

GİRİŞ

Günümüzde yeterli ve dengeli beslenme kavramı toplum sağlığını yakından ilgilendiren, toplumun sosyal ve ekonomik gelişmesinde önemli rol oynayan bir gerçektir (1). Dengeli beslenmede besin unsurlarından en önemlisini proteinler teşkil eder. İnsan vücudu tarafından sentezlenemeyen eksojen aminoasitleri içermesi bakımından, hayvansal kaynaklı gıda maddeleri, insan beslenmesinde zorunlu, vazgeçilmez protein kaynaklarıdır (1,2).

Dünya nüfusunun hızla artarak 6 milyarı aşması karşısında, bir insanın günlük olarak alması gerekli 50 gr hayvansal proteinin kasaplık hayvanların ve diğer tüketilebilen kara hayvanlarının etinden sağlanması olarak dışı görülmektedir (3). Bu nedenle de protein açığının büyük bölümünün başta balıklar olmak üzere su ürünlerinden karşılanması kaçınılmaz olmuştur (3,4).

Dünyada su ürünleri üretimi, 2001 yılında 92,3 milyon tonu avcılıkla, 37,9 milyon tonu yetiştiricilikle olmak üzere toplam 130,2 milyon ton; 2002 yılında ise 93,2 milyon tonu avcılıkla, 39,7 milyon tonu yetiştiricilikle olmak üzere toplam 133 milyon tonu bulmuştur. Ülkemizde, 2001 yılında 527 bin tonu avcılıkla, 68 bin tonu yetiştiricilikle olmak üzere toplam 595 bin ton; 2002 yılında, 566 bin tonu avcılıkla, 61 bin tonu yetiştiricilikle olmak üzere toplam 628 bin ton; 2003 yılında ise 508 bin tonu avcılıkla, 40 bin tonu yetiştiricilikle olmak üzere toplam 548 bin ton su ürünleri üretilmiştir (5,6).

Ülkemizde et, süt ve yumurtanın yanında hayvansal proteinin sağlanabileceği bol ve besin değeri yüksek bir tüketim maddesi de su ürünleridir. 8272 km'lik sahil şeridinde ve 1,5 milyon hektardan fazla iç suya sahip olan ülkemiz, tabiatıyla güçlü bir su ürünleri potansiyeline sahiptir. Ayrıca 605 adet sahil köyünde 624.075, göl kenarında 576 adet köyde 373.754 olmak üzere toplam 997.829 nüfus su kenarında yaşamaktadır. Akarsu vadilerinde yaşayanlarla, bu rakamlar çok daha artmaktadır. Ancak, bu potansiyel bugüne değin yeterince değerlendirilememiştir (1).

Ülkemizde mevcut protein eksikliğine oldukça önemli bir oranda katkıda bulunabilecek su ürünleri içinde, hamsi, sardalya ve istavritin ayrı bir yeri vardır. Çünkü bu balıklar diğerlerine oranla oldukça fazla miktarda bulunurlar. Özellikle hamsi, ülkemizde toplam balık üretiminin % 55'ini oluşturmaktadır (7). Hamsinin avlandıktan sonra zaman zaman tekrar denize dökülmesi veya insan besini olarak tüketimi gerekirken, gübre olarak kullanılması yurdumuz insan beslenmesi bakımından protein savurganlığıdır.

Tüm balık üretimi içinde en büyük payı oluşturan hamsi bu nedenle ayrıca bir önem taşımaktadır (1,5).

Üretim ve tüketim durumuna göre hamsiden sonra önemli balık türlerinden ikisi de istavrit ve sardalyadır (5,7). Bu balıkların insan besini olarak tüketime arzı daha çok taze olmakla birlikte, son yıllarda soğutulmuş ve dondurulmuş olarak da yapılmaktadır. Arık Çolakoğulları ve arkadaşları (8) ile Akyol ve Perçin'e (9) göre ülkemizde balıkların taze olarak tüketimi % 65 ile % 91 arasında değişmektedir.

Bu nedenle ülkemizde taze olarak tüketime sunulan hamsi, istavrit, sardalya balıklarının kalitesinin son yıllarda geliştirilen tekniklerle belirlenmesi ayrı bir önem taşımaktadır (1).

Kalite kontrol yöntemlerini;

1. Organoleptik (duyusal) muayeneler,
2. Fiziksel Analizler (pH, göz merceğinin şeffaflığı, etin sertliği, balık etinin elektrik özellikleri v.b.)
3. Kimyasal analizler (TVBN tayini, TMA tayini, TBA tayini, histamin analizi v.b.)
4. Mikrobiyolojik analizler (TMAB, TPAB, toplam koliform, fekal koliform v.b.) şeklinde sınıflandırmak mümkündür (10).

Bu çalışmada, taze olarak tüketime sunulan balıkların özellikle hijyenik koşullarının durumu, toplum sağlığına olumsuz etkilerinin incelenmesi ve gerekli tedbirlerin ortaya konulması amacı güdülmüştür.

GENEL BİLGİLER

1. Balıkların Besin Değeri ve İnsan Beslenmesindeki Önemi:

Besin maddelerinin kalitesi; içerdikleri proteinleri, yağları, karbonhidratları, vitaminleri ve mineralleri insan beslenmesi için gerekli, yeterli ve dengeli bir biçimde bulundurmalarıyla anlaşılır. Ayrıca besin maddelerinin sindirim kanalı enzimleriyle kolayca sindirilebilmeleri de kaliteyi belirleyen önemli bir faktördür (3). İşte balıklar başta olmak üzere su ürünleri kaliteye dair tüm bu özelliklere nerdeyse tek başına sahip olmasıyla önemli besin maddeleridir (3,11).

Tablo 1: Farklı deniz ürünlerinin makro besin bileşenleri (11).

Balık Türü	Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)	Ham Kül (%)
Hamsi	17–21	4–8	1,5
İstavrit	19–22	0,5–10	1,5
Sardalya	17–19	4–15	1,5

Balıklarda protein oranı belli sınırlar içindedir ve pek fazla değişmez (11). Tüm hayvansal ürünlerde olduğu gibi balıklar da insan organizması için esansiyel olan lizin, triptofan, fenilalanin, löysin, izolöysin, treonin, metiyonin, valin aminoasitlerini yeterli miktarda içerirler. (11,12)

Tablo 2: Günlük esansiyel aminoasit gereksinimi ve balık etinin bunu karşılama oranı (11).

Aminoasitler	Günlük gereksinim (mg)	200 gr balık filetosundaki miktar (mg)	Gereksinimi karşılama oranı (%)
Valin	1,6	2,0	125
Treonin	1,0	1,6	160
Löysin	2,2	2,8	125
İzolöysin	1,4	2,0	140
Lizin	1,6	3,2	200
Metiyonin	2,2	1,2	55
Fenilalanin	2,2	1,4	65
Triptofan	0,5	0,4	80

Balık etinin bağ dokusu yoktur, karbonhidrat miktarı da önemsenmeyecek düzeydedir. Fakat kolay sindirilebilir hayvansal proteinden zengindir (3).

Balığın değerli bir gıda maddesi olmasını sağlayan diğer bir özelliği de balık yağının kompozisyonudur. Teknolojinin gelişmesiyle çağdaş insanın daha az hareket etmesi, kas gücünün çalışma içinde daha az kullanılması nedeniyle başta kardiyovasküler hastalıklar olmak üzere çeşitli ortopedik bozukluklar yaygınlaşmıştır. Özellikle kardiyovasküler hastalıkların birinci derecede beslenme şekliyle ilişkilendirilmesi, günümüz insanının gıda maddesi seçimini çok etkilemektedir (13). Su ürünleri dışındaki hayvansal ürünler tartışılmaz protein kalitesine rağmen içerdikleri doymuş yağ asitleri nedeniyle diyetlerde alımları sınırlandırılmak zorundadır. Ancak sağlıklı ve dengeli beslenme için de mutlaka hayvansal protein alınması zorunludur (12,13).

Balık yağları birden fazla çift bağ içeren çoklu doymamış yağ asitlerini [Polyunsaturated fatty acid (PUFA)] içermesi bakımından önemlidir. Balık yağı % 20 oranında doymuş yağ asitlerini % 80 oranında da doymamış yağ asitlerini içerir. Balıkların içerdiği doymamış yağ asitleri daha çok 12–26 karbon atomu içeren uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleridir. PUFA'lardan da eikosapentaenoik asit (EPA) ve dekosapentaenoik asit (DHA) balıklarda oldukça fazla miktarda bulunur.

Balıkların yoğun olarak içerdiği PUFA'lar karbon zincirinin metil grubundan itibaren çift bağın bulunduğu karbon atomunun yerine göre sınıflandırılır. İlk çift bağ üçüncü karbon atomunda ise omega (ω) -3, ω -3 veya n-3; altıncı karbon atomunda ise omega (ω) -6, ω -6 veya n-6 yağ asitleri adını alır. Balıklar, ω -3 grubu yağ asitlerinden EPA ve DHA'nın neredeyse tek kaynağıdır. Bu yağ asitleri deniz balıklarında, tatlı su balıklarından daha fazla bulunmaktadır (11,14).

Balık yağının bu özelliklerinden dolayı Amerikan Kalp Birliği (AHA) tarafından kalp sağlığının korunabilmesi amacıyla haftada iki kere balık tüketilmesi tavsiye edilmektedir (15).

Balık; potasyum (K) ve magnezyumu (Mg) yeteri kadar; demir (Fe), bakır (Cu), selenyum (Se), iyot (I), flor (F), çinko (Zn), mangany (Mn)'ı ise eser miktarda bulundurur. Balık kılçığıyla birlikte yendiğinde, kalsiyum (Ca) ve fosfor (P)'da günlük ihtiyacı karşılayacak kadar alınmış olur.

Balıkların vitamin kompleksi türden türe farklılık gösterebildiği gibi türler içinde de farklılık gösterebilmektedir. Kültür balıkçılığında balıklar sıklıkla vitamin ağırlıklı

yemlerle beslendiğinden yetiştiriciliği yapılan balıkların vitamin miktarı ve vitamin içeriği aynı balığın doğal ortamda bulunan halinden farklılık gösterir.

Balık türleri içinde vitamin miktarı şu faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir:

- Büyüklük, yaş, olgunluk, üreme durumu gibi biyolojik parametreler,
- Av mevsiminde sıcaklık ve yem durumu,
- Av alanına bağlı yem durumu,
- Avdan analize dek balığa uygulanan işlemler

Balıklar önemli bir A, D, E vitamini kaynağıdır. Özellikle balık karaciğer yağı A ve D vitamini bakımından zengindir. Suda eriyen vitaminlerden de B₆ ve B₁₂ balık etlerinde önemli miktarda bulunur. Niasin yağlı balıklarda bulunurken, B₂ (riboflavin) balık derisinde özellikle yassı balıkların gözlü taraflarındaki sırt kısımlarındaki deride önemli ölçüde bulunur (11).

2. Hamsi, İstavrit ve Sardalya Balıklarının Özellikleri ve Sınıflandırılması:

2.1. Hamsi [*Engraulis encrasicolus* (L., 1758)]:

Hamsi özellikle Karadeniz ve Azak Denizi'nde bol miktarda bulunan bir balık türüdür. Bu balığın Karadeniz'deki türleri, *Engraulis encrasicolus ponticus* ve *Engraulis encrasicolus maeticus*'tur.

Bunlardan *Engraulis encrasicolus ponticus*, Karadeniz hamsisi olarak sıkça bahsedilen türdür. Karadeniz hamsisinin boyu 18-20 cm ye kadar büyüyebilir. *Engraulis encrasicolus maeticus* ise Azak hamsisi olarak bilinir ve boyu 15 cm ye kadar ulaşır. Azak Denizi'nde ürer, beslenir ve kışlarken kuzey Kafkasya'dan Sukumi'ye kadar ve kısmen de Kırım açıklarında dolaşır. Kışlama döneminde bu tür, yalnız Birleşik Devletler Topluluğu (BDT) üyelerince avlanır. Yalnız bazı araştırmacılar, bu türün Türkiye sahillerine kadar indiği ve avlandığını ileri sürerler (3,16).

Hamsinin torpil biçimindeki gövdesi ince uzundur. Başta büyük ağız ve dışarı taşkın üst çene dikkati çeker. Kuyruk yüzgecinin kökünde yaprak şeklinde iki pul bulunur. Sırt yeşilimsi gri, yan bölgeler ve karın gümüş beyazıdır. Sırt bölgesini, yan kısımlardan ayıran siyahımsı mavi bir şerit, baştan kuyruğa kadar devam eder (3).

2.2. İstavrit [*Trachurus trachurus* (L., 1758)]:

Yurdumuzda istavrit veya karagöz istavrit diye bilinirken İngiltere'de Atlantic horse mackerel, horse mackerel, Fransa'da chincard, Amerika Birleşik Devletleri'nde common scad, Suriye'de esfer, Yunanistan'da grizosavrido, savridi gibi isimlerle bilinmektedir. Yurdumuzdaki tüm sularda bulunur. Daha çok Marmara balığı sayılmakla

beraber yazları Karadeniz'e çıkarak yemlendiği sonbaharda da Marmara'ya döndüğü bilinmektedir. Ege ve Akdeniz'de de sıkça rastlanır. Akrabası *T. Mediterraneus*'tan biraz daha enli ve tombul olmasından başka; yanal çizginin üstündeki ikinci bir hat belli belirsiz nokta nokta kafadan kuyruğa kadar uzanır, diğerinde bu hat birinci sırt yüzgecinde biter. Sırtı mavimsi, gri-siyah renkte yanları ve karnı beyazdır. Yüzgeçleri akrabası ile aynı şekildedir, kafası normal ağız körüklü ve büyüktür. Beslenme alışkanlıkları karagöz istavrit ile aynıdır. Pelajik balıklardandır, kışları 600 metre derinlere kadar çekilirken yazları su üstüne kadar çıkabilirler. Büyük sürüler halinde bulunurlar. Ege ve Akdeniz'de hemen hemen yıl boyunca yumurta dökebildiği tespit edilmiştir. Marmara ve Karadeniz de yaşayanlar ise genelde Nisan-Temmuz arası yumurta dökerler. Bir dişi 140,000 kadar yumurta dökebilir, yumurtalar pelajiktir ve açıldıklarında 5 mm, boyunda yavrular çıkar. Ömrü 14 yıl kadardır, ortalama boyları 20-25 santimdir. Yurdumuzda 50 santimlikleri yakalanabilirken açık denizlerde 70 santim boy ve 2 kilo ağırlığa kadar olanları yakalanmaktadır (3,16).

2.3. Sardalya [*Sardina pilchardus*, (W., 1792)]

Sardalyanın vücut şekli ringa balığınıninkine benzer. Çenesi çıkıntılı olan sardalyanın başı sivridir. Solungaç kapakları çizgilidir. Karakteristik olan pulları çabuk sökülür. Pullar, kuyruk kökünde yaprağımsı görünümündedir. Karın kenar keskindir. Sırt kısmı mavimsi yeşil, gövdenin yanları ve karın gümüşü renktedir. Sardalyaların boyları en fazla 25 cm'ye kadar ulaşır. Genç balıklar seksüel olgunluğa eriştiklerinde yaklaşık 15 cm uzunluğunda olurlar.

Sardalyalar denizlerin 200 m derinliğinde bulunurlar. Yavruları fitoplanktonlarla, erginler ise zooplanktonlarla beslenirler.

Sardalyanın yaşadığı denizler, Avrupa ve Afrika'nın Atlantik kıyıları ile Akdeniz kıyılarıdır. Sardalya balıkları en çok Akdeniz'de avlanır. Sardalyalar çok uzak mesafelere göç ederler. Yumurtlama zamanı balıkların bulunduğu deniz bölgelerine göre değişir. Yumurtlama Akdeniz'de bütün yıl sürerken, Portekiz kıyılarında ilkbaharda, Fransa kıyılarında ise yaza aylarında gerçekleşir. Larvalar, uygun sıcaklık derecelerinde 3 günde çıkarlar. Uzunlukları 3-4 mm kadar olur. Genç sardalyalar kıyı kesimlerde bulunurlar (3).

3. Balıklarda Bozulma:

Balıklar, avlandıktan kısa bir süre sonra otolitik-enzimatik, oksidatif, mikrobiyolojik etkilerle birtakım değişikliklere uğrarlar. Bu değişimler sonucu oluşan bileşikler insan sindirim sistemindeki gibi düzenli bir parçalanmayı takiben oluşmaz.

Ayrıca oluşan kimyasal bileşikler insan sağlığına toksikasyon şeklinde olumsuz etkiye bulunduğu; bu kimyasal değişimler, balık etinde bozulma olarak bilinir (1,3).

Balıklar diğer çiftlik hayvanlarının etlerine göre daha çabuk bozulur. Çünkü balık etinde psikrofil mikroorganizmalar dominanttır. Bu mikroorganizmaların en uygun üreme derecesi 15–20 °C arasında değişir. Üreme için minimum sıcaklık derecesi 6 °C' dir. Psikrofil mikroorganizmaların üremesi 30 °C' de durur. Oda sıcaklığı da yaklaşık bu aralığa denk geldiği için psikrofiller kolayca ürerler.

Balık etini oluşturan kasların fascia, tendo gibi koruyucu doğal kılıfları yoktur. Ayrıca balık etlerinin su oranı yüksektir. Bu nedenle mikroorganizmaların üremesi için iyi bir besi yeri oluştururlar.

Balıklarda avlanma sonrası derinin yüzülmesi şeklinde bir işlem yapılmaz. Balık derisi ıslak ve sümüksel bir yapıda olduğundan bakterilerin çok kısa zamanda üremeleri ve buradan derinlere nüfuz etmeleri için ideal bir besi yeri oluşturur.

Ülkemizde avlanma sonrası balıkların iç organları çıkartılmaz. Nadiren yapılsa da bu işlem genellikle dikkatle yapılmaz ve iç organ içerikleri çoğunlukla balık etine bulaşır. Bu nedenle karın boşluğu ve balık üzerinde bırakılan solungaçlar mikroorganizmaların üremesi ve balığın diğer bölümlerini kontamine etmesine yol açar (3).

Balıklarda ölüm sonrası değişim 3 aşama gösterir. Bunlar rigor mortis (ölüm katılığı), otoliz ve kokuşmadır. Bu olaylar birbirini takip eder, ancak birbirlerinden kesin çizgilerle ayrılmaz. Balığın bir bölgesinde rigor mortis tamamlanmadan bir başka bölgede otoliz başlayabilir. Balıkların tüketimi ve işlenmesi ancak rigor mortis, otoliz dönemleriyle kokuşma başlamadan önce mümkündür. Kokuşmanın ilerlediği safhalarda etlerin tüketimi ve işlenmesi sakıncalıdır (17).

Balık canlıyken kas dokunun kasılması için kullanılan adenosin trifosfat (ATP), fosfor kaybederek adenosin difosfat (ADP) ve adenosin monofosfata (AMP) indirgenir. Kas dokuda glikojenin aerob (oksijenli) glikolizi sonucunda su ve CO₂'e indirgenmesiyle ADP'den tekrar ATP sentezi mümkündür. Ölüm sonrası kalbin kan pompalamayı durdurması nedeniyle kaslarda anaerob (oksijensiz) glikolizis gerçekleşir ve glikojen ancak laktik aside kadar indirgenerek ATP sentezi için enerji elde edilmeye çalışılır (17,18). Bu arada oksidatif enzim sisteminin etkisiz kalması nedeniyle kas kontraksiyonları eski halini alamayarak başta transversal iskelet kasları olmak üzere ve genel olarak tüm vücut kaslarında bir sertleşme gözlenir (17,19). Kontraksiyonlar genelde baş bölgesinden başlayarak kuyruk bölgesine kadar devam eder. Bu da kaslardaki oksijen tüketimine

paralel bir olgudur. Rigor mortis süresi normal koşullarda 1–3 saat arasındadır. Ancak uygulanacak çeşitli teknolojilerle bu süre bir kaç güne kadar uzatılabilir. Rigor mortis sırasında etlerin sıcaklığı 2–8 °C artar. Rigor mortis sonrası etler yumuşayarak otoliz olayı başlar.

Rigor mortisin süresi balığın kimyasal yapısına ve ölüm sonrası balığın karşılaştığı işlemlere bağlı olarak değişir. Balık etlerinin bağ dokusu zayıf olduğundan rigor mortis süresi oldukça kısadır. Yavru ve genç balıklarda su oranı yüksek olması nedeniyle rigor mortis daha kısadır. Yağ oranı yüksek, kırmızı etli balıklarda rigor mortis daha uzun, beyaz etli su oranı yüksek olan ve tatlı su balıklarında rigor mortis daha kısadır. Balığın yaşadığı sırada hastalıklı olması, iyi beslenememesi, çevre koşullarının iyi olmaması, göç ve üreme sonrası yakalanması rigor mortis süresini olumsuz yönde etkiler.

Su ürünlerinde rigor mortis süresinin uzatılması buna bağlı olarak otoliz süresini de uzatarak kokuşmayı geciktirecektir. Balığın yakalanma ve ölüm şekli rigor mortisi etkiler. Ani öldürülen balıklarda rigor mortis çırpınarak ölen ve ağılarda uzun süre bekleyen balıklara oranla daha uzundur. Ölüm sonrası balıkların ve çevrenin sıcaklığının düşürülmesi ve düşük sıcaklıkta saklanması balığın rigor mortis süresini uzatır. Balıklar tutulduktan sonra baş, solungaç ve iç organlarının hemen temizlenmesi, balık vücudunda bulunan mukus tabakasının yıkanması da rigor mortis süresini uzatır (17).

3.1. Balıklarda Bozulmaya Yol Açan Etmenler:

Duyusal, mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal yöntemlerle saptanan değişimlere yol açan faktörler iki grup altında toplanabilir (3,20).

3.1.1. Eksojen faktörler (Çevre etkileri, mikroorganizmalar)

Balıkların doğal bir mikro florası vardır. Balık mikro florası, balık türü, balığın yaşadığı sular, mevsimler, beslenme durumu ve gelişim dönemleri gibi faktörlere bağlı olarak değişir.

Balık eti mikrobiyel ve enfeksiyöz hastalıklar dışında balık canlıyken sterildir. Mikroorganizmalar kural olarak post-mortal dönemde dokulara girer ve zamanla üreyerek bütün dokuları sarar. Mikroorganizmaların büyük bir bölümü birincil olarak çevrede, balıkların yapışkan, sümüksel tabakayla kaplı derisinde, solungaçlarında ve barsak içeriğinde bulunur.

Balıkların diğer bir kısmı ise ikincil olarak işleme taşıma ve pazarlama sırasında balıklara geçer. Bu nedenle deniz balıklarındaki mikroorganizmalar deniz ve kara kökenli olarak ayırt edilebilir (3,21).

Balıkların bozulmasında psikrofilik ve mezofilik mikroorganizmalar, çoğunlukla da proteolitik özellikte olanları önemli rol oynar. (3) Soğuk sularda avlanan balıkların derisinde Gram (-) bakteriler, başlıca *Psycrobacter*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Shewenella* ve *Vibrio*; ılık sularda avlanan balıkların derisinde ise Gram (+) bakteriler özellikle *Micrococcus*, *Corneform* ve *Bacillus* cinsleri hâkim durumdadır. (19) Balıkların sindirim sisteminde ise *Achromabacter*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Escherichia* cinslerine ait bakteriler bulunmaktadır (22).

Psikrofilik bakteriler 5–20 °C arasındaki sıcaklık derecelerinde yoğun üremeleri, -0,5 °C’ de bile proteolitik aktivitelerini sürdürmeleri, son derece hareketli oluşları nedeniyle kas dokuda süratli yayılmaları ve bol miktarda renk, koku ve tad maddesi üretmeleriyle balık mikro florası içinde önemli bir yere sahiptir. Bu mikroorganizmaların, balık kaslarında, renk, koku lezzet bozukluklarına neden olabilmesi için belirli bir düzeyin üstünde üremeleri gerekir. Önemli olan nokta, psikrofilik mikroorganizmaların balık etinde hangi oranda bulunduğu tespitidir. Buna dayanılarak balık etinin hijyenik durumu ve tazelik derecesi hakkında bilgi edinilebilir (3,23).

Psikrofil mikroorganizmalar bakteriyel bozulmanın başlangıç döneminde görülür ve bozulmanın asıl nedenini oluştururlar. Mezofil mikroorganizmalar ise tutulan balıklara, taşıma, işleme ve pazarlama döneminde kontaminasyon yoluyla geçerler ve kokuşmaya kadar giden değişimlere neden olurlar. Balıklara bulaşan mezofil mikroorganizmalar diğer proteinli gıda maddelerinde rastlanılanların aynısıdır. Optimum 37 °C’ de üreyen ve çoğunlukla saprofit özellikte olan bu mikroorganizmaların en önemlilerini enterobakteriler, enterokoklar, streptokoklar, mikrokoklar, aerob basiller ve klostridialar oluşturur (3,21).

Balıklarda meydana gelen bozulmanın hızı aşağıdaki faktörlere bağlıdır (24).

Balık çeşidi: Balık çeşidi ile balıkların bozulma hızı arasında ilişki bulunmaktadır. Örneğin, yassı balıklar rigor mortise daha hızlı geçtikleri için yuvarlak balıklara kıyasla daha çabuk bozulurlar. Ancak kalkan balığı yassı balık olmasına rağmen, pH’sı düşük (5,5) olduğu için daha uzun süre saklanabilir. Bazı yağlı balıklar doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu hızlı bir şekilde bozulurlar. Trimetilamin oksitçe (TMAO) zengin balıklarda bakteriyel ve enzimatik aktivite sonucu tipik bayat balık kokusunu veren TMA oluşur.

Balığın yakalandığı andaki durumu: Balığın yakalanması sırasında fazla mücadele etmesi ve oksijen azlığı sonucunda balığın glikojen kaynakları hızlı bir şekilde tükenir. Bu durumda kas dokuda pH düşüşü daha az olur ve bozulmaya karşı duyarlı hale

gelir. Ayrıca yakalandığı sırada barsakları dolu olan balıklar, boş olanlara kıyasla daha hızlı bozulurlar.

Bakteriyel bulaşmanın düzeyi: Çamur, su, işçiler, balığın yüzeyindeki kaygan tabaka ve barsak içeriği kontaminasyon kaynaklarını oluşturur. Mikroorganizmalar solungaçlardan geçerek vasküler sistem aracılığıyla dokulara veya barsaklardan vücut boşluğuna geçebilirler. Ayrıca işçilerin ellerinden, alet ve ekipmanlardan yoğun bulaşma söz konusudur. Ancak iyi bir yıkama bulaşan bakterilerin çoğunu uzaklaştırır, bunu izleyen yeterli soğutma kalan bakterilerin gelişmesine engel olur. Balığın derisinde meydana gelebilecek zedelenmeler de bozulmayı hızlandırır.

Sıcaklık: Bakteriyel gelişmeyi önlemek veya geciktirmenin en etkin yolu balığın soğutulmasıdır. Soğutma mümkün olduğu kadar hızlı bir şekilde yapılmalı (0 ile -1°C) ve bu düşük sıcaklık muhafaza edilmelidir. Hızlı dondurma işlemi ise balığın muhafazasında daha etkili bir yöntemdir (24).

Balıklarda bozulmaya genellikle balık yüzeyindeki kaygan tabaka ve barsaklarda bulunan doğal flora neden olmaktadır (22). Bozulmaya neden olan hâkim flora balığın bekletildiği sıcaklığa göre değişkenlik göstermektedir (24). Düşük sıcaklıklarda tutulan balıklarda başlıca *Pseudomonas* cinsi ile birlikte *Achromobacter* ve *Flavobacterium* cinsleri bozulmaya neden olmaktadır. Daha yüksek sıcaklıklarda ise *Micrococcus*, *Bacillus*, *Escherichia*, *Proteus*, *Serratia*, *Sarcina* ve *Clostridium* cinsleri gelişebilir. Bakteri önce yüzeyde gelişir daha sonra dokulara girer. Balığın bünyesinde meydana gelen otolitik değişimler sonucu bakteriyel gelişme için gerekli olan azotlu bileşiklerde artış görülür. Dokularda gelişen bakteri bu bileşiklerden TMA, amonyak, amin bileşikleri, hidrojen ve diğer sülfür bileşikleri, merkaptan, indol gibi kötü kokulu ürünler oluşturur.

Patojen Flora: Temiz sularda avlanan balık ve su ürünleri genellikle gıda zehirlenmelerine neden olan mikroorganizmaları içermez. Ancak patojen mikroorganizma içeren alanlardan avlanan balık ve diğer su ürünleri bu mikroorganizmalarla bulaşmış olabilir (22).

Vibrio türlerinden *V. parahaemolyticus* başta olmak üzere *V. cholerae*, *V. vulnificus* ve *V. mimicus* insanlar için patojen olan deniz kaynaklı mikroorganizmalardan bazılarıdır. *V. parahaemolyticus*'a kıyı sularından, körfezlerden, nehir ağızlarına yakın deniz sularından avlanan su ürünlerinde sıklıkla rastlanmaktadır. Bu mikroorganizmanın saptanması deniz suyu sıcaklığı ile ilişkilidir. Yaz aylarında daha sıklıkla izole edildiği bilinmektedir. *V. cholerae* ise fekal kontaminasyona maruz kalmış sulardan izole

edilmektedir. Yapılan çalışmalar bu bakterinin deniz suyu ve çift kabuklu yumuşakçalarda uzun süre canlılığını koruyabildiğini göstermiştir. Bu yüzden deniz ürünlerinin çiğ tüketilmesi büyük risk taşımaktadır.

Salmonella cinsi bakterilerin başlıca bulunma kaynakları insan ve hayvan barsaklarıdır. Bu şekilde dışkı yoluyla su ve gıdaların kontaminasyonu söz konusudur. Balıklar önemli bir *Salmonella* kaynağı olmamalarına rağmen, kontamine olmuş sulardan avlanan balık ve diğer su ürünlerinin *Salmonella* içermesi doğaldır. Aynı durum başlıca bulunma kaynakları insan ve çoğu sıcakkanlı hayvanın barsakları olan patojen *Escherichia coli* grupları ile doğal habitatı insan barsakları olan *Shigella* türleri için de geçerlidir.

Aeromonas hydrophila'nın en sık izole edildiği kaynak sudur ve tatlı su sistemleri, evsel ve endüstriyel atık sular, yüzey suları, kuyu suları, işlem görmemiş çeşitli içme ve kullanma suları gibi kaynaklarda bulunma olasılığı yüksektir. Organizma tuzlu sulardan da izole edilebildiğinden dolayı tatlı suların yanında denizlerde yaşayan canlılardan özellikle balık, midye ve diğer çift kabuklu yumuşakçalardan izolasyonu yapılabilmektedir. *Listeria monocytogenes* ve diğer *Listeria* türleri de başlıca tatlı sulardan, endüstriyel, insan ve hayvan kaynaklı kontaminasyona maruz kalmış sığ deniz sularından izole edilmektedir. Bu alanlarda avlanan balık ve diğer su ürünleri bu organizmayı içerebilmektedir.

Clostridium botulinum E tipi çoğunlukla deniz ve göl sularında, balık barsaklarında, deniz ve göl diplerindeki çamurda bulunmaktadır. Taze yakalanmış balıklarda bu mikroorganizma fazla olmamasına rağmen, depolama ve işleme sırasındaki uygun olmayan koşullar organizmanın üremesine ve toksin üretmesine neden olur. Konserve gıdalar ise en rahat gelişebildikleri gıdalardır. Bu yüzden bombajlı veya şüpheli konserve gıdaların tüketilmemesine dikkat edilmelidir.

Staphylococcus aureus için en önemli kaynak insandır ve başlıca insanların deri, boğaz, burun florasında bulunmaktadır. Özellikle hazırlanmaları sırasında çok fazla el ile temas edilen ve uygun şartlarda bekletilmeyen gıdalarda *S. aureus* gelişimi ve toksin üretimi söz konusudur (22).

3.1.2. Endojen faktörler (Balık dokusu enzimleri): Kaslarda enzimlerin oluşturduğu kolektif değişimler, olgunlaşma adı altında toplanır. Olgunlaşma kesim hayvanlarının etleri için istenen bir durumdur. Balık etinde ise bu tür değişimler istenmez. Çünkü bu değişimler sonucu kötü koku ve hoş gitmeyen lezzet gibi organoleptik değişimler başta olmak üzere bir dizi bozukluklar belirir. Bu nedenle balıklarda otolizi önlemek veya bir süre geciktirilmesi zorunluluğu vardır. Balığın buz içerisinde

saklanmasıyla otoliz yavaşlatılır, fakat durdurulamaz. Balık dondurulduğu zaman minimal düzeye indirilen otoliz, çözündürme işlemiyle birlikte yeniden hızlanır.

Balıkların avlandıkları deniz kesimlerinde suyun sıcaklığı genellikle 10 °C' nin altındadır. Sıcaklık derecesi tropik bölgelerde, sığ sularda ve tatlı sularda biraz daha yüksek olabilir. Balıkların vücut sıcaklıkları bu sıcaklık derecelerine uygundur. Avlanan balıklarda sıcaklık derecesi genellikle atmosfer şartlarına bağlı olarak yükselir ve 15–25 °C arasında değişir.

Otolitik olaylar bu sıcaklık derecelerinde hızla gelişir. Bu nedenle sahil balıkçılığının yapıldığı yerlerde balıklar kısa zaman aralığında balıkhaneye ulaştırılarak buzlu muhafazaya alınır. Açık denizlerde büyük balıkçı gemileriyle avlanan balıkların dondurma ve işleme tesislerine ulaştırılması gerekir. Buz içerisinde muhafaza edilen balıklar, 2 hafta sonra işleme yerlerine ulaştırıldıkları zaman tazeliklerini kısmen yitirmiş olurlar. İleri teknolojilerde açık denizlerde avlanan balıklar, büyük gemilerde çeşitli ürünler halinde işlenerek uzun süre dayanacak duruma getirilirler.

Son yıllarda açık denizlerde avlanan balıkların gemilerde dondurulduktan sonra donmuş muhafazaya alınması yaygın şekilde uygulanmaktadır (3).

3.2. Bozulma Sırasında Balık Etinde Oluşan Kimyasal Değişimler:

3.2.1. Karbonhidratlarda Oluşan Değişimler: Balıkların tutulmasından 5 gün sonra, kaslarda çok az oranlarda bulunan glikoz ve glikojen tamamen dekompoze olur. Bu parçalanmanın bir ürünü olarak meydana gelen nükleotidlerden "riboz" postmortal dönemde giderek artar. İnozin miktarı başlangıçta artarsa da, sonraki günlerde giderek azalır (3).

3.2.2. Yağlarda Oluşan Değişimler: Balık etindeki kimyasal değişmelerin önemli bir kısmı da balığın yağında oluşur. Bu değişimler özellikle acılaşıma şeklinde olup yağlı balıklarda daha çok görülür (3).

Balık yağlarının, doymamış yani moleküllerinde bir veya birden fazla çift bağ bulunduran yağ asitlerinden oluşması nedeniyle oksijenle birlikte lipoksidazların etkisine maruz kalmaları ve yıkımlanmaları daha kolay olur (12).

Yağlarda dekompozisyon ve bozulma olayları sadece ve doğrudan doğruya yağda cereyan etmez. Bu olaylar yağın oluşturduğu bitkisel ve hayvansal dokular içerisinde veya yağın kullanıldığı besin ürünleri içerisinde de cereyan eder. Bu nedenle bozulan yağ ve aynı zamanda bulunduğu ürün akseptabilite ve palatabilite denilen iştah ve istekle yenilebilme niteliklerini kaybederek lezzetsiz bir hal alır ve dolayısıyla ekonomik bir zarar

meydana gelir. Yağların bozulması sonucu üründe 5 farklı değişim görülür. a) Lezzet ve koku değişimi, b) Asitlik değişimi c) Peroksit oluşumu d) Aldehit oluşumu e) Keton oluşumu (25,26).

Yağlarda görülen bozukluklar karakteristik değişikliklerden acılaşıma veya bilimsel bir deyimle ransidite denilen bozukluklar genel olarak iki grup altında incelenir.

3.2.2.1. Hidrolitik Değişiklikler: Balık yağları ya yüksek basınç altında su ile ya normal basınç altında asitlerle kaynatılarak ya da belirli enzimlerin örneğin lipazın katalitik etkisiyle hidrolize olurlar. Bu reaksiyonda 1 molekül gliserid 3 molekül su alarak, 3 molekül yağ asidi ve 1 molekül gliserine parçalanır. Acılaşıma olarak bilinen yağlardaki hoş olmayan koku ve tat oluşumu kısmen hidroliz sonucu serbest kalan yağ asitlerinden kaynaklanır (12).

3.2.2.2. Oksidatif Değişiklikler: Bu tip değişiklikler yağlarda genel bir değişme tipidir ve asıl acılaşıma olayını anlatır. Yağ molekülüne, lipoksidaz enzimi veya havanın oksijeninin etkisiyle oluşur.

Doymamış yağ asitleri oda sıcaklığında ve şartlarda oksijen ile oksidasyona uğramaktadır. Oksijen ile oksidasyonda doymamış tek karbonlu zincire oksijenin katılması ile hidroperoksit ara ürünü üzerinden geçer. Yüksek doymamış karbon zincirindeki oksidasyonda ise çift bağlar ikiden fazla metilen grubu bağlayacak şekilde ayrılmakta ve iki metilen grubuna ayrıldığından daha kolay okside olmaktadır. Acımış yağların karakteristik lezzet ve kokularının hidroperoksitlerden ve bozunma ürünlerinden ve oluşan diğer maddelerden ileri geldiği saptanmıştır. Doymamış yağ ve yağ asitlerinin oksidasyonu sırasında çok yavaş bir değişme olsa dahi saptanabilecek ilk değişiklik redoks potansiyelinde olmakta ve sonra peroksit değerinde yükselme görülmektedir. İkinci basamakta yani oksidasyon olayının daha da ilerlemesi ile peroksitler bozunarak aldehit ve ketonlara dönüşürler. Yağlarda acılaşıma yani ransidite denilen değişim budur. Oksidatif değişiklikte doymamış yağ asitlerinin çift bağlarının bulunduğu yerlerde önce ve çabuk geçici olan moloksit denilen ve çok hızlı gelişen maddeler, sonra da bunu izleyen peroksit ve daha sonra da yağ zincirinin bu noktasından koparak iki ucunda aldehit bulunan bileşikler meydana gelir. Böylece yağ molekülü çift bağ yerinden koparak bir yağ molekülü iki aldehite ayrılır (25,26).

Balıktaki yağ oranının, oksidasyon hızı üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bildirilmektedir. Yağ oranı az olan balıkların yüksek olanlara göre daha uzun süre muhafaza edilebileceği saptanmıştır (26).

3.2.3. Proteinlerin Parçalanması İle Oluşan Değişimler

Balık eti proteinlerinin parçalanması orijinal fermentlerin ve özellikle peptidaz, amidaz, imidaz gibi bakteri fermentlerinin faaliyetiyle olur (3).

3.2.3.1. TMA Oluşumu

Deniz balıklarının kaslarında bulunan ve osmoregülatör görevi yapan en önemli bileşik TMAO'dur. Tatlı su balıklarında bulunmayan TMAO balık gövdesinde tampon görevi yapar (20,27). TMAO, gerçek zooplankton türlerinde biyosentez yoluyla oluşmaktadır. Plankton yiyen balıklar TMAO'yu bu yolla almaktadır (27). TMAO mikroorganizmaların ve trimetilamin oksidaz enziminin etkisiyle TMA'ya indirgenir. TMAO kokusuz bir bileşik olmasına rağmen, TMA çok düşük koku eşliğine sahiptir ve bayat balık, balıkthane kokusundadır. TMA hoşça gitmeyen organoleptik belirtilerin nedenlerinden birini oluşturur. TMA oluşumu mevsim, balığın yakalandığı bölge, balık türü, kas türü (beyaz veya siyah et) ve işleme türüne göre değişimler gösterir. TMA miktarının tayini ile balıkların tazeliği hakkında fikir yürütülebilir (20,27).

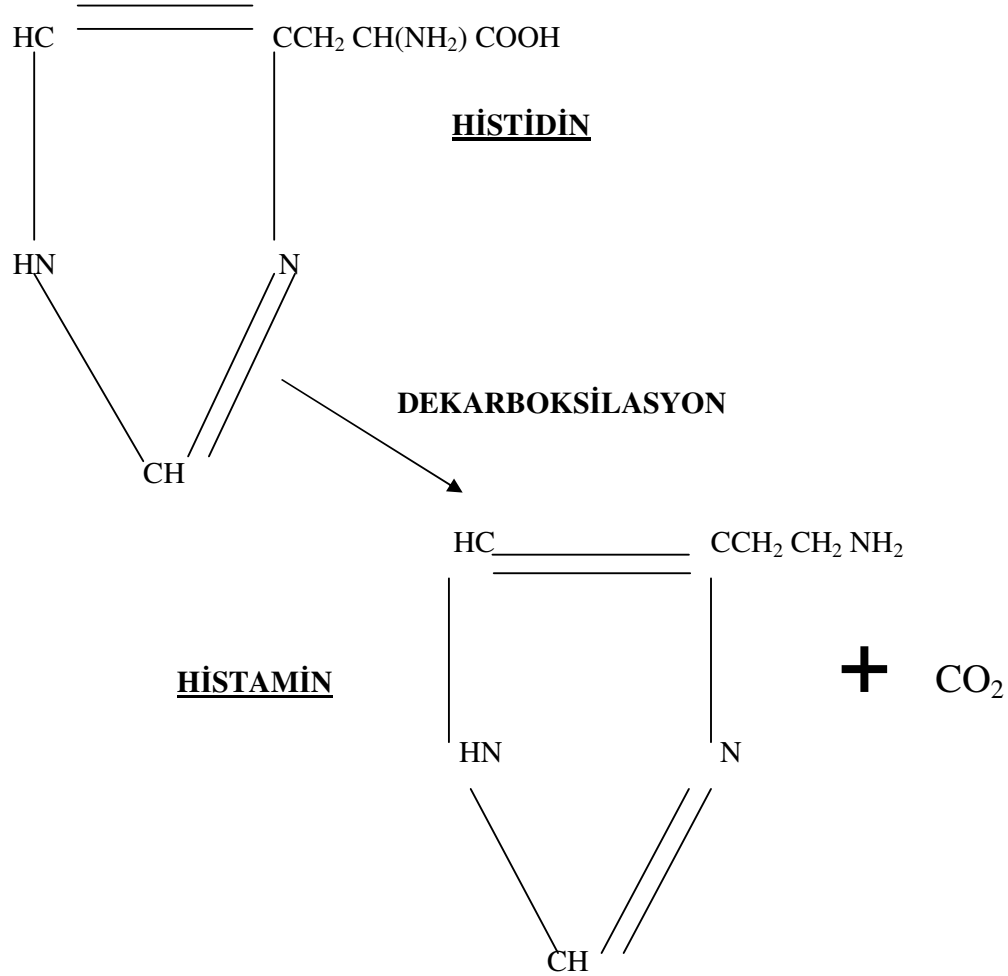
3.2.3.2. Toplam Uçucu Bazik Azotlu Maddelerin Oluşumu

Bozulma sırasında TMA'dan başka kimyasal maddeler de meydana gelmektedir. Balıkta bozulmanın giderek ilerlemesiyle uçucu bazik azotlu maddelerin miktarı da artar. Bozulmanın daha ileri safhalarında amonyak oranı sürekli artar. Balıklarda tazelik durumunun değişimine paralel olarak serbest aminoasitlerin ve aminlerin miktarında da değişiklik olmaktadır. Balıklar ileri derecede bozuldukları zaman kaslarında indol ve hidrojen sülfür meydana gelir (20).

3.2.3.3. Histamin Oluşumu

Balık kaslarında protein ve alt sübstanlarının parçalanması veya kimyasal dönüşümü sonucu oluşan maddelerden en önemlisi histamindir. Histamin biyojenik aminler adı verilen kimyasal madde grubu içinde yerleştirilir. Biyojenik aminler mikroorganizmaların, bitki, hayvan, ve insanların normal metabolik aktiviteleri sonucu oluşabilirler. Zaten, bu aminlerin "biyojenik aminler" olarak adlandırılmalarının nedeni canlı organizmanın bir aktivitesi sonucu oluşmalarıdır. Biyojenik aminler aminoasitlerin dekarboksilasyonu veya aldehit ve ketonların aminasyonu sonucunda oluşan, düşük molekül ağırlıklı, biyolojik aktiviteye sahip, alifatik, aromatik veya heterosiklik yapıda organik bazlardır. Histamin molekülü ise heterosiklik yapıdadır. Önemli biyojenik aminler histamin, tiramin, pütresin, kadaverin triptamin, ve 3 – fenilettilamindir (20,28,29).

Histamin kimyasal olarak β - imidazoletilamindir. Biri etil grubunun ucunda diğeri imidazol halkası içinde olmak üzere iki amin grubu içerir ve bu özelliğiyle aynı zamanda bir diamindir. (Şekil - 1)



Şekil 1: Histidin aminoasitinin dekarboksilasyonu ile histamine indirgenmesi (31).

Histamin yüksek yapılı organizmalarda mast hücreleri ve bunların kandaki serbest analogları olan bazofiller tarafından üretilir ve yangı mediyatörü olarak görev yapar. Aynı zamanda santral sinir sistemi ve bazı perifer sinir hücreleri histamin sentez eder ve uçlarında depolarlar. Bunların nörotransmitter görevi yaptığı sanılmaktadır (30).

Balıklarda histamin üretimi postmortem zamanda oluşur ve iki oluşum mekanizması üzerinde durulur.

- Ham gıda maddesindeki endojenik aminoasit dekarboksilaz enziminin aktivitesi,
- Dekarboksilaz - pozitif mikroorganizmaların balık etinde enzimin aktif olduğu koşullarda üremeleri sonucu: Yani balık kaslarında histaminin oluşabilmesi için serbest

aminoasitlerin bulunması, dekarboksilaz - pozitif mikroorganizmaların bulunması ve bu mikroorganizmaların üreyebileceği ve dekarboksilaz enziminin aktif olabileceği uygun ortam koşullarının sağlanmış olması gerekir. Serbest aminoasitler balıklarda doğal olarak bulunmaktadır. Ayrıca proteinlerin proteolitik aktivite sonucunda parçalanmasıyla da serbest aminoasitler ortaya çıkabilmektedir. Balıklardaki serbest aminoasitlerden, histamin oluşumu açısından en önemlisi histidindir. Çünkü histidin, histaminin prekürsörüdür. Histidin, dekarboksilaz aktivite sonucu bir molekül CO₂ kaybederek histamine indirgenir (28,31). (Şekil 1)

Dekarboksilaz - pozitif mikroorganizmalar, balığın doğal mikro florasının bir üyesi olabilir veya balığın gıda olarak işlenmesi öncesinde sırasında veya sonrasında gıdaya bulaşmış olabilir. Dekarboksilaz üretimindeki artış mikrobiyel bozulma ile doğru orantılı olacağından, histamin oluşumu balık bozulmasının bir göstergesi olarak kullanılabilir. Fermente balık ürünlerinde kullanılabilecek starter kültürler de üründe histamin içeriğine katkıda bulunabilir (28).

Histamin Üreten Mikroorganizmalar: Birçok çalışma histamin üretebilen mikroorganizmaların mezofilik olduğunu bildirmektedir. Bununla birlikte 5 °C'nin altında bile histamin üretiminin olabildiği bildirilmektedir. (Örneğin *Photobacterium* spp.)

Balıklarda en önemli histamin üretebilen bakteri türü *Morganella morganii* (*Proteus morganii*)'dir. *M. morganii* en iyi nötral pH'da ürer, fakat üreyebildiği pH sınırları 4,7 – 8,1 arasındadır. Bu organizma NaCl'e dayanıklı değildir. % 5'in üzerinde NaCl ihtiva eden ortamlarda optimal koşullarda üreyebilir. *M. morganii* kaynaklı histamin üretimi yalnızca çok az tuz ihtiva eden balık ürünlerinde problemdir (28).

M. morganii'nin yanında, *Klebsiella pneumoniae*'nin bazı suşları, *Hafnia alvei*'nin birkaç suşu profilik histamin üreticisidir ve balık ürünlerinin mikrobiyolojisi açısından önemlidir. Histidin dekarboksilaz aktivitesi yaygın olarak *E. coli*, *Pseudomonas* spp. *Bacillus* spp., *Lactobacillus* spp., *Enterococcus faecalis*'te görülür. *Plesiomonas shigelloides*'in de balıklarda histamin üreten bir bakteri olduğunu bulunmuştur. Tuzlanmış hamsiden izole edilen *M. morganii*, *Bacillus* spp.'nin iki suşu ve *St. xylosus*'un bir suşunun çok yüksek histamin aktivitesine sahip olduğu görülmüştür. *Staphylococcus* spp., *Vibrio* spp. ve *Pseudomonas* spp. özellikle fermente balık ürünlerinde histamin oluşumuna neden olmaktadır (28,31).

Histamin - Dekarboksilaz Aktivitesini Etkileyen Faktörler: Histamin, balık etinin endojen enzimatik aktivitesi veya dekarboksilaz - pozitif mikroorganizmaların aktiviteleri

sonucunda oluştukları için bu enzimlerin aktivitelerinin inhibisyonu veya bakteri sayısındaki artışın önlenmesi balık etinin histamin içeriğinin kontrolü açısından çok önemlidir.

Balık etinin histamin içeriğİ balığın başlangıç mikrobiyel yükü ve türüne; işlenmiş ürünlerde, üretim koşullarına, uygulanan işlemlere ve depolama koşullarına bağılı olarak farklılık göstermektedir. Sıcaklık, pH, tuz konsantrasyonu, oksijenin ve substratın bulunabilirliğı taze balık ve işlenmiş ürünlerde histamin oluşumunu etkileyen önemli faktörlerdir. Gıdalarda 10 °C'de histamin oluşumunun yavaşladığı, 5 °C'de ise histamin üreten bakterilerin inhibe olması nedeniyle tamamen durduğı görülmüştür. Yapılan diğeri bir çalışmada ise 10, 25 ve 37 °C'de yüksek seviyelerde histamin üreten *K. pneumoniae* UH - 2'nin gelişiminin 2 °C'de durduğı ancak dinlenme devresinde iken bile hücrelerin histamin üretmeye devam ettiğı belirlenmiştir. Pişirmenin balık etinde hâlihazırda bulunan histamin konsantrasyonu üzerinde bir etkisi yoktur. Histamin termal stabiliteye sahip olduğı için balık etinde bir kez oluştuktan sonra parçalanması oldukça zordur.

Amino - dekarboksilaz aktivitesini etkileyen diğeri önemli bir faktör pH'dır. Amino - dekarboksilaz aktivitesi asidik ortam koşullarında daha yüksektir. pH 4,0-5,5 aralığında ise optimumdur. Bakterilerin bu enzimleri, düşük pH'larda asiditeye karşı bir savunma mekanizması olarak ürettiğı belirtilmektedir. *K. pneumoniae* UH - 2'nin ton balığında histamin sentezi için optimum pH'nın 4,0 olduğı belirlenmiştir.

Aerobik ortam koşulları da histamin sentezi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Genel olarak mikroorganizmaların histamin üretimi oksijenli ortamda artmaktadır. Glikoz gibi fermente edilebilir karbonhidratlar hem mikrobiyel büyümeyi hem de amino - dekarboksilaz aktivitesini artırır. Enzim oluşumu için optimum glikoz konsantrasyonu % 0,5 - 2'dir. % 3'ün üzerindeki glikoz konsantrasyonlarında ise enzim oluşumu durmaktadır. Gıdalarda histamin sentezinin önlenmesi veya azaltılmasının bir yolu da tuzlamadır. 5 °C'de depolanan uskumruda tuzlama histamin oluşumunu önlemektedir. 25 °C'de ise önleyici etki, tuz konsantrasyonuna bağılı olarak farklılık göstermektedir. Glisin, sorbik asit, malik asit ve saksinik asit histamin sentezini azaltıcı etkiye sahiptir (28).

Histaminin Toksikolojisi: Histaminin toksikolojik etkisi direkt etkide H₁ ve H₂ adı verilen reseptörler aracılığıyla olduğı için, histaminin etkili olduğı organ ve sistemlere ait hücrelerdeki H₁ ve H₂ reseptörlerinin yoğunluğuna bağılı olarak toksikolojik yanıtın şiddeti ve türü değışir (30).

Histaminin temel etkileri damar düz kaslarını gevşetmesi, damar dışı yapıların düz kaslarını büzmesi ve dış salgı bezlerini stimüle etmesidir. Histamin bu hücreleri H₁ ve H₂

reseptörleri aracılığıyla etkiler. Balık kaynaklı histamin zehirlenmesinde kardiyovasküler sistem, diğer düz kaslı organlar, trakebronşiyal düz kaslar, dış salgı bezleri, deri etkilenerek bu organ ve sistemlere ait semptomlar görülür (30).

Histamin Zehirlenmesi İçin Kritik Sınır: Histamin zehirlenmesinde toksik etkinin oluşacağı düzey; histamin metabolizmasını inhibe veya aktive edici diğer maddelerin bulunup bulunmamasına; sistem veya organ hücrelerindeki H₁ ve H₂ reseptörlerinin yoğunluğuna ve bu reseptörleri bloke edebilecek maddelerin varlığına göre değiştiğinden toksik dozun belirlenmesi oldukça zordur (28). Genel olarak balıklardaki toksik histamin miktarı 100 mg/100 g olarak kabul edilir ve ortalama 70 kg'lık bir insanda histaminin üst sınırı 5-6 mg iken; 8-40 mg hafif zehirlenme, 70-1000 mg orta, 1500-4000 mg ağır zehirlenmeyi işaret ettiği belirtilmektedir. Ancak histamin miktarına karşı vücut direnci bireylere göre değişiklik gösterir. Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Örgütü tarafından ise balıklarda 50mg/100g histamin miktarından fazla histamin bulunmasının insan sağlığı için zararlı olabileceği bildirilmiştir (32).

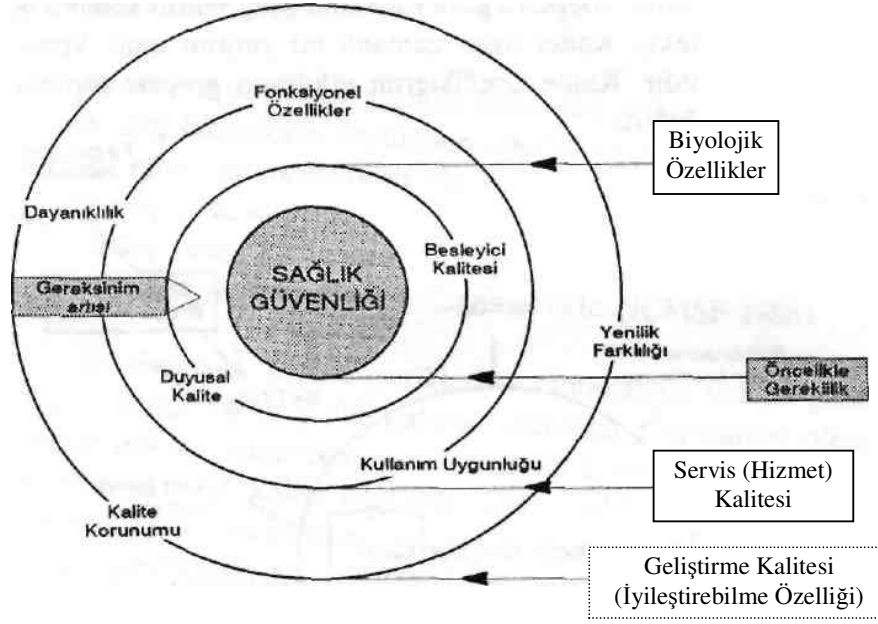
3.2.3.4. Diğer Değişimler:

Balık etinde görülen diğer bir değişimlerden biri de tripel fosfat kristallerinin oluşumudur. Balık etinin parçalanmasıyla fermentlerin miktarında da değişimler olur. Karın boşluğu organlarının oluşturduğu çoğunlukla proteolitik karakterli fermentler, yakında bulunan kaslara etkili olurlar. Bu fermentler, hücre duvarlarının semipermeabilitesini bozarak hücreler üzerine etkili duruma geçerler. Bakteri sayısının giderek artmasına paralel olarak bakteri enzimleri parçalanma prosesini süratlendirirler. Redüktaz, katalaz, fosfataz ve dekarboksilaz aktivitesinin tayini ile balığın bozulmasında rol oynayan mikroorganizmaların etki derecesi hakkında fikir sahibi olmak mümkündür (3).

4. Taze Balıklarda Kalite ve Belirlenmesi:

Kalite, bir ürünün mükemmellik düzeyi olmayıp, kullanılma amacına uygunluk ve tüketici beğenisini karşılama düzeyidir. Tüketici beğenisini karşılama çerçevesinde ekonomik etkenlerin de dikkate alınması gerekir (10). Kalite; kimyasal bileşim, fiziksel özellikler, mikrobiyal flora yükü ve duyuşsal özellikler açısından nitel ve nicel bir kriterdir. Böylece ürünün taşıdığı değer ve sağladığı güvencenin de göstergesidir.

Kaliteyi oluşturan faktörlerin tümü aynı zamanda ürün güvenliğini de belirlemektedir. Bu, ürün ve tüketici sağlığı yanında, üretici tatminini de yönlendiren temel bir fonksiyondur. Gıdalarda ürün güvenliğini oluşturan kalite özellikleri şekil 2'de verilmiştir (33).



Şekil-2: Gıda Kalite Özellikleri Çemberi (33).

Tüketim durumu ve bilinçlilik düzeyi, kalite terimini içeriğine çok önemli katkılar yapmaktadır. Bundan 30 yıl kadar öncesinde, kalite aynı fiyata alınan daha çok ürün karşılığıydı. Bugün ise gelişmiş ülke tüketicisi, istediği nitelikteki ürünü alabilme halinde kaliteden söz etmektedir. Fiyat unsuru önemli bir etmen olmakta ise de, günümüzde yüksek değer karşılığı bir oran olarak görülmektedir. Kalite kavramında; duysal, besleyici, mikrobiyolojik, kimyasal yeterlilik yanında, kolay temin edilebilme ve hazırlanabilme gibi taleplerde önem taşır hale gelmiştir. ISO 8402 nolu standarda göre herhangi bir ürün veya hizmette kalite; “beklentileri karşılayan tatmin edici yetenek ve özelliklerin toplamıdır.” Gıda kalitesi; sağlık güvencesi, ilgili normlara uygunluk gibi bazı daha özel ve gerekli nitelikleri taşımalıdır. Ayrıca günümüzde tüketici bilinci; son kullanım tarihi, bileşim gibi etiket bilgisinin değerlendirilmesi yanında, kontaminasyon riskleri, birçok sentetik kimyasalın toksisitesi, ağır metal kontaminasyonu gibi ürküntülerle, doğal hazırlama teknikleri v.b. başka beklentileri de etkin kılmaktadır.

Tüketici kesimindeki bu endişeler, kalite kontrolüne yönelik analitik yöntemlerin gündeme gelmesine yol açmıştır. Ancak kullanılan ve geliştirilen analitik yöntemlerin çeşitliliği, farklı sonuçlara ulaşma sorununu gündeme getirince yöntemlerde standardizasyona gidilme gereksinimi doğmuştur (33).

Kalite vaat edilen değil de, yerine getirilen olduğuna göre, ancak kontrol uygulaması ile bir anlam kazanmaktadır. Her bir ürün için kontrolün, devlet, işletme ve tüketici bazında yapılması gerekmektedir. Ürüne yönelik devlet ve tüketici kontrolü, daha

çok pazarlama aşamasında söz konusu olmaktadır. Ancak bu durum üreticinin daha kaliteli bir ürün ortaya çıkarmasına yöneliktir.

Su ürünleri bağ dokudan fakir, boşluklu bir et yapısına sahip olduğu için kolay bozulabilir bir gıda maddesidir. Bu nedenle avlanmadan itibaren işleme, depolama boyunca etkin bir kalite kontrolün yapılması gerekmektedir.

Biyolojik bir materyal olan balıklar, heterojen bir yapıya sahiptir. Bu nedenle içermiş oldukları maddeler ile yıkım ürünleri; avlanma yöntemi, avlama bölgesi, beslenme, olgunluk siklusu, yaş, cinsiyet, hastalık, depolama, işleme ve nakliye koşullarından etkilenmektedir. Bunun sonucunda fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik yöntemlerle tam bir değerlendirme yapmak her zaman kolay olamamaktadır. Tüm bu nedenlerden dolayı duyu analizi bulguları, diğer analiz bulgularına göre karar verme de daha önemli bir parametre olmaktadır (10).

4.1. Kalite Kontrol Yöntemleri:

Gıdanın kalite düzeyi, özelliklerini yansıtan ölçütlerle sayısal olarak belirlenebilmelidir. Analiz tekniği açısından gıda kalite ölçütleri kantitatif (nicel) ve kantitatif (nitel) olmak üzere ikiye ayrılır.

Kalite kontrol yöntemlerini; duyu analizi, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak dört ana grupta toplamak mümkündür (10).

4.1.1. Duyusal Analizler:

Duyusal analizler, beş duyu ile yapılan analizlerdir. Bu yöntemlere organoleptik yöntemler de denmektedir. Kalite kontrolde çok önemli bir yere sahip olup karar vermede ön plandadır (10).

Sübjektif olmasına ve çoğu duyu analizi yönteminde birimle ifade edilememesine rağmen, bütün su ürünlerinin kalite ve tazeliğini değerlendirmek açısından çok önemlidir ve en önemli ölçütlerden biridir (34).

Duyusal muayenelerde başarılı olunabilmesi için muayeneler, ışıklandırması iyi yapılmış oda veya laboratuarlarda yapılmalı, muayene için en az iki kişi kullanılmalı, bu kişiler her defasında aynı kişiler olmalı ve birbirinden etkilenmemelidir. Kusur ve olumsuz özelliklerin anlatıldığı derecelendirmeli kalite tabloları kullanılmalıdır (10,34).

Balıkların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini tayin etmek için enstrümental yöntemler geliştirilmiştir. Bunlar yapı renk gibi özelliklerin ölçümünde kullanılmaktadır. Bununla birlikte duyu analizi değerlendirme panelleri enstrümental yöntemleri garanti etmek için kullanılmalıdır. Enstrümental yöntemler balığın yenme kalitesini tam olarak

gösteremezler. Bunlar duyuşal değerlendirme panelleri ile tamamlanmalıdır. Duyusal bir panel uygun bir şekilde yapıldığında objektif ve güvenilir bir kalite parametresi olabilir. Ayrıca duyuşal paneller uygun olarak dizayn edilir, panelistler dikkatlice seçilir, uygun fiziksel koşullar oluşturulur ve istatistik analizler kullanılırsa tam bir analiz yöntemi olabilir (10).

4.1.2. Fiziksel Analizler:

Fiziksel analizler çabuk uygulanmaları bakımından balık kalite kontrolünde önemli bir yer alırlar (3). Bu grup analizler ürünü tazeliğinin ve kalitesinin belirlenmesinde kimyasal ve duyuşal yöntemlerin tamamlayıcısı olarak kullanılırlar.

Balıklarda bozulmanın fiziksel olarak tayini için; pH, göz merceğinin şeffaflığı, göz sıvısı kırılma indisinin ölçümü, etin sertliği, et homojenatının vizkositesi ve balık etinin elektrik iletim kabiliyetinin ölçümü gibi yöntemler kullanılmaktadır.

Fiziksel analizler içinde de en yaygın kullanılanı balık etinin pH'sının ölçümüdür. Enzimlerin ve bakterilerin etkisiyle oksido-reduksiyon dengesi bozulmakta ve serbest hidrojen ve hidroksil iyonlarının yoğunluğunda değişiklikler meydana gelmektedir. Bu da pH değerinin artmasına neden olmaktadır (10).

Serbest hidrojen iyonlarının ölçümü için tek elektrotlu pHmetreler kullanılmaktadır. Bazı elektrotlar direk balık etine sokularak pH ölçümü yapılabilecek özelliktedir. Yuvarlak veya küt uçlu elektrotların kullanılması halinde ise balık etinin önceden homojen hale getirilmesi gerekmektedir.

pH değeri taze balık eti için 6,0–6,5 arasındadır. Bu değer rigor mortis sırasında daha düşüktür. pH değeri depolama sırasında, depolama süresine bağlı olarak yavaş yavaş yükselmektedir. Tüketebilirlik sınır değeri 6,8–7,0'dir. Ancak pH değeri kesin bir ölçüt olmayıp her zaman kimyasal ve duyuşal testlerle tamamlanması gerekmektedir. Ancak köpek balığı ve vatoz gibi üre yönünden zengin balıklarda pH değeri 7 ve yukarı olabileceği gibi hafif amonyak kokusu içerebilmektedir (3,10).

4.1.3. Kimyasal Analizler:

Balıklarda bozulma sırasında kaslarda olan kimyasal değişikliklerin en önemlileri protein ve yağlarda oluşan değişimlerdir. Bu nedenle balığın kalitesinin kimyasal olarak belirlenmesinde bu iki besin öğesinin parçalanma ürünlerinin tespitine yönelik yöntemler kullanılmaktadır (10,34).

Dokusal enzimlerin etkisi gözardı edilmese de, proteinlerin önce peptitlere sonra da aminoasitlere hidrolize olması büyük ölçüde bakteri enzimlerinin etkisiyle gerçekleşir.

Bunlar daha sonra amonyak ve çeşitli hidrokarbon zincirleriyle sonuçlanan aminlerin oluşması (desaminasyon) ve bozulma kokularına, sıklıkla uçucu aminlerin oluşmasına yol açan dekarboksilasyon olmak üzere iki ana yoldan metabolize edilir (34).

Ayrıca birçok bakteri oksijen yokluğunda deniz balıklarının kas dokusunda bulunan TMAO'yu hidrojen tutucusu olarak kullanıp TMA üretebilmektedir. Amonyak, çeşitli uçucu aminler ve TMA'dan oluşan bileşiklerin tümü TVBN'yi oluşturur (27,34).

TMA miktarının belirlenmesi TVBN tarafından sağlanan verileri doğrulamak açısından önemlidir. TMA'nın gelişimi bozulmanın göstergesi olması açısından önemlidir, ancak bunun TVBN değeri ile birlikte değerlendirilmesi yerinde olur (34). Ülkemizdeki su ürünleri kalite kontrol mevzuatına göre taze ve soğutulmuş av balıklarında duyu muayene sonucu şüphelenildiği takdirde sadece histamin ve TVBN analizleri yapılması mecburi kılınmıştır. TVBN için yasal tüketilebilirlik sınır değeri 28 mg/100 gr'dır (35). TMA için yasal bir tüketilebilirlik sınır değeri belirlenmemiş ise de kaynaklarda bunun 8 mg/100 gr olduğu bildirilmektedir.

TMA'nın belirlenmesi için genellikle AOAC International'ın resmi metodu, TVBN'in belirlenmesi için de Antonacopoulos tarafından modifiye edilmiş Lücke-Giedel metodu kullanılmaktadır (10).

Bozulma sonucu açığa çıkan uçucu asitler, hipoksantin, indol, skatol, histamin gibi maddelerin belirlenmesi balığın kalite düzeyini ortaya koymada önemli veriler ortaya koymaktadır (34).

Histamin miktarının balığın bozulmasına paralel artması ve balık zehirlenmelerine neden olan toksik maddelerden biri olması sebebiyle balıkta önemli bir kalite kontrol parametresi olarak kabul edilir (28,32). Balıklarda histaminin izolasyonu ve belirlenmesi için birçok metot önerilmiştir. İnce tabaka kromatografisi, gaz kromatografisi ve yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) histaminin balıklardan ayrılması ve tanımlanması için kullanılabilir. Florimetrik metodlar ise bireysel olarak amin belirlemesini sağlar. Örnek matrisinin karmaşıklığı ve birkaç aminin aynı anda ortamda bulunma ihtimali, balıklarda histamin analizini zorlaştıran başlıca etkenlerdendir. Histamin perklorik asit, triklor asetik asit, hidroklorik asit ve organik solventler kullanılarak balıktan ekstrakte edilebilmektedir.

Su ürünlerinde histamin tayini için AOAC florimetrik ölçüme dayalı bir metodu resmi metodu olarak kabul etmiştir. Bunun dışında RIA (radioimmunoassay) ve ELISA

(enzyme-linked immunosorbent assay) gibi daha hızlı ve pahalı donanım gerektirmeyen yöntemler de bulunmaktadır (28).

Ülkemizde su ürünlerinde histamin varlığının kabul edilebilecek miktarına ilişkin yasal sınırla ilgili düzenleme, ağırlıklı olarak Avrupa Birliği direktif ve kararları uyarınca hazırlanmış olan "Su Ürünleri Kalite Kontrol El Kitabı"na (35) göre yapılmaktadır. Buna göre taze, soğutulmuş balıklarda histamin için üretimi yapılan her partiden 9'ar numune alınmalı, bunların analizi sonucunda da:

- Ortalama değer 100 ppm'i geçmemeli
- İki numune 100 ppm'den fazla olabilir ancak 200 ppm'den fazla olmamalıdır.
- Hiçbir numune 200 ppm'i geçmemelidir.

4.1.4. Mikrobiyolojik Analizler:

Balıkların bozulma etkenlerinin başında mikroorganizmaların gelmesi, mikrobiyolojik analizlerin önemini arttırmaktadır.

Rutin kalite belirlemelerde indikatör mikroorganizmalara bakılması yeterlidir. İndikatör mikroorganizma kavramı içerisinde toplam canlı bakteri sayısı hala önemini korumaktadır. Toplam canlı bakteri sayısı gıda maddesinin hijyenik kalitesini genel ve yaklaşık olarak tahmin etmeye yarayan, hızlı, ekonomik ve pratik bir araçtır. Balıklarda, mikrofloranın özellikleri dikkate alınarak iki şekilde ifade etmek mümkündür. Özellikle balıkların deri ve solungaçlarında bulunan mikroorganizmalar psikrofilik karakterdedir. Sindirim sisteminde bulunan mikroorganizmalar ise mezofilik karakterde olabilmektedir. Ayrıca balığın avlanmasından taze olarak satışa sunumuna kadarki süreçte işçiler ve balığa temas eden alet ekipmandan kaynaklanan kontaminasyonda da mezofilik karakterli mikroorganizmalar rol oynar. Bu yüzden balıklarda toplam canlı bakteri sayısını belirlerken psikrofilik ve mezofilik karakterde olanların ayrı ayrı belirlenmesi önemlidir.

Bunun yanı sıra balık sindirim sisteminin bütünlüğünü yitirmesi, işçi elleri ve balığın avlandığı suyun hijyenik durumu (yoğun olarak kanalizasyon sularıyla kirli su alıcı ortamı) nedeniyle barsak kökenli mikroorganizmaların özellikle de fekal koliformların tespiti, balık kalite özelliklerinin belirlenmesi açısından önemlidir. (36)

Su Ürünleri Kalite Kontrol El Kitabı'nda taze ve soğutulmuş balıklarda mikrobiyolojik kriterler belirlenmemiş olup, donmuş ürünlerde mikrobiyolojik kriterler konmuştur.

GEREÇ ve YÖNTEM

1. Gereç:

Bu çalışmada Bursa'da yaygın olarak satışı ve tüketimi yapılan hamsi [*Engraulis encrasicolus* (L., 1758)], istavrit [*Trachurus trachurus* (L., 1758)] ve sardalya [*Sardina pilchardus*, (W., 1792)] balıkları materyal olarak seçilmiştir.

2. Yöntem:

2.1. Araştırma Planı:

Araştırma Eylül 2004'de başlayıp Aralık 2005'e kadar süren dönemde yürütülmüştür. Bursa'da bulunan, sosyo-ekonomik düzeyi orta-düşük tüketici grubunun yaygın olarak alışveriş yaptığı iki adet semt pazarı (Pazar 1 ve Pazar 2), sosyo-ekonomik düzeyi yüksek tüketici grubunun yaygın olarak alışveriş yaptığı bir adet semt pazarı (Pazar 3) ile bir adet balık market ve iki adet süpermarketten (Süpermarket 1, Süpermarket2) hijyenik koşullarda alınan balık numunelerinin ve ortamın sıcaklıkları ölçülüp soğuk zincire dikkat edilerek laboratuara getirilmiş ve mikrobiyolojik, fiziksel, duyuşal, kimyasal analizleri yapılmıştır. Her bir satış noktasından üç türden de (hamsi, istavrit, sardalya) 5'er defa alım yapılmış ve her örneğin TMAB, TPAB, toplam koliform, fekal koliform, histamin, TBA, TVBN, TMA analizleri, pH ölçümü ve organoleptik muayeneleri 3 paralelli olarak yapılmıştır.

2.2. Analiz Yöntemleri:

2.2.1. TMAB ve TPAB Sayımı:

TMAB ve TPAB sayımı için katı besi yerinde kültürel sayım yöntemi (10,37) kullanılmıştır. Birden çok balık örneğinin yanal sırt kısmı ve kuyruklarında bulunan kasdoku ve deri steril koşullarda birlikte kesilip 25 gr tartılarak 225 ml steril peptonlu sulandırma sıvısıyla stomacherde homojenize edilmiştir. Sulandırılmış ve homojenize edilmiş örnekten 1/100, 1/1000, 1/10000, 1/100000 ve 1/1000000 oranında sulandırmalar yapılarak, Plate Count Agara dökme tarzında, 2 grup halinde üç paralelli ekimler yapılmıştır. Birinci grup 35 ± 2 °C'de 48 saat inkubasyona bırakılarak, plaklarda üreyen mezofil aerobik bakterilerin, ikinci grupta $+5 \pm 1$ °C'de 7-10 gün inkubasyona bırakılarak, üreyen psikrofilik aerobik bakterilerin sayımı yapılmıştır.

2.2.2. Toplam ve Fekal Koliform Bakteri Sayılarının Belirlenmesi:

Toplam ve fekal koliform bakteri sayılarının belirlenmesi için en muhtemel sayı (EMS) yöntemi (10,37) kullanılmıştır. Homojenatın hazırlanması TMAB ve TPAB

sayımında olduğu gibi yapılmıştır. Örnek homojenatından içinde 9 ml buffered peptonlu su bulunan tüplere 1 ml inoküle edilmiş ve 1/10, 1/100, 1/1000 dilusyonları hazırlanmıştır. Birinci dilusyondan başlayarak içinde Laktoz Broth (LB) bulunan üç tüpe 1'er ml inokülasyon yapılmış, aynı işlem diğer dilusyon tüplerinden her seferinde ayrı steril pipetler kullanılarak yapılmıştır. LB tüpleri 37 ± 1 °C'de 24–48 saat inkube edilmiştir. 24 saat sonra gaz oluşturan tüpler kaydedilmiş, negatif olanlar 24 saat daha inkube edilmiştir.

Koliform doğrulama testi için LB tüplerinden Brilliant Green Laktoz Bile Broth (BGLB Broth) tüplerine bir öze dolusu geçiş yapılmıştır. Bu tüpler 37 ± 1 °C'de 48 saat inkube edilmiş, gaz oluşan tüpler, koliform bakterilerin varlığı olarak kaydedilmiştir. Pozitif reaksiyon gösteren tüplerin sayısı EMS tablosundan bulunarak 1 g'daki koliform sayısı belirlenmiştir.

Fekal koliform testi için BGLB broth ortamında koliform varlığı saptanmış tüplerden EC broth'a geçiş yapılmıştır. Bu tüpler $45,5$ °C'de 24 saat inkube edilmiş ve gaz oluşturanlar kaydedilmiştir. Bakteriyele dansitesi EMS tablosundan tahmin edilmiştir.

2.2.3. TBA Sayısının Belirlenmesi:

TBA analizi için Varlık ve arkadaşlarının (10) önerdiği spektrofotometrik metot kullanılmıştır. Bu amaçla fileto haline getirilen balık etleri blender ile homojenize edilmiştir. Homojen örnekten 10 gr alınıp 100 ml'lik behere konmuş, üzerine 50 ml saf su eklenerek 2 dakika karıştırılmıştır. Bu karışım 500 ml'lik distilasyon balonuna aktarıldıktan sonra beher 47,5 ml saf su ile yıkanarak yıkama suları balona ilave edilmiştir. Sonra balona 2,5 ml 4 N HCl katılarak pH 1,5'a ayarlanmıştır.

Distilasyon balonuna birkaç tane cam boncuk konarak distilasyon işlemine geçilmiştir. Kaynamanın başladığı andan itibaren 10 dakika içerisinde 50 ml distilat elde edilecek şekilde ısıtılarak işleme devam edilmiştir. 10 dakikanın sonunda distilat karıştırılarak 5 ml kapaklı deney tüplerine konulmuş, üzerine 5 ml TBA reaktifi eklenerek tüpün kapağı kapatılmış ve karıştırılmıştır. Kör için başka bir deney tüpüne de 5 ml saf su ve 5 ml TBA reaktifi eklenerek kapağı kapatılmış, karıştırılarak tüpler kaynayan su banyosunda 35 dakika tutulmuştur. Bu sürenin sonunda deney tüpleri çeşme suyu altında tutularak soğutulmuştur. Soğutulan karışım spektrofotometre hücrelerine aktararak 538 nm dalga boyuna ayarlanmış Shimadzu marka UV-Visible spektrofotometrede köre karşı okunmuştur. Okunan absorbans değeri 7,8 ile çarpılarak 1000 gr örnekteki malondialdehit miktarı mg olarak hesaplanmıştır.

2.2.4. Histamin Analizi:

Histamin analizi için Eerola ve arkadaşlarının (38,39) önerdiği likit kromatografik metot kullanılmıştır.

Analiz için degazer, kuarterer pompa, otomatik örnekleyici, kolon fırını, diode array detektörden oluşan modüler sistem Hewlet Packard 1100 model HPLC cihazı kullanılmıştır. Ayrım için Spherisorb ODS2, 10 µm partikül çaplı dolgu materyaliyle paketlenmiş 200x4,60 mm boyutlarında HPLC kolonu kullanılmıştır.

Gerekli Çözeltiler ve Hazırlanışı:

- Histamin Standart Çözeltisi: Katı haldeki histamin dihidroklorür'den 80 mg tartılıp 50 ml saf suda iyice çözülmüştür. Bu stok çözülden uygun konsantrasyonlarda çalışma çözeltileri hazırlanarak rutin çalışmalarda kullanılmıştır. Stok çözelti 4 °C'de 1 ay, çalışma çözeltileri ise 4 °C'de 1 hafta saklanabilmektedir.

- İnternal Standart (IS): Katı haldeki 1,7-diaminoheptan'dan 50 mg tartılıp 50 ml saf suda iyice çözümlenerek kullanılmıştır. IS çözeltisi 4 °C'de 1 ay saklanabilmektedir.

- Dansil Klorür Çözeltisi: Katı haldeki dansil klorür'den 10 mg tartılıp 1 ml asetonada çözümlenerek analizin türevlendirme aşamasında kullanılmıştır. Bu çözelti ışıktan korunmalı ve her seferinde taze olarak hazırlanmalıdır.

- Mobil Faz I: Mobil faz olarak 0,1 M amonyum asetat kullanılmıştır. Bunun için katı haldeki amonyum asetatın 7,7 gr tartılıp 1000 ml ultra saf suda iyice çözülmüş, 0,45 µm por çapına sahip Millipore filtreden süzölmüş sonra ultra sonik banyoda degaze edilmiştir.

- Mobil Faz II: Likit kromatografik kalitede asetonitril kullanılmıştır.

- 0,4 M Perklorik Asit

- 2 N Sodyum Hidroksit (NAOH)

- Doymuş Sodyum Bikarbonat :

- Amonyak

- 0,1 M Amonyum Asetat/Asetonitril (V/V, %50/%50)

Örnek Hazırlama ve Ekstraksiyon: TBA analizindeki gibi hazırlanan örnekten 2 g tartılıp üzerine 0,1 ml IS ve 10 ml 0,4 M perklorik asit eklenmiş ve ultra turraksyla iyice homojenize edilmiştir. Bu karışım 3000 rpm dönme hızına sahip santrifüjde santrifüje edilmiş ve üstte biriken berrak ekstrakt 42 numara whatman filtre kağıdından 25 ml'lik balon jöjeye süzölmüştür. 10 ml 0,4 M perklorik asit kullanılarak bu işlem tekrar edilmiştir. Sonra ekstrakt 0,4 M perklorik asitle 25 ml'ye tamamlanmıştır.

Örnek Ekstraktının ve Standartların Türevlendirilmesi: Alınan 1 ml örnek ekstraktı 200 µl 2 N NaOH ile alkali hale getirildikten sonra 300 µl doymuş sodyum bikarbonat ve 2 ml dansil klorür çözeltisi eklenerek iyice karıştırılmış ve 40 °C'lik inkubatörde 45 dakika inkube edilmiştir. 10 dakika oda sıcaklığına gelmesi için beklenmiş ve kalıntı dansil klorürü kaldırmak için 100 µl amonyak eklenmiş ve iyice karıştırılmıştır. 30 dakika beklendikten sonra karışımı 5 ml'ye tamamlamak amacıyla 1,4 ml 0,1 M amonyum asetat/asetonitril (1/1, V/V) eklenmiş ve iyice karıştırarak HPLC analizi amacıyla 0,45 µm por çapına sahip enjektör ucu filtrelerden kapaklı viallere süzölmüştür.

Kromatografik Koşullar: Mobil faz akımı için cihaz gradient elusyon programına ayarlanmıştır. Bu programda ilk 9 dakikada % 40 0,1 M amonyum asetat % 60 asetonitril, sonraki 22 dakikada % 30 0,1 M amonyum asetat % 70 asetonitril geçmektedir. Her analiz arasında temel hattın düzelmesi içinde 5 dakika bekleme süresi eklenmiştir. Mobil fazın akım hızı 1 ml/dakika ve kolona enjeksiyon hacmi de 20 µl'ye ayarlanmıştır.

Kalibrasyon Standartlarının hazırlanması: İnternal standardın bilinen konsantrasyonuyla çalışma standardının farklı konsantrasyonları 0,4 M perklorik asitle seyreltilmiştir. Histamin için kalibrasyon standartlarının çalışma aralığı 0,1159 µg/ml ile 1,159 µg/ml arasında ayarlanmıştır.

Hesaplama: Nicel belirleme pik alanlarıyla yapılmıştır. Örnekteki histamin miktarı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$C = 125.(H_U.RF_U)/W_S$$

Burada C= µg histamin/ g örnek, H_U = Kromatogramdaki histamin pikinin alanı, RF_U = Histaminin respons faktörü (kalibrasyon standartlarının alanlarından hesaplanmaktadır) W_S = Örneğin ağırlığıdır.

2.2.5. TMA Analizi:

AOAC'de önerilen metot kullanılmıştır. (40) TBA analizindeki gibi hazırlanan homojen örnekten 10 g tartılıp 90 ml triklor asetik asit (TCA) ile ultratürükte iyice karıştırılmış ve süzölmüştür. Süzöntüden 4 ml alınıp dibi konik kapaklı santrifüj tüpüne konmuş üzerine 1 ml % 20'lik formaldehit, 10 ml toluol, 3 ml % 50'lik potasyum hidroksit (KOH) eklenerek tüpün kapağı kapatılmış, 80 defa alt üst edilerek toluol fazıyla su fazının ayrılması için 15 dakika beklenmiştir. Toluol fazdan 5 ml kapaklı test tüpüne alınmış üzerine de toluolde hazırlanmış %0,2'lik pikrik asitten 5 ml eklenmiş ve hemen 410 nm dalga boyuna ayarlanmış Shimadzu marka UV-visible spektrofotometrede kör örneğe karşı

okunmuştur. Kör örnek ve trimetil amonyum hidroklorür (TMA-HCl) standartlarına da aynı işlemler uygulanmıştır.

TMA-HCl standardının değişik konsantrasyonlarıyla hazırlanmış kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak TMA miktarı mg/100 g olarak hesaplanmıştır.

2.2.6. TVBN Analizi:

Varlık ve arkadaşları (10) tarafından önerilen, Antonocopoulosun modifiye ettiği Lucke ve Giedel metoduna göre yapılmıştır. TBA analizindeki gibi hazırlanan homojen örnekten 500 ml'lik balon içine 10 g tartılıp üzerine 200 ml saf su, 1 g magnezyum oksit eklenerek balon distilasyon köprüsüne bağlanmıştır. Distilasyon köprüsünün diğer ucuna ise içine 100 ml saf su, faktörü hesaplanmış 10 ml 0,1 N HCl ve birkaç damla taşıro indikatörü damlatılmış balon bağlanmıştır. Distilasyon köprüsünün çıkış borusunun ikinci balondaki sıvının içine dalmasına dikkat edilmiştir. 20 dakikalık distilasyon zamanından sonra soğutucunun ucu distile su ile aynı balona yıkanmış ve bazik azotların nötralize ettiği HCl'in dışındaki HCl, faktörü hesaplanmış 0,1 N sodyum hidroksit (NaOH) ile titre edilmiştir. TVBN miktarı aşağıdaki formüle göre mg/100 gr olarak hesaplanmıştır.

$$\text{TVBN (mg/100 gr)} = \frac{(V_1 \times F_1 \times N_1 - V_2 \times F_2 \times N_2) \times 14 \times 100}{E}$$

V_1 = HCl'in hacmi

F_1 = HCl'in faktörü

N_1 = HCl'in normalitesi

V_2 = Harcanan NaOH'in hacmi

F_2 = NaOH'in faktörü

N_2 = NaOH'in normalitesi

E = Numunenin tartılan ağırlığı (gr)

2.2.7. pH Ölçümü:

Varlık ve arkadaşları (10) tarafından önerilen metot kullanılmıştır. TBA analizindeki gibi homojen hale getirilen örnekten 10 g tartılmış ve üzerine 10 ml saf su eklenerek iyice karıştırılmış ve Nel marka pH-metre ile ölçüm yapılmıştır.

2.2.8. Organoleptik Muayene:

Organoleptik muayene Varlık ve arkadaşlarının (10) önerdiği tablodan (Tablo 3) yararlanılarak yapılmıştır. Bu tabloda her bir özellik için verilen toplam puanların aritmetik ortalaması alınarak balıklar aşağıdaki gibi kalite sınıflarına ayrılırlar.

Tablo 3: Balıklarda tazelik derecesinin belirlenmesinde kullanılan duyusal analiz tablosu (10).

İnceleme Konusu	DEĞERLENDİRİLEN ÖZELLİKLER			
	VERİLEN PUANLAR			
	3	2	1	0
	Görünüm			
Deri	Kuvvetli parlak renklerde, berrak mukoz sıvı mevcut, renk değişikliği yok	Kuvvetli fakat parlak olmayan renklerde, hafif bulanık mukoz sıvı mevcut	Mat renklerde, süt benzeri mukoz sıvı mevcut	Cansız soluk renklerde, bulanık mukoz sıvı mevcut
Gözler	Kornea dış bükey, saydam, pupilla siyah parlak renkte	Kornea dış bükey ve hafifçe çökük hafif yanar döner renkte, pupilla siyah bulanık görünüşte	Kornea düz yanar döner renkte, pupilla bulanık görünüşte	Kornea ortası çökmüş süt benzeri görünüşte pupilla gri renkte
Solungaçlar	Parlak kırmızı renkte, mukoz sıvı mevcut değil	Solgun pembe renkte, az mışkırtarda mukoz sıvı mevcut	Donuk pembe renkte, berrak olmayan, mukoz sıvı mevcut	Kirli boz renkte, mukoz sıvı mevcut
Balık Eti	Mavimsi beyaz renkte, renk değişikliği mevcut değil	Balmumu sarısı renkte	Hafif bulanık	Bulanık
Omurga Boyunca Balık Eti	Renk değişikliği mevcut değil	Hafif pembe	Pembe	Kırmızı
Organlar	Böbrekler, iç organlar ve aorttaki kan parlak kırmızı renkte	Böbrekler ve iç organlar mat kırmızı, kan donuk renkte	Böbrekler, iç organlar ve kan soluk kırmızı renkte	Böbrekler, iç organlar ve kan kahverengimsi renkte
DİĞER VASIFLAR				
Balık Eti	Yüzeyi parlak sert ve elastiki	Sertliği ve elastikiyeti azalmış	Yüzey sarımsı renkte, cansız ve mat, hafifçe gevşemiş	Yüzeyi oldukça pürüzlü, gevşek ve pullar deriden kolayca ayrılabilir
Omurga	Balık etine sıkıca tutunmuş, ayrılacağı zaman kolayca kırılabilir.	Balık etine sıkıca tutunmuş	Balık etinden ayrılabilir.	Balık etinden kolayca ayrılabilir.
Karın Zarı (Periton)	Sıkıca tutunmuş	Tutunmuş halde	Ayrılabilir halde	Kolayca ayrılabilir halde
KOKU				
Solungaçlar Deri, Karın Boşluğu	Deniz yosunu kokusu belirgin	Deniz yosunu kokusu azalmış	Deniz yosunu kokusu kaybolmuş hafif asidik	Asidik

Çok taze (Birinci kalite) balıklar; duyusal analizde ortalama 2,7 veya daha fazla puan alan balıklardır. Bu sınıfa giren balıklar ezilme, kirlenme ve renk değişikliği göstermemektedir.

Taze (İkinci kalite) balıklar; bu sınıfa giren balıklar duyusal analizde ortalama 2 veya 2,7 arasında puan alan balıklardır. Bu sınıfa giren balıklarda hafif yüzeysel ezilme

zedelenmeler kabul edilebilir. Ancak bu sınıftan balıklar kirlenme ve kuvvetli renk değişikliği göstermemelidir.

Ticari (Üçüncü kalite) balıklar; duyuşal analizde ortalama 1-2 arasında puan alan balıklardır. Bu sınıfa giren balıklar ezilme, zedelenme ve kuvvetli renk değişikliği göstermemelidir.

Bozulmuş olarak kabul edilen balıklar; duyuşal analizde 0-1 arasında puan alan balıklardır. Bozulmaya başlamış veya ileri derecede bozulmuş balık etinde gri-sarımsı renk değişimi, tabii parlaklığının kaybolması gibi tipik değişimler gözlenir. Sırt kılçıkları boyunca ette gül kırmızısından viyolete rengine doğru renk değişimi de izlenmektedir. Bundan başka et elastikiyetini kaybeder. Bağ dokunun zarar görmesiyle yumuşama ve kas gruplarının birbirinden kolayca ayrılabilmesi de söz konusudur. Koku; deniz yosunu ya da kendine özgü kokudan, balığımsı kokuya döner aynı zamanda, amonyak kokusu ve acımsı koku hissedilir.

2.2.9. Sıcaklık Ölçümü:

Balık örneklerinde merkez sıcaklığı ve satış noktalarındaki ortam sıcaklığı Digital marka et problu termometre ile ölçülmüştür.

2.2.10. İstatistiksel Analiz:

Yapılan Analizlerin istatistiksel değerlendirilmesi için TARİST deneme değerlendirme paketi (41) kullanılmıştır. Bu amaçla pazarlar ve balıklar arasındaki farklılıklar varyans analizi ile ortaya konmuş ve bunların önem dereceleri LSD testi ile test edilmiştir. Verilerin standart sapmaları Microsoft® Excel 2003 programı kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR

Balıkların alım noktalarına göre TMAB, TPAB, toplam koliform bakteri, fekal koliform bakteri, histamin, TBA, TVBN, TMA, pH ölçümü, sıcaklık ölçümü ve organoleptik muayene bulgularının ortalamaları LSD tabloları halinde aşağıda verilmiştir.

1. TMAB Sayımı Bulguları:

Tablo 4: Balık türlerinin satış noktalarına göre ortalama TMAB değerleri

Balık Türü	Satış Noktaları	TMAB (log kob/g)	
		P < 0,01	
Hamsi	Pazar 1	5,28±0,34 a	4,53±0,97 a
	Pazar 2	5,06±0,70 ab	
	Pazar 3	3,33±0,77 d	
	Balık Market	3,90±0,88 c	
	Süpermarket 1	4,69±0,50 b	
	Süpermarket 2	4,93±0,14 ab	
İstavrit	Pazar 1	4,54±0,84 a	4,40±0,76 ab
	Pazar 2	4,78±0,55 a	
	Pazar 3	3,51±0,66 b	
	Balık Market	4,72±0,69 a	
	Süpermarket 1	4,56±0,52 a	
	Süpermarket 2	4,27±0,60 a	
Sardalya	Pazar 1	4,83±0,47 ab	4,21±0,88 b
	Pazar 2	4,91±0,22 a	
	Pazar 3	3,39±0,41 c	
	Balık Market	3,19±0,49 c	
	Süpermarket 1	4,61±0,50 ab	
	Süpermarket 2	4,34±0,28 b	

Satış noktalarına göre hamsi balıklarının ortalama TMAB yükü 3,33±0,77 log kob/g ile 5,28±0,34 log kob/g arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 4,53±0,97 log kob/g bulundu. Yine satış noktalarına göre istavrit balıklarının ortalama TMAB yükü 3,51±0,66 log kob/g ile 4,78±0,55 log kob/g arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 4,40±0,76 log kob/g bulundu. Satış noktalarına göre sardalya balıklarının ortalama TMAB yükü 3,19±0,49 log kob/g ile 4,91±0,22 log kob/g arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 4,21±0,88 log kob/g bulundu. TMAB yükü açısından alım noktalarını ve balık türlerini birbiriyle karşılaştırmak amacıyla yapılan varyans analizi tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5: TMAB bulgularının varyans analizi tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F Değeri	Tablo F Değeri	
					5%	1%
Balık Türleri	2	4,656	2,328	7,928**	3,070	4,790
Satış Noktası	5	79,291	5,858	54,006**	2,290	3,170
Balık Türleri * Satış Noktası	10	22,134	2,213	7,538**	2,020	2,420
Hata	252	73,997	0,294			
Genel	269	180,077	0,669			

ns: Önemsiz

*: Önemli %5 seviyesinde

** : Önemli %1 seviyesinde

Yapılan varyans analizinde alım noktası dikkate alınmaksızın balık türlerinin ortalama TMAB değerlerinin birbiriyle karşılaştırılması, balık türleri dikkate alınmaksızın alım noktalarının ortalama TMAB değerlerinin birbiriyle karşılaştırılması ve alım noktaları ile balık türlerinin her ikisinin de dikkate alınarak ortalama TMAB değerlerinin karşılaştırılması yapıldı. Varyans analizinden elde edilen tabloya göre her üç tür karşılaştırma yönteminde %5 ve % 1 düzeyinde aralarındaki fark önemli çıktı. Bu farkların derecelendirmesini yapmak üzere TMAB verilerine LSD testi uygulandı. (Tablo 4 ve 6)

Tablo 6: Satış noktalarındaki tüm türlerin ortalama TMAB bulguları

Satış Noktaları	TMAB (log kob/g)
	P < 0,01
Pazar 1	4,88±0,63 a
Pazar 2	4,92±0,50 a
Pazar 3	3,41±0,59 d
Balık Market	3,93±0,88 c
Süpermarket 1	4,62±0,47 ab
Süpermarket 2	4,51±0,47 b

Satış noktalarına göre balık türlerinin ortalama TMAB değerleri 3,41±0,59 log kob/g ile 4,92±0,50 log kob/g arasında bulundu.

2. TPAB Sayımı Bulguları:

Tablo 7: Balık türlerinin satış noktalarına göre ortalama TPAB değerleri

Balık Türü	Satış Noktaları	TPAB (log kob/g)	
		P < 0,01	
Hamsi	Pazar 1	5,88±0,33 a	5,14±0,84 a
	Pazar 2	5,49±0,74 ab	
	Pazar 3	3,99±0,63 d	
	Balık Market	4,52±0,65 c	
	Süpermarket 1	5,37±0,56 b	
	Süpermarket 2	5,58±0,16 ab	
İstavrit	Pazar 1	5,22±0,83 a	5,09±0,60 a
	Pazar 2	5,34±0,35 a	
	Pazar 3	4,41±0,60 b	
	Balık Market	5,23±0,52 a	
	Süpermarket 1	5,25±0,58 a	
	Süpermarket 2	5,09±0,31 a	
Sardalya	Pazar 1	5,46±0,55 a	4,86±0,69 b
	Pazar 2	5,33±0,18 a	
	Pazar 3	4,13±0,36 a	
	Balık Market	3,97±0,47 b	
	Süpermarket 1	5,22±0,36 a	
	Süpermarket 2	5,03±0,21 a	

Satış noktalarına göre hamsi balıklarının ortalama TPAB yükü 3,99±0,63 log kob/g ile 5,88±0,33 log kob/g arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 5,14±0,84 log kob/g bulundu. Yine satış noktalarına göre istavrit balıklarının ortalama TPAB yükü 4,41±0,60 log kob/g ile 5,34±0,35 log kob/g arasında tüm satış noktalarının ortalaması da 5,09±0,60 log kob/g olarak elde edildi. Satış noktalarına göre sardalya balıklarının ortalama TPAB yükü 3,97±0,47 log kob/g ile 5,46±0,55 log kob/g arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 4,86±0,69 log kob/g bulundu. TPAB yükü açısından alım noktalarını ve balık türlerini birbiriyle karşılaştırmak amacıyla yapılan varyans analizinde aşağıdaki tablo elde edildi.

Tablo 8: TPAB bulgularının varyans analizi tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F Değeri	Tablo F Değeri	
					5%	1%
Balık Türü	2	4,056	2,028	8,741**	3,070	4,790
Satış Noktaları	5	63,377	12,675	54,633**	2,290	3,170
Balık* Satış Noktaları	10	15,653	1,565	6,747**	2,020	2,420
Hata	252	58,466	0,232			
Genel	269	141,552	0,526			

ns: Önemsiz

*: Önemli %5 seviyesinde

** : Önemli %1 seviyesinde

Yapılan varyans analizinde satış noktaları dikkate alınmaksızın balık türlerinin ortalama TPAB değerlerinin birbiriyle karşılaştırılması, balık türleri dikkate alınmaksızın satış noktalarının ortalama TPAB değerlerinin birbiriyle karşılaştırılması ve satış noktaları ile balık türlerinin her ikisinin de birlikte dikkate alınarak ortalama TPAB değerlerinin karşılaştırılması yapıldı. Varyans analizinden elde edilen tabloya göre her üç tür karşılaştırma yönteminde %5 ve % 1 düzeyinde aralarındaki fark önemli çıkmıştır. Bu farkların derecelendirmesini yapmak üzere TPAB verilerine LSD testi uygulandı. (Tablo 7 ve 9)

Tablo 9: Satış noktalarındaki tüm türlerin ortalama TPAB bulguları

Satış Noktaları	TPAB (log kob/g)
	P < 0,01
Pazar 1	5,52±0,63 a
Pazar 2	5,38±0,45 ab
Pazar 3	4,18±0,54 d
Balık Market	4,57±0,74 c
Süpermarket 1	5,28±0,48 ab
Süpermarket 2	5,23±0,33 b

Satış noktalarına göre balık türlerinin ortalama TPAB değerleri 4,18±0,54 log kob/g ile 5,52±0,63 log kob/g arasında olduğu görüldü.

3. Toplam ve Fekal Koliform Bakteri Sayısı Bulguları:

Toplam ve fekal koliform sayımları en muhtemel sayı yöntemine göre yapıldı. Bu yüzden üreme olmayan numunelerde en küçük değer <3 EMS/g olarak verildi. <3 sayısı istatistikte tam bir rakamın yerini almadığı için toplam ve fekal koliform bulguları istatistiksel analize tabi tutulmadan her alımdaki değerleriyle verilmiştir.

Tablo 10: Balık türlerinin satış noktalarına göre toplam koliform bakteri bulguları

Balık Türleri	Satış Noktaları	Alım Sayısı				
		1. Alım (EMS/g)	2. Alım (EMS/g)	3. Alım (EMS/g)	4. Alım (EMS/g)	5. Alım (EMS/g)
Hamsi	Pazar 1	76	<3	<3	<3	<3
	Pazar 2	<3	<3	48	<3	<3
	Pazar 3	<3	<3	<3	<3	<3
	Balık Market	21	<3	<3	<3	<3
	Süpermarket 1	<3	<3	<3	10	<3
	Süpermarket 2	9	<3	<3	<3	<3
İstavrit	Pazar 1	42	4	<3	<3	<3
	Pazar 2	1100	<3	<3	<3	<3
	Pazar 3	<3	4	<3	<3	<3
	Balık Market	9	8	<3	<3	<3
	Süpermarket 1	20	<3	<3	<3	<3
	Süpermarket 2	<3	<3	<3	<3	<3
Sardalya	Pazar 1	8	<3	<3	<3	<3
	Pazar 2	93	<3	<3	<3	101
	Pazar 3	<3	64	<3	<3	<3
	Balık Market	18	<3	<3	<3	<3
	Süpermarket 1	<3	<3	125	<3	<3
	Süpermarket 2	24	<3	<3	<3	<3

Tablo 10’da balık türlerinin satış noktalarına göre toplam koliform değerleri incelendiğinde Pazar 1’den alınan hamsi balığının 1. alımında 76 EMS/g; Pazar 2’den alınan hamsi balığının 3. alımında 48 EMS/g; Balık marketten alınan hamsi balığının 1. alımında 21 EMS/g; Süpermarket 1’den alınan hamsi balığının 4. alımında 10 EMS/g; Süpermarket 2’den alınan hamsi balığının 1. alımında 9 EMS/g; Pazar 1’den alınan istavrit balığının 1. alımında 42 EMS/g, 2. alımında 4 EMS/g; Pazar 2’den alınan istavrit balığının 1. alımında 1100 EMS/g; Pazar 3’ten alınan istavrit balığının 2. alımında 4 EMS/g; Balık marketten alınan istavrit balığının 1. alımında 9 EMS/g, 2. alımında 8 EMS/g; Süpermarket 1’den alınan istavrit balığının 1. alımında 20 EMS/g; Pazar 1’den alınan sardalya balığının 1. alımında 8 EMS/g; Pazar 2’den alınan sardalya balığının 1. alımında 93 EMS/g, 5. alımında 101 EMS/g; Pazar 3’ten alınan sardalya balığının 2. alımında 64 EMS/g; Balık marketten alınan sardalya balığının 1. alımında 18 EMS/g; Süpermarketten 1’den alınan

sardalya balığının 3. alımında 125 EMS/g; Süpermarket 2’den alınan sardalya balığının 1. alımında 24 EMS/g olduğu görülmektedir.

Tablo 11: Balık türlerinin satış noktalarına göre fekal koliform bakteri bulguları

Balık Türleri	Alım Noktası	Alım Sayısı				
		1. Alım (EMS/g)	2. Alım (EMS/g)	3. Alım (EMS/g)	4. Alım (EMS/g)	5. Alım (EMS/g)
Hamsi	Pazar 1	25	<3	<3	<3	<3
	Pazar 2	<3	<3	13	<3	<3
	Pazar 3	<3	<3	<3	<3	<3
	Balık Market	4	<3	<3	<3	<3
	Süpermarket 1	<3	<3	<3	<3	<3
	Süpermarket 2	<3	<3	<3	<3	<3
İstavrit	Pazar 1	10	<3	<3	<3	<3
	Pazar 2	210	<3	<3	<3	<3
	Pazar 3	<3	<3	<3	<3	<3
	Balık Market	<3	<3	<3	<3	<3
	Süpermarket 1	8	<3	<3	<3	<3
	Süpermarket 2	<3	<3	<3	<3	<3
Sardalya	Pazar 1	<3	<3	<3	<3	<3
	Pazar 2	70	<3	<3	<3	81
	Pazar 3	<3	23	<3	<3	<3
	Balık Market	4	<3	<3	<3	<3
	Süpermarket 1	<3	<3	96	<3	<3
	Süpermarket 2	8	<3	<3	<3	<3

Tablo 11’de balık türlerinin satış noktalarına göre fekal koliform değerleri incelendiğinde Pazar 1’den alınan hamsi balığının 1. alımında 25 EMS/g; Pazar 2’den alınan hamsi balığının 3. alımında 13 EMS/g; Balık marketten alınan hamsi balığının 1. alımında 4 EMS/g; Pazar 1’den alınan istavrit balığının 1. alımında 10 EMS/g; Pazar 2’den alınan istavrit balığının 1. alımında 210 EMS/g; Süpermarket 1’den alınan istavrit balığının 1. alımında 8 EMS/g; Pazar 2’den alınan sardalya balığının 1. alımında 70 EMS/g, 5. alımında 81 EMS/g; Pazar 3’ten alınan sardalya balığının 2. alımında 23 EMS/g; Balık marketten alınan sardalya balığının 1. alımında 4 EMS/g; Süpermarketten 1’den alınan sardalya balığının 3. alımında 96 EMS/g; Süper market 2’den alınan sardalya balığının 1. alımında 8 EMS/g değerinde elde edildi.

4. Histamin Analizi Bulguları:

Tablo 12: Balık türlerinin satış noktalarına göre ortalama histamin bulguları

Balık Türü	Satış Noktaları	Histamin (mg/ kg)	
		P < 0,01	
Hamsi	Pazar 1	6,33±0,63 a	5,00±2,19a
	Pazar 2	5,55±2,15 ab	
	Pazar 3	3,01±1,80 c	
	Balık Market	3,66±1,22 c	
	Süpermarket 1	4,94±1,76 b	
	Süpermarket 2	5,29±0,85 ab	
İstavrit	Pazar 1	5,01±1,19 a	3,46±1,66b
	Pazar 2	3,85±1,12 b	
	Pazar 3	2,74±1,67 cd	
	Balık Market	3,44±1,17 bc	
	Süpermarket 1	3,23±1,93 bcd	
	Süpermarket 2	2,20±0,70 d	
Sardalya	Pazar 1	4,64±0,69 ab	3,48±1,78b
	Pazar 2	5,12±0,78 a	
	Pazar 3	2,87±1,61 cd	
	Balık Market	1,68±1,04 e	
	Süpermarket 1	3,76±1,38 bc	
	Süpermarket 2	2,20±0,70 de	

Satış noktalarına göre hamsi balıklarının ortalama histamin değerleri 3,01±1,80 mg/kg ile 6,33±0,63 mg/kg arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 5,00±2,19 mg/kg bulundu. Yine satış noktalarına göre istavrit balıklarının ortalama histamin değerleri 2,74±1,67 mg/kg ile 5,01±1,19 mg/kg arasında tüm satış noktalarının ortalaması da 3,46±1,66 mg/kg bulundu. Satış noktalarına göre sardalya balıklarının ortalama histamin değerleri 1,68±1,04 mg/kg ile 5,12±0,78 mg/kg arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 3,48±1,78 mg/kg bulundu. Histamin değeri açısından alım noktalarını ve balık türlerini birbiriyle karşılaştırmak amacıyla yapılan varyans analizi tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13: Histamin bulgularının varyans analizi tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F Değeri	Tablo F Değeri	
					5%	1%
Balık Türleri	2	127,114	63,557	50,545**	3,070	4,790
Satış Noktaları	5	209,719	41,944	33,357**	2,290	3,170
Balık* Satış Noktaları	10	69,75	6,967	5,541**	2,020	2,420
Hata	228	286,693	1,257			
Genel	245	693,201	2,829			

ns: Önemsiz

* : Önemli %5 seviyesinde

** : Önemli %1 seviyesinde

Yapılan varyans analizinde satış noktaları dikkate alınmaksızın balık türlerinin ortalama histamin değerlerinin birbiriyle karşılaştırılması, balık türleri dikkate alınmaksızın satış noktalarının ortalama histamin değerlerinin birbiriyle karşılaştırılması ve satış noktaları ile balık türlerinin her ikisinin de birlikte dikkate alınarak ortalama histamin değerlerinin karşılaştırılması yapıldı. Varyans analizinden elde edilen tabloya göre her üç tür karşılaştırma yönteminde %5 ve % 1 düzeyinde aralarındaki fark önemli çıktı. Bu farkların derecelendirmesini yapmak üzere histamin verilerine LSD testi uygulandı. (Tablo 12 ve 14)

Tablo 14: Satış noktalarındaki tüm türlerin ortalama histamin bulguları

Satış Noktaları	Histamin (mg/kg)
	P < 0,01
Pazar 1	5,24±1,11 a
Pazar 2	4,84±1,56 a
Pazar 3	2,86±1,59 c
Balık Market	3,01±1,51 c
Süpermarket 1	3,97±1,75 b
Süpermarket 2	3,23±1,66 c

Satış noktalarına göre balık türlerinin ortalama histamin değerleri 2,86±1,59 mg/kg ile 5,24±1,11 mg/kg arasında olduğu görüldü.

5. TBA Analizi Bulguları:

Tablo 15: Balık türlerinin satış noktalarına göre ortalama TBA değerleri

Balık Türü	Satış Noktaları	TBA (mg/kg)	
		P < 0,01	
Hamsi	Pazar 1	4,24±0,62 a	3,09±1,37 a
	Pazar 2	4,20±1,98 a	
	Pazar 3	1,93±0,75 c	
	Balık Market	2,25±1,07 bc	
	Süpermarket 1	2,74±1,19 bc	
	Süpermarket 2	3,18±0,10 b	
İstavrit	Pazar 1	3,32±0,69 a	2,76±1,45 ab
	Pazar 2	3,56±1,76 a	
	Pazar 3	1,74±0,83 c	
	Balık Market	2,82±0,68 ab	
	Süpermarket 1	3,19±2,41 a	
	Süpermarket 2	1,91±1,04 bc	
Sardalya	Pazar 1	2,78±0,60 ab	2,60±1,07 b
	Pazar 2	3,37±0,28 a	
	Pazar 3	1,94±1,06 bc	
	Balık Market	1,68±1,06 c	
	Süpermarket 1	3,57±1,00 a	
	Süpermarket 2	2,20±0,89 bc	

Satış noktalarına göre hamsi balıklarının ortalama TBA değerleri 1,93±0,75 mg/kg ile 4,24±0,62 mg/kg arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 3,09±1,37 mg/kg bulundu. Yine satış noktalarına göre istavrit balıklarının ortalama TBA değerleri 1,74±0,83 mg/kg ile 3,56±1,76 mg/kg arasında tüm satış noktalarının ortalaması da 2,76±1,45 mg/kg bulundu. Satış noktalarına göre sardalya balıklarının ortalama TBA değerleri 1,68±1,06 mg/kg ile 3,57±1,00 mg/kg arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 2,60±1,07 mg/kg bulundu. TBA değeri açısından alım noktalarını ve balık türlerini birbiriyle karşılaştırmak amacıyla yapılan varyans analizi tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16: TBA bulgularının varyans analizi tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F Değeri	Tablo F Değeri	
					5%	1%
Balık Türü	2	11,537	5,789	5,196**	3,070	4,790
Satış Noktaları	5	121,025	24,205	21,725**	2,290	3,170
Balık *Satış Noktaları	10	38,868	3,887	3489**	2,020	2,420
Hata	252	280,767	1,114			
Genel	269	452,237	1,681			

ns: Önemsiz

*: Önemli %5 seviyesinde

** : Önemli %1 seviyesinde

Yapılan varyans analizinde satış noktaları dikkate alınmaksızın balık türlerinin ortalama TBA değerlerinin birbiriyle karşılaştırılması, balık türleri dikkate alınmaksızın satış noktalarının ortalama TBA değerlerinin birbiriyle karşılaştırılması ve satış noktaları ile balık türlerinin her ikisinin de birlikte dikkate alınarak ortalama TBA değerlerinin karşılaştırılması yapıldı. Varyans analizinden elde edilen tabloya göre her üç tür karşılaştırma yönteminde %5 ve % 1 düzeyinde aralarındaki fark önemli çıktı. Bu farkların derecelendirmesini yapmak üzere TBA verilerine LSD testi uygulandı. (Tablo 15 ve 17)

Tablo 17: Satış noktalarındaki tüm türlerin ortalama TBA bulguları

Satış Noktaları	TBA (mg/kg) P < 0,01
Pazar 1	3,45±0,86 a
Pazar 2	3,71±1,56 a
Pazar 3	1,87±0,83 b
Balık Market	2,25±1,00 b
Süpermarket 1	3,17±1,60 a
Süpermarket 2	2,43±0,92 b

Satış noktalarına göre balık türlerinin ortalama TBA değerleri 1,87±0,83 mg/kg ile 3,45±0,86 mg/kg arasında olduğu görülmektedir.

6. TVBN Analizi Bulguları:

Tablo 18: Balık türlerinin satış noktalarına göre ortalama TVBN değerleri

Balık Türü	Satış Noktaları	TVBN (mg/100 g)	
		P < 0,01	
Hamsi	Pazar 1	21,82±2,61 a	17,26±4,66 a
	Pazar 2	21,14±5,49 a	
	Pazar 3	12,48±3,37 d	
	Balık Market	13,93±1,96 cd	
	Süpermarket 1	16,87±3,86 bc	
	Süpermarket 2	17,33±1,40 b	
İstavrit	Pazar 1	18,80±3,65 a	15,89±4,12 b
	Pazar 2	17,99±4,75 a	
	Pazar 3	11,86±3,69 c	
	Balık Market	17,07±2,00 a	
	Süpermarket 1	15,94±4,42 ab	
	Süpermarket 2	13,68±2,41 bc	
Sardalya	Pazar 1	16,97±5,31 ab	15,06±3,78 b
	Pazar 2	19,22±2,06 a	
	Pazar 3	12,79±3,02 d	
	Balık Market	11,62±2,68 d	
	Süpermarket 1	16,18±2,35 bc	
	Süpermarket 2	13,57±1,79 cd	

Satış noktalarına göre hamsi balıklarının ortalama TVBN değerleri 12,48±3,37 mg/100 g ile 21,82±2,61mg/100 g arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 17,26±4,66 mg/100 g bulundu. Yine satış noktalarına göre istavrit balıklarının ortalama TVBN değerleri 11,86±3,69 mg/100 g ile 18,80±3,65 mg/100 g arasında tüm satış noktalarının ortalaması da 15,89±4,12 mg/100 g bulundu. Satış noktalarına göre sardalya balıklarının ortalama TVBN değerleri 11,62±2,68mg/100 g ile 19,22±2,06 mg/100 g arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 15,06±3,78 mg/100 g bulundu. TVBN değeri açısından alım noktalarını ve balık türlerini birbiriyle karşılaştırmak amacıyla yapılan varyans analizi tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19: TVBN bulgularının varyans analizi tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F Değeri	Tablo F Değeri	
					5%	1%
Balık Türleri	2	223,146	111,573	11,283**	3,070	4,790
Satış Noktaları	5	358,563	358,563	36,261**	2,290	3,170
Balık* Satış Noktaları	10	40,767	40,767	4,123**	2,020	2,420
Hata	252	9,888	9,888			
Genel	269	18,273	18,273			

ns: Önemsiz

*: Önemli %5 seviyesinde

**: Önemli %1 seviyesinde

Yapılan varyans analizinde satış noktaları dikkate alınmaksızın balık türlerinin ortalama TVBN değerlerinin birbiriyle karşılaştırılması, balık türleri dikkate alınmaksızın satış noktalarının ortalama TVBN değerlerinin birbiriyle karşılaştırılması ve satış noktaları ile balık türlerinin her ikisinin de birlikte dikkate alınarak ortalama TVBN değerlerinin karşılaştırılması yapıldı. Varyans analizinden elde edilen tabloya göre her üç tür karşılaştırma yönteminde %5 ve % 1 düzeyinde aralarındaki fark önemli çıktı. Bu farkların derecelendirmesini yapmak üzere TVBN verilerine LSD testi uygulandı. (Tablo 18 ve 20)

Tablo 20: Satış noktalarındaki tüm türlerin ortalama TVBN bulguları

Satış Noktaları	TVBN (mg/100 g)
	P < 0,01
Pazar 1	19,20±4,83 a
Pazar 2	19,45±4,25 a
Pazar 3	12,38±3,15 d
Balık Market	14,21±3,10 c
Süpermarket 1	16,33±3,38 b
Süpermarket 2	14,86±2,53 bc

Satış noktalarına göre balık türlerinin ortalama TVBN değerleri 12,38±3,15 mg/100 g ile 19,45±4,25 mg/100 g arasında oldu.

7. TMA Analizi Bulguları:

Tablo 21: Balık türlerinin satış noktalarına göre ortalama TMA değerleri

Balık Türü	Alım Noktaları	TMA (mg/ 100 g)	
		P < 0,01	
Hamsi	Pazar 1	5,94±1,03 a	4,09±1,79 a
	Pazar 2	5,09±2,74 ab	
	Pazar 3	2,48±0,85 e	
	Balık Market	2,85±0,52d e	
	Süpermarket 1	3,66±1,47 cd	
	Süpermarket 2	4,50±0,59 bc	
İstavrit	Pazar 1	4,06±1,74 a	3,46±1,63 b
	Pazar 2	3,82±2,35 a	
	Pazar 3	2,66±0,70 b	
	Balık Market	4,00±0,92 a	
	Süpermarket 1	4,23±1,96 a	
	Süpermarket 2	2,00±0,57 b	
Sardalya	Pazar 1	3,16±1,00 b	3,17±1,35 b
	Pazar 2	5,01±0,55 a	
	Pazar 3	2,67±1,19 b	
	Balık Market	2,31±1,22 b	
	Süpermarket 1	3,28±1,71 b	
	Süpermarket 2	2,58±0,40 b	

Satış noktalarına göre hamsi balıklarının ortalama TMA değerleri 2,48±0,85 mg/100 g ile 5,94±1,03 mg/100 g arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 4,09±1,79 mg/100 g bulundu. Yine satış noktalarına göre istavrit balıklarının ortalama TMA değerleri 2,00±0,57 mg/100 g ile 4,23±1,96 mg/100 g arasında tüm satış noktalarının ortalaması da 3,46±1,63 mg/100 g bulundu. Satış noktalarına göre sardalya balıklarının ortalama TMA değerleri 2,31±1,22 mg/100 g ile 5,01±0,55 mg/100 g arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 3,17±1,35 mg/100 g bulundu. TMA değeri açısından alım noktalarını ve balık türlerini birbiriyle karşılaştırmak amacıyla yapılan varyans analizi tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22: TMA bulgularının varyans analizi tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F Değeri	Tablo F Değeri	
					5%	1%
Balık Türleri	2	39,700	19,850	14,349**	3,070	4,790
Satış Noktaları	5	149,632	29,926	21,633**	2,290	3,170
Balık* Satış Noktaları	10	117,280	11,728	8,478**	2,020	2,420
Hata	252	348,612	1,383			
Genel	269	655,224	2,436			

ns: Önemsiz

*: Önemli %5 seviyesinde

** : Önemli %1 seviyesinde

Yapılan varyans analizinde satış noktaları dikkate alınmaksızın balık türlerinin ortalama TMA değerlerinin birbiriyle karşılaştırılması, balık türleri dikkate alınmaksızın satış noktalarının ortalama TMA değerlerinin birbiriyle karşılaştırılması ve satış noktaları ile balık türlerinin her ikisinin de birlikte dikkate alınarak ortalama TMA değerlerinin karşılaştırılması yapıldı. Varyans analizinden elde edilen tabloya göre her üç tür karşılaştırma yönteminde %5 ve % 1 düzeyinde aralarındaki fark önemli çıktı. Bu farkların derecelendirmesini yapmak üzere TMA verilerine LSD testi uygulandı. (Tablo 21 ve 23)

Tablo 23: Satış noktalarındaki tüm türlerin ortalama TMA bulguları

Satış Noktaları	TMA (mg/100 g)
	P < 0,01
Pazar 1	4,38±1,80 a
Pazar 2	4,64±2,04 a
Pazar 3	2,60±0,89 c
Balık Market	3,05±1,04 c
Süpermarket 1	3,72±1,62 b
Süpermarket 2	3,02±1,21 c

Satış noktalarına göre balık türlerinin ortalama TMA değerleri 2,60±0,89mg/100 g ile 4,64±2,04 mg/100 g arasında elde edildi.

8. Organoleptik Muayene Bulguları:

Tablo 24: Balık türlerinin satış noktalarına göre organoleptik muayene puanları

Balık Türü	Satış Noktaları	Organoleptik Muayene Puanları	
		P < 0,01	
Hamsi	Pazar 1	1,84 ±0,23 c	2,21±0,42 b
	Pazar 2	1,87±0,62 c	
	Pazar 3	2,55±0,22 a	
	Balık Market	2,57±0,17 a	
	Süpermarket 1	2,27±0,30 b	
	Süpermarket 2	2,17±0,19 b	
İstavrit	Pazar 1	2,12±0,41 b	2,36±0,36 a
	Pazar 2	2,21 ±0,49 b	
	Pazar 3	2,64±0,19 a	
	Balık Market	2,27 ±0,20 b	
	Süpermarket 1	2,33±0,42 b	
	Süpermarket 2	2,59±0,13 a	
Sardalya	Pazar 1	2,31±0,21 cd	2,43±0,26 a
	Pazar 2	2,09±0,23 d	
	Pazar 3	2,59±0,14 ab	
	Balık Market	2,67±0,11 a	
	Süpermarket 1	2,37±0,23 bc	
	Süpermarket 2	2,56±0,08 abc	

Satış noktalarına göre hamsi balıklarının ortalama organoleptik muayene puanları 1,84 ±0,23 ile 2,57±0,17 arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 2,21±0,42 bulundu. Yine satış noktalarına göre istavrit balıklarının ortalama organoleptik muayene puanları 2,12±0,41 ile 2,64±0,19 arasında tüm satış noktalarının ortalaması da 2,36±0,36 bulundu. Satış noktalarına göre sardalya balıklarının ortalama organoleptik muayene puanları 2,09±0,23 ile 2,67±0,11 arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 2,43±0,26 bulundu. Organoleptik muayene puanları açısından alım noktalarını ve balık türlerini birbiriyle karşılaştırmak amacıyla yapılan varyans analizi tablo 25’te verilmiştir.

Tablo 25: Organoleptik muayene bulgularının varyans analizi tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F Değeri	Tablo F Değeri	
					5%	1%
Balık Türleri	2	2,343	1,172	15,217**	3,070	4,790
Satış Noktaları	5	10,931	2,186	28,394**	2,290	3,170
Balık* Satış Noktaları	10	3,370	0,337	4,377**	2,020	2,420
Hata	252	19,403	0,077			
Genel	269	36,047	0,134			

ns: Önemsiz

*: Önemli %5 seviyesinde

** : Önemli %1 seviyesinde

Yapılan varyans analizinde satış noktaları dikkate alınmaksızın balık türlerinin ortalama organoleptik muayene puanlarının birbiriyle karşılaştırılması, balık türleri dikkate alınmaksızın satış noktalarının ortalama organoleptik muayene puanlarının birbiriyle karşılaştırılması ve satış noktaları ile balık türlerinin her ikisinin de birlikte dikkate alınarak ortalama organoleptik muayene puanlarının karşılaştırılması yapıldı. Varyans analizinden elde edilen tabloya göre her üç tür karşılaştırma yönteminde %5 ve % 1 düzeyinde aralarındaki fark önemli çıktı. Bu farkların derecelendirmesini yapmak üzere organoleptik muayene verilerine LSD testi uygulandı. (Tablo 24 ve 26)

Tablo 26: Satış noktalarındaki tüm türlerin ortalama organoleptik muayene bulguları

Satış Noktaları	Organoleptik Muayene Puanları P < 0,01
Pazar 1	2,09±0,34 c
Pazar 2	2,06±0,46 c
Pazar 3	2,59±0,18 a
Balık Market	2,50±0,23 a
Süpermarket 1	2,32±0,30 b
Süpermarket 2	2,44±0,24 ab

Satış noktalarına göre balık türlerinin ortalama organoleptik muayene puanları 2,06±0,46 ile 2,59±0,18 arasında oldu.

9. pH Bulguları:

Tablo 27: Balık türlerinin satış noktalarına göre ortalama pH bulguları

Balık Türü	Satış Noktası	pH	
		P < 0,01	
Hamsi	Pazar 1	6,46±0,03 a	6,29±0,15 a
	Pazar 2	6,23±0,15 b	
	Pazar 3	6,15±0,11 b	
	Balık Market	6,23±0,09 b	
	Süpermarket 1	6,33±0,14 ab	
	Süpermarket 2	6,35±0,04 ab	
İstavrit	Pazar 1	6,39±0,07 a	6,29±0,13 a
	Pazar 2	6,36±0,14 ab	
	Pazar 3	6,17±0,13 b	
	Balık Market	6,33±0,09 ab	
	Süpermarket 1	6,28±0,16 ab	
	Süpermarket 2	6,21±0,09 ab	
Sardalya	Pazar 1	6,36±0,06 ab	6,27±0,13 a
	Pazar 2	6,43±0,05 a	
	Pazar 3	6,19±0,11 bc	
	Balık Market	6,15±0,05 c	
	Süpermarket 1	6,32±0,09 abc	
	Süpermarket 2	6,21±0,09 bc	

Satış noktalarına göre hamsi balıklarının ortalama pH değerleri 6,15±0,11 ile 6,46±0,03 arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 6,29±0,15 bulunmuştur. Yine satış noktalarına göre istavrit balıklarının ortalama pH değerleri 6,17±0,13 ile 6,39±0,07 arasında tüm satış noktalarının ortalaması da 6,29±0,13 bulundu. Satış noktalarına göre sardalya balıklarının ortalama pH değerleri 6,15±0,05 ile 6,43±0,05 arasında, tüm satış noktalarının ortalaması da 6,27±0,13 bulundu. pH değerleri açısından alım noktalarını ve balık türlerini birbiriyle karşılaştırmak amacıyla yapılan varyans analizi tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28: pH bulgularının varyans analizi tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F Değeri	Tablo F Değeri	
					5%	1%
Balık Türleri	2	0,014	0,007	0,144ns	3,070	4,790
Satış Noktası	5	1,542	0,308	6,505**	2,290	3,170
Balık* Satış Noktası	10	0,878	0,088	1,851ns	2,020	2,420
Hata	252	11,947	0,047			
Genel	269	14,381	0,053			

ns: Önemsiz

*: Önemli %5 seviyesinde

**: Önemli %1 seviyesinde

Yapılan varyans analizinde satış noktaları dikkate alınmaksızın balık türlerinin ortalama pH değerlerinin birbiriyle karşılaştırılması, balık türleri dikkate alınmaksızın satış noktalarının ortalama pH değerlerinin birbiriyle karşılaştırılması ve satış noktaları ile balık türlerinin her ikisinin de birlikte dikkate alınarak ortalama pH değerlerinin karşılaştırılması yapıldı. Varyans analizinden elde edilen tabloya balık türleri arasındaki fark ile balık türleri * satış noktalarının arasındaki fark %5 ve % 1 düzeyinde önemsiz çıktı. Satış noktalarının arasındaki fark ise %5 ve % 1 düzeyinde önemli çıktı. Satış noktalarının ortalama pH değerlerinin birbiriyle karşılaştırmasıyla elde edilen LSD tablosu aşağıdadır. (Tablo 29)

Tablo 29: Satış noktalarındaki tüm türlerin ortalama pH bulguları

Satış Noktaları	pH
	P < 0,01
Pazar 1	6,40±0,07 a
Pazar 2	6,34±0,12 ab
Pazar 3	6,17±0,11 bc
Balık Market	6,24±0,11 bc
Süpermarket 1	6,30±0,13 ab
Süpermarket 2	6,25±0,10 bc

Satış noktalarına göre balık türlerinin ortalama pH bulguları 6,17±0,11 ile 6,40±0,07 arasındadır.

10. Balık Örneklerinin Merkez Sıcaklığı ve Örneklerin Alındığı Ortam

Sıcaklığı Bulguları:

Tablo 30: Balık türlerinin satış noktalarına göre et merkez ve ortam sıcaklığı bulguları

		1.Alım		2.Alım		3.Alım		4.Alım		5.Alım	
		Ortam (°C)	Balık (°C)	Ortam (°C)	Balık (°C)	Ortam (°C)	Balık (°C)	Ortam (°C)	Balık (°C)	Ortam (°C)	Balık (°C)
Hamsi	Pazar 1	19,8	14,1	14,2	11,7	16,3	15,6	11,2	8,7	18,9	16,7
	Pazar 2	24,1	18,9	17,2	15,2	7,8	6,1	10,6	8,2	17,4	16,5
	Pazar 3	14,8	11,6	17,3	8,8	10,2	6,4	9,4	5,3	12,8	7,9
	Balık Market	23,0	10,6	7,8	5,2	15,2	6,4	18,4	5,3	12,1	4,3
	Süpermarket 1	25,1	7,3	23,2	6,7	22,8	7,8	24,5	6,2	21,8	5,9
	Süpermarket 2	23,4	5,5	24,1	5,7	22,3	5,9	23,7	6,1	22,4	5,8
İstavrit	Pazar 1	19,8	17,5	14,2	13,9	6,4	8,5	16,3	15,7	14,5	11,2
	Pazar 2	11,9	11,6	5,2	4,4	17,4	15,6	18,7	16,5	15,2	14,1
	Pazar 3	12,2	9,9	21,8	18,0	14,2	10,2	17,3	15,8	18,1	16,2
	Balık Market	23,0	6,8	21,5	0,5	7,8	3,0	18,4	5,6	19,8	5,4
	Süpermarket 1	25,1	9,7	23,4	6,4	22,6	4,5	22,9	5,2	21,3	5,6
	Süpermarket 2	21,5	4,5	20,3	5,8	19,5	4,4	20,0	6,5	20,4	5,2
Sardalya	Pazar 1	16,7	17,5	6,4	5,5	16,3	15,4	11,2	9,1	17,8	15,2
	Pazar 2	22,0	19,2	5,2	4,4	17,4	14,9	14,2	11,3	12,3	10,4
	Pazar 3	17,3	12,5	7,4	5,2	8,7	6,8	9,4	5,8	12,8	8,3
	Balık Market	23,0	6,2	24,7	3,2	7,8	2,9	18,4	5,2	12,1	4,9
	Süpermarket 1	21,0	7,1	22,3	6,8	23,4	7,1	23,0	5,1	21,4	6,8
	Süpermarket 2	26,0	6,6	23,1	5,4	24,5	6,1	23,7	5,3	22,4	5,4

Tablo 30 incelendiğinde balık örneklerinin merkez sıcaklığının 0,5 °C ile 19,2 °C arasında, ortam sıcaklıklarının ise 5,2 °C ile 26 °C arasında değiştiği görülmektedir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Su ürünlerinin özellikle de balıkların besinsel bileşiminin beslenme bilimi açısından ideal bir yapıda olması, bu gıda maddelerinin önemli bir konuma gelmesini sağlamaktadır. Dengeli beslenmenin büyük bir sorun olduğu ve hayvansal protein tüketiminin istenilen seviyede olmadığı ülkemizde, su ürünleri, insan beslenmesi için kritik bir öneme sahiptir. Su ürünlerinin beslenme açısından bu kadar önemli bir fonksiyonu bulunurken, insanlara sağlıklı bir şekilde ulaştırılması da ülkemizdeki protein açığının kapatılması için önemlidir. Çalışmamızda da bu kaygılar göz önüne alınıp Bursa’da bulunan farklı satış noktalarındaki balıkların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri incelenerek kalite kontrolü gerçekleştirildi. Bu amaçla değişik sosyo-ekonomik düzeye hitap eden pazarlar, balık market ve süpermarketlerden balık numuneleri alındı ve bu satış noktaları gözlemlendi. Daha çok sosyo-ekonomik düzeyi yüksek insanların alışveriş yaptığı Balık Market, Süpermarket 1, Süpermarket 2 ve Pazar 3’te balıkların satışı esnasında soğuk zincire dikkat edildiği ve eldiven kullanımı, çalışmaya uygun giysilerin giyilmesi gibi hijyenik kurallara uyulduğunu tespit edildi. Sosyo-ekonomik düzeyi orta ve düşük insanların alışveriş yaptığı Pazar 1 ve Pazar 2’de ise genellikle soğuk zincire dikkat edilmeyip balıkların çevresel şartlara maruz kaldığı ve hijyen kurallarına dikkat edilmediğini gözlemlendi.

Balık Market ve Pazar 3’te satış yapan balıkçılarla yapılan birebir görüşmelerde satış sonrası balıkların buz içinde soğuk muhafaza edildikleri beyan edildi. Ayrıca balıkçılar, satılmayan balıkların 2 günden fazla ellerinde tutulmayıp değişik şekillerde elden çıkarıldığını belirtmişlerdir. Pazar 1, Pazar 2, Süpermarket 1 ve Süpermarket 2’deki görevlilerden ise yukarıda anlatıldığı gibi bir bilgi vermekten kaçınılmış, balıkların saklanma koşullarıyla ve tezgâhta tutulma süreleriyle ilgili bilgi edinilememiştir.

Tablo 5’te görüldüğü gibi bütün satış noktalarından alınan balık türlerinin ortalama TMAB değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulundu. Tablo 4’te ise hamsi örneklerinin $4,53 \pm 0,97$ log kob/g TMAB değeri ile birinci sırada, bu değeri $4,40 \pm 0,76$ log kob/g TMAB değeriyle takip eden istavrit balığının ikinci sırada ve sonra da $4,21 \pm 0,88$ log kob/g TMAB değeriyle de sardalya balığının üçüncü sırada olduğu görülmektedir.

Satış noktaları arasındaki farklılığı ortaya koymak amacıyla her satış noktasından alınan 3 tür balığın TMAB değerlerinin ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. (Tablo 5) TMAB yükü açısından bir sıralama yapıldığında Pazar 2’den $4,92 \pm 0,50$ log kob/g, Pazar 1’den $4,88 \pm 0,63$ log kob/g, Süpermarket 1’den $4,62 \pm 0,47$ log

kob/g, Süpermarket 2'den $4,51 \pm 0,47$ log kob/g, Balık market'den $3,93 \pm 0,88$ log kob/g, Pazar 3'ten ise $3,41 \pm 0,59$ log kob/g TMAB değerleri elde edilmiştir. (Tablo 6)

Bütün satış noktalarındaki balık türlerinin TPAB yüklerinin istatistiksel değerlendirmesinde de aralarında önemli derecede farklılık çıkmıştır. (Tablo 8) Uygulanan LSD testine göre bütün satış noktalarından alınan hamsi numunelerinin ortalama TPAB değerinin $5,14 \pm 0,84$ log kob/g ile birinci sırada, bu değeri $5,09 \pm 0,60$ log kob/g TPAB değeriyle takip eden istavrit balığının ikinci sırada ve sonra da $4,86 \pm 0,69$ log kob/g TPAB değeriyle de sardalya balığının üçüncü sırada olduğu görülmektedir. (Tablo 7)

Satış noktaları arasındaki farklılığı ortaya koymak amacıyla her satış noktasından alınan 3 tür balığın TPAB değerlerinin ortalaması istatistikî açıdan incelendiğinde aralarındaki fark önemli çıkmıştır. (Tablo 8) LSD test sonuçlarını gösteren Tablo 9'a göre Pazar 1'den $5,52 \pm 0,63$ log kob/g, Pazar 2'den $5,38 \pm 0,45$ log kob/g, Süpermarket 1'den $5,28 \pm 0,48$ log kob/g, Süpermarket 2'den $5,23 \pm 0,33$ log kob/g, Balık marketten $4,57 \pm 0,74$ log kob/g, Pazar 3'ten ise $4,18 \pm 0,54$ log kob/g TPAB değerleri elde edilmiştir.

Bu değerler incelendiğinde çalışmamız bulguları Elazığ'da taze olarak tüketilen istavrit balıklarında TMAB değerini $4,91 \pm 0,79$ log kob/cm² bulan Patır ve Ürel İnanlı'nın (42) bulgularından düşük, yine aynı araştırmada bulunan TPAB değerinden ($3,50 \pm 2,57$ log kob/cm²) ise yüksek bulunmuştur. Bunun da örneklerin temin edildiği ortamların ve analiz için kullanılan örnek alım yönteminin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 10 incelendiğinde toplam koliform miktarının Pazar 3 ve Süpermarket 2'de balık örneklerinin % 7'si oranında, Pazar 1, Balık Market ve Süpermarket 1'de %13'ü oranında, Pazar 2'de ise %27'si oranında dondurulmuş balıklar için kritik limit olan (35) 10 EMS/g'ı aştığı görülmektedir.

Tablo 11 incelendiğinde fekal koliform miktarının Pazar 1, Pazar 3 ve Süpermarket 1'de balık örneklerinin % 7'si oranında, Pazar 2'de ise %27'si oranında 10 EMS/g'ı aştığı görülmektedir. Balık Market ve Süpermarket 2'de hiçbir balık örneğinde fekal koliform miktarı 10 EMS/g'ı aşmamıştır. Bu grup mikroorganizmaların varlığı, balığın ya fekal kontaminasyonlu suların avlandığını, ya da avlandıktan sonra uygulanan işlemlere bağlı olarak bulaştığını gösterir. Çalışmamız bulguları, istavrit balığında $4,01 \pm 1,75$ log kob/cm² koliform değeri bulan Patır ve Ürel İnanlı'nın (42) bulgularından farklıdır.

Balık türlerinin histamin içeriklerine uygulanan varyans analizinde türler arasındaki fark önemli çıkmıştır. (Tablo 13) Tablo 12'ye göre de incelemeye alınan bütün satış noktalarından alınan hamsi numunelerinin ortalama histamin değerinin $5,00 \pm 2,19$ mg/kg

ile birinci sırada, bu değeri $3,48 \pm 1,78$ mg/kg histamin değeriyle takip eden sardalya balığının ikinci sırada ve sonra da $3,46 \pm 1,66$ mg/kg histamin değeriyle de istavrit balığının üçüncü sırada olduğu görülmüştür.

Satış noktaları arasındaki farklılığı ortaya koymak amacıyla yapılan varyans analizinde de fark önemli çıkmıştır. (Tablo 13) Her satış noktasından alınan 3 tür balığın histamin değerlerinin ortalaması incelendiğinde Pazar 1'den $5,24 \pm 1,11$ mg/kg, Pazar 2'den $4,84 \pm 1,56$ mg/kg, Süpermarket 1'den $3,97 \pm 1,75$ mg/kg, Süpermarket 2'den $3,23 \pm 1,66$ mg/kg, Balık market'den $3,01 \pm 1,51$ mg/kg, Pazar 3'ten ise $2,86 \pm 1,59$ mg/kg histamin değerleri elde edilmiştir. (Tablo 14)

Bu değerler incelendiğinde, taze olarak satılan istavritte histamin miktarını tespit edilebilir limitin altında bulan Ay'ın (43) bulgularından yüksek olduğu görülmektedir. Bakteriyel bozulma ve histamin oluşumunu belirlemek üzere 25°C 'de depoladıkları albakor ton balığında depolamanın 4. gününe kadar histamin miktarını <50 mg/kg bulan. Kim ve arkadaşlarının (44) bulgularıyla paraleldir.

Satış noktaları dikkate alınmaksızın balık türlerinin TBA değerlerinin varyans analizinde aralarındaki fark önemli çıkmıştır. (Tablo 16) LSD testi sonuçlarını gösteren tablo 15'e göre bütün satış noktalarından alınan hamsi numunelerinin ortalama TBA değerinin $3,09 \pm 1,37$ mg/kg ile birinci sırada, bu değeri $2,76 \pm 1,45$ mg/kg TBA değeriyle takip eden istavrit balığının ikinci sırada ve sonra da $2,60 \pm 1,07$ mg/kg TBA değeriyle de sardalya balığının üçüncü sırada olduğu görülmektedir.

Balık türleri dikkate alınmaksızın satış noktaları arasındaki farklılığı ortaya koymak amacıyla yapılan varyans analizinde önemli derecede fark çıkmıştır. (Tablo 16) Tablo 7'ye göre her satış noktasından alınan 3 tür balığın TBA değerlerinin ortalaması incelendiğinde sırasıyla Pazar 2'den $3,71 \pm 1,56$ mg/kg, Pazar 1'den $3,45 \pm 0,86$ mg/kg, Süpermarket 1'den $3,17 \pm 1,60$ mg/kg, Süpermarket 2'den $2,43 \pm 0,92$ mg/kg, Balık marketten $2,25 \pm 1,00$ mg/kg, Pazar 3'ten ise $1,87 \pm 0,83$ mg/kg TBA değerleri elde edilmiştir.

Bu değerler incelendiğinde, farklı soğutma ortamlarında istavrit balığındaki kalite değişimlerini araştırmak üzere TBA değerini depolamanın 1. gününde $1,80$ mg/kg bulan Demirci ve Orak'ın (45) bulgularından yüksek; sardalya balığının soğukta depolanması sırasında yağında oluşan değişimleri inceleyen Özden ve Gökoğlu'nun (26) bulduğu 0. gündeki $1,39$ mg/kg değerinden yüksek, 2. gündeki $3,04$ mg/kg değerinden düşük bulunmuştur.

Balık türlerinin TVBN değerlerinin varyans analizinde aralarındaki fark önemli çıkmıştır. (Tablo 19) Uygulanan LSD testiyle bütün satış noktalarından alınan hamsi numunelerinin ortalama TVBN değerinin $17,26 \pm 4,66$ mg/100 g ile birinci sırada, bu değeri $15,89 \pm 4,12$ mg/100 g TVBN değeriyle takip eden istavrit balığının ikinci sırada ve sonra da $15,06 \pm 3,78$ mg/100 g TVBN değeriyle de sardalya balığının üçüncü sırada olduğu ortaya konmuştur. (Tablo 18)

Satış noktaları arasındaki farklılığı ortaya koymak amacıyla yapılan varyans analizinde satış noktaları arasındaki fark önemli çıkmıştır. Her satış noktasından alınan 3 tür balığın TVBN değerlerinin ortalaması incelendiğinde sırasıyla Pazar 1'den $19,20 \pm 4,83$ mg/100 g, Pazar 2'den $19,45 \pm 4,25$ mg/100 g, Süpermarket 1'den $16,33 \pm 3,38$ mg/100 g, Süpermarket 2'den $14,86 \pm 2,53$ mg/100 g, Balık market'den $14,21 \pm 3,10$ mg/100 g, Pazar 3'ten ise $12,38 \pm 3,15$ mg/100 g TVBN değerleri elde edilmiştir. (Tablo 20)

Buna göre çalışmamız bulguları, market koşullarındaki kültür çipura ve levrek balıklarının kalite değişimlerini incelemek üzere çipurada TVBN değerini 1. günde $23,56 \pm 1,63$ mg/100 g, 3. günde $18,66$ mg/100 g ve levrekte 1. günde $17,5 \pm 0,76$ mg/100 g, 3. günde $16,33$ mg/100 g bulan Taşkaya ve arkadaşlarının (46) bulgularından düşük; istavrit balığının [Trachurus mediterraneus mediterraneus (Steindachner 1868)] satış koşullarındaki kalite değişimini araştıran Varlık ve Gököglü'nun (47) bulduğu 0. gündeki $8,7$ mg/100 g değerinden yüksek, 4. gündeki $21,7$ mg/100 g değerinden düşük; depolama derecesinin iri gözlü ton ve çizgili orkinosta histamin oluşumuna etkisini inceleyen Silva ve arkadaşlarının (48) bulduğu 22 °C'deki depolamanın 0. gününde irigözlü tonda 20 mg/100 g değerinden ve çizgili orkinosta 30 mg/100 g değerinden düşük bulunmuştur.

Balık türlerinin TMA değerlerinin varyans analizinde aralarındaki fark önemli çıkmıştır. (Tablo 22) Uygulanan LSD testini gösteren tablo 21'e göre bütün satış noktalarından alınan hamsi numunelerinin ortalama TMA değerinin $4,09 \pm 1,79$ mg/100 g ile birinci sırada, bu değeri $3,46 \pm 1,63$ mg/100 g TMA değeriyle takip eden istavrit balığının ikinci sırada ve sonra da $3,17 \pm 1,35$ mg/100 g TMA değeriyle de sardalya balığının üçüncü sırada olduğu görülmektedir.

Balık türleri dikkate alınmaksızın satış noktalarının karşılaştırıldığı varyans analizinde de fark önemli çıkmıştır. (Tablo 22) Tablo 23'e göre her satış noktasından alınan 3 tür balığın TMA değerlerinin ortalaması incelendiğinde sırasıyla Pazar 2'den $4,64 \pm 2,04$ mg/100 g, Pazar 1'den $4,38 \pm 1,80$ mg/100 g, Süpermarket 1'den $3,72 \pm 1,62$

mg/100 g, Balık marketten 3,05±1,04 mg/100 g, Süpermarket 2'den 3,02±1,21 mg/100 g, Pazar 3'ten ise 2,60±0,89 mg/100 g TMA değerleri elde edilmiştir.

Bu değerler incelendiğinde, farklı soğutma ortamlarında istavrit balığındaki kalite değişimlerini incelemek üzere TMA değerini depolamanın 1. gününde 1,20 mg/100 g bulan Demirci ve Orak'ın (45) bulgularından yüksek; bir süpermarkette tüketime sunulan dondurulmuş su ürünlerinin kimyasal kalitesini kontrol etmek üzere TMA değerini balık filetoda 8,29±0,45 mg/100 g bulan Çelik ve arkadaşlarının (49) bulgularından düşük; istavrit balığının [Trachurus mediterraneus mediterraneus (Steindachner 1868)] satış koşullarındaki kalite değişimini araştıran Varlık ve Gökoğlu'nun (47) 0. gündeki 2,0 mg/100 g'lık TMA değerinden yüksek, 4. gündeki 3,2 mg/100 g değeriyle de paralel bulunmuştur.

Organoleptik muayene puanları üzerine yapılan varyans analizinde balık türleri arasındaki, satış noktaları arasındaki ve satış noktaları*balık türleri interaksiyonundaki fark önemli çıkmıştır. (Tablo 25) Balık türlerinin sıralamasını ortaya koymak amacıyla yapılan LSD testine göre bütün satış noktalarından alınan sardalya numunelerinin ortalama organoleptik muayene puanının 2,43±0,26 ile birinci sırada, bu değeri 2,36±0,36 organoleptik muayene puanıyla takip eden istavrit balığının ikinci sırada ve sonra da 2,21±0,42 organoleptik muayene puanıyla da hamsi balığının üçüncü sırada olduğu görülmektedir. (Tablo 24)

Satış noktaları arasındaki farklılığı ortaya koymak amacıyla her satış noktasından alınan 3 tür balığın organoleptik muayene puanının ortalaması incelendiğinde sırasıyla Pazar 3'ten 2,59±0,18, Balık marketten 2,50±0,23, Süpermarket 2'den 2,44±0,24, Süpermarket 1'den 2,32±0,30, Pazar 1'den 2,09±0,34, Pazar 2'den ise 2,06±0,46 mg/kg organoleptik muayene puanı elde edilmiştir. (Tablo 26)

Bu değerler incelendiğinde, istavrit balığının [Trachurus mediterraneus mediterraneus (Steindachner 1868)] satış koşullarındaki kalite değişimini araştırmak üzere organoleptik muayene puanını 0. günde 2,9, dördüncü günde 2,5 bulan Varlık ve Gökoğlu'nun (50) bulgularıyla paralel olduğu görülmektedir.

pH değerleri üzerine yapılan varyans analizinde balık türleri arasındaki ve satış noktaları*balık türleri interaksiyonundaki fark önemsiz çıkmış; satış noktaları arasındaki fark ise önemli çıkmıştır. LSD testi sonuçlarını gösteren tablo 27'ye göre bütün satış noktalarından alınan hamsi ve istavrit numunelerinin ortalama pH değerleri sırasıyla

6,29±0,15 ve 6,29±0,13 ile birinci sırada, bu değeri 6,27±0,13 sardalya balığının ikinci sırada olduğu görülmüştür.

Satış noktaları arasındaki farklılığı ortaya koymak amacıyla yapılan LSD testinde ise her satış noktasından alınan 3 tür balığın pH değerlerinin ortalamaları sırasıyla Pazar 1'den 6,40±0,07, Pazar 2'den 6,34±0,12, Süpermarket 1'den 6,30±0,13, Süpermarket 2'den 6,25±0,10, Balık market'den 6,24±0,11, Pazar 3'ten ise 6,17±0,11 pH değerleri elde edilmiştir.

Bu değerler incelendiğinde, sardalya balığının soğukta depolanması sırasında yağında oluşan değişimleri inceleyen Özden'in (50) bulduğu 0. günde 6,17, ikinci günde 6,28 pH bulgularından paralel olduğu görülmektedir.

Tablo 30 incelendiğinde balıkların kırılmış buz üzerinde satışının yapıldığı Balık Market, Süpermarket 1 ve Süpermarket 2'de balıkların merkez sıcaklığı ortalaması 5,8±1,61 °C olarak ölçülmüştür. Satış sırasında buz kullanılmayan Pazar 1, Pazar 2 ve Pazar 3'te ise balıkların merkez sıcaklığı ortalaması 11,8±2,94 °C bulunmuştur. Ortam sıcaklığının kontrollü olduğu Süpermarket 1 ve Süpermarket 2'de ortam sıcaklığı 22,7±1,6 °C bulunmuştur. Ortam sıcaklığının kontrollü olmadığı Pazar 1, Pazar 2, Pazar 3 ve Balık Market'te ise ortam sıcaklığı 15,1±5,3 °C bulunmuştur.

Balıklarda kalitenin belirlenebilmesinde fiziksel, kimyasal, organoleptik ve mikrobiyolojik yöntemlerin topluca uygulanması oldukça önemlidir. Çalışmamızda da söz konusu yöntemler uygulanmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre her ne kadar ortalamalar her analiz parametresine özgü kritik limitleri aşmıyor gözükse de analiz sonuçlarına bireysel bakıldığında toplum sağlığını olumsuz etkileyecek şekilde kritik limitleri aştıkları görülmüştür. Örneğin satış noktalarına göre TPAB yükü incelendiğinde Süpermarket 1 ve Pazar 2'den alınan balık örneklerinin % 7'si oranında Pazar 1'de ise % 20'si oranında 10⁶ kob/g değerini aştığı görülmüştür. Satış noktalarına göre TBA, TMA ve TVBN miktarları incelendiğinde sadece Pazar 2'den alınan balık örneklerinin %7'si oranında kritik limitleri aştığı görülmüştür. Hiçbir satış noktasında da balık örneklerinin TMAB, pH ve histamin miktarının kritik limitlerini aştığı görülmemiştir. Ayrıca hiçbir satış noktasında da balık örnekleri organoleptik muayeneden "tüketilemez" anlamına gelen 0 ile 1 arasında puan almamıştır.

Bütün kalite parametreleri (fiziksel, kimyasal, duyuusal ve mikrobiyolojik) göz önüne alınarak satış noktalarının yüksekten düşüğe bir sıralaması yapıldığında da birinci sırada Pazar 3, ikinci sırada Balık market, üçüncü sırada Süper market 2, dördüncü sırada

Süpermarket 1, beşinci sırada Pazar 1, altıncı sırada Pazar 2 olduğu anlaşılmıştır. Burada dikkati çeken ortam sıcaklığının kontrollü olmadığı ve balıkların kırılmış buz üzerinde satıldığı Pazar 3'ten alınan örneklerin en iyi kalitede çıkmasıdır. Bunun sebebinin de Pazar 3'te balıkçıların da beyan ettiği gibi balıkların tezgâhlarda 2 günden fazla tutulmamasının ve pazar sonrası balıkların soğutulmasının olabileceği düşünülmektedir. Satış noktalarında pek rastlanmayan ve ilk bakışta balıkçılar açısından ekonomik bir satış tarzı gibi görülmeyen bu durum Pazar 3'teki balık fiyatlarının diğerlerinden daha yüksek olmasıyla açıklanabilmektedir. Aynı şekilde balıkları 2 günden fazla tezgâhlarda tutmayan ve buz üstünde satış yapan Balık Market'te sıralamada ikinci sırada olmuştur. Süpermarket 2 ve Süpermarket 1'de ise balıklar buz üstünde satış yapıldığı halde üçüncü ve dördüncü sırada olmalarının sebebinin bir beyan alınmasa da balıkların uzun süre tezgâhlarda satış için bekletilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Pazar 1 ve Pazar 2'de ise balıkların hem buz üstünde satılmaması hem de beyan edilmekten kaçınılsa da satılmayan balıkların tezgâhlara tekrar konularak satılmasından dolayı beş ve altıncı sıraya yerleşebildikleri düşünülmektedir. Ayrıca bu pazarlarda satış sırasında çevre sıcaklığının ve balıkların merkez sıcaklığının yüksek olmasının da balıkların kalitesinin diğer satış noktalarından daha düşük çıkmasına neden olabileceği düşünülmektedir. Bu son iki pazardaki balık fiyatlarının diğer satış noktalarına göre daha ucuz olduğu tespit edilmiştir.

Satış noktaları dikkate alınmaksızın balık türlerinin bütün kalite parametrelerine göre bir sıralaması yapıldığında sardalya birinci sırada, istavrit ikinci sırada hamsi ise üçüncü sırada bulunmuştur.

Canlı olarak denizden avlanan balıklar toplum sağlığı açısından sakıncalı bir durum göstermezler. Avlanan balıklar tüketime sunuluncaya kadar deniz üzerinde saklanma, denizden karada depolanacağı yere taşınma, karada depolanma, satılacağı yere taşınma ve en son olarak da satış yerinde satışa sunulma aşamalarından geçer. Bu aşamalarda avlanma şekli başta olmak üzere balığın denizden karaya çıkarılıncaya kadar, teknelerde kötü muhafaza, kullanılan araç-gerecin temiz olmaması, balıkçıların hijyen kurallarına uymayan yanlış alışkanlıkları (ellerin temizliğine gerekli önemin verilmemesi, kirli elbise ve çizmelerle çalışılması v.b) ile sanitasyon tehlikeye girmektedir.

Ancak tüm bu aşamalarda hijyenik koşulların sağlanması hem yasal uygulamalarla hem de toplumun eğitilmesi ve bilinçlendirilmesi ile gerçekleştirilebilir. Ülkemizde 2004 yılında yürürlüğe giren 5179 sayılı "Gıdaların üretimi, tüketimi ve denetlenmesine dair kanun hükmünde karamamenin değiştirilerek kabulü hakkında kanun" ile gıda kontrol

yetkilerinin toplandığı kurum, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı olmuştur. Bakanlık tarafından yurtdışına ihraç edilen ve yurtdışından ithal edilen gıda maddelerine düzenli bir kontrol uygulanmaktadır. Ancak ne yazık ki söz konusu düzenli kontrol hizmetlerinin yurtiçi satış noktalarında uygulandığını söylemek zordur.

Sonuç olarak;

— Halk sağlığı açısından tüm gıda çeşitlerinin özellikle de su ürünlerinin yurtiçi rutin kontrolleri resmi otorite tarafından düzenli bir şekilde yapılmalıdır.

— Tarım Bakanlığı tarafından su ürünlerinin rutin kontrollerinde rehber olarak kullanılan Su Ürünleri Kalite Kontrol El Kitabında taze ve soğutulmuş balıkların kontrolü için duysal muayene yeterli görülmekte, duysal muayeneden tatmin olunmadığı takdirde histamin ve TVBN analizlerinin yapılmasının yeterli olacağı belirtilmektedir. Ancak çalışmamızda da tespit edildiği gibi taze ve soğutulmuş balıklarda koliform mikroorganizmalar bulunabilmekte ve TPAB, TMA ve TBA değerleri de kritik limitleri aşabilmektedir. Bu yüzden balıkların hijyenik kalitesinin ortaya konabilmesi için etkin bir şekilde halkın yoğun olarak alışveriş yaptığı satış noktalarından alınan balık örneklerine başta mikrobiyolojik analizler ve bunları tamamlayıcı olarak fiziksel, kimyasal analizler ve duysal muayeneler yapılmalıdır.

— Analizlerin dışında özellikle depolama, taşıma ve satış işlemlerinin gerçekleştirildiği yerlerdeki sanitasyon koşulları üzerinde önemle durulmalıdır.

KAYNAKLAR

1. TÜRKER S. Hayvansal gıdalarda kalite kontrolü, Tamer Matbaacılık, Ankara, sayfa 103–111, 1997
2. UĞUR M, NAZLI B, BOSTAN K. Genel besin hijyeni ders notları, İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayını, İstanbul, sayfa 2-45, 1996
3. İNAL İ. Besin hijyeni hayvansal gıdaların sağlık kontrolü, 2. baskı, Final ofset, İstanbul, sayfa 345–507, 1992
4. ANONİM. II. Tarım şurası, V. komisyon, gıda güvenliği, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara, sayfa 2-10, 2004
5. GÖZGÖZOĞLU E, ERTAŞ S, ERBAŞ S, DURU D, KUŞHAN S, DEVECİ S ŞENEL G. Su ürünleri ekonomisi – üretim, miktar, fiyat ve değer değişimleri 2001–2002, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, sayfa 3-34, 2004
6. ANONİM. Sekizinci beş yıllık kalkınma planı, Su ürünleri ve su ürünleri sanayi özel ihtisas komisyonu raporu, Devlet Planlama Teşkilatı Yayınları, Ankara, sayfa 168-175, 2001
7. ANONİM. Türkiye istatistik yıllığı–2004, Devlet İstatistik Enstitüsü, 183, 2004
8. ARIK ÇOLAKOĞLU F, İŞMEN A, ÖZEN Ö, ÇAKIR F, YIĞIN Ç, ORMANCI HB. Çanakkale ilindeki su ürünleri tüketim davranışlarının değerlendirilmesi. XIII. Ulusal Su ürünleri Sempozyumu 1–4 Eylül 2005 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Çanakkale, 2005
9. AKYOL O, PERÇİN F. İzmir balık halinde 1993–2004 yılları arasında pazarlanan balıklar üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, Cilt 22, Sayı (1–2): 125–128, 2005
10. VARLIK C, UĞUR M, GÖKOĞLU N, GÜN H. Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Yayın No: 17, İstanbul, Sayfa 1–48, 1993
11. VARLIK C, ERKAN N, BAYGAR T. Su ürünleri besin bileşimi. Editör: VARLIK C. Su ürünleri işleme teknolojisi, İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi Müdürlüğü, İstanbul, sayfa 4–38, 2004
12. ASI T. Tablolarla biyokimya, cilt 1, Tayf Ofset, İstanbul, sayfa 129–238, 1996
13. FREEMAN WM, JUNGE C. Lowering your cholesterol (Kolesterolünüzü nasıl düşürebilirsiniz). Çeviren: ÖZKAL S, Optimist Yayın Dağıtım, İstanbul, sayfa 63–85, 2005
14. KAYA Y, DUYAR HA, ERDEM ME. Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, Cilt 21, Sayı (3–4): 365–370, 2004
15. KRİS-ETHERTON PM, HARRİS WS, APPEL LJ. Fish consumption, fish oil, omega–3 fatty acids, and cardiovascular disease. Circulation-Journal of the American Heart Association, 106: 2747–2757, 2002
16. BARAN İ, TİMUR M. Ichthyologie (Balık bilimi), Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, sayfa 14-35, 1983
17. AMLACHER E. Rigor mortis in fish. Editor: BORGSTROM G, Fish as food, volume: 1, United Kingdom edition, Academic Press, New York, London, page 385–406, 1961
18. YILDIRIM Y. Et endüstrisi, 4.baskı, Kozan Ofset Mat. San. Tic. Ltd. Şti., Ankara, sayfa 430-435, 1996
19. İNAL T. Kesim hayvanı ve et muayenesi, 1. Baskı, Saray Medikal Yayıncılık San. ve Tic. Ltd. Şti., İzmir, sayfa 321-323, 1995

20. VARLIK C. Soğukta depolanan sardalyalarda histamin düzeyinin belirlenmesi. Gıda, 19 (2): 119–124, 1994
21. HAYES PR. Food microbiology and hygiene, Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London New York, page 99- 104, 1985
22. ÇAKLI Ş, KIŞLA D. Su ürünlerinde mikrobiyel kökenli bozulmalar ve önleme yöntemleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, Cilt 20, Sayı (1–2):239–245, 2003
23. AYRES JC. Low temperature organisms as indexes of quality of fresh meat. Editörler: SLANETZ LW, CHICHESTER CO, GAUFIN AR, ORDAL ZJ. Microbiological quality of foods, Academic Press, New York, London, page 132–143, 1963
24. FRAZIER WC. Food microbiology, Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York, Toronto, London, page 286-290, 1958
25. BAKICI İ. İstavritlerde soğuk muhafaza süresince meydana gelen sensorial değişiklikler ve peroksit ve TBA bulgularının değerlendirilmesi üzerine çalışmalar, Uzmanlık Tezi, Basılmamış, Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Yetiştiriciliği ve Sağlık Bilimleri Uzmanlık Yüksek Okulu, Besin Kontrolü ve Teknolojisi Bilim Dalı, 11-18, 1981
26. ÖZDEN Ö, GÖKOĞLU N. Sardalya balığının, [*Sardina pilchardus* (W. 1792)] soğukta depolanması sırasında yağında oluşan değişimlerin incelenmesi. Gıda, 22 (4), 309–313, 1997
27. SERDAROĞLU M, DENİZ EE. Balıklarda ve bazı su ürünlerinde trimetilamin (TMA) dimetilamin (DMA) oluşumunu etkileyen koşullar. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, cilt 18, sayı (3-4): 575-581, 2001
28. ÖLMEZ HK. Biyojenik aminler. Gıda (Dünya Yayınları), 2000-05, yıl:6, 51-57, 2000
29. BRINK B, DAMINK C, JOOSTEN HMLJ, HUIS JHJ. Occurrence and formation of biologically active amines in foods. Int. Journ. of Food Microbiology, 11, 73-84, 1990
30. KAYAALP SO. Rasyonel tedavi yönünden tıbbi farmakoloji, cilt: 3, Feryal Matbaacılık, Ankara, sayfa 2900-2940, 1993
31. HUSS HH. Assurance of seafood quality, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, page 19-21, 1994
32. MATER S, BAYHAN B, ATABEY Ş. Scombroid balık zehirlenmesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, cilt 18, sayı (1–2): 293–299, 2001
33. TOPAL Ş. Gıda güvenliği ve kalite yönetim sistemleri, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Matbaası, Gebze/KOCAELİ, sayfa 139–200, 1996
34. MERT İ, PATRONA K, KAYABAŞI Y, YAHŞİ RS, DİZDAR G, YÜCE B. Su ürünleri işleme ve değerlendirme tesislerinde kritik kontrol noktaları ve tehlike analizleri, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara, 41–62, 1997
35. POLAT HH, PATRONA K, DEDE H, YAHŞİ SR, BAYKAN S, KAYA G, TÜRKYILMAZ T, HASALTUNTAŞ O, ÇAKMAK A, KAYA B. Su ürünleri kalite kontrol el kitabı, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara, sayfa 187–194, 2000
36. ÜNLÜTÜRK A, TURANTAŞ F. Gıdaların mikrobiyolojik analizi, 2. baskı, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, sayfa 3-15, 2002
37. GÜRGÜN V, HALKMAN AK. Mikrobiyolojide sayım yöntemleri, 2. Baskı, Gıda Teknolojisi Yayınları, Basım & Grafik Matbaası, Ankara, 5-32, 1990

38. EEROLA S, HINKKANEN R, LINDFORS E, HIRVI T. Liquid chromatographic determination of biogenic amines in dry sausages. J. AOAC, 76:575-577, 1993
39. ŞENÖZ B, IŞIKLI N, ÇOKSÖYLER N. Biogenic amines in turkish sausages (sucuks). J. of Food Science, Vol:65 No: 5, 764-767, 2000
40. ANONİM. AOAC official methods of analysis, 971.14 trimethylamine nitrogen in seafood colorimetric method. fish and other marine products. Chapter: 35 p: 9, 2000
41. TARİST Deneme Değerlendirme Paketi (Sürüm 4.0) Seri No: A1001, Ege Or. Arş. Enst. – EÜZF Tarla Bitkileri Bölümü, İZMİR
42. PATIR B, ÜREL İNANLI A. Elazığ'da taze olarak tüketime sunulan istavrit balıklarının mikrobiyolojik kalitesi ve TMA-N değerleri. F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17 (2), 360-369, 2005
43. AY S. Trabzon piyasasında taze olarak satılan balıkların kalitelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans tezi. Basılmamış, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 20-38, 1997
44. KIM SH, AN H, PRICE RJ. Histamine formation and bacterial spoilage of albacore harvested off the U.S. northwest coast. Journal of Food Science, Volume: 64, No: 2, 340-343
45. DEMİRCİ M, ORAK HH. Farklı soğutma ortamları ve -12 °C'de depolanan istavrit balığında (*Trachurus trachurus*) meydana gelen kalite değişimleri. Tr. J. Agriculture and Forestry, 23, 143-150, 1999
46. TAŞKAYA L, ÇAKLI Ş, ÇELİK U. A study quality changes of cultured gilthead seabream (*Sparus aurata* L., 1758) and seabass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) under the market conditions. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, Cilt: 20, Sayı: (1-2), 313-320, 2003
47. VARLIK C, GÖKOĞLU N. İstavrit balığının [*Tarchurus mediterraneus* mediterraneus (Steindachner, 1868)] satış koşullarındaki kalite değişimi üzerine bir araştırma. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 1,2: 99-106, 1991
48. SILVA CCG, DA PONTE DJB, DAPKEVICIUS LNE. Storage temperature effect on histamine formation in Big eye tuna and skipjack. Journal of Food Science, Volume: 63, No: 4, 644-647, 1998
49. ÇELİK U, ÇAKLI Ş, TAŞKAYA L. Bir süpermarkette tüketime sunulan dondurulmuş su ürünlerinin biyokimyasal kompozisyonu, fiziksel ve kimyasal kalite kontrolü. E.Ü Su Ürünleri Dergisi, Cilt: 19 Sayı: (1-2), 85-96, 2002
50. ÖZDEN Ö, GÖKOĞLU N. Sardalya balığının, [*Sardina pilchardus* (W. 1792)] soğukta depolanması sırasında yağında oluşan değişimlerin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Basılmamış. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul, 1995

TEŞEKKÜR

Tez konusu seğimi sırasında ve sonrasında sürekli yardımlarını gördüğüm danışman hocam Prof. Dr. Gül Ece SOYUTEMİZ ve fahri danışmanlığımı yapan Prof. Dr. Candan VARLIK hocama, Bursa Gıda Kontrol ve Merkez Araştırma Enstitüsü eski müdürü Şeref TEPE'ye, Enstitümüz Et ve Su Ürünleri Bölümündeki çalışma arkadaşlarıma, özellikle istatistik değerlendirmeler sırasındaki yardımlarından dolayı Gıda Yük. Müh. A. Fatih DAĞDELEN ve Dr. Nazan ÇÖPLÜ'ye, tez çalışmam süresince ortak zamanlarımızdan çaldığım ve buna rağmen bitmez tükenmez yüreklendirmeleriyle çalışmaya yoğunlaşmamı sağlayan değerli eşim Hatice METLİ'ye yürekten teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Yozgat-Çandır'da doğdum. İlköğretimimi Çandır'da, ortaöğrenimimi İstanbul'da yaptım. 1994 yılında girdiğim Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesinden 1999 yılında iyi derece ile mezun oldum. 2000 yılında Tarım ve Köyişleri Bakanlığına bağlı o zamanki adıyla Bursa Gıda Araştırma Enstitüsü'ne veteriner hekim olarak atandım. Aynı yıl Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalında doktora eğitimime başladım. Halen şimdiki adıyla Bursa Gıda Kontrol ve Merkez Araştırma Enstitüsünde veteriner hekim olarak çalışmaktayım. Evliyim, bir kızım var.