada acılaşma, istenmeyen tat değişimleri, çözünen vitamin ve pigmentlerin kaybindan sorumludur. Ürünün nem miktarı, yağ asitleri ve enzim aktivitesi, oksijen içeriği, sıcaklık, doğal antioksidanların varlığı, protein ve serbest aminoasit içeriği oksidasyonu etkileyen faktörler arasında sayılabilmektedir. Oksidasyon reaksiyon hızı üzerinde etkili olan faktör nem içeriğidir ve su aktivitesi değerinin 0,3 seviyesine düşürülmesi oksidasyon hızını önemli düzeyde azaltmaktadır. Oksijen varlığının oldukça düşük seviyelere indirgenmesi de oksidasyonu önemli ölçüde azaltır ve ürünün paketleme şekli raf ömrünü artırıcı etkindir.

Kalite değişiminin bir diğer kavramı rehidrasyondur. Rehidrasyon kurutulmuş bir ürünün yeniden su alma kapasitesidir. Kurutulan ürünlerdeki rehidrasyon özelliği kurutma sırasında gelişen kimyasal ve yapısal değişimler, kurutma şartları, kurutma öncesi ürüne uygulanan ön işlemler ile doğrudan ilişkilidir. Yapısal ve hücresel bozulmalar en aza indirgendiğinde rehidrasyon miktarı en üst seviyeye ulaşabilmektedir (Bingöl, 2010; Okos ve ark., (2007)'den).

2.2. Hamsi ile İlgili Genel Bilgiler

Sürü oluşturan, göç eden pelajik balıklardan olan hamsi (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) ülkemizin Karadeniz kıyılarında yüksek miktarlarda avlanan ve ekonomik değeri yüksek olan balık türlerindendir (Bilecenoğlu ve ark., 2002). Hamsinin sistematikteki konumu aşağıda verilmiştir;

Regnum: Animale

Phylum: Cordota

Classis: Osteichthyes

Superordo: Teleostei

Ordo: Clupeiformes

Familia: Engraulidae

Genus: *Engraulis*

Species: *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758).



Şekil 2.1.Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) (Orijinal)

Ekonomik anlamda değerli olan hamsi türlerinden 9 tanesi ön plana çıkmaktadır. Bunlar; Peru (*Engraulis ringens*), Japon (*Engraulis japonicus*), Arjantin (*Engraulis anchoita*), Kuzey Pasifik (*Engraulis mordax*), Güney Afrika (*Engraulis capensis*), Atlantik (*Cetengraulis edentulus*), Merkezi Pasifik (*Cetengraulis mysticetus*), Nehir (*Lycengraulis olidus*) ve Karadeniz (*Engraulis encrasicolus*) hamsisidir (Hacımurtazaoğlu, 2007).

Biyolojik özellikleri açısından; gövdesi füze biçiminde ve deriye sıkıca bağlı olmayan, kolay dökülen parlak pullarla kaplıdır. Ağız geniştir, dişleri yumuşak yapılıdır. Yanal çizgisi belirgin olmayıp, aynı hizalı sırt ve karın başlangıç noktaları mevcuttur. Mavi, lacivert, yeşilimsi sırt, beyaz karın rengine sahiptir. Yan bölgeleri gümüşî renk görünümündedir. Süratli hareketini, kuyruk yüzgeci ve gövdesini oynatarak gerçekleştirir. Hamsi sürüler oluşturan ürkek bir balıktır (MEGEP, 2006).

Hamsi balığının yaklaşık ömrü 3-4 yıl kadardır. Hamsi balığı birinci yılın sonunda cinsi olgunluğa ulaşır. Yaşam müddetince iki sefer yumurta üretir. Bir

yumurtlama döneminde ortalama 40000-50000 yumurta verir. Üreme için, su sıcaklığı ihtiyacı 18-27°C, tuzluluk ihtiyacı ‰12-18, gerekli olan pH aralığı 8,3-8,4 ve su derinliğinin 5-10 m olduğu bölgelerde gerçekleşir (Hacımurtazaoğlu, 2007; Slastenenko (1956)'dan).



3. LİTERATÜR ÖZETİ

Erdem (2000), hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) ve mezigit (*Merlangius merlangus*, L. 1758) balıklarının buz ile muamele edilip buzdolabında saklanması kalite üzerine etkisinin geleneksel yöntemle karşılaştırılması konulu çalışması sonucunda TVB-N değerini $8,8 \pm 0,87$ mg/100 g, TBA değerini ortalama $0,81 \pm 0,13$ mg malondialdehit/ kg olarak bildirmiştir.

Srinivasa ve ark. 1998 yılında yaptıkları farklı şekillerde paketlenmiş kurutulmuş hamsilerin raf ömrü belirlenmesi çalışmasında yapılmış kimyasal analizlerde muhafazanın başlangıcında TVB-N değeri 7 mg/100g bulunmuş olup bu değer depolamanın 4. ayında artarak 36,4 mg/100g ulaştığı bildirilmiştir. Düşük yoğunluklu polietilen ambalajlı paketlenmede raf ömrü 12 hafta iken 12 mikron kalınlıklı polietilen paketlerde bu durum 32 hafta olarak tespit etmişlerdir.

Siriskar ve arkadaşlarının 2013 yılında Hint hamsisi *Stolephorus indicus* (Van Hasselt, 1823) ve *Stolephorus commersonii* (Lacepède, 1803) hamsisi üzerinde yapılan çalışmada tropikal ortam sıcaklığında makul bir raf ömrü elde etmek için geleneksel uygulama yapılarak hamsi balıklarından düşük maliyetli tuzlu ve kurutulmuş ürünlerin (*Stolephorus* türleri) üretimini amaçlamışlardır. 5. hafta sonunda çalışmalarında yapmış oldukları duyu analizi sonucuna göre genel beğeni puanını 6,00, TVB-N değerini 27,1 mg/100 g, TMA-N değerini 15,3 mg/100g, tuz miktarını % 5,7 olarak tespit etmişlerdir.

Azam ve ark. 2003 yılında yaptıkları 14 farklı kurutulmuş balık türünün biyokimyasal kalite değerlendirmesi isimli çalışmasında yerel sutki balık pazarından kurutulmuş halde alınan balıklar kimyasal analize tabii tutulmuş ve elde edilen pH değerleri sırasıyla; *Mugil cephalus* $7,93 \pm 0,09$, *Scoliodon sorrakowah* $8,27 \pm 0,04$, *Setipinna phasa* $8,03 \pm 0,05$, *Harpodon nehereus* $8,07 \pm 0,05$, *Arius caelatus* $8,27 \pm 0,06$, *Hilsa ilisha* $8,03 \pm 0,07$, *Polynemus paradiseus* $8,23 \pm 0,15$, *Trichurus haumella* $7,67 \pm 0,05$, *Pampus chinensis* $8,13 \pm 0,12$, *Himantura walga* $7,63 \pm 0,06$, *Muraenesox* $8,17 \pm 0,02$, *Epinephelus lanceolatus* $8,03 \pm 0,03$, *Cynoglossus bengalensis* $8,33 \pm 0,05$, *Tetraodon lineatus* $8,17 \pm 0,23$ şeklinde bulmuşlardır.

Diler ve arkadaşlarının 2008 yılında yaptıkları “Farklı sıcaklık ve hava akım hızında kurutmanın sudak balığı (*Stizostedion lucioperca*) filetolarının kalite niteliklerine etkisi” isimli çalışmalarında açık havada doğal ve fırında kontrollü şartlarda kurutma işlemi uygulamışlardır. İşlemlerden sonra 4°C’de 60 gün süreyle muhafaza edilen kurutulmuş sudak balığı filetolarının mikrobiyolojik, kimyasal ve

organoleptik özellikleri incelemişlerdir. İnceleme sonunda çiğ ve tuzlanmış örneklerdeki nem miktarları sırasıyla %78,89 ve %83,3, tuz miktarları %0,33 ve %3,26, pH değerleri 6,67 ve 6,51, su aktivitesi analizi sonuçları 0,97 ve 0,98, TVB-N analizi sonuçları ise 15 ve 15,5 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir.

Chavan ve ark. 2008 yılında yaptıkları güneş enerjili hibrit kurutma dolabında kurutulmuş uskumru balığının biyokimyasal, mikrobiyal, duysal analizi isimli çalışmada doğal kurutma ile kurutma dolabında kurutulmuş balıklar kıyaslanmıştır. Çalışma için balıkların mekanik kurutmada optimum 45°C'de 20-30 saatlik kurutma işlemine tabii tutulmasının ürün kalitesi açısından uygun olacağını bildirmişlerdir.

Patterson ve Ranjitha (2009) yaptıkları aynı çalışmada elde edilen mikrobiyoloji analizleri sonuçlarına göre taze balıkta TPC (CFU/ml) 4×10^{-4} /g, TFC (CFU/ml) 1×10^{-2} /g, E. coli (MPN) 2,9 log kob/g olarak bulunurken Salmonella üremesi tespit etmemişlerdir. Doğal kurutmada bu değerleri; TPC (CFU/ml) 28×10^{-4} /g, TFC (CFU/ml) yok, E. coli (MPN) 0,27 log kob/g, Salmonella üremesi yok olarak tespit etmiş, Mekanik kurutma ise sırasıyla TPC (CFU/ml) 60×10^{-4} /g, TFC (CFU/ml) 1×10^{-2} /g, E. coli (MPN) 0,26 log kob/g, Salmonella üremesi tespit etmemişlerdir.

Ojutiku ve arkadaşları tarafından 2009 yılında yapılmış *Hyperopisus bebe occidentalis* türü balığını güneş çadır kurutucusu (sera evi) ve geleneksel güneş kurutma yöntemleri ile kurutmaya tabii tutulmuştur. A grubu doğal kurutma, B grubu ise güneş çadır kurutucusu olarak belirlenmiş ve 5 gün boyunca yapılan nem, protein yağ ve kül analiz sonuçları 5. gün sonunda A grubunda sırasıyla %12, %6,26, %3,47 ve %1,04 olarak B grubunda ise %23, %7,20, %2,89 ve %0,96 olarak tespit etmişlerdir.

Kumar ve ark. 2013 yılında yaptıkları kurutulmuş *Labeo gonius* filetolarının oda sıcaklığında farklı ambalaj malzemelerde depolanmasına bağlı biyokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinde değişiklikler isimli çalışmada ön işlemlerin ardından 1/3 oranında kuru tuzlanmış balıklar doğal ve mekanik yöntem ile kurutulmaya bırakılmıştır. Ardından gunny bag adı verilen çuval ve polietilen poşetlerde muhafaza edilmiştir. Depolanan balıklar 6 aylık periyotta her ay düzenli aralıklarda biyokimyasal ve mikrobiyal analizlere tabii tutulmuştur. Çalışma sonucunda elde ettikleri TVB-N değerini 5. ay itibarı ile doğal kurutulmuş polietilen poşetlerdeki balıklarda $64,67 \pm 1,49$ mg/100g, mekanik kurutulmuş polietilen poşetlerdeki balıklarda $68,42 \pm 1,33$ mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Doğal kurutulmuş çuvalardaki balıklarda $72,73 \pm 1,94$ mg/100 g, mekanik kurutulmuş balıklarda ise $76,64 \pm 1,22$ mg/100 g olduğunu bildirmişlerdir.

İmmaculate ve ark. tarafından 2013 yılında yapılmış çalışmada dokuz farklı balık üzerinde kurutma yapılıp depolama sonucu biyokimyasal ve mikrobiyolojik açıdan değişimleri tespit etmişlerdir. Yapılan kurutma işleminin *Stolephorus commersonii* türünde nem ve TVB-N analiz sonuçları depolama başında sırasıyla %18 ve 13,9 mg/100 g olarak tespit edilmiş ve 90. gün sonunda bu değer %15,8 ve 31,9 mg/100 g değerlerine ulaştığını belirlemişlerdir.

Mustapha ve ark. 2014 yılında yaptıkları bir çalışmada Kuzey Afrika yayın balığı (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) ve Nil tilapyası balığı (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) balıkları için doğal kurutma çalışması yapmışlardır. Her iki balık için elde ettikleri bulgular yayın balığında nem içeriği %10,77-11,20, protein içeriği %64,88-66,48, yağ içeriği %8,19-8,96 olarak bulunurken Nil tilapyası balığı için nem içeriği %3,60-3,99, protein %58,75-63,28, yağ içeriği %6,80-7,82 olarak tespit etmişlerdir.

Kung ve ark. 2015 yılında yaptıkları Tayvan'da kurutulmuş uçan balık ürünlerinin histamin içeriği ve halotolerant histamin oluşturan bakterilerin izolasyonu isimli çalışmasında geleneksel yöntemlerde kurutulmuş halde hazır bulunan uçan balıkların (flying fish) kimyasal, mikrobiyolojik ve histamin değerleri ele alınmıştır. Çalışmada farklı 5 bölgeden alınmış örneklerin TVB-N değerleri; Lanyu adası örnekleri $32,0 \pm 13,4$ mg/100 g, Ludaı adası örnekleri $70,8 \pm 18,2$ mg/100 g, Liuqiu adası $34,1 \pm 3,3$ mg/100 g, Kaohsiung adası $53,3 \pm 15,8$ mg/100 g, Hengchun adası $11,0 \pm 0,7$ mg/100 g şeklinde bulmuşlardır.

Rana ve Chakraborty (2016) *Neotropius atherinoides* balığında tuzlama ve dumanlama yönteminin raf ömrüne etkisinin incelendiği çalışmada başlangıçta TVB-N değerleri; Taze balıkta $1,80 \pm 0,32$ mg/100 g, Tuzlanmış halde dumanlanan balıkta $4,25 \pm 0,26$ mg/100 g, SSD (tuzlu dumanlanmış kurutulmuş) balıkta $6,14 \pm 0,18$ mg/100 g, CD (Tuz ve duman içermeyen kurutulmuş kontrol grubu) $7,05 \pm 0,46$ mg/100 g olarak buldukları belirtilmiştir. Depolamanın son günü olan 60. günde SSD grubu $17,94 \pm 0,21$ mg/100 g, CD grubu $19,42 \pm 0,42$ mg/100 g olarak tespit etmişlerdir.

4. MATERYAL ve YÖNTEM

4.1. Materyal

4.1.1. Balık

Araştırma materyali olarak Sinop balıkçı tezgâhından temin edilen 10 kg ağırlığında, ortalama boyu $11,12 \pm 0,18$ cm ve ortalama ağırlığı $8,81 \pm 0,35$ gr olan hamsi balıkları soğuk muhafaza altında, strafor kutulara konularak Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Laboratuvarı'na getirilmiş baş ve iç organlarından ayrılarak temizlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Araştırmada kullanılan hamsi balığı (Orijinal)

4.1.2. Tuz

Kurutma işlemi esasen ürün üzerindeki suyun uzaklaştırılmasını amaçlar. Bu bağlamda ozmoz yoluyla balık eti içerisine girmesi ve balık eti içerisindeki suyun da dış ortama çıkarması özelliği nedeni ile balıkları tuzlamak için iri ve ince kalınlıktaki tuz, yarı yarıya karıştırılarak kullanılmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Araştırmada kullanılan iri ve kalın tuzlar (Orijinal).

4.1.3. İklimlendirme Test Kabini (Kurutma Dolabı)

Balıkların mekanik olarak kurutulabilmesi için projeden temin edilen sıcaklık ve nem kontrolü yapılabilen iklimlendirme test kabini kullanılmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. İklimlendirme Test Kabini (Orijinal)

4.2. Yöntem

4.2.1. İşlem Basamakları

4.2.1.1. Örneklerin hazırlanması ve fileto çıkarma işlemi

Araştırmada kullanılan balıklar, Sinop balıkçı tezgâhından temin edildikten sonra buzlanarak Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine İşleme laboratuvarına taze olarak getirilmiştir. Getirilen balıklar baş ve iç organlarından arındırıldıktan sonra fileto haline getirilmiştir (Şekil 4.4). İyice yıkanan filetolar daha sonra kan ve mukuslarından arındırmak amacı ile %10'luk salamurada 1 saat bekletilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.4. Baş ve iç organlarından ayrıldıktan sonra yıkanmış kelebek filetolar (Orijinal)



Şekil 4.5. Filetoların kanlarının akması için hazırlanan salamura (Orijinal)

4.2.1.2. Kuru Tuzlama ve Kurutma İşlemi

Kan ve mukus giderilmesi işleminden sonra balıklar 15-20 dk. süre ile sızdırılmış ve kuru tuzlama işlemine hazır hale getirilmiştir. Delikli bir kap içerisinde bir kat tuz ve bir kat balık olacak şekilde balıklar dizilmiştir (Şekil 4.6). Temizlenmiş balık ağırlığının %10'u oranında tuz kullanılan balıkların üzerine temiz bir baskı taşı konulmuş ve buzdolabında 24 saat bekletilmiştir (Şekil 4.7). Kuru tuzlanan balıklar 24 saat sonra buzdolabından çıkarılarak fazla tuzundan yıkanmak suretiyle arındırılmıştır. Bu aşamadan sonra balıklar iki farklı şekilde kurutulmak üzere gruplara ayrılmıştır. Doğal kurutulacak olan birinci grup balıklar laboratuvar ortamında kurutma askıları üzerine dizilmiştir (Şekil 4.8, Şekil 4.9). Daha sonra balıkların üzeri tül ile örtülmüş ve %65 nemde ve 22°C'de laboratuvar ortamında 4 gün boyunca kurutulmaya bırakılmıştır (Şekil 4.10). İkinci grup balıklar ise; mekanik yöntemle kurutulması için iklimlendirme test kabininin içerisinde tepsilere dizilerek 45°C'de ve %30 nemde 32 saat boyunca kurutulmuştur (Şekil 4.11, Şekil 4.12).



Şekil 4.6. Balıkların kuru tuzlama işlemi (Orijinal).



Şekil 4.7. Balıkların baskılanması (Orijinal)



Şekil 4.8. Doğal kurutma işlemi için balıkların tellere dizilmesi (Orijinal)



Şekil 4.9. Doğal kurutma işlemi için balıkların askılara koyulması (Orijinal)



Şekil 4.10. Askılarda doğal kurutma işlemi (Orijinal)



Şekil 4.11. Balıkların mekanik kurutucu raflarına koyulması (Orijinal)



Şekil 4.12. Balıkların mekanik kurutucuya yerleştirilmesi (Orijinal)

4.2.1.3. Paketleme işlemi

Kurutulmuş balıkların bir grubu streç film ile kaplanmış diğer grup ise vakum paketlenmiştir (Şekil 4.13 ve Şekil 4.14). Gruplar aşağıda belirtildiği gibi oluşturulmuştur.

Çizelge 4.1.Çalışmada oluşturulan gruplar ve isimleri

UYGULANAN YÖNTEM		GRUPLAR
1.GRUP	Doğal yöntemle kurutulmuş ve streç film ile paketlenmiş balıklar	A
	Doğal yöntemle kurutulmuş ve vakum uygulanarak paketlenmiş balıklar	B
2.GRUP	Mekanik yöntemle kurutulmuş ve streç film ile paketlenmiş balıklar	C
	Mekanik yöntemle kurutulmuş vakum uygulanarak paketlenmiş balıklar	D



Şekil 4.13.Streç film ile paketlenen kurutulmuş balık (Orijinal)



Şekil 4.14. Vakum paketlenen kurutulmuş balıklar (Orijinal)

4.2.1.4. Depolama

Vakum ve streç ile paketlen kurutulmuş balıklar buzdolabı koşullarında raf ömrü ve kalitelerini belirlemek için buzdolabı koşullarında ($+4^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$) muhafaza edilmiştir.

4.2. Analiz Metodları

4.2.1. Fizikokimyasal Analiz Metodları

4.2.1.1. pH Tayini

Kurutulmuş balık örnekleri 1:1 oranında saf su ile sulandırılıp, WTW Multi 340i model portatif pH-metre ile pH ölçümü yapılmıştır (Curran ve ark., 1980).

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

TVB-N tayini Antonacopoulos tarafından modifiye edilmiş Lucke-Geidel metoduna göre yapılmış ve sonuçlar mg/100g olarak verilmiştir (Varlık ve ark., 1993; İnal, 1992). Bir balonun içerisine 10 g parçalanmış örnek konulmuştur. Üzerine 1 g magnezyum oksit (MgO) ve köpürmeyi önlemek için birkaç damla silikon yağı ve bir miktar saf su ilave edilmiştir. Titrasyon kabı olarak kullanılan 500 ml'lik erlenmayer içerisine %3'lük borik asitten (H_3BO_3) 10 ml, Tashiro indikatör karışımından 8 damla ve yaklaşık 100 ml saf su ilave edilmiştir. İçerisinde örnek bulunan balon, düzeneğe ve saf su bulunan başka bir balon ısıtıcıya yerleştirildikten sonra soğutucu musluğa bağlanarak 15–20 dk. destilasyona tabi tutulmuştur. Meydana gelen destilat, 0.1 N hidroklorik asitle (HCl) ile titre edilmiş ve aşağıdaki formüle göre toplam uçucu bazik azot miktarı hesaplanmıştır (İnal, 1992; Varlık ve ark., 1993).

$$\text{TVB-N mg/100g} = \text{Harcanan HCl} \times 0.0014008 \times 100 \times 1000 / \text{Örnek miktarı (g)}$$

4.2.1.3. Tiyobarbitürik asit (TBA) Tayini

Tiyobarbitürik asit tayini Tarladgis yöntemine göre yapılmıştır. Homojenize edilmiş 10 g balık eti örneği 50 ml distile su yardımıyla 1000 ml'lik distilasyon balonuna aktarılmış, daha sonra balona 47,5 ml saf su ve 4 N'lik HCl'den 2,5 ml ilave edilerek pH 1,5'e ayarlanmıştır. Bu işlemlerden sonra balon destilasyon ünitesine yerleştirilmiş ve soğutucu çıkış borusunun ucuna elenmeye koyulmuştur. Erlenmayer içerisine 50 ml destilat toplayıncaya kadar, yaklaşık 10 dk. işleme devam edilmiştir. Bu süre sonunda elde edilen destilat karıştırılarak 5 ml'si kapaklı deney tüpüne konmuş ve üzerine %90'lık glasiyalasetik asitle hazırlanmış olan 0,02 M tiyobarbutirik asit ayıracından 5 ml ilave edilerek kapak kapatılmış ve tüp karıştırılmıştır. Kör deney içinde kapaklı başka bir deney tüpüne 5 ml saf su ile 5 ml TBA ayıracı koyulup karıştırıldıktan sonra kapatılmıştır. Elde edilen her iki tüp de kaynayan su banyosunda

(NB 20 Nüve) 35 dakika tutulmuş ve daha sonra tüpler musluk suyu altında soğutulmuştur. Bu çözelti spektrofotometre kuvvetlerine aktarılmış, spektrofotometrede (Rayleigh VIS-7236) 538 nm dalga boyunda köre karşı optik yoğunluk okunmuştur. Okunan optik yoğunluk değeri 7,8 ile çarpılarak 1000 g örnekte mevcut malonaldehit miktarı miligram olarak saptanmıştır (Smith ve ark., 1992; Varlık ve ark., 1993; Yakupitiyage, 1994).

4.2.1.4. Su Aktivitesi (a_w) Tayini

Su aktivitesi, Novasina marka su aktivitesi tayin cihazı ile ölçülmüştür. Cihazın içerisindeki numunelik kaplara 3-5 g homojenize edilmiş örnek konularak su aktivitesi ölçümü yapılmıştır.

4.2.2. Mikrobiyolojik Analizler

4.2.2.1. Mikrobiyolojik Analizler İçin Örneklerin Hazırlanması

Mikrobiyolojik analizler için, her gruba ait her paketten aseptik şartlarda örnekler alınmıştır. Örneklerden 10 g balık eti steril stomaker torbalarına koyularak tartılarak üzerine 90 ml %0,85 steril serum fizyolojik ilave edilmiş ve daha sonra MAYO Homogenius marka stomakerde antiseptik koşullarda homojenize edilmiştir.

Analizi yapılmak üzere dökme plak yöntemiyle Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri, Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri, Toplam Maya- Küf ve Toplam Koliform Bakteri ekimi yapılmıştır

Petri kutularına 1 ml seyreltme yapılan dilusyonlardan eklenerek üzerine hazırlanmış besiyerinden ≥ 12 ml dökülüp petriler sekiz sayısı şeklini çizerek şekilde sallanmıştır. Çizelge 4.2.'de belirtilen sürede inkubasyonun ardından petri kutularına sayımı yapılmıştır. İnkubasyondan sonra elde edilen sayım sonuçları ise logkob/g olarak verilmiştir.

Çizelge 4.2. Mikrobiyolojik analizlerde kullanılan parametreler

Sayımı yapılan mikroorganizma grupları (logkob/g)				
Parametreler	TMAB ¹	TPAB ²	TMK ³	TK ⁴
Besiyeri	PCA	PCA	PDA	VRBA
İnkübasyon	28°C/3 gün	7°C/10 gün	28°C/3-5 gün	35°C/1 gün
Yöntem	Dökme plak	Dökme plak	Dökme plak	Dökme plak

1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri, 2. Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri, 3. Toplam Maya-Küf, 4. Toplam Koliform bakteri

4.2.2.2. Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB) ve Toplam Psikrofil Aerobik Bakteri (TPAB) Sayımı

Toplam mezofilik aerobik bakteri ve toplam psikrofilik aerobik bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA), (LabM 149) besi yeri kullanılmıştır. Depolama süresi boyunca bakılan toplam mezofilik aerobik bakteri ve psikrofilik bakteri yükü için örnek (10 g) tartıldıktan sonra 90 ml'lik %0,85 fizyolojik tuzlu su (8,5 g NaCl, 1000 ml saf su) su ilave edilerek homojenize edilmiş ve analize hazır hale getirilmiştir. Bu işlemle ilk seyreltme 10^{-1} gerçekleştirilmiştir (Gürgün ve Halkman, 1990).

Daha sonra seyreltme sıvısı olarak %0,85 serum fizyolojik tuzlu su kullanılarak 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} oranlarında dilusyonlar hazırlanmıştır. Ekimler 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} oranlarındaki dilusyonların her birisinden 2 steril boş petri kutusuna, steril uçlu otomatik pipetler (Eppendorf, 1000 μ L) ile 1'er ml aktararak yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutularına sterilize edilmiş ve 44-46°C ye kadar soğutulmuş Plate Count Agar (PCA) besi yerinden dökme yöntemi ile 10-15 ml kadar koyularak karıştırılmıştır (Roger ve ark., 1987; Gökten, 1990).

Besiyeri katılaştıktan sonra petri kutuları ters çevrilerek, toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı için inkübatörde 28°C'de 3 gün, toplam psikrofilik aerobik bakteri sayımı için ise buzdolabı şartlarında 7°C'de 10 gün inkübe edilmiştir (Roger ve ark. 1987; Gökten, 1990).

İnkübasyondan sonra üreme görülen plaklardan 30-300 koloni içeren plaklar sayıma alınmış toplam mezofilik ve psikrofilik aerobik bakteri sayısı hesaplanmıştır (Gürgün ve Halkman, 1990).

4.2.2.3. Toplam Maya-Küf Sayımı

Maya-küf sayımı için PDA (Potato Dextroz Agar) (Lab M 98) besi yeri kullanılmıştır. Homojenize edilen örneklerden 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} oranlarında dilüsyonlar hazırlanmıştır. Ekimler 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} oranlarındaki dilüsyonların her birisinden 2 steril boş petri kutusuna eppendorf (1000 μ L) ile 1'er ml aktararak yapılmıştır. Ekim yapılan steril petri kutularına 44-46°C civarında Potatos Dextroz Agar (PDA) besi yerinden dökme yöntemi ile 10-15 ml kadar koyularak karıştırılmıştır. Besi yeri donduktan sonra petri kutuları ters çevrilerek, 28°C'de 3 günlük inkübasyondan sonra sayım yapılarak maya ve küf sayısı belirlenmiştir (Roger ve ark., 1987; Gökten, 1990; Varlık ve ark., 1993).

4.2.2.4. Toplam Koliform Bakteri Sayımı

Toplam Koliform bakteri sayımı için VRBA (Violet Red Bile Agar) (Lab M 31) besiyeri kullanılmıştır. Homojenize edilen örneklerden 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} oranlarında dilüsyonlar hazırlanmıştır. Ekimler 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} oranlarındaki dilüsyonların her birisinden 2 steril boş petri kutusuna eppendorf (1000 μ L) ile 1'er ml aktararak yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutularına 44-46 °C civarında Violet Red Bile Agar (VRBA) besiyerinden 10-15 ml kadar koyularak karıştırılmış ve besiyerinin katılaşması beklenmiştir. Petrilerdeki besiyeri donduktan sonra petri kutuları ters çevrilerek, 35°C'de 1 gün inkübe edilmiştir (Roger ve ark., 1987).

4.2.3. Duyusal Analiz

Duyusal analiz için kurutulmuş balık örnekleri tabaklara konularak etiketlendirilip panelistlere sunulmuştur. Beş kişilik panelist grup tarafından kurutulmuş balıkların görünüş, koku, tat ve tekstür kriterleri değerlendirilmiştir. Kurutulmuş hamsilerin duyusal değerlendirilmesi her örnekte puan kriterleri bakımından 1 ile 10 arasında bir puanlama yapılarak sağlanmıştır (1-2: tüketilemez, 3-4: kötü, 5-6: tüketilebilir, 7-8: iyi, 9-10: mükemmel). Depolama süresince boyunca analizlerin yapıldığı günlerde örnekler duyusal olarak da değerlendirilmiştir. Panelistlere verilen puanlama tablosu Çizelge 4.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Duyusal değerlendirme tablosu

Değerlendirme	Doğal Kurutma		Mekanik Kurutma	
Gruplar	Streç	Vakum	Streç	Vakum
Renk				
Koku				
Tat				
Tekstür				
Genel Görüş				

4.2.4. İstatistiksel Değerlendirme

Araştırmada elde edilen sonuçların ortalama ve standart sapmaları Microsoft Office Excel 2010 paket programı ve istatistik değerlendirme Minitab 17 paket programı yardımıyla tek yönlü varyans analizi ve gruplardaki farklılığın belirlenmesi amacı ile Tukey testi kullanılarak yapılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1993; Özdamar, 1999).



5. BULGULAR

5.1. Fizikokimyasal Analiz Bulguları

Yapılan çalışmada kurutulmuş hamsi balıklarına Toplam uçucu bazik azot (TVB-N), Tiyoobarbitürik Asit (TBA), pH ve Su aktivitesi analizleri uygulanmıştır.

Balıkların tazeliğinin belirlendiği TVB-N analizi incelendiğinde taze hamsi balığında $16,62 \pm 0,25$ mg/100g olan değer kurutma sonrası 1. günde A, B, C ve D grubunda sırasıyla $32,41 \pm 0,47$, $31,69 \pm 0,31$, $39,82 \pm 0,26$ ve $40,30 \pm 0,21$ mg/100g olarak bulunmuştur.

Doğal kurutulan grupta depolamanın birinci gününde streçlenmiş balıklarda $32,41 \pm 0,47$ mg/100g, vakumlanmış balıklarda $31,69 \pm 0,31$ mg/100g, 15. günde ise bu değerler TVB-N için sınır değeri olan 35 mg/100g'ı aşarak sırasıyla $36,82 \pm 0,16$ mg/100g ve $35,93 \pm 0,28$ mg/100g değerine ulaşmıştır. Doğal kurutulmuş balıkların TVB-N değerleri grup içi kıyaslandığında; Streç paketlenmiş grupta 70. gün ve 75.günler dışında diğer günlerde değişimler istatistiki olarak farklı bulunmuş olup ($p < 0.05$) 80 günlük depolama sonucunda $45,57 \pm 0,25$ mg/100g değeri elde edilmiştir. Ayrıca bu grupta depolama boyunca her gün için tespit edilen artışlar Vakum(B) grubuna göre 30.günde başlamış olup depolamanın diğer günlerinde istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). Vakum paketlenmiş grupta ise depolama süresince TVB-N değerindeki artış istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Mekanik kurutulan grupta depolamanın birinci gününde streçlenmiş balıklarda $39,82 \pm 0,26$ mg/100g, vakumlanmış balıklarda $40,30 \pm 0,21$ mg/100g olarak tespit edilmiş ve bu değerlerin TVB-N için sınır değeri olan 35 mg/100g'ı aştığı bulunmuştur. Mekanik kurutulmuş balıkların TVB-N değerleri grup içi kıyaslandığında; Streç ve vakum paketlenmiş grupta depolama süresince TVB-N artışı istatistiki olarak farklı bulunmuş olup ($p < 0.05$) 80 günlük depolama sonucunda TVB-N değeri streç grupta $48,28 \pm 0,43$ mg/100g ve vakum grupta $42,88 \pm 0,31$ mg/100g değeri elde edilmiştir. Doğal ve Mekanik kurutulmuş gruplarda TVB-N değerlerinin artışının 1.günden itibaren başladığı ve depolama süresinin 30.gününden itibaren gruplar arası değer artışının istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($p < 0.05$).

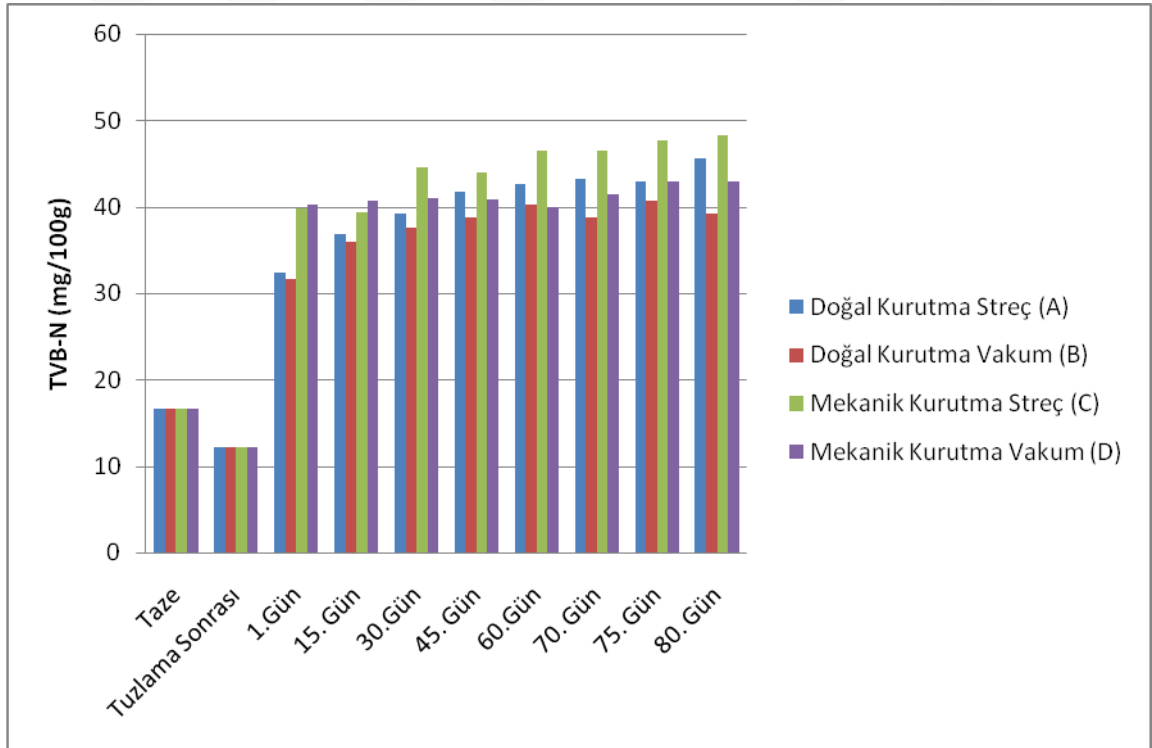
Gruplarda elde edilen TVB-N ait bulgular Çizelge 5.1'de ve depolama süresince değişimler Şekil 5.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. TVB-N (mg/100g) sonuçlarına ait bulgular

TVB-N (mg/100g)				
Analiz	Doğal Kurutma		Mekanik Kurutma	
Gün	Streç (A)	Vakum (B)	Streç (C)	Vakum (D)
Taze	16,62±0,25 ^h	16,62±0,25 ^h	16,62±0,25 ^f	16,62±0,25 ^e
Tuzlama Sonrası	12,22±0,24 ^g	12,22±0,24 ^g	12,22±0,24 ^e	12,22±0,24 ^f
1.Gün	32,41±0,47 ^{fB}	31,69±0,31 ^{fB}	39,82±0,26 ^{dA}	40,30±0,21 ^{cdA}
15. Gün	36,82±0,16 ^{eC}	35,93±0,28 ^{eC}	39,42±0,34 ^{dB}	40,63±0,30 ^{cdA}
30.Gün	39,23±0,21 ^{dC}	37,54±0,26 ^{dD}	44,61±0,28 ^{cA}	40,97±0,38 ^{cdB}
45. Gün	41,67±0,17 ^{cB}	38,77±0,40 ^{cdC}	43,98±0,14 ^{cA}	40,80±0,28 ^{cdB}
60.Gün	42,55±0,21 ^{bcB}	40,26±0,28 ^{abC}	46,44±0,14 ^{bA}	39,90±0,46 ^{dC}
70. Gün	43,26±0,15 ^{bb}	38,82±0,20 ^{cD}	46,43±0,16 ^{bA}	41,40±0,19 ^{bcC}
75. Gün	42,98±0,40 ^{bb}	40,66±0,22 ^{aC}	47,73±0,32 ^{abA}	42,97±0,38 ^{aB}
80. Gün	45,57±0,25 ^{ab}	39,26±0,17 ^{bcD}	48,28±0,43 ^{aA}	42,88±0,31 ^{abC}

A,B→: Aynı satırda gruplar arasında fark önemli (p<0.05)

ab↓ :Aynı sütunda zamana göre günler arasında fark önemli (p<0.05)



Şekil 5.1. Kurutulmuş hamsilerin depolama süresi boyunca TVB-N (mg/100g) miktarındaki değişimleri

Yapılan TBA analizi sonucuna göre, taze hamsi balıklarında $0,31\pm0,01$ mgMDA/kg olan değer tuzlama sonrası $2,19\pm0,03$ mgMDA/kg değerine ulaşmıştır. Paketleme gününde doğal yöntemle kurutulmuş balıklar ile mekanik yöntemle kurutulmuş balıkların TBA değeri sırasıyla streç film ile kaplanmış gruplarda $5,70\pm0,16$ ve $6,16\pm0,22$ mgMDA/kg ve vakum paketlenmiş gruplarda ise sırasıyla $5,55\pm0,16$ ve $6,21\pm0,16$ mgMDA/kg olarak bulunmuştur. Depolamanın son günü (80.gün) TBA değerlerinde artış gözlemlenmiştir. A (Doğal kurutulmuş Streç film ile kaplanmış), B (Doğal kurutulmuş vakum paketlenmiş), C (Mekanik kurutulmuş Streç film ile kaplanmış) ve D (Mekanik kurutulmuş vakum paketlenmiş) gruplarındaki değerler ise sırasıyla $17,78\pm0,35$, $14,18\pm0,20$, $20,57\pm0,25$ ve $16,53\pm0,25$ mgMDA/kg olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.1).

Doğal kurutulan grupta TBA değerinin grup içi değişimleri incelendiğinde Streçlenmiş balıklarda 70. ve 75. günler dışındaki depolama günlerinde istatistiki açıdan farklılık var iken ($p<0.05$), Vakum paketlenmiş balıklarda 30.gün ve 80.günler arasındaki değişimin istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Mekanik kurutulan grupta Streç ile kaplanmış balıklarda da 30.gün ve 80.günler arasındaki değişimin istatistiki açıdan önemsiz bulunmuş ($p>0.05$) iken Vakum paketlenmiş grupta ise 60.gün, 70.gün ve 75.gün dışında depolama süresince istatistiki açıdan farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). TBA'nın kalite sınır değeri olan 7-8 mgMDA/kg değerinin tüm gruplarda 15. günden itibaren aşılarak depolama süresinin son günü olan 80.günde $20,57\pm0,25$ mgMDA/kg ile Mekanik kurutma streç ile paketlenmiş grupta olduğu belirlenmiştir.

TBA değeri gruplar arası değişimleri incelendiğinde farkın 15. günden itibaren başladığı ve istatistiki açıdan önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Depolama boyunca doğal kurutma ve mekanik kurutma gruplarının günlük değişimlerinde 15.güne kadar istatistiki farklılık gözlenmez iken bugünden sonraki değişimler istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$)

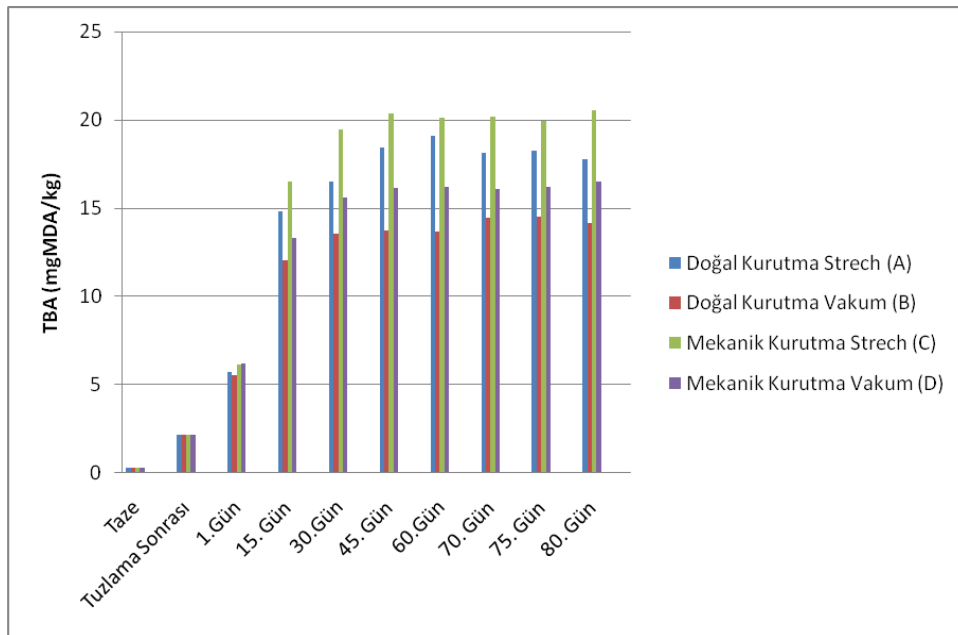
Depolama süresince TBA değerlerinin değişimi Çizelge 5.2'de ve Şekil 5.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2.TBA (mgMDA/kg) sonuçlarına ait bulgular

TBA (mgMDA/kg)				
Analiz	Doğal Kurutma		Mekanik Kurutma	
Gün	Streç (A)	Vakum (B)	Streç (C)	Vakum (D)
Taze	0,31±0,01 ^g	0,31±0,01 ^e	0,31±0,01 ^e	0,31±0,01 ^f
Tuzlama Sonrası	2,19±0,03 ^f	2,19±0,03 ^d	2,19±0,03 ^d	2,19±0,03 ^e
1.Gün	5,70±0,16 ^{eA}	5,55±0,16 ^{cA}	6,16±0,22 ^{cA}	6,21±0,16 ^{dA}
15. Gün	14,83±0,39 ^{dB}	12,07±0,08 ^{bD}	16,52±0,20 ^{bA}	13,34±0,12 ^{cC}
30.Gün	16,50±0,31 ^{bB}	13,53±0,19 ^{aC}	19,43±0,16 ^{aA}	15,60±0,21 ^{bB}
45. Gün	18,42±0,22 ^{abB}	13,76±0,36 ^{aD}	20,36±0,27 ^{aA}	16,16±0,10 ^{abC}
60.Gün	19,07±0,22 ^{aA}	13,68±0,35 ^{aC}	20,13±0,28 ^{aA}	16,22±0,17 ^{abB}
70. Gün	18,15±0,18 ^{abB}	14,46±0,46 ^{aD}	20,17±0,49 ^{aA}	16,09±0,17 ^{abC}
75. Gün	18,25±0,19 ^{abB}	14,53±0,23 ^{aD}	19,96±0,13 ^{aA}	16,22±0,19 ^{abC}
80. Gün	17,78±0,35 ^{bB}	14,18±0,20 ^{aD}	20,57±0,25 ^{aA}	16,53±0,25 ^{aC}

A,B→: Aynı satırda gruplar arasında fark önemli (p<0.05)

ab↓ :Aynı sütunda zamana göre günler arasında fark önemli (p<0.05)



Şekil 5.2.Kurutulmuş hamsilerin depolama süresi boyunca TBA (mgMDA/kg) miktarındaki değişimleri

Çalışmada pH ve su aktivitesi değerleri zaman içerisinde dalgalanmalar göstermiştir. Ham materyalde elde edilen pH değeri $6,52 \pm 0,02$ tuzlama sonrası ise $6,30 \pm 0,01$ değerine düşmüştür. Depolamanın 1. günü elde edilen pH değeri A, B, C ve D gruplarında sırasıyla $6,60 \pm 0,01$, $6,64 \pm 0,02$, $6,68 \pm 0,01$ ve $6,67 \pm 0,01$ iken, depolamanın son günü bu değerler sırasıyla $6,89 \pm 0,01$, $6,86 \pm 0,02$, $6,95 \pm 0,01$ ve $7,10 \pm 0,02$ olarak bulunmuştur.

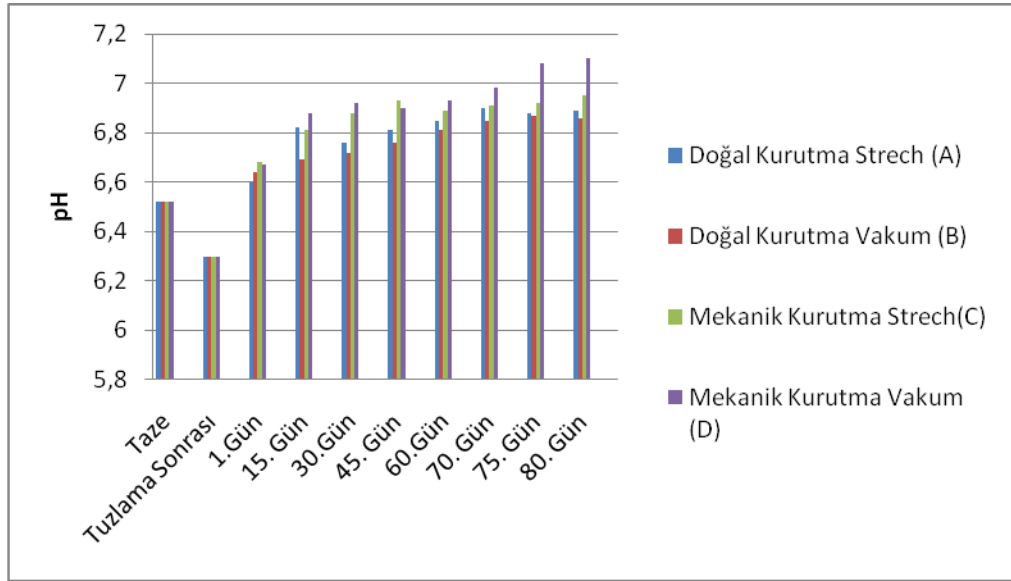
Doğal kurutma işlemine tabi tutulan grupta depolamanın 1.gün ve 70.gün arasında pH değerinde artış görülüp istatistiki açıdan önemli bulunurken ($p < 0.05$); Mekanik kurutma Streç ile kaplanmış balıklarda 30. ve 80.günleri ve Vakum paketlenmiş grubun 15.gün ve 60.günleri arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$). Depolama süresince pH değeri gruplarda artış göstermiştir ve 60.günden itibaren gruplar arası değer artışı istatistiki açıdan farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). pH analizine ait bulgular Çizelge 5.3.'de gösterilmiştir. Depolama süresi boyunca pH değişimleri Şekil 5.3'de verilmiştir.

Çizelge 5.3.pH sonuçlarına ait bulgular

pH				
Analiz	Doğal Kurutma		Mekanik Kurutma	
Gün	Streç (A)	Vakum (B)	Streç (C)	Vakum (D)
Taze	$6,52 \pm 0,02^f$	$6,52 \pm 0,002^e$	$6,52 \pm 0,02^d$	$6,52 \pm 0,02^e$
Tuzlama Sonrası	$6,30 \pm 0,01^g$	$6,30 \pm 0,01^f$	$6,30 \pm 0,01^e$	$6,30 \pm 0,01^f$
1.Gün	$6,60 \pm 0,01^{gB}$	$6,64 \pm 0,02^{dAB}$	$6,68 \pm 0,01^{cA}$	$6,67 \pm 0,01^{dA}$
15. Gün	$6,82 \pm 0,01^{bcdB}$	$6,69 \pm 0,01^{cdC}$	$6,81 \pm 0,01^{bB}$	$6,88 \pm 0,01^{bcA}$
30.Gün	$6,76 \pm 0,02^{dB}$	$6,72 \pm 0,02^{cB}$	$6,88 \pm 0,01^{aA}$	$6,92 \pm 0,02^{bcA}$
45. Gün	$6,81 \pm 0,02^{cdB}$	$6,76 \pm 0,03^{bcB}$	$6,93 \pm 0,02^{aA}$	$6,90 \pm 0,01^{bcA}$
60.Gün	$6,85 \pm 0,01^{abcBC}$	$6,81 \pm 0,01^{abC}$	$6,89 \pm 0,01^{aAB}$	$6,93 \pm 0,02^{bcA}$
70. Gün	$6,90 \pm 0,02^{aBC}$	$6,85 \pm 0,02^{aC}$	$6,91 \pm 0,01^{aAB}$	$6,98 \pm 0,01^{bA}$
75. Gün	$6,88 \pm 0,01^{abB}$	$6,87 \pm 0,01^{aB}$	$6,92 \pm 0,01^{aB}$	$7,08 \pm 0,03^{aA}$
80. Gün	$6,89 \pm 0,01^{abBC}$	$6,86 \pm 0,02^{aC}$	$6,95 \pm 0,01^{aB}$	$7,10 \pm 0,02^{aA}$

A,B→: Aynı satırda gruplar arasında fark önemli ($p < 0.05$)

ab↓ :Aynı sütunda zamana göre günler arasında fark önemli ($p < 0.05$)



Şekil 5.3. Kurutulmuş hamsilerin depolama süresi boyunca pH miktarındaki değişimleri

Çalışmamızda su aktivitesi değeri taze balıkta $0,965 \pm 0,001$ olup bu değer tuzlama sonrası $0,847 \pm 0,001$ değerini almıştır. Çalışmanın birinci gününde A, B, C ve D gruplarında sırasıyla $0,686 \pm 0,002$, $0,689 \pm 0,001$, $0,712 \pm 0,002$ ve $0,714 \pm 0,001$ değerlerini almıştır. Depolamanın son günü ise bu değerler azalarak $0,495 \pm 0,001$, $0,669 \pm 0,001$, $0,680 \pm 0,001$ ve $0,705 \pm 0,001$ değerini almıştır.

Su aktivitesi değerinin (a_w) depolama süresince azalma gösterdiği Doğal kurutmada streç ile kaplama grubunun 70. gün ve 80. günleri arasında, Mekanik kurutma streç paket grubunun 45 ve 60. günleri ile Vakum paketlenme grubunun 60. gün ve 80. günleri arasındaki depolama günleri dışındaki depolama günlerinde grup içinde azalmanın istatistiki açıdan anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Depolama süresince su aktivitesi değerinin 15 depolama gününden itibaren gruplar arası değer azalışı istatistiki açıdan farklı bulunmuştur ($p < 0.05$).

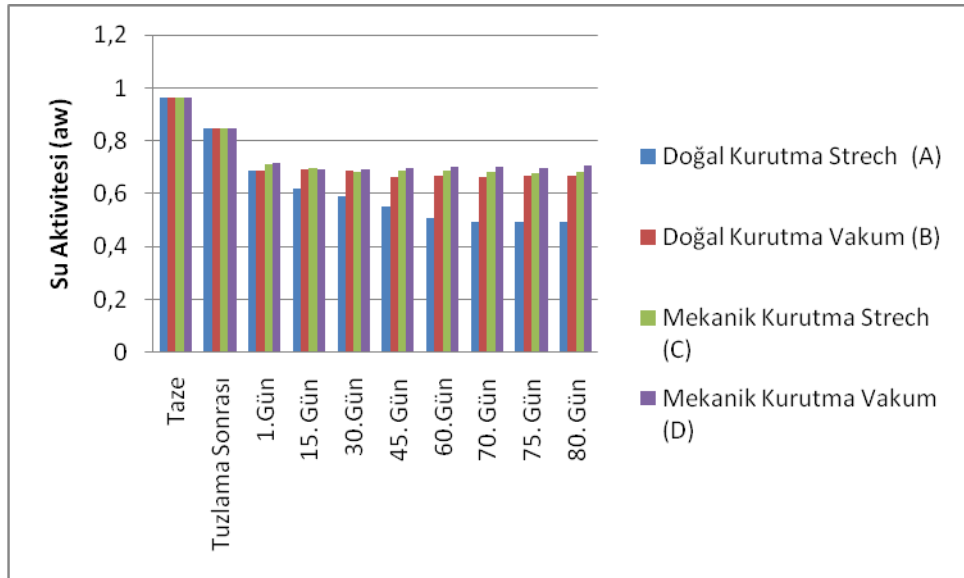
Su aktivitesi analizine ait bulgular Çizelge 5.4’de gösterilmiştir. Depolama süresi boyunca su aktivitesi değerleri değişimi Şekil 5.4’de verilmiştir.

Çizelge 5.4.Su aktivitesi (a_w) sonuçlarına ait bulgular

Su aktivitesi (a_w)				
Analiz	Doğal Kurutma		Mekanik Kurutma	
Gün	Streç (A)	Vakum (B)	Streç (C)	Vakum (D)
Taze	0,965±0,001 ^a	0,965±0,001 ^a	0,965±0,001 ^a	0,965±0,001 ^a
Tuzlama Sonrası	0,847±0,001 ^b	0,847±0,001 ^b	0,847±0,001 ^b	0,847±0,001 ^b
1.Gün	0,686±0,002 ^{cB}	0,689±0,001 ^{cB}	0,712±0,002 ^{cA}	0,714±0,001 ^{cA}
15. Gün	0,619±0,001 ^{dC}	0,690±0,001 ^{cB}	0,697±0,001 ^{dA}	0,694±0,001 ^{fgAB}
30.Gün	0,588±0,001 ^{eC}	0,685±0,002 ^{cB}	0,680±0,001 ^{efB}	0,692±0,001 ^{gA}
45. Gün	0,550±0,001 ^{fD}	0,661±0,002 ^{eC}	0,685±0,001 ^{eB}	0,695±0,002 ^{efgA}
60.Gün	0,508±0,001 ^{gD}	0,669±0,001 ^{dC}	0,686±0,002 ^{eB}	0,700±0,001 ^{deA}
70. Gün	0,493±0,002 ^{hD}	0,665±0,002 ^{dcC}	0,683±0,002 ^{eB}	0,701±0,002 ^{deA}
75. Gün	0,495±0,001 ^{hD}	0,667±0,001 ^{dcC}	0,675±0,002 ^{fB}	0,699±0,001 ^{defA}
80. Gün	0,495±0,001 ^{hD}	0,669±0,001 ^{dC}	0,680±0,001 ^{efB}	0,705±0,001 ^{dA}

A,B→: Aynı satırda gruplar arasında fark önemli ($p<0.05$)

ab↓ :Aynı sütunda zamana göre günler arasında fark önemli ($p<0.05$)



Şekil 5.4.Kurutulmuş hamsilerin depolama süresi boyunca su aktivitesi (a_w) analizi

5.2. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

Çalışmada Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TMAB), Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri (TPAB), Toplam Maya-Küf ve Toplam Koliform analizi yapılmıştır. Çalışma boyunca koliform grubu bakteriye rastlanılmamıştır. Toplam mezofilik aerobik bakteri analizine bakıldığında ham materyalde $1,97 \pm 0,05$ logkob/g olan değer tuzlama sonrası $2,18 \pm 0,05$ logkob/g değerini almış ve depolama süresi boyunca tüm analizlerde Aerobik Mezofilik Bakteri (TMAB), Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri (TPAB), Toplam Maya-Küf değerlerine rastlanmamıştır ve kabul edilebilir sınır değerinin <10 kob/g altında kalmıştır.

5.3. Duyusal Analize Ait Bulgular

Duyusal analiz için kurutulmuş balık örnekleri tabaklara konularak panelistlere sunulmuştur. Duyusal yönden incelenen kurutulan balıkların ortalama değerleri standart hataları ile birlikte Çizelge 5.5’de gösterilmiştir.

Beş kişilik panelist grup tarafından kurutulmuş balıkların renk, koku, tat ve tekstür kriterleri değerlendirilmiştir. Panelistlerden her örnekte puan kriterleri bakımından 1 ile 10 arasında bir değerlendirme yapmaları istenmiştir (1-2: tüketilemez, 3-4: kötü, 5-6: tüketilebilir, 7-8: iyi, 9-10: mükemmel). Depolama süresince boyunca analizlerin yapıldığı günlerde duyusal olarak da değerlendirilmiştir.

Çalışma, kurutulmuş balıkların duyusal olarak bozulmasıyla sonlandırılmıştır. 80 günlük depolama süresi boyunca ürünler; renk, koku, tat, tekstür ve genel beğeni açısından değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre düşük puan alarak kalitesini kaybeden ilk grup 45. günde $2,20 \pm 0,25$ ile D grubu olmuştur. Diğer gruplar sırasıyla C (60.gün), B (70.gün) ve A (80.gün) grubu olmuştur. Aldıkları puanlar ise $2,00 \pm 0,35$, $2,30 \pm 0,12$, $2,10 \pm 0,37$ olarak belirlenmiştir.

Gruplarda depolama sürecinin başlamasıyla ilk günden itibaren zaman artışına bağlı olarak renk, koku, tat, tekstür ve genel beğeni duyusal değerlendirme puanlarında azalmanın istatistiki açıdan anlamlı olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).

Gruplar arasında zamanla duyusal değerlendirme puanlarındaki azalmanın istatistiki açıdan anlamlı olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).

Doğal kurutma streç ile paketlenmiş balıklar duyusal yönden en beğenilen ve uzun depolama süresine sahip olan grup olarak belirlenmiştir. Streç ile kaplanmış

gruptaki balıkların 1.gün depolama süresinde genel beğeni puanı 8,20 olarak tespit edilmiş olup depolama süresi artıkça genel puanı düşmüş olmasına rağmen istatistiki açıdan önemli olmadığı ($p>0.05$), 80.depolama günü sonunda 2,10 puan alarak duysal yönden bozulduğu kabul edilmiştir.



Çizelge 5.5.Duyusal analize ait bulgular

Gruplar	Paketleme	Kriter/Gün	1.	15.	30.	45.	60.	70.	75.	80.
Doğal kurutma	Strech(A)	Renk	7,50±0,32 ^{Aa}	7,60±0,24 ^{Aab}	6,60±0,10 ^{Ba}	5,80±0,12 ^{Ba}	5,80±0,12 ^{Ba}	3,60±0,19 ^{Cb}	3,50±0,12 ^C	3,50±0,12 ^C
		Koku	7,60±0,19 ^{Aab}	7,10±0,10 ^{ABab}	7,1±0,10 ^{ABa}	6,40±0,19 ^{BCa}	5,90±0,10 ^{Ca}	4,30±0,12 ^{Da}	3,00±0,32 ^E	1,20±0,12 ^F
		Tat	8,10±0,10 ^{Aa}	8,00±0,16 ^{Aa}	7,5±0,16 ^{ABa}	6,80±0,12 ^{BCa}	6,10±0,19 ^{Ca}	4,80±0,12 ^{Da}	3,00±0,16 ^E	1,60±0,29 ^F
		Tekstür	7,40±0,24 ^{ABa}	7,70±0,20 ^{Aa}	7,60±0,19 ^{Aa}	6,70±0,12 ^{BCa}	6,20±0,12 ^{Ca}	5,10±0,19 ^{Da}	3,10±0,10 ^E	3,00±0,16 ^E
		G. Beğeni	8,20±0,20 ^{Aa}	7,90±0,10 ^{ABa}	7,20±0,12 ^{BCa}	6,80±0,12 ^{Ca}	6,30±0,12 ^{Ca}	4,90±0,19 ^{Da}	3,50±0,32 ^E	2,10±0,37 ^F
	Vakum(B)	Renk	7,40±0,24 ^{ABa}	7,90±0,10 ^{Aa}	6,80±0,25 ^{BCa}	6,20±0,12 ^{Ca}	6,20±0,12 ^{Ca}	4,30±0,20 ^{Da}	-	-
		Koku	7,20±0,20 ^{Ab}	7,40±0,19 ^{Aa}	6,90±0,10 ^{ABa}	6,20±0,12 ^{BCab}	5,50±0,16 ^{Ca}	2,40±0,37 ^{Db}	-	-
		Tat	7,70±0,20 ^{Aa}	7,70±0,12 ^{Aa}	6,80±0,12 ^{Bb}	6,10±0,10 ^{Cb}	5,30±0,20 ^{Da}	2,50±0,16 ^{Eb}	-	-
		Tekstür	7,30±0,20 ^{Aa}	7,10±0,10 ^{Aab}	6,90±0,24 ^{Aab}	5,90±0,10 ^{Bb}	6,00±0,16 ^{Ba}	4,30±0,12 ^{Cb}	-	-
		G. Beğeni	8,40±0,24 ^{Aa}	7,20±0,12 ^{Bb}	6,50±0,16 ^{BCa}	6,10±0,10 ^{CDb}	5,40±0,19 ^{Da}	2,30±0,12 ^{Eb}	-	-
Mekanik kurutma	Strech(C)	Renk	7,80±0,20 ^{Aa}	6,20±0,12 ^{BCc}	6,50±0,22 ^{Ba}	5,50±0,22 ^{Ca}	3,80±0,12 ^{Db}	-	-	-
		Koku	7,40±0,24 ^{Ab}	6,70±0,12 ^{ABb}	6,10±0,10 ^{BCb}	5,40±0,24 ^{Cb}	4,10±0,10 ^{Db}	-	-	-
		Tat	7,50±0,16 ^{Aa}	7,00±0,16 ^{Ab}	6,80±0,12 ^{Ab}	5,20±0,12 ^{Bc}	2,30±0,34 ^{Cb}	-	-	-
		Tekstür	7,40±0,24 ^{Aa}	6,60±0,19 ^{ABb}	6,5±0,22 ^{Bb}	5,60±0,24 ^{Cb}	5,10±0,10 ^{Cb}	-	-	-
		G. Beğeni	8,30±0,20 ^{Aa}	7,10±0,10 ^{Bb}	6,40±0,24 ^{Ba}	5,20±0,12 ^{Cc}	2,00±0,35 ^{Db}	-	-	-
	Vakum(D)	Renk	7,60±0,24 ^{Aa}	7,10±0,10 ^{ABb}	6,40±0,10 ^{Ba}	4,50±0,22 ^{Cb}	-	-	-	-
		Koku	8,40±0,24 ^{Aa}	6,70±0,12 ^{Bb}	5,90±0,10 ^{Cb}	3,50±0,22 ^{Dc}	-	-	-	-
		Tat	8,00±0,27 ^{Aa}	6,70±0,12 ^{Bb}	5,60±0,24 ^{Cc}	2,40±0,24 ^{Dd}	-	-	-	-
		Tekstür	7,50±0,22 ^{Aa}	7,10±0,10 ^{ABab}	6,5±0,22 ^{Bb}	4,40±0,19 ^{Cc}	-	-	-	-
		G. Beğeni	7,80±0,25 ^{Aa}	6,80±0,12 ^{Bb}	5,20±0,25 ^{Cb}	2,20±0,25 ^{Dd}	-	-	-	-

A,B→: Aynı satırda gruplar arasında fark önemli (p<0.05)

ab↓: Aynı sütunda zamana göre günler arasındaki fark önemli (p<0.05)

6. TARTIŞMA

Çalışmamızda doğal ve mekanik yöntemlerle kurutulan balıkların kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal açısından analizleri yapılarak kaliteleri ve raf ömrü belirlenmiştir.

Su ürünlerinin değerlendirilmesinde önemli bir kriter olan TVB-N değeri bu çalışmada başlangıçta $16,62 \pm 0,25$ mg/100g iken depolamanın son gününde A,B,C ve D gruplarında sırasıyla $45,57 \pm 0,25$ mg/100g, $39,26 \pm 0,17$ mg/100g, $48,28 \pm 0,43$ mg/100g, $42,88 \pm 0,31$ mg/100g olarak tespit edilmiştir.

Varlık ve ark., (1993)'a göre su ürünlerinde TVB-N değeri ile kalite değerlendirilmesinde göz önüne alınması gereken değerler şu şekilde sınıflandırılmıştır;

25 mg/100 g TVB-N içeren örnekler “Çok İyi”

30 mg/100 g TVB-N içeren örnekler “İyi”

35 mg/100 g TVB-N içeren örnekler “Pazarlanabilir”

35 mg/100 g'dan fazla TVB-N içeren örnekler “Bozulmuş” olarak değerlendirilmektedir.

İnal (1992)'a göre tazeliğini kaybetmemiş balık etinin TVB-N değeri 25-30 mg/100 g arasında olup tüketilebilirlik sınır değeri 30-35 mg/100 g arasındadır.

Erdem (2000), çalışmasında taze hamsi balığının TVB-N değerini $8,8 \pm 0,87$ mg/100 g olarak tespit etmiştir.

Çetinkaya (2010) çalışmasında taze hamsi balığının TVB-N değerini 12,26 mg/100gr olarak tespit etmiştir.

Varlık ve ark. (2000) çalışmalarında taze hamsi balığının TVB-N değerini 10,70 mg/100gr olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda taze hamsi balığının TVB-N değerini $16,62 \pm 0,25$ mg/100gr olarak tespit edildi.

Srinivasa ve ark. 1998 yılında yaptıkları farklı şekillerde paketlenmiş kurutulmuş hamsilerin raf ömrü belirlenmesi çalışmasında yapılmış kimyasal analizlerde muhafazanın başlangıcında TVB-N değeri 7 mg/100g bulunmuş olup bu değer depolamanın 4. ayında artarak 36,4 mg/100g ulaştığı bildirilmişlerdir. Düşük yoğunluklu polietilen ambalajlı paketlemede raf ömrü 12 hafta iken 12 mikron kalınlıklı polietilen paketlerde bu durum 32 hafta olarak tespit etmişlerdir.

Azam ve ark. 2003 yılında yaptıkları çalışmada yerel sutki balık pazarından kurutulmuş halde alınan balıklar kimyasal analize tabii tutulmuş ve elde edilen TVB-N

değerleri balıklarda sırasıyla; *Mugil cephalus* 62,23±0,71 mg/100 g , *Scoliodon sorrakowah* 62,40 ± 0,52 mg/100 g, *Setipinna phasa* 46,21 ± 0,49 mg/100 g, *Harpodon nehereus* 33,31± 0,75 mg/100 g, *Arius caelatus* 72,11 ±0,69 mg/100 g, *Hilsa ilisha* 53,16 ± 0,58 mg/100 g, *Polynemus paradiseus* 59,18 ± 0,1 mg/100 g, *Trichurus haumella* 53,19 ± 0,47 mg/100 g, *Pampus chinensis* 41,65 ± 0,28 mg/100 g, *Himantura walga* 62,88 ± 0,24 mg/100 g, *Muraenesox hagio* 54,48 ± 0,01 mg/100 g, *Epinephelus lanceolatus* 38,09 ± 0,23 mg/100 g, *Cynoglossus bengalensis* 26,84 ± 0,38 mg/100 g, *Tetraodon patoka* 41,86 ± 0,76 mg/100 g şeklinde bulunmuşlardır.

Koral ve Köse 2005 yılındaki ‘hamsinin buzdolabı koşullarında kalite değişimlerinin belirlenmesi’ isimli çalışmasında taze balıkta TVB-N değerini 3,502 mg /100 g olarak tespit etmişlerdir.

Diler ve ark. 2008 yılında Sudak balığı kurutulması üzerine yaptıkları çalışmada taze balıkta TVB-N değerini 15,00±0,57 mg/100g, tuzlanmış balıkta ise 15,50±0,86 mg/100 g olarak bulunmuşlardır. Doğal kurutma ve 4 farklı mekanik kurutma gruplarında depolamanın son günü olan 60. gün TVB-N değerleri ise; Doğal kurutulmuş balıklarda 63.00±4.04 mg/100g, 55°C düşük fan hızı (1-1,5 m/sn) ile kurutulan balıklarda 71.93±7.29 mg/100g, 55°C yüksek fan hızı (5-6 m/sn) ile kurutulan balıklarda 71.66±1.66 mg/100g, 65°C düşük fan hızı (1-1,5 m/sn) ile kurutulan balıklarda 70.33±6.83 mg/100g, 65°C yüksek fan hızı (5-6 m/sn) ile kurutulan balıklarda 74.46±5.66 mg/100g olarak tespit edilmiştir.

Chavan ve ark. 2008 yılında yaptıkları güneş enerjili hibrit kurutma dolabında kurutulmuş uskumru balığının biyokimyasal, mikrobiyal, duyu analizi isimli çalışmada ön işlemlere tabii tutulmuş ve ¼ ‘lük tuz çözeltisinde 4 saat bekleyen uskumru balıkları kelebek fileto yapılarak kabinlere ve doğal kurutmaya bırakılmıştır. 4 aylık depolama sonucunda kurutma dolabında kurutulan uskumruların TVB-N değeri 17,2 ± 1,06 mg / 100 gr olarak tespit edilmiştir. Doğal kurutmada ile mekanik kurutma TVB-N değerleri kıyaslandığında doğal kurutmada artışın daha fazla olduğu ifade edilmiştir.

İmmaculate ve ark. 2013 yılında yaptıkları çalışmada; dokuz farklı balık üzerinde farklı hava sıcaklıklarında doğal kurutma yapıp depolama sonucu biyokimyasal ve mikrobiyolojik açıdan değişimleri tespit etmişlerdir. Elde ettikleri TVB-N değerleri incelendiğinde; Muson sezonunda (26°C) başlangıçta *Stolephorus commersonii* balığında 21,63 mg/100 g, *Sardinella fimbriata* balığında 27,3 mg/100 g, *Liza parsia* balığında 31,0 mg/100 g, *Siganus canaliculatus* balığında 35,2 mg/100 g,

Saurida tumbil balığında 25,33 mg/100 g, *Plectorhinchus schotaf* balığında 38,26 mg/100 g, *Pomadasys maculatus* balığında 22,91 mg/100 g, *Otolithes ruber* balığında 20,28 mg/100 g, *Upeneus taeniopterus* balığında 23,90 mg/100 g olarak bulunmuştur. Depolamanın son günü olan 90. gününde ise TVB-N değerleri sırasıyla; *Stolephorus commersonii* balığında 50,8mg/100 g, *Sardinella fimbriata* balığında 61,0 mg/100 g, *Liza parsia* balığında 56,8 mg/100 g, *Siganus canaliculatus* balığında 57,2 mg/100 g, *Saurida tumbil* balığında 51,9 mg/100 g, *Plectorhinchus schotaf* balığında 56,4 mg/100 g, *Pomadasys maculatus* balığında 46,8 mg/100 g, *Otolithes ruber* balığında 63,74 mg/100 g, *Upeneus taeniopterus* balığında 49,0 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Muson sonrası sezonda (28°C) başlangıçta *Stolephorus commersonii* balığında 16,41 mg/100 g, *Sardinella fimbriata* balığında 20,16 mg/100 g, *Liza parsia* balığında 19,2 mg/100 g, *Siganus canaliculatus* balığında 20,25 mg/100 g, *Saurida tumbil* balığında 18,16 mg/100 g, *Plectorhinchus schotaf* balığında 22,72 mg/100 g, *Pomadasys maculatus* balığında 19,20 mg/100 g, *Otolithes ruber* balığında 15,77 mg/100 g, *Upeneus taeniopterus* balığında 16,0 mg/100 g olarak bulunmuştur. Depolamanın son günü olan 90. gününde ise TVB-N değerleri sırasıyla; *Stolephorus commersonii* balığında 43,6 mg/100 g, *Sardinella fimbriata* balığında 38,0 mg/100 g, *Liza parsia* balığında 40,6 mg/100 g, *Siganus canaliculatus* balığında 37,2 mg/100 g, *Saurida tumbil* balığında 39,40 mg/100 g, *Plectorhinchus schotaf* balığında 46,94 mg/100 g, *Pomadasys maculatus* balığında 42,33 mg/100 g, *Otolithes ruber* balığında 36,44 mg/100 g, *Upeneus taeniopterus* balığında 36,9 mg/100 g olarak tespit edilmiştir.

Yaz sezonunda (31°C) başlangıçta *Stolephorus commersonii* balığında 13,9 mg/100 g, *Sardinella fimbriata* balığında 11,69 mg/100 g, *Liza parsia* balığında 12,28 mg/100 g, *Siganus canaliculatus* balığında 11,22 mg/100 g, *Saurida tumbil* balığında 13,0 mg/100 g, *Plectorhinchus schotaf* balığında 19,20 mg/100 g, *Pomadasys maculatus* balığında 9,90 mg/100 g, *Otolithes ruber* balığında 8,30 mg/100 g, *Upeneus taeniopterus* balığında 13,26 mg/100 g olarak bulunmuştur. Depolamanın son günü olan 90. gününde ise TVB-N değerleri; *Stolephorus commersonii* balığında 31,9 mg/100 g, *Sardinella fimbriata* balığında 34,3 mg/100 g, *Liza parsia* balığında 14,00 mg/100 g, *Siganus canaliculatus* balığında 30,09 mg/100 g, *Saurida tumbil* balığında 29,15 mg/100 g, *Plectorhinchus schotaf* balığında 33,30 mg/100 g, *Pomadasys maculatus* balığında 22,0 mg/100 g, *Otolithes ruber* balığında 20,06 mg/100 g, *Upeneus taeniopterus* balığında 35,0 mg/100 g olarak tespit edilmiştir.

Siriskar ve ark. 2013 yılında Hint hamsisi *Stolephorus indicus* (Van Hasselt, 1823) ve *Stolephorus commersonii* (Lacepède, 1803) hamsisi üzerinde yapılan çalışmada tropikal ortam sıcaklığında kurutma işlemi uygulanmış ve 5. hafta sonunda yapmış oldukları duyusal analiz sonucuna göre genel beğeni puanını 6.00, TVB-N değerini $27,1 \pm 1,18$ mg/100g olarak tespit etmişlerdir.

Kumar ve ark. 2013 yılında yaptıkları kurutulmuş *Labeo gonius* filetolarının doğal ve mekanik yöntem ile kurutularak oda sıcaklığında farklı ambalaj malzemeleri ile depolanmıştır. Başlangıçta taze balıkta TVB-N değerleri; $11,37$ mg/100 g olarak bulunmuştur. 6 aylık çalışma sonucunda elde edilen TVB-N değerleri ise doğal kurutulmuş polietilen poşetlerdeki balıklarda $75,38 \pm 3,21$ mg/100g, mekanik kurutulmuş polietilen poşetlerdeki balıklarda $77,31 \pm 2,58$ mg/100 g olarak tespit etmişlerdir.

Kung ve ark. 2015 yılında yaptıkları Tayvan'da kurutulmuş uçan balık ürünlerinin histamin içeriği ve halotolerant histamin oluşturan bakterilerin izolasyonu isimli çalışmasında geleneksel yöntemlerde kurutulmuş halde hazır bulunan uçan balıkların (flying fish) kimyasal, mikrobiyolojik ve histamin değerleri ele alınmıştır. Çalışmada farklı 5 bölgeden alınmış örneklerin kurutma sonrası TVB-N değerleri; Lanyu adası örnekleri $32,0 \pm 13,4$ mg/100 g, Ludau adası örnekleri $70,8 \pm 18,2$ mg/100 g, Liuqiu adası $34,1 \pm 3,3$ mg/100 g, Kaohsiung adası $53,3 \pm 15,8$ mg/100 g, Hengchun adası $11,0 \pm 0,7$ mg/100 g şeklinde bulmuşlardır.

Immaculate ve ark. 2016 yılında yaptıkları çalışmada *Scomberodes lysan* balığında farklı zaman dilimlerinde ön işleme tabi tutulan, farklı tuz oranlarına sahip tuz çözeltisi ve kuru tuzlama işlemleri uygulamak suretiyle $28-31^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkları arasında doğal kurutmaya bırakmıştır. TVB-N değerlerinin; kuru tuzlama yapılan balıklarda tuzlama işlemine gecikmesi ile orantılı olarak attığı bildirilmiştir. Geciktirilmiş ön işlemler balıkta uçucu baz azotlu bileşiklerin oluşumunu arttırdığı ve dolayısıyla TVB-N değerinde artmasına sebep olduğu bildirilmiştir.

Rana ve Chakraborty 2016 yılında *Neotropius atherinoides* balığında tuzlama ve dumanlama yönteminin raf ömrüne etkisinin incelendiği çalışmada başlangıçta TVB-N değerleri; Taze balıkta $1,80 \pm 0,32$ mg/100 g, Tuzlanmış halde dumanlanan balıkta $4,25 \pm 0,26$ mg/100 g, SSD (tuzlu dumanlanmış kurutulmuş) balıkta $6,14 \pm 0,18$ mg/100 g, CD (Tuz ve duman içermeyen kurutulmuş kontrol grubu) $7,05 \pm 0,46$ mg/100 g olarak buldukları belirtilmiştir. Depolamanın son günü olan 60. günde SSD grubu $17,94 \pm 0,21$ mg/100 g, CD grubu $19,42 \pm 0,42$ mg/100 g olarak tespit etmişlerdir.

TVB-N değerlerindeki farklılıkların ele alınmasında kurutulmuş balığın türü, mikrobiyal aktivite, ortam nemi, sıcaklık ve tuz konsantrasyonu gibi faktörlerinde göz önüne alınması elzemdir. TVB-N değerleri bakımından kurutulmuş balıkların bazı grupları 35 mg/100 g'dan fazla TVB-N değerine ulaşmış “Bozulmuş” olarak değerlendirilse de duyu analizi açısından 2,5 ay müddetince bozulmadığı tespit edilmiştir. Kurutmanın ardından uygulanan TVB-N analizi sonuçlarının yüksek çıkması kurutmaya bağlı olarak alınan et örneğindeki suyun çok düşük olmasıdır. TVB-N’de oransal açıdan yüksek çıkmıştır. Bu durum Çizelge 5.4’teki su aktivitesi bulguları ile de desteklenmiştir. Çalışmada kurutma sonrası hamsi ile literatürde bildirilen TVB-N değerlerindeki farklılıklar bu sebeplerle ilgili olduğu düşünülmektedir.

Balık etinde bulunan yağlar yağ asitlerine ve hidroperoksitlere daha sonra peroksitlerde oksitlenerek aldehit ve ketonlara dönüşmektedirler. Balık yağlarının oksidasyon miktarının belirlenmesinde kullanılan TBA miktarı balıklardaki duyu analizi anlamında acılaşma derecesi hakkında bilgi vermektedir (Köse ve Erdem 2004). Tiyobarbitürik asit sayısının çok iyi bir materyalde 3 mgMDA/kg’dan az, iyi bir materyalde 5 mgMDA/kg’dan fazla olmaması gerektiği, tüketilebilirlik sınır değerinin ise 7–8 mgMDA/kg arasında olduğu bildirilmiştir (Varlık vd., 1993).

Su ürünlerinin değerlendirilmesinde bir diğer önemli bir kriter olan TBA değeri bu çalışmada, başlangıç değeri $0,31 \pm 0,01$ mgMDA/kg iken depolamanın son gününde A,B,C ve D gruplarında sırasıyla $17,78 \pm 0,35$ mgMDA/kg, $14,18 \pm 0,20$ mgMDA/kg, $20,57 \pm 0,25$ mgMDA/kg, $16,53 \pm 0,25$ mgMDA/kg olarak tespit edilmiştir.

Yapar 1999 yılında yaptığı çalışmada farklı tuz konsantrasyonlarında tuzlu hamsi balığının kalite değişimlerini incelemiş taze balıkta TBA değerini $0,57$ mgMDA/kg olarak tespit etmiştir. Depolamanın 10. haftasında TBA değerlerini %7,5’luk tuz konsantrasyonunda $2,94$ mgMDA/kg, %10’luk tuz konsantrasyonunda $2,35$ mgMDA/kg, %15’lik tuz konsantrasyonunda $2,32$ mgMDA/kg olarak tespit etmiştir.

Erdem (2000), çalışmasında hamsinin ilk gün TBA değerini ortalama olarak $0,81 \pm 0,13$ mg malondialdehit/ kg olarak tespit etmiştir.

Koral ve Köse 2005 yılındaki ‘hamsinin buzdolabı koşullarında kalite değişimlerinin belirlenmesi’ isimli çalışmasında taze balıkta TBA değerini $3,4$ mgMDA/kg olarak tespit etmişlerdir.

Chavan ve ark. 2008 yılında yaptıkları güneş enerjili kurutma dolabında mekanik kurutulmuş uskumru balığının biyokimyasal, mikrobiyal, duyu analizi isimli

çalışmada doğal kurutma ile kurutma dolabında kurutulmuş balıklar arasındaki 4 aylık depolama süresi sonundaki TBA değerleri kıyaslandığında kurutma dolabındaki kurutulan balıkların TBA değeri $2,7 \pm 0,06$ mgMDA/kg olarak tespit etmişlerdir.

İmmaculate ve ark. 2016 yılında yaptıkları çalışmada *Scomberodes lysan* balığında farklı tuzluluk oranına sahip tuz çözeltisi ve kuru tuzlama işlemleri uygulamak suretiyle 28-31°C sıcaklıkları arasında doğal kurutmaya bırakmıştır. Tuz çözeltisi ve kuru tuzlanmış taze *S.lysan* balıkları arasında %10'luk tuz çözeltisi uygulanmış balıklarda 12 saat sonundaki TBA değeri 9 mgMDA/kg tespit edilmiştir. Gecikmeli ön işlemlere maruz tutulmuş gruplarda lipid oksidasyonunun artmasına bağlı olarak TBA değerlerinin artış gösterdiği bildirilmiştir.

Başlangıçta tespit ettiğimiz değerler literatür ile uyumlu olup depolamanın son günündeki değerlerin yüksekliği işleme süreçlerinin ve uygulandığı balık türünün farklılığından ileri geldiği düşünülebilir. Ayrıca işleme sürecinde TBA değerindeki artış, balıktaki kısmi dehidrasyona ve güneş altında doğal kurutma ile doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunun artması sonucuyla değerlendirilebilir.

Balıklarda bozulma ve kokuşmanın belirlenmesinde pH kullanılan bir faktör olmasına rağmen tek başına belirleyici bir kriter değildir mutlaka kimyasal kalite analizleri ile beraber değerlendirilmelidir. Taze balıklarda pH değeri nötre yakındır. Ancak balık dokusunda bozulma ve kokuşma başlarsa pH 7,0-8,0 düzeyine yükselebilmektedir. pH değeri için tüketilebilirlik sınır değeri 6,8-7,0 olarak bildirilmektedir (Yavuz ve Şen, 2012; Varlık, (1993)'tan). Keskin (1975) balıklarda başlangıç pH değerinin 6,3-6,5 civarında olduğunu, bazik çürüme ve ayrışmanın meydana gelmesi ile pH değerinin 7,0 – 8,0 civarına yükselebileceğini bildirmiştir.

Ölümünden hemen sonra rigor mortis ile düşen pH değeri otoliz ve bakteriyel faaliyetlerle ortamın artan alkali seviyesine bağlı olarak yükselmeye başlar. Balıklarda ölüm sonrası pH değerinde meydana gelen değişimleri kaslardaki glikojen seviyesi ve av şekli gibi faktörler etkiler. Depolama çalışmalarında pH değerinin tek başına kesin bir kriter olmayıp, mutlaka diğer kalite parametreleriyle birlikte değerlendirilmesi gerektiği bildirilmiştir (Varlık ve ark. 1993).

Koral ve Köse 2005 yılındaki tütsülenmiş hamsi çalışmalarında taze hamsi balığında pH değerini 6,76 olarak tespit etmişlerdir.

Yapar 1999 yılında yaptığı çalışmada taze hamsi balığında pH değerini 6,22 olarak tespit etmiştir. Depolamanın 10. haftasında pH değerlerini %7,5'luk tuz

konsantrasyonunda 6,27, %10'luk tuz konsantrasyonunda 6,25, %15'lik tuz konsantrasyonunda 6,30 olarak tespit etmiştir.

Azam ve ark. 2003 yılında yaptıkları 14 farklı kurutulmuş balık türünün biyokimyasal kalite değerlendirmesi isimli çalışmasında yerel sutki isimli balık pazarından kurutulmuş halde alınan balıklardan elde edilen pH değerleri sırasıyla; *Mugil cephalus* $7,93 \pm 0,09$, *Scoliodon sorrakowah* $8,27 \pm 0,04$, *Setipinna phasa* $8,03 \pm 0,05$, *Harpodon nehereus* $8,07 \pm 0,05$, *Arius caelatus* $8,27 \pm 0,06$, *Hilsa ilisha* $8,03 \pm 0,07$, *Polynemus paradiseus* $8,23 \pm 0,15$, *Trichuirus haumella* $7,67 \pm 0,05$, *Pampus chinensis* $8,13 \pm 0,12$, *Himantura walga* $7,63 \pm 0,06$, *Muraenesox hagio* $8,17 \pm 0,02$, *Epinephelus lanceolatus* $8,03 \pm 0,03$, *Cynoglossus bengalensis* $8,33 \pm 0,05$, *Tetraodon patoka* $8,17 \pm 0,23$ şeklinde bulmuşlardır.

Diler ve ark. 2008 yılında Sudak balığı kurutulması üzerine yaptıkları çalışmada, başlangıç aşamasında taze sudak balığının pH'sını $6,67 \pm 0,14$, tuzlanmış grupta $6,51 \pm 0,15$ olarak tespit etmişlerdir. Doğal kurutmaya bırakılan grupta pH değeri 1.gün $6,71 \pm 0,23$ olurken depolamanın 60. günü $6,39 \pm 0,02$ olarak bulunmuştur. Depolamanın son günü pH değerleri mekanik kurutmaya bırakılan 55°C 'de düşük hava akımındaki grupta $6,44 \pm 0,61$, aynı sıcaklık yüksek hava akımındaki grupta $6,47 \pm 0,03$ olmuştur. Mekanik kurutma grubunun 65°C 'de düşük hava akımındaki grubunda $6,55 \pm 0,07$ ve yüksek hava akımındaki grubun pH'sı $0,63 \pm 0,03$ olarak bulunmuştur.

Kung ve ark. 2015 yılında yaptıkları Tayvan'da kurutulmuş uçan balık ürünlerinin histamin içeriği ve halotolerant histamin oluşturan bakterilerin izolasyonu isimli çalışmasında geleneksel yöntemlerde kurutulmuş halde hazır bulunan uçan balıkların (flying fish) farklı 5 bölgeden alınmış örneklerinin pH değerleri; Lanyu adası örnekleri $6,33 \pm 0,11$, Ludau adası örnekleri $6,03 \pm 0,10$, Liuqiu adası $6,28 \pm 0,20$, Kaohsiung adası $6,60 \pm 0,05$, Hengchun adası $6,52 \pm 0,08$ şeklinde bulunmuştur.

İmmaculate ve ark. 2016 yılında yaptıkları çalışmada *Scomberodes lysan* balığında farklı tuzluluk oranına sahip tuz çözeltisi ve kuru tuzlama işlemleri uygulamak suretiyle $28-31^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkları arasında doğal kurutmaya bırakmıştır. Asya gıda işleme mevzuatına göre pH üst sınırı 7,35 olarak kabul edildiği ve çalışmalarının bu sınır değerine uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada ise taze balıkta pH değeri $6,52 \pm 0,02$, Tuzlama sonrası pH değeri $6,30 \pm 0,01$ olarak bulunmuştur. Doğal kurutmaya bırakılan streç paket grubunun 1. gün pH değeri $6,60 \pm 0,01$, vakum paket grubu $6,64 \pm 0,02$ olarak tespit edilmiştir. Mekanik kurutulmuş streç paket grubunun 1. gün pH değeri $6,68 \pm 0,01$, vakum paket

grubu $6,67 \pm 0,01$ olarak bulunmuştur. Doğal kurutmaya bırakılan streç paket grubunun 80. gün pH değeri $6,89 \pm 0,01$, vakum paket grubu $6,86 \pm 0,02$ olarak tespit edilmiştir. Mekanik kurutulmuş streç paket grubunun 80. gün pH değeri $6,95 \pm 0,01$, vakum paket grubu $7,10 \pm 0,02$ olarak bulunmuştur. Tespit edilen değerler literatür ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Su aktivitesi gıdalardaki kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişimleri sınırlandıran kavramların başında gelir (Sikorski, 1990; Çaklı, 2007). Gıdadaki su aktivitesi değeri düşmeye başladıkça gıdanın dayanıklılığı artmaktadır (Bilişli, 2009). Varlık ve arkadaşlarının bildirdiklerine göre su aktivite değerlerine göre gıdaları 3 gruba ayırmak mümkündür. Buna göre; $0,90-1,00$ aw arasında “nemli gıdalar”, $0,60-0,85$ aw arasında “orta nemli gıdalar” ve $aw < 0,60$ olanlar ise “düşük nemli gıdalar” grubuna girmektedir (Varlık ve ark., 2004). Su aktivitesi ile mikrobiyal gelişim arasında bağlantı söz konusudur. Bazı mikroorganizmalar belli su aktivitesi değerinde gelişim gösterirken bazıları gelişemez. Gökoğlu (2002) bildirdiğine bazı mikroorganizmaların gelişebildiği su aktivitesi değerleri 1,00: Hiç biri, 0,95: *E.coli* gibi gram negatif çubuklar ve *Bacillaceae* sporları, 0,91: *Lactobacilli*, *Bacillaceae*’nin vejetatif hücreleri, 0,88: Mayalar, 0,80: Çoğu küfler, *Staphylococcus aureus*, 0,75: 0,75 Çoğu halofilik bakteriler, 0,65: Kserofilik küfler, 0,60: Osmofilik mayalar şeklindedir. Kurutulmuş ürünlerde önemli bir kriter olan su aktivitesi (a_w) analizi, ürünün ne kadar nemli olduğu konusunda bir fikir vermektedir. Çalışmamızda taze materyalde $0,965 \pm 0,001$ olan değer tuzlama sonrası $0,847 \pm 0,001$ değerini almıştır. Çalışmanın birinci gününde A, B, C ve D gruplarında sırasıyla $0,686 \pm 0,002$, $0,689 \pm 0,001$, $0,712 \pm 0,002$ ve $0,714 \pm 0,001$ değerlerini almıştır. Depolamanın son günü ise bu değerler $0,495 \pm 0,001$, $0,669 \pm 0,001$, $0,680 \pm 0,001$ ve $0,705 \pm 0,001$ değerini almıştır.

Diler ve ark. 2008 yılında Sudak balığı kurutulması üzerine yaptıkları çalışmada, çiğ balıkta su aktivitesi değerini (a_w) $0,97 \pm 0,006$, tuzlanmış balıkta $0,98 \pm 0,006$ olarak tespit edilmiş aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirtilmiştir. Doğal kurutmaya bırakılan grupta su aktivitesi değeri 1.gün $0,87 \pm 0,03$ olarak bulunmuştur. Mekanik ortamda depolamanın 1. günü su aktivitesi değeri 55°C ’de düşük hava akımındaki grupta $0,88 \pm 0,05$, aynı sıcaklık yüksek hava akımındaki grupta $0,89 \pm 0,03$ olmuştur. Mekanik kurutma grubunun 65°C ’de düşük hava akımındaki grubunda ve yüksek hava akımı grubunda su aktivitesi değerini $0,88 \pm 0,04$ olarak bildirmişlerdir.

Kumar ve ark. 2013 yılında yaptıkları kurutulmuş *Labeo gonius* balık filetoları doğal ve mekanik yöntem ile kurutulmaya bırakılmıştır. Depolamanın 1. ayında doğal kurutulmuş polietilen poşetlerdeki balıklarda su aktivitesi değeri; $0,96 \pm 0,08$, gunny bag isimli çuvallardaki balıklarda $0,69 \pm 0,09$ olarak bulunmuştur. Mekanik kurutulmuş polietilen poşetlerdeki balıklarda su aktivitesi değeri; $0,69 \pm 0,09$, gunny bag isimli çuvallardaki balıklarda $0,70 \pm 0,09$ olarak bulunmuştur. Altı aylık çalışma sonucunda elde edilen su aktivitesi değerleri; doğal kurutulmuş polietilen poşetlerdeki balıklarda $0,81 \pm 0,02$ iken mekanik kurutulmuş polietilen poşetlerdeki balıklarda $0,82 \pm 0,06$ olarak tespit etmişlerdir.

Kung ve ark. 2015 yılında yaptıkları Tayvan'da kurutulmuş uçan balıkların (flying fish) kimyasal, mikrobiyolojik ve histamin değerleri ele alınmıştır. Çalışmada farklı 5 bölgeden alınmış örneklerin su aktivitesi değerleri; Lanyu adası örnekleri $0,75 \pm 0,02$, Ludau adası örnekleri $0,80 \pm 0,02$, Liuqiu adası $0,74 \pm 0,02$, Kaohsiung adası $0,70 \pm 0,01$, Hengchun adası $0,63 \pm 0,01$ şeklinde bulmuşlardır. Yapılan çalışmadan elde edilen bulgular literatür ile benzerlik göstermektedir.

Gıdalardaki mikrobiyal çoğalma sonucu meydana gelen bozulma, ürünün duyuusal özelliklerini etkileyerek gıdanın insanlar için tüketilemez hale dönüşmesine neden olmaktadır (Gram ve Huss, 1996; Gram ve Dalgaard, 2002). Balıkların başlangıç bakteri yükü avlandığı sahaya, avlama metoduna, işleme ve depolama yöntemine göre değişmektedir. Psikrofil karaktere sahip bakteriler düşük sıcaklıklarda da muhafaza edilen gıdalarda gelişebilmektedir (Çaklı ve Kışla, 2003). İyi kalitedeki balık için toplam bakteri sayısı 5 log kob/g'ın altında olmalıdır (Varlık vd. 1993). Taze balıkta toplam mezofilik bakteri için izin verilen limit değeri ise 6 log kob/g dır.

Erdem (2000), çalışmasında hamsinin mezofil aerob bakteri miktarını ilk gün 8.9×10^3 cfu/g olarak bildirmiştir.

Shiriskar ve ark. 2009 yılındaki hamsi salamurası çalışmasında yaptıkları mikrobiyolojik analiz sonuçlarında depolamanın ilk haftasında TMAB değerini $4,85 \times 10^2$ cfu/g, 15. ve son haftasında ise 3×10^5 cfu/g olarak bulmuşlardır. Halofilik bakteri sayımı sonuçları ise depolamanın ilk haftasında $2,5 \times 10$ cfu/ml, 15. hafta sonunda bu değer $4,9 \times 10^3$ cfu/ml olduğu bildirilmiştir.

Diler ve ark. 2008 yılında Sudak balığı kurutulması üzerine yaptıkları çalışmada, Yüksek hava akım hızında 65°C 'de kurutulan balıklarda TPAB ve Maya küf sayısının diğer gruplara göre önemli ölçüde düşük bulmuş, koliform grubu bakteriye rastlanmamıştır. Doğal kurutulan sudak balıklarında 1.gün TMAB $5,78 \pm 0,17$ log kob/g,

Mekanik kurutulan 55°C’de düşük hava akımlı grupta $5,81 \pm 0,89$ log kob/g, yüksek hava akımlı grupta $5,79 \pm 0,14$ log kob/g, 65 °C’de düşük hava akımlı grupta $5,87 \pm 0,27$ log kob/g, yüksek hava akımlı grupta $5,73 \pm 0,39$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Doğal kurutulan sudak balıklarında 1.gün TPAB $5,40 \pm 0,26$ log kob/g, Mekanik kurutulan 55°C’de düşük hava akımlı grupta $5,52 \pm 0,01$ log kob/g, yüksek hava akımlı grupta $5,45 \pm 0,14$ log kob/g, 65 °C’de düşük hava akımlı grupta $5,08 \pm 0,28$ log kob/g, yüksek hava akımlı grupta $4,90 \pm 0,40$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Doğal kurutulan sudak balıklarında 1.gün toplam maya-küf $1,47 \pm 0,75$ log kob/g, Mekanik kurutulan 55°C’de düşük hava akımlı grupta $0,98 \pm 0,52$ log kob/g, yüksek hava akımlı grupta $0,70 \pm 0,70$ log kob/g, 65°C’de düşük hava akımlı grupta $0,43 \pm 0,43$ log kob/g, yüksek hava akımlı grupta $1,19 \pm 0,75$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Koliform bakteri durumu ise doğal kurutmada ve mekanik kurutma düşük hava akımı grubunda $0,85 \pm 0,85$ log kob/g olarak tespit edilmiş olup diğer mekanik kurutma gruplarında koliform bakteri üremesi görülmemiştir. Depolamanın son günü olan 60. günde doğal ve mekanik kurutma gruplarında koliform bakteri üremesine rastlanmamıştır. Doğal kurutulan sudak balıklarında 60.gün TMAB $6,46 \pm 0,22$ log kob/g, Mekanik kurutulan 55°C’de düşük hava akımlı grupta $6,48 \pm 0,37$ log kob/g, yüksek hava akımlı grupta $5,95 \pm 0,12$ log kob/g, 65 °C’de düşük hava akımlı grupta $6,23 \pm 0,06$ log kob/g, yüksek hava akımlı grupta $6,37 \pm 0,39$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Doğal kurutulan sudak balıklarında 60.gün TPAB $5,96 \pm 0,33$ log kob/g, Mekanik kurutulan 55°C’de düşük hava akımlı grupta $5,87 \pm 0,36$ log kob/g, yüksek hava akımlı grupta $5,08 \pm 0,48$ log kob/g, 65 °C’de düşük hava akımlı grupta $5,50 \pm 0,86$ log kob/g, yüksek hava akımlı grupta $5,95 \pm 0,33$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 15.gününde TPAB, 30. Gününde TPAB ile mayaküf sayısı bakımından gruplar arası önemli farklılıklar belirlemişlerdir ($p < 0,05$).

Patterson ve Ranjitha (2009) tarafından yapılan çalışmada *Scomberoides tol* (Cuvier, 1832) balığının doğal ve mekanik olarak kurutulmuş örneklerden elde ettikleri mikrobiyolojik sonuçlar; taze balıkta TMAB değeri 4×10^{-4} cfu/ml, doğal kurutma sonrası 28×10^{-4} cfu/ml, mekanik kurutma sonrası 60×10^{-4} cfu/ml olarak tespit edilmiştir. Maya-küf değerleri (TFC) ise; taze balıkta 1×10^{-4} cfu/ml, doğal kurutma sonrası üreme yok, mekanik kurutma sonrası 1×10^{-4} cfu/ml olarak tespit edilmiştir. Koliform grubu *E.coli* taze balıkta 2,9 log kob/g, doğal kurutma sonrası 0,27 log kob/g, mekanik kurutma sonrası 0,26 log kob/g değerlerini bulmuşlardır. Grupların hiç birinde *Salmonella* bakterisine rastlanılmamıştır.

İmmaculate ve ark. 2013 yılında yaptıkları çalışmada; dokuz farklı balık doğal kurutulmuş olup, farklı mevsimsel dönemlere göre elde edilen TMAB değerleri Muson sezonunda (26°C) balık türlerinde sırasıyla *P. Schotaf* 8×10^5 cfu/g, *S. canaliculatus* $7,5 \times 10^5$ cfu / g, *L. parsia* $6,4 \times 10^5$ cfu / g, *S. fimbriata* 6×10^5 cfu / g, *S. commersonii* 5×10^4 cfu / g, *S. tambil* 4×10^4 cfu / g olarak tespit edilmiştir. Muson sonrası sezonda (28°C) balık türlerinde sırasıyla *P. Schotaf* $7,5 \times 10^4$ cfu / g, *S. canaliculatus* $4,7 \times 10^4$ cfu / g, *S. fimbriata* 4×10^4 cfu / g, *L. parsia* $3,9 \times 10^4$ cfu / g, olarak tespit edilmiştir. Yaz sezonunda (31°C) balık türlerinde sırasıyla *S. fimbriata* $2,6 \times 10^3$ cfu / g, *P. Schotaf* $1,1 \times 10^4$ cfu / g, *L. parsia* $2,5 \times 10^3$ cfu / g, *S. tambil* $1,7 \times 10^3$ cfu / g olarak bulunmuştur. Balık türlerinin kurutulduğu her mevsim döneminde koliform (E.coli) grubu bakteriye rastlanılmıştır, en düşük sayısının ise yaz sezonunda (31°C) olduğu bildirilmiştir. Maya-küf değerleri ise en yüksek sayıya muson sezonunda (26°C) ulaştığı sırasıyla muson sonrası sezon ve yaz sezonu olarak değerler sıralanmıştır.

Kumar ve ark. 2013 yılında doğal ve mekanik yöntem ile kurutulmuş *Labeo gonius* balık filetolarına uygulanan mikrobiyal analiz sonuçları; Başlangıçta taze balıkta TMAB değeri değeri $1,50 \times 10^4$ cfu/g, Maya-küf (TFC) $1,80 \times 10^2$ cfu/g olarak bulunmuştur. 6 aylık depolama sonucunda elde edilen TMAB değeri ise doğal kurutulmuş polietilen poşetlerdeki balıklarda $2,10 \times 10^3$ cfu/gr, mekanik kurutulmuş polietilen poşetlerdeki balıklarda $1,69 \times 10^3$ cfu/gr olarak tespit etmişlerdir. Maya-küf sayım sonuçları ise başlangıçta doğal kurutulan balıklarda $0,95 \times 10^2$ cfu/gr, mekanik kurutulan balıklarda $0,81 \times 10^2$ cfu/g olarak bulunmuştur. Depolamanın 6.ayındaki polietilen ambalajla depolanan balıkların doğal kurutulmaya tabii tutulan grupta $1,50 \times 10^3$ cfu/g iken mekanik kurutulan grupta $1,32 \times 10^3$ cfu/g olarak bulunmuştur.

Shiriskar ve ark. 2013 yılında Hint hamsisi *Stolephorus indicus* (Van Hasselt, 1823) ve *Stolephorus commersonii* (Lacepède, 1803) hamsisi üzerinde yapılan çalışmada 5. hafta sonunda yapmış oldukları mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre TMAB değeri başlangıçta $2,0 \times 10^2$ cfu/g iken 5. haftada $6,4 \times 10^3$ cfu/g olarak arttığını tespit etmişlerdir. Halofilik bakteri türü başlangıçta bulunmazken 4. haftada $1,05 \times 10^2$ cfu/g ve 5. haftada $4,15 \times 10^2$ cfu/g olarak bulmuşlardır.

İmmaculate ve ark. 2016 yılında yaptıkları çalışmada *Scomberodes lysan* balığında kurutmaya çalışmasında yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre taze balıktaki TMAB değeri $4,5 \times 10^5$ cfu/g olarak tespit etmiş olup tuzlama sonrası bu değeri 6. saate kadar muhafaza etmiştir ve 4-12 saatlik zaman dilimlerinde TMAB değerindeki

değişimlerin farklı tuzluluk ve sıcaklık değerlerinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Rana ve Chakraborty 2016 yılında tuzlama ve dumanlama uygulanarak kurutulmuş *Neotropius atherinoides* balığında raf ömrünün incelendiği çalışmada yapılan mikrobiyolojik analizde başlangıçta TMAB değerleri; Taze balıkta $2,72 \times 10^5$ cfu/g, dumanlama sonrası $2,64 \times 10^4$ cfu/g'a düştüğü bildirilmiştir. Bu durumun dumanlama esnasında oluşan ısı artışının balık etindeki nem oranındaki düşüşe bağlı mikrobiyal gelişimin sınırlanması ile ilgili olduğu bildirilmiştir. Tuzlu dumanlanmış kurutulmuş balıklarda TMAB değeri $1,14 \times 10^4$ cfu/g, tuz ve duman içermeyen grubun kurutulması sonucu TMAB değeri $1,88 \times 10^4$ cfu/g olmuştur. Tuzlanarak dumanlanma işlemi ile kurutulmuş balıkta buzdolabı koşullarında polietilen malzeme ile depolanan ürünün 2 aylık bir süreçte kalite kaybına uğramadan tüketilebilir durumda olduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı ham materyalde $1,97 \pm 0,05$ log kob/g, tuzlama sonrası $2,18 \pm 0,05$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca ise tüm gruplarda ve tüm mikrobiyolojik analizlerde herhangi bir üreme yoktur. Koliform grubu bakteriye ise çalışmamızda rastlanmamıştır. Mikrobiyal gelişimin bulunmamasını su aktivitesinde değinildiği gibi üründe bulunan nem içeriğinin kurutma sonrasında çok düşük seviyelerde olmasıdır.

Duyusal analiz sonuçlarına değerlendirmede kullanılan puan kriterleri bakımından 3 puanın altında puanlanan ürünler "Tüketilemez" olarak değerlendirilmiş olup 80. günde doğal kurutulmuş streç paketlenen A grubu, 70. günde doğal kurutulmuş vakum paketlenen B grubu, 60. günde mekanik kurutulmuş streç paketlenen C grubu, 45. günde mekanik kurutulmuş vakum paketlenen D grubu tespit edilen günlerde duyusal yönden bozulmuştur.

Diler ve ark. 2008 yılında Sudak balığı kurutulması üzerine yaptıkları çalışmada duyusal analiz sonuçlarına göre depolamanın ilk günü renk ve görünüm, tekstür ve genel beğeni, 15. günde renk ve görünüm ile genel beğeni, 30. gününde ise genel beğeni bakımından gruplar arasında önemli farklılıklar olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlara göre duyusal olarak mekanik kurutulmuş numunelerin renk ve görünüş ile genel beğeni yönünden doğal kurutulmuşlara göre daha fazla beğeni topladığı bildirilmiştir. Yüksek hava akımında yüksek sıcaklıkta mekanik kurutma işleminin uygulanmasının kaliteyi artırıcı etkisi olduğu belirtilmiştir.

Chavan ve ark. 2008 yılındaki çalışmasında Mekanik kurutmanın tekstür, koku ve genel beğeni üzerinde yapılan puanlamalarda yüksek puanlara sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Shiriskar ve ark. 2009 yılındaki çalışmasında duyuşal açıdan genel görünüm, renk, koku, tat ve tekstür gibi parametrelerin puanlarının depolama süresinin artmasına bağılı olarak 15 haftalık süreçte azalma gösterdiğini ve bu durumun zaman-sıcaklık değışimine bağılı olarak çıkmış olabileceğini bildirmişlerdir.

Ojutiku ve ark. 2009 tarafından yapılmış *Hyperopisus bebe occidentalis* balık türü güneş çadır kurutucusu ve geleneksel güneş kurutma yöntemleri ile kurutmaya tabi tutulmuştur. Duyusal açıdan yapılan değıerlendirmelerde geleneksel doğıal kurutulmuş balıkların tekstür ve renk değıişimleri her iki grupta da benzer olduğıu tespit etmişlerdir.

İmmaculate ve ark. 2016 yılında yaptıkları çalışmada *Scomberodes lysan* balığında farklı zaman dilimlerinde ön işleme tabi tutulan, tuz çözeltisi ve kuru tuzlama işlemleri uygulamak suretiyle 28-31°C sıcaklıkları arasında doğıal kurutmaya bırakmıştır. Duyusal analiz sonucunda kuru tuzlanarak kurutulmuş grupta tekstürün çok sert ve tuz partiküllerinin yüzeyde fazla bulunduğunu bildirmişlerdir. Taze balığa verilen puanlar oldukça yüksek iken 12 saatlik süreç sonunda bu değıerler çok yumuşak doku, sarı veya siyah renk değıişimleri, koku, çok tuzlu, yüzeyde tuz birikmesi gibi durumlara bağılı olarak en düşük halini almıştır.

Rana ve Chakraborty 2016 yılındaki çalışmasında duyuşal açıdan nispeten tuzlama ve dumanlanarak kurutulan balıklarda ürün içerisinde özel bir duman lezzeti ile iyi tekstüre sahip olduğıu bildirilmiştir.

Çalışmada duyuşal açıdan en fazla raf ömrüne sahip olan grup A grubu olmuştur. Laboratuvar ortamında (%65 nem, 22°C±2) 4 günlük süreçte doğıal kurutulmaya bırakılmış, balıklar pencereler arasında oluşan hava akımı sebebiyle nemin iyi bir şekilde uzaklaştırılması sağlanmıştır. Kurutma dolabında (%30 nem, 45°C±2) 32 saat süre ile mekanik kurutmaya bırakılan balık filetoları için ayarlanabilir bir hava akımı söz konusu olmamıştır ve buna bağılı olarak balık filetolarında bulunan nem, doğıal kurutulan gruplara göre nispeten ette daha fazla kaldığı düşünülmektedir. Kurutma ile balık filetolarındaki nem düzeyinin çok düşük seviyelere düşmesi, ürüne duyuşal anlamda yüksek puanlamaları kazandırmıştır. Su aktivitesi (a_w) değıerlerinin A grubunun diğıer gruplardan daha düşük değıerlere ulaşması (80. gün 0,495±0,001), enzimatik ve mikrobiyal faaliyetleri en düşük seviyelere indirmiş, bu da ürün bozulmasını geciktirmiştir.

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Su ürünleri işleme teknolojisinde tüketicilere alternatif balık tüketiminin sağlamlasının yanı sıra elde edilen ürünlerinde kalitelerini incelemek mevcut besin değerlerini korumak için de çalışmalar yapılmaktadır.

Bu çalışmada hamsi balığına doğal ve mekanik yöntem uygulanarak kurutma işlemi yapılmıştır. Böylelikle tüketiciler için alternatif balık tüketim yolu aranmış ayrıca buzdolabında muhafazası sonucunda da raf ömrü belirlenmeye çalışılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre:

- Kimyasal açıdan incelendiğinde TVB-N ve TBA değerlerinin, kurutma yöntemlerine bağlı olarak yükseldiği, bunun sebebinin kurutulmuş ürünlerde nem oranının düşük olması dolayısıyla alınan örneklerin TVB-N ve TBA değerlerinin yüksek olmasından ileri geldiği yönündedir. Kimyasal açıdan ise mekanik kurutmanın doğal kurutmaya kıyasla analizlerde ürünü daha iyi koruduğu tespit edilmiştir. Özellikle TVB-N analizinde elde edilen verilerin yüksek çıkması ürünlerdeki nem oranının düşmesi, dolayısıyla analiz yapılan örnekteki et miktarının oransal artışından kaynaklanmıştır. Çalışmada kurutulmuş ürünlerde TVB-N analizinin tek başına ürünün “Bozulmuş” olarak değerlendirilmesinde yeterli olmadığı tespit edilmiştir.
- Mikrobiyolojik analizlere bakıldığında ise tuzlamanın ve kurutmanın etkisi önemli derecede bulunmuş ve tüm gruplarda depolama boyunca tüm analizlerde tespit edilebilir değerin <10 kob/g altında kalmıştır.
- Doğal ve mekanik yöntemle kurutmanın balıkların kurutma sıcaklığına, ortamın nemine bağlı olarak değiştiği gözlemlenmiş ve doğal kurutulan balıkların mekanik kurutulan balıklara kıyasla duyuşal açıdan daha iyi olduğu belirlenmiştir.
- Çalışma ürünlerin duyuşal açıdan bozulduğu an sonlandırılmıştır. Panelistler tarafında düşük puan alarak kalitesini kaybeden ilk grup (A) 45. günde $2,20 \pm 0,25$ ile D grubu olmuştur. Diğer gruplar sırasıyla C (60. gün), B (70. gün), A (80. gün) grubu olmuştur.
- Paketleme materyalleri karşılaştırıldığında; Streç ile paketlenen balık grupları vakum paketli gruplara göre kimyasal açıdan daha erken bozulmuştur. Vakum

paketlemenin olumsuz etkisi ise ürünleri zamanla sulandırdığı ve tekstüründe bozulmalar meydana getirdiği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak hamsi balığının raf ömrü duysal analiz verileri uyarınca kurutularak 2,5 ay kadar uzamıştır. Her ne kadar vakum paketlenme işlemi ürünleri kimyasal açıdan korusa da duysal açıdan vakumlanmamış ürünler daha çok ilgi görmüştür.

Kurutulmuş ürünlerin sade tüketiminin yanı sıra soslanarak ya da salata gibi ürünlerin içerisinde konularak tüketilmesi su ürünleri tüketim şekillerine alternatif oluşturabilecektir.

Literatürde balıkların farklı şekillerde kurutulması ile ilgili az çalışma mevcuttur. Farklı türdeki balıklar, farklı kurutma sıcaklıkları, farklı hava akım değerleri veya farklı paketlenme yöntemleri geliştirilerek işlenip literatüre güncel bilgiler kazandırılabilir. Tüketicinin beğenisine göre alternatif kurutma yöntemleri de denenip piyasaya sunulabilir ve bu şekilde ve ekonomiye katkı sağlanabilir.

8. KAYNAKLAR

- Anonim, 2017a.** <http://bilheal.bilkent.edu.tr/aykonu/Ay2003/June03/sagliklibeslenme.html> (Erişim tarihi: 01.05.2017) 15:57
- Anonim, 2017b.** <http://beslenme.gov.tr/index.php?page=302> (Erişim tarihi: 01.05.2017) 16:37
- Applegate, L. 2011.** Beslenme ve Diyet Temel İlkeleri. İstanbul Tıp Kitabevi, İstanbul, 531s.
- Azam, K., Basher, M.Z., Asaduzzaman, M.H., Hossain, M.M., Ali, M.Y. 2003.** Biochemical quality assessment of fourteen selected dried fish. Univ. j. zool. Rajshahi Univ. 22: 23-26.
- Bilecenoğlu, M., Taşkavak, E., Mater, Ş. ve Kaya, M., 2002.** Checklist of the Marine Fishes of Turkey. Magnolia Press, Auckland, New Zealand, 194 p
- Bilişli, A. 2009.** Gıda Kimyası. Sidas Medya Ltd. Şti., Seher Matbaacılık, İzmir, 237 s.
- Bingöl, G. 2010.** Gıda İşlemede Kurutma Teknolojilerinin Temel ilkeleri. İstanbul Sanayi Odası, No: 2010/4, 114 s. İstanbul.
- Chavan, B. R., Yakupitiyage, A., Kumar, S., Rakshit, S. K. 2008.** Experimental investigation on biochemical, microbial and sensory properties of mackerel (*Rastrilliger kangurta*) dried by solar-biomass hybrid cabinet dryer. Journal of Food, Agriculture & Environment, 6 (3-4): 167-171.
- Çaklı, Ş. 2007.** Su Ürünleri İşleme Teknolojisi-1. Ege Üniversitesi Su ürünleri Fakültesi Yayınları: 76, İzmir, 696 s.
- Çaklı, Ş., Kışla, D., 2003.** Su Ürünlerinde Mikrobiyal Kökenli Bozulmalar ve Önleme Yöntemleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 20(1-2): 239-245.
- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E., Okumuş, İ. 1999.** Türkiye su ürünleri sektörü ve Avrupa Birliği ile entegrasyonu. Midas Yayıncılık, İstanbul, 546 s.
- Çetinkaya, V. 2010.** Taze hamsi balığının buzsuz, buzlu ve su-buz karışımı ile soğuk muhafaza koşullarında depolanması esnasındaki kalite değişimlerinin belirlenmesi. Lisans Bitirme Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon, 31 s.
- Cohen, J.S. ve Yang, T.C.S. (1995).** Progress in food dehydration, Trends in Food Science and Technology, 6, 20-25.
- Curran, C.A., Nicoladies, L., Poulter, R.G., Pors, J. 1980.** Spoilage of Fish from Hong Kong at Different Storage Temperatures. Trop Sci, 22, 367-382.
- Diler, A., Güner, A., Altun, S., Ekici, S. 2008.** Farklı sıcaklık ve hava akım hızında kurutmanın sudak balığı (*stizostedion lucioperca*) filetolarının kalite niteliklerine etkisi. Vet. Bil. Dergisi. 24,1; 77-86.
- Düzgüneş O., Kesici T., Gürbüz F. 1993.** İstatistik Metotları, II. Baskı. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları. No:1291. Ankara.
- Erdem, M.E. 2000.** Hamsi ve mezgıt balıklarının buz ile muamele edilip buzdolabında saklanması kalite üzerine etkisi açısından geleneksel yöntemle karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 58 s.
- Erdem, M., Varol, Y., Öztop, H. F., Türkbay, İ. 2016.** Balığın kuruma davranışı üzerinde parça etkisi ve sistemin enerji gereksiniminin incelenmesi. Fırat Üniv. Müh. Bil. Dergisi, 28(2), 89-98.
- FAO, 2016.** Food and Agriculture Organizations. <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>
- Geankoplis, C.J. (1993).** Transport Processes and Unit Operations, 3rd Ed., Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

- Gökoğlu, N. 2002.** Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Su Vakfı Yayınları, ISBN: 975-9703-48-3, İstanbul, 157 s.
- Gram, L., Dalgaard, P. 2002.** Fish spoilage bacteria -problems and solutions. Current Opinion in Biotechnology, 13: 262–266.
- Gram, L., Huss, H.H., 1996.** Microbiological spoilage of fish and fish products. International Journal of Food Microbiology, 33 (1): 121-137.
- Göktan, D. 1990.** Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fak. Yayın No:21, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 292 s.
- Güngör, A., Özbalt, N. 1997.** Endüstriyel Kurutma Sistemleri, 3. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, s. 737-747.
- Gürgün, V., Halkman K.A. 1990.** Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Dergisi. No:7 Ankara.
- Hacımurtazaoglu, N. 2007.** Trabzon ve Rize açıklarında hamsi (*Engraulis encrasicolus*, linnaeus, 1758) ve istavrit (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) balıklarının yumurta ve larvalarının bolluğu. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 64 s.
- Immaculate, K., Sinduja, P., Velammal, A., Patterson, J. 2013.** Quality and shelf life status of salted and sun dried fishes of Tuticorin fishing villages in different seasons. International Food Research Journal, 20(4), 1855-1859.
- Immaculate Jeyasanta, K., Prakash, S., Patterson, J. 2016.** Wet and dry salting processing of double spotted queen fish *Scomberoides lysan* (Forsskal, 1775).
- İnal, T. 1992.** Besin Hijyeni Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü. 2.baskı, Final Ofset A.Ş., İstanbul, 783 s.
- Kaya, Y., Duyar, H. A., & Erdem, M. E. (2004).** Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. EÜ Su Ürünleri Dergisi, 21(3-4), 365-370.
- King, C.J., (1974).** Understanding and conceiving chemical processes. AIChE Monograph Series, Am. Inst. Chem. Eng., New York, p. 70.
- Koral, S., Köse, S. 2005.** <http://www.akuademi.net/USG/USG2005/Y/y34.pdf> (Erişim tarihi: 07.10.2017)
- Köse, S., Erdem, M.E, 2004.** An Investigation of Quality Changes in Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) Stored at Different Temperatures Turk J Vet Anim Sci 28 575-582
- Kumar, A., Singh, P., Danish, M. 2013.** Changes in proximate, biochemical and microbiological characteristics of dried *Labeo gonius* fillets during storage at room temperature. African Journal of Biotechnology, 12(20), pp. 2997-3005. DOI: 10.5897/AJB12.2954
- Kung, H.F., Huang, C.Y., Lin, C.M., Liaw, L.H., Lee, Y.C. & Tsai, Y.H. 2015.** The histamine content of dried flying fish products in Taiwan and the isolation of halotolerant histamineforming bacteria. Journal of Food and Drug Analysis, 23: 335-342.
- MEGEP, 2006.** Balıklar. MEB, Ankara.
- MEGEP, 2008.** Su Ürünleri İşleme Teknikleri. MEB, Ankara.
- Mustapha, M. K., Ajibola, T. B., Ademola, S. K., Salako, A. F. 2014.** Proximate analysis of fish dried with solar driers. Italian Journal of Food Science, 26(2), 221.
- Ojutiku, R. O., Kolo, R. J., Mohammed, M. L. 2009.** Comparative study of sun drying and solar tent drying of *Hyperopisus bebe occidentalis*. Pakistan Journal of Nutrition, 8(7), 955-957.
- Özdamar, K. 1999.** Paket programlar ile istatistiksel veri analizi. (2. baskı). Kaan Kitapevi, Eskişehir.

- Patterson, J., Ranjitha, G. 2009.** Qualities of commercially and experimentally sun dried fin fish, *Scomberoides tol*. African Journal of Food Science, 3(10), 299-302.
- Rana, M. M., Chakraborty, S. C. 2016.** Effect of salt and smoke on quality and shelf life of salt-smoke-dried batashi (*Neotropius atherinoides*) kept at different storage condition. Research in Agriculture Livestock and Fisheries, 3(3), 443-451.
- Roger, S., John, I., Mark, W., Page, P. 1987.** General microbiology. Fifth edition, published by Macmillan Education Ltd, Houndmills, Basingstoke, Hampshire, RG21 2xs and London, 689 p.
- Shiriskar, D.A., Khedkar, G.D., & Sudakarn, N. S. 2009.** Preparation of pickled product from anchovies (*Stolephorus* sp.) and studies on quality changes during storage. Journal of Food Processing and Food Preservation, 34(1), 176–190.
- Shiriskar, D.A., Khedkar, G.D., & Lior, D. 2013.** Production of salted and pressed anchovies (*stolephorus* sp.) and it's quality evaluation during storage. Journal of Food Science and Technology, 50(6), 1172-1178.
- Sikorski, Z. E. 1990.** Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation. CRC Press, Inc., ISBN: 0-8493-5985-6, Florida, pp. 248.
- Smith, G., Hole, M. ve Hanson, S.W., 1992.** Assessment of Lipid Oxidation in Indonesian Salted-Dried Marine Catfish (*Arius thalassinus*), Journal of the Science of Food and Agriculture, 51, 193-205.
- Srinivasa, T.K., Viswanathan Nair, P.G., Kanderan, M.K., Prabhu,P.W., Gopakumar, K. 1998.** Shelf life of dried anchoviella in flexible packaging materials. Food Control, 9(4): 205-209.
- Turan, H. 1996.** Farklı tuzlama yöntemlerinin değişik balıklarda kalite ve saklama süresine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 74 s.
- Turan, H., Kaya, Y., Sönmez, G. 2006.** Balık etinin besin değeri ve insan sağlığındaki yeri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23(1/3), 505-508.
- TÜİK, 2017.** T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni, Su Ürünleri, 2017, Sayı: 24657
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün, H. 1993.** Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 17, Ankara, 174 s.
- Varlık, C., Erkan, N., Metin, S., Baygar, T., Özden, Ö. 2000.** Marine Balık Köftesinin Raf Ömrünün Belirlenmesi. Tr. J. Veterinary and Anim. Sci.,24(2000), 593-597.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., Baygar, T. 2004.** Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 4465, İstanbul, 491 s.
- Yapar, A., Erdöl, M. 1999.** Farklı sıcaklık ve tuz uygulanarak kurutulan alabalık (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792)'larda kurumanın fonksiyonel ifadesi. Tr. J. Veterinary and Anim. Sci., Ek, (3), 479-483.
- Yapar, A. 1999.** Üç Farklı Tuz Konsantrasyonu Kullanılarak Hazırlanan Tuzlanmış Hamsi (*Engraulis encrasicolus*)'lerde Kalite Değişimi. Tr. J. Veterinary and Anim. Sci.,Ek, (3), 441-445.
- Yakupitiyage, A. 1994.** Analytical techniques in fish nutrition. Laboratory manual for AE 52: Fish nutrition and feed technology. Asian Institute of Technology. Bangkok.
- Yavuz, F, Şen, Y,E. 2012.** Farklı koşullar uygulanarak oda ve buzdolabı koşullarında depolanan tirsi balıklarında bazı kimyasal ve duyuşal kalite parametrelerindeki değişimlerin incelenmesi. Lisans Bitirme Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon, 47 s.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	:Fatih YAVUZ
Doğum Tarihi ve Yeri	:1986/ SAMSUN
Yabancı Dili	:İngilizce
E-posta	:fthyvz55@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği	Karadeniz Teknik Üniversitesi- Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi	2012

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2014-...	T.C. Milli Eğitim Bakanlığı	Gemi Yönetimi Öğretmeni

YAYINLARI

Makale

1. Koral, S., Köse, S., **Yavuz, F.**, Şen, Y.E. 2016 Quality Changes Of Spotless Shad During Storage At Different. Ital. J. Food Sci., vol 28, pp. 230-247, 2016.

Bildiri

1. Yavuz Y.A., **Yavuz F.** (2018). Geleceğin Denizcileri Denizden Ne Kadar Besleniyor? (Rize İli Örneği). 1.st International Health Science and Life Congress, 2-5 May 2018, Burdur/TURKEY
2. Keskin İ., **Yavuz F.**, Köstekli B., Eyuboğlu A., Erdem M.E. (2017). Doğal ve Mekanik Yöntemlerle Kurutularak Farklı Şekillerde Paketlenen Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) Balıklarında Kalite Değişimlerinin Belirlenmesi. İç Anadolu Bölgesi Gıda ve Tarım Kongresi, Uluslararası, Sivas.
3. Keskin İ., Gargacı A., Tunçtaş N., **Yavuz F.**, Erdem M.E. (2013). The Determination of The Quality Parameters of Some Processed Fisheries Products Put on The Market,. The First International Fisheries Symposium in Northern Cyprus.
4. Tunçtaş N., **Yavuz F.**, Keskin İ., Daşbilek K.M., Erdem M.E., (2013). The Determination of The Shelf Life of The Refrigerated Bonito Casserole, Girne, Northern Cyprus. The First International Fisheries Symposium in Northern Cyprus.

Proje

1. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi(BAP): THD-2018-851 Proje No (Araştırmacı), Geleceğin Denizcileri Denizden Ne Kadar Besleniyor? Türkiye Örneği.
2. Sinop Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi(BAP): SÜF-1901-15-03 proje no (Araştırmacı), Doğal ve Mekanik Yöntemlerle Kurutularak Farklı Şekillerde Paketlenen Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) Balıklarında Kalite Değişimlerinin Belirlenmesi.