

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ**  
**BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ**  
**KESİN RAPORU**

Sazan Balığı (*Cyprinus carpio*) Beslenmesinde Protein Kaynağı Olarak Ayçiçeği Tohumu Küspesi Kullanımının Büyümeye Etkileri ve Balıkların Dondurulmuş Muhafazası Sonucu Et Bileşimi ve Yağ Asitleri Profiline Oluşan Değişimler

**Proje Yürütücüsü**

Prof. Dr. Nilsun DEMİR

**Yardımcı Araştırmacılar**

Araş. Gör. Dr. İlknur MERİÇ

Prof. Dr. Nuray KOLSARICI

Araş. Gör. Emre KESKİN

**Proje No: 08B4347007**

**Proje Başlama Tarihi: 07.02.2008**

**Proje Bitiş Tarihi: 07.02.2010**

**Rapor Tarihi: 03.05.2010**

**Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri**

**Ankara - 2010**

## 1. PROJENİN TÜRKÇE VE İNGİLİZCE ADI VE ÖZETLERİ

Sazan Balığı (*Cyprinus carpio*) Beslenmesinde Protein Kaynağı Olarak Ayçiçeği Tohumu Küşesi Kullanımının Büyümeye Etkileri ve Balıkların Dondurulmuş Muhafazası Sonucu Et Bileşimi ve Yağ Asitleri Profilinde Oluşan Değişimler

### ÖZET

Bu çalışmada balık yemlerinde hayvansal protein kaynağı olarak kullanılan balık ununun ayçiçeği tohumu küspesi ile değişen oranlarda ikame edilerek yeme katılımının sazan (*Cyprinus carpio* L. 1758) balıklarında büyüme performansına olan etkileri incelenmiştir. Ayçiçeği tohumu küspesinin balık unu ile optimum ikame oranını belirlemek amacı ile 4 adet izonitrojenik ve izokalorik yem hazırlanmıştır. Kontrol grubunda (K) hayvansal protein kaynağı olarak balık unu kullanılmış, diğer deneme yemlerine ise %15 (AT<sub>15</sub>), %30 (AT<sub>30</sub>) ve %45 (AT<sub>45</sub>) oranında ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilmiştir. Deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarının et bileşimi ve balıklara ait filetoların 6 ay süre ile -18°C'de dondurarak depolanması sonucu, proteinler ve yağ asitleri profilinde oluşan değişimler belirlenmiştir. Dört farklı deneme yemi ile 12 hafta süresince beslenen sazan balıklarında büyüme parametreleri, gonadosomatik indeks (GSI), hepatosomatik indeks (HSİ) ve fileto verimi (FV) hesaplanmıştır. Sazan balıklarında 6 aylık depolama süresince tiyobarbitürik asit (TBA), total volatil baz azotu (TVB – N), serbest yağ asitleri (SYA), yağ asitleri dağılımı, aterojenik indeks (AI) ve trombojenik indeks (TI) aylık olarak değerlendirilmiştir. Depolanmış sazan balıklarında 3 aylık periyotlarla sodyum dodesil sülfat – poliakrilamid jel elektroforezi (SDS – PAGE) yapılmıştır.

K ve AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen sazan balıklarında, ağırlık kazancı, mutlak büyüme ve spesifik büyüme oranının AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> ile beslenen gruplara göre daha yüksek olduğu, yem değerlendirme oranının balık unu ikamesinde giderek artan ayçiçeği tohumu küspesi ile arttığı, protein değerlendirme oranının azaldığı, kondisyon faktörü ve yaşama oranı bakımından gruplar arasında istatistik olarak önemli bir fark bulunmadığı (p> 0,05) gözlenmiştir. Benzer şekilde, dişi ve erkek sazan balığında GSI değerleri açısından gruplar arasında istatistik olarak önemli bir fark bulunmazken (p> 0,05), HSİ değeri tüm deneme gruplarında azalmıştır. Depolama periyodu süresince depolama başlangıçlı değerlerine göre FV'nde tüm deneme gruplarında artış olduğu gözlenmiştir. Donmuş depolama süresince

TBA, TVB – N ve SYA değerlerinde tüm gruplarda artış tespit edilmiştir. Depolamanın 4. ve 5. ayında TBA değeri ile dekosahexaenoik asit (DHA) değerinde azalma gözlenmiş, deneme gruplarında DHA değerleri arasında belirlenen bu fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Eikosapentaenoik asit (EPA) değeri açısından AT<sub>30</sub> yemi ile beslenen grup ile diğer gruplar arasında görülen fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Deneme gruplarında sarkoplazmik ve miyofibriler protein derişimleri arasında görülen fark sadece depolama başlangıcında istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Ayçiçek tohumu küspesinde bulunan tanenin *GH* ve *IGF-I* genleri üzerine olan etkileri incelenmiş ve *IGF-I* geninin karaciğer ve beyin dokusunda eksprese edildiği, *GH* geninin ise sadece 10 adet beyin dokusunda eksprese edildiği saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sazan, *Cyprinus carpio*, ayçiçeği tohumu küspesi, büyüme, donmuş depolama, yağ asitleri, SDS-PAGE, *GH*, *IGF-I*

## **PROJENİN İNGİLİZCE ADI VE ABSTRACT**

The Effects of Sunflower Seed Meal Utilization as a Protein Source in Diets on Growth of Carp (*Cyprinus carpio*) and The Changes in Fatty Acids Profile and Meat Composition After Frozen Storage

### **ABSTRACT**

In this study, the effects of sunflower seed meal utilization as a varying dietary protein replacement for the fish meal in diets on growth performance was investigated in common carp (*Cyprinus carpio* L. 1758). So as to determine the optimum incorporation level of sunflower seed meal, four isoenergetic and isocaloric diet was prepared. The fish meal was used as an animal protein source in control group (C), whereas the other three experimental diets contained sunflower seed meal at a 15% (AT<sub>15</sub>), 30% (AT<sub>30</sub>) and 45% (AT<sub>45</sub>) incorporation levels. The meat composition of carp and also, the monthly alterations in proteins and fatty acids profile were determined within 6 months of frozen storage at -18°C. The growth parameters, gonadosomatic index (GSI), hepatosomatic index (HSI) and fillet efficiency (FE) were calculated in carp which was fed with four different experimental diets during 12 weeks. Thiobarbituric acid (TBA), total volatile base nitrogen (TVB – N), free fatty acids (FFA), the distribution of fatty acids, atherogenic index (AI) and thrombogenic index (TI)

were assessed for every month during 6 months of frozen storage in carp. The sodium dodecyl sulphate – polyacrylamide gel electrophoresis (SDS – PAGE) were done in stored samples with periods of three months.

The weight gain, absolute growth and specific growth rate of fish fed with K and AT<sub>15</sub> diets were higher than other trial groups. The feed conversion ratio was increased with increasing incorporation level of sunflower seed meal, whereas the protein efficiency ratio was reduced. The variation of condition factor and survival rate was observed to be insignificant among groups ( $p > 0.05$ ). Similarly, with regard to GSI no statistically significant difference was found in female and male fish among groups ( $p > 0.05$ ), whereas HSI was decreased in all treatment groups. During the frozen storage period, an increase was observed in all groups regarding FE when compared to the values at the beginning of the frozen storage. The values of TBA, TVB – N and SYA were increased in all groups during frozen storage. A decrease was observed in TBA and decosaheksaenoik acid (DHA) values in the 4. and 5. months of frozen storage and this difference among groups was found statistically significant ( $p < 0.05$ ). For eicosapentaenoik acid (EPA), the difference between the fish fed with AT<sub>30</sub> and other treatment groups was found statistically significant ( $p < 0.05$ ). The variation of sarcoplasmic and myofibrillar protein concentrations among groups was found statistically significant at the beginning of frozen storage ( $p < 0.05$ ). The effects of tannin found in sunflower seed meal on *GH* and *IGF-I* was investigated. *IGF-I* was expressed in both liver and brain while *GH* was only expressed in 10 samples at brain tissue.

**Key Words:** Common carp, *Cyprinus carpio*, sunflower seed meal, growth, frozen storage, fatty acids, SDS-PAGE, *GH*, *IGF-I*

## 2. AMAÇ ve KAPSAM

Su ürünleri yetiştiriciliği, dünya besin gereksiniminin önemli kısmını karşılayan bir endüstridir ve FAO tarafından dünyada en hızlı büyüyen gıda sektörü olarak belirtilmiştir (Francis vd. 2001). Dünya balıkçılık üretiminin yaklaşık %30'unu su ürünleri yetiştiriciliği karşılamakta (Anonymous 2009a) ve yılda %10'dan fazla artarak büyümektedir. Bu hızlı büyüme oranı, yüksek oranlarda kaliteli balık yemi üretimi ihtiyacını doğurmaktadır. Entansif balık yetiştiriciliğinde yemler, genellikle yetiştiricilik maliyetinin büyük bir bölümünü oluştururken yem içeriğindeki en pahalı ve önemli bileşik proteinlerdir. Balık yemlerinde geleneksel olarak tercih edilen ana protein kaynağı yüksek protein içeriği ve dengeli esansiyel aminoasit profili ile balık unudur. Dünyada toplam balık unu ve balık yağı üretiminin %70'i balık yetiştiriciliği için kullanılmaktadır (Tacon ve Metian 2008). Balık yetiştiriciliği yapan işletme sayısının artması, yüksek oranlardaki yem giderleri, balık unu üretiminin artan talepler karşısında yetersiz kalması ve maliyetinin fazla olması, karma yemlerde balık ununun yerini kısmen veya tamamen alabilecek yeni, ucuz potansiyel hayvansal ve bitkisel protein kaynakları arayışını zorunlu hale getirmiştir. Balık yemlerinde balık ununa alternatif olarak soya, pamuk tohumu küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi, susam unu, çeşitli tahıl ve baklagil tohumları ve diğer küspeler bitkisel protein kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de yağlı tohum hammaddesinin sağlanmasında önemli bitkiler arasında sayılmakta ve geniş alanlarda tarımı yapılmaktadır (Üstbaş vd. 2009). Ülkemizde ayçiçeği üretimi 900 ton/yıl (Anonim 2009a) olup üretimin yaklaşık olarak %80'i Trakya bölgesinde gerçekleşmektedir. Dünyada ayçiçeği üretimi 26841965 ton/yıl üretim değeri ile yağlı tohum üretimi içinde dördüncü sırada yer almaktadır (Anonymous 2009a). Tohumları %40 - 50 oranında yağ içermekte olup, bitkisel yağ üretimimizin %65'i ayçiçeğinden elde edilmektedir. Değerli bir yem hammaddesi olarak %40 - 45 oranında elde edilen ayçiçeği tohumu küspesi, %30 - 40 oranında protein, %13 oranında selüloz içermekte ve hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca potasyum ve vitamin E bakımından da zengin olan ayçiçeği, önemli bir linoleik asit kaynağıdır (Eken 2004). Ancak içerdiği yüksek oranda selüloz ve diğer sindirilemeyen karbohidratlar ile birlikte bünyesinde bulundurduğu tanen benzeri polifenolik bileşiklerin neden olduğu düşük lizin içeriği (Olvera – Novoa vd. 2002, Gill vd. 2006) ayçiçeği tohumu küspesinin özellikle balık yemi formülasyonlarında %100 protein kaynağı olarak kullanımını sınırlandırmaktadır. Tanenler polifenolik bileşikler olup, kimyasal açıdan hidroliz olabilen tanenler ve kondanse

tanenler olmak üzere iki ana grupta incelenir, asıl antibesinsel faktörleri içeren kondanse tanenlerdir. Tanenlerin tripsin ile  $\alpha$ -amilazların sindirimdeki aktivitesini, substratlarla kompleks teşkil ederek önlediği veya onlara bağlanarak protein ve nişasta sindiriminin aksamasına yol açtığı, vitamin B12 nin alımını azalttığı tespit edilmiştir (Francis *et al.* 2001). Tanenlerin özellikle saponin ve glucosinolatlar gibi diğer antibesinsel faktörlerle birlikte etkisinin arttığı ve balıklarda iştah kaybına neden olduğu belirlenmiştir.

Büyüme ve gelişmede hormonların önemli bir rolü vardır. Büyüme hormonu (GH), diğer omurgalılarda olduğu gibi kemikli balıklarda da hipofiz bezi tarafından üretilen önemli bir hormondur (Reinecke *et al.* 2005). İyonik ve ozmotik dengenin düzenlenmesi, yağ, protein ve karbohidrat metabolizması, iskelet ve kıkırdak gelişimi, üreme ve bağışıklık fonksiyonları gibi tüm ana fizyolojik işlemlerde görev alır. GH, hedeflenen organlarda özellikle karaciğerde reseptörüne bağlanarak IGF-I'nin salınımını ve sentezlenmesini stimüle eder. IGF-I hücrelerde protein, lipid, karbohidrat ve mineral metabolizmasının düzenlenmesinde, hücrelerin farklılaşmasında ve çoğalmasında, sonuçta da büyüme de rol oynar. IGF reseptörü, IGF-I hareketlerine aracılık eder. Beyin, kas, böbrek ve barsakta bölgesel olarak IGF-I üretimi mevcuttur, ancak IGF-I'nin birincil üretim alanı karaciğerdir (Duan and Hirano 1992, Dyer *et al.* 2004). Büyüme hormonu (GH)-IGF-I ekseninin büyüme performansı ve su ürünlerinde beslenme durumunun saptanması açısından iyi bir indikatör olduğu Perez-Sanchez ve Le Bail (1999) tarafından belirtilmiştir.

Türkiye, coğrafi yapısı ve bulunduğu iklim kuşağı nedeni ile iç sularımızda başta alabalık ve sazan olmak üzere çeşitli su ürünlerinin yetiştirilmesine ve geliştirilmesine olanak veren kaynaklara sahip bulunmaktadır. Ancak bu üretim potansiyelinden yeterli düzeyde yararlanıldığını söylemek mümkün değildir. Son yıllarda içsularda alabalık yetiştiriciliği ağırlık kazanmış, sazan yetiştiriciliği ise giderek azalma göstermiştir. Sazan (*Cyprinus carpio* L. 1758) ekonomik değeri yüksek bir balık olup yetiştiriciliği yapılan türler arasında 2,42 milyon dolarlık ticari değer ile dünyada 5. sırada bulunmaktadır (Aydın vd. 2005). Türkiye'de 2008 yılı için sazan üretimi yaklaşık 629 ton olarak belirtilmiştir (Anonim 2009b). Dünyada ise sazan ve sazangillerin üretimi 18944071 ton/yıl ile diğer türlere göre birinci sıradadır (Anonymous 2009b). Bu bağlamda, özellikle su sıcaklığının yüksek olduğu sularda tamamlayıcı yemleme yaparak sazan balığı üretiminin artırılması büyük önem taşımaktadır (Çelikkale 1994).

Su ürünlerinin soğuk muhafaza sistemi içerisinde taşıma ve depolama altyapısının istenilen düzeyde olmamasından dolayı ülkemizde üretilen su ürünlerinin büyük bir bölümü ancak üretim bölgelerinde tüketime sunulmaktadır (Yıldız 1995, Dönmez ve Tatar 2001). Su ürünleri avlanmadan hemen sonra soğuk zincire dahil edilmez ise fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalar ile kalite kaybına uğrar. Soğuk muhafaza kalitenin korunması yanında arz ve talep arasındaki dengesizliği kaldırarak ürünlerin pazarlama süresini de artırır. Böylece tüketiciye kaliteli ürün sağlamanın yanında bozulma sonucu oluşacak ekonomik kayıplar önlenmektedir (Timur 1985).

Balık etinin kalitesini özellikle lezzetli olmasını yapısında bulunan yağlar sağlamaktadır. Balığın canlı ağırlığının %70 – 80'ini su, %17 – 20'sini protein, %2-10'unu yağlar oluşturmaktadır. Doğada bulunan yağ asitleri çoğunlukla yüksek karbonlu, dallanmamış, çift karbon sayılı doymuş asitlerdir. Oysaki su ürünleri yağları, çift bağ sayısı daha fazla olan çoklu doymamış yağ asitlerini içermektedirler (Keskin 1981, Dönmez ve Tatar 2001). Sağlık açısından büyük önem taşıyan çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA) omega - 3 ve omega - 6 yağ asitleridir. Özellikle eikosapentaenoik asit C20:5n3 (EPA) ve dekosaheksaenoik asit C22:6n3 (DHA) balıklarda ön plana çıkmıştır. Balık yağları %20 - 30 oranında doymuş yağ asitlerini, %70 - 80 oranında da doymamış yağ asitlerini içerir (Sikorski 1990, Fennema 1996).

Balık ve su ürünleri yağlarındaki ÇDYA genellikle omega – 3 şeklinde görülür. Omega – 6 yağ asitleri oranı toplam yağ asitleri oranının %1 – 3'ünü oluşturmaktadır (Dönmez ve Tatar 2001). Omega - 3 yağ asitlerinin diyetle artması, koroner kalp hastalıklarının önlenmesine yardımcı olurken (Prichard ve Ling 1995), retina ve beyin sağlığı içinde oldukça önemlidir (Simopoulos 2000). Ayrıca bağışıklık sisteminin güçlenmesinde (Turini vd. 2001), depresyon ve bipolar bozukluklarda ek tedavi unsuru olarak kullanıldığında olumlu sonuçları görülmektedir (Maidment 2000, Anonymous 2001).

Sazan balıklarında farklı yem hammaddelerinin karma yemlerde kullanımı ve bunun balıklar üzerine olan etkilerini konu alan pek çok çalışma bulunmaktadır (Erdem 1978, Viola vd. 1983, Abel vd. 1984, Hossain ve Jauncey 1989a, b, Hossain ve Jauncey 1993, Becker ve Makkar 1998, Erfanullah 1998, Makkar ve Becker 1999). Ancak bu çalışmaların büyük bir çoğunluğunda sadece balığın büyüme performansı ve yem materyalinin balık tarafından sindirilebilirliği değerlendirilmiştir. Bu nedenle bu çalışmada yemlerde protein kaynağı olarak

balık unu yerine değişen oranlarda ayçiçeği tohumu küspesi kullanımının sazan balıklarında büyüme performansı, et bileşimi ve büyüme hormonu (*GH*) ve insulin benzeri büyüme faktörü – I (*IGF-I*)’e etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir. Deneme yemlerinde ayçiçeği tohumu küspesi için belirlenen ilave oranları ayçiçeğinin biyolojik özellikleri ve daha önce yapılan çalışmalar göz önünde bulundurularak tespit edilmiştir. Ayrıca bu yemler ile beslenen sazan balıkları filetoalarının 6 ay süre ile -18°C’de donmuş depolanması sonucunda özellikle proteinler ve yağ asitleri dağılımında oluşan kimyasal değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, ilki kontrol yemi olmak üzere balık unu yerine %15, %30 ve %45 oranında ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen dört farklı deneme yemi ile beslenen sazan balıklarında büyüme performansı (ağırlık kazancı, mutlak büyüme, spesifik büyüme oranı, yem değerlendirme oranı, protein değerlendirme oranı, kondisyon faktörü ve yaşama oranı), gonadosomatik indeks ve hepatosomatik indeks gibi vücut indeksleri ve fileto verimi araştırılmıştır. Ayrıca deneme yemleri ve sazan balıklarının besin bileşimi (nem, ham kül, ham protein, ham yağ, ham selüloz), pH ve donmuş depolamanın etkilerini değerlendirmek bakımından tiyobarbitürik asit sayısı, total volatil baz azotu, serbest yağ asitleri, proteinlerdeki değişimler ve yağ asitleri dağılımı incelenmiştir. Belirlenen yağ asitlerinin insan sağlığı üzerine etkilerini saptamak amacı ile aterojenik indeks ve trombojenik indeks değerleri değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, su ürünleri yetiştiriciliğinde bitkisel protein kaynakları kullanımı ile yem hammaddeleri maliyetinin azaltılması ve uygun protein oranlarının tespit edilmesine yardımcı olacak, ayrıca bu yemler ile beslenen balıkların doğru koşullarda muhafaza edilmesi ile tüketicinin sağlıklı bir şekilde beslenmesi, başta kalp damar rahatsızlıkları gibi sağlık risklerinin giderilmesi açısından önem taşıyacaktır.

## 2.1 Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Önemi

Türkiye üç tarafı denizlerle çevrili bir ülke olup, göl, gölet, baraj gölü, akarsu ve kaynak suları itibariyle su ürünleri bakımından çok zengin bir potansiyele sahiptir. Deniz ve içsu kaynaklarımız, 8333 km uzunluğundaki kıyıları ve 177714 km uzunluğundaki nehirleri ile yüzey alanı itibariyle orman alanlarımızdan fazla, tarım alanlarımıza ise hemen hemen eşit olup, 25 milyon hektar su alanına sahiptir (Çelikkale vd. 1999).

Dünya su ürünleri üretiminin %0,7’sinin karşılandığı ülkemizde ticari olarak avlanan ve yetiştirilen su ürünleri üretimi yaklaşık 494 bin tonu avcılık ve 152 bin tonu yetiştiricilik olmak üzere toplam yaklaşık 646 bin tona ulaşmıştır. Ülkemiz 2008 yılı toplam su ürünleri

arzının %61,22'i deniz balıklarından, %8,89'u diğer deniz ürünlerinden, %6,35'i içsu ürünlerinden ve %23,55'i yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. Avcılıkla yapılan üretim, 2008 yılında bir önceki yıla göre %21,87 azalırken, yetiştiricilik üretimi ise %8,8 oranında artmıştır (Köprücü 2007, Anonim 2009b).

Türkiye su ürünleri ihracaatının kompozisyonuna bakıldığında büyük bir bölümünü taze – soğutulmuş balığın aldığı görülmektedir. En çok su ürünleri ihracaatı yaptığımız ilk 10 ülkeyi sırası ile; Japonya, İtalya, Hollanda, İspanya, Yunanistan, Almanya, Güney Kore, Lübnan, Fransa ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti oluşturmaktadır. Ürün grubu olarak, Türkiye'nin su ürünleri ithalatında ilk sırayı dondurulmuş balık almış ve bunu yumuşakçalar izlemiştir. İthalatta dondurulmuş ve yarı işlenmiş ürünler önemli bir paya sahiptir. İthal edilen donmuş ürünlerin çoğunluğunu ise konserve şeklinde ihraç edilen ton balığı oluşturmaktadır. En çok su ürünleri ithalatı yaptığımız ilk 10 ülke sırası ile; Norveç, Fas, Yunanistan, Hindistan, İspanya, Tayland, Singapur, Çin, Gürcistan ve İtalya'dır (Köprücü 2007). Türkiye'de kişi başına tüketim önceki yıllara oranla artmış ve 8,6 kg olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2009b). Su ürünleri sanayimizin gelişmesi ve ürünlerin raf ömrünün uzamasına yönelik uygulamalar, balık ve diğer su ürünlerinin istenilen mevsimde tüketilebilmesini sağlamıştır. Ayrıca, yetiştiricilik de alternatif bir arz kaynağı olarak ortaya çıkmış ve su ürünleri ihtiyacının giderilebilmesine katkıda bulunmuştur. Ancak, ülkemizde halen denizlerden ve içsulardan avlanan veya yetiştirilen ürünler genellikle taze olarak tüketilmektedir. İşlenmiş ürünlerin tüketimi, taze ürünlere göre oldukça düşük düzeylerde gerçekleşmektedir. Avcılık yolu ile elde edilen taze su ürünlerinin pazarlanmasında soğuk zincirin yetersizliği nedeni ile tüketici taze ürünlerden optimum ölçüde faydalanamamaktadır. Ayrıca, su ürünleri arz – talep dengesinin sağlanmasında kilit rol oynayan yetiştiricilik ürünlerinin istenilen düzeylere ulaşmaması, üretim koşullarındaki belirsizlik ve dağıtım kanallarının sınırlılığı tüketiciye bu ürünlerin ulaştırılmasında olumsuzlukların yaşanmasına neden olmaktadır (Atay vd. 1995, Çelikkale vd. 1999, Köprücü 2007).

Tatlı su potansiyeli açısından ülkemiz pek çok ülkeye göre oldukça zengindir. Ekolojik özellikleri farklı olan bu geniş iç su sistemlerinde, 177714 km akarsu ağı, 200 adet doğal göl, 243 adet baraj gölü ve 1000 civarında gölet yer almaktadır. Bunlar toplamda 1550000 hektarlık tatlı su kaynağını meydana getirmektedir (Anonim 1989, Çelikkale 1999, Munsuz vd. 1999). Türkiye iç sularında bugüne kadar 26 balık familyasına ait 192 balık türü ve alt tür tespit edilmiştir. Ülkemizin içsu potansiyeli oldukça yüksektir, ancak bu potansiyel yeterince

değerlendirilememiştir. İçsularımızın %3'lük kısmı su ürünleri üretim ve yetiştiriciliğine ayrılmış olmasına rağmen bu alanlar rantabl olarak işletilememektedir (Duman vd. 2007).

Son yıllarda özellikle kültür balıkçılığı çalışmaları artarak devam etmektedir. Entansif balık yetiştiriciliğinde görülen bu artış yüksek oranda kaliteli balık yemi üretimi ihtiyacını doğurmaktadır. Balık yemi üretiminde son on yıl içerisinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Yetiştiricilik yoluyla üretilen toplam balık miktarı göz önüne alındığında, Türkiye'nin balık yemi ihtiyacınının 150 bin ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. Halen 10 fabrikada büyük – küçükbaş hayvan yemi yanında balık yemi de üretilmektedir. Sadece balık yemi üreten 8 fabrika bulunmaktadır. Bunun dışında Avrupa'nın önemli bazı balık yemi üreticileri de Türkiye'de faaliyet göstermektedir. Mevcut balık yem endüstrisinin ana hammaddelerini içerdiği yüksek oranda protein ile balık unu ve balık yağı oluşturmaktadır. Halen 9 adet balık unu ve yağı fabrikasında 23 -25 bin ton balık unu ve 14 – 15 bin litre balık yağı üretilmektedir (Köprücü 2007). Ancak balık unu üretiminin artan talepler karşısında yetersiz kalması ve ihtiyaç duyulan balık ununun önemli bir kısmının ithal edilmesi ile balık ununun yerini kısmen veya tamamen alabilecek ucuz, alternatif protein ve enerji kaynakları aranması ihtiyacını doğurmuştur (Kaushik 1990, Higgs vd. 1995). Su ürünleri yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliğinin sağlanması için yemlerde balık unu yerine kullanılacak alternatiflerin tespit edilmesi ve geliştirilmesi önceliğini korumaktadır (Glencross ve Hawkins 2004).

Protein kaynağı olarak potansiyel bitkisel hammaddelerin değerlendirilmesinde öncelikle esansiyel amino asitler, anti – besinsel faktörler, besinden yararlanma ve sindirilebilir enerji kaynağı gibi bazı kriterlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Santiago ve Reyes 1993). Bitkisel protein kaynağı olarak değerlendirilen pek çok besin kaynağının kullanımı ne yazık ki içerdiği çeşitli anti – besinsel faktörler, kompleks karbonhidratlar ve esansiyel amino asit ve mineraller açısından yetersiz olmaları nedeni ile sınırlanmaktadır. Çeşitli işlemler ile bu alternatif kaynakların besinsel değerlerinin ve balık yemlerine katılım oranlarının artırılması hedeflenmelidir.

## **2.2 Sazan Balığı ve Su Ürünleri Yetiştiriciliğindeki Yeri**

Dünyadaki balık familyaları içinde en fazla türe sahip olan familya sazangiller (*Cyprinidae*) familyasıdır. Bu familyanın da en karakteristik türü sazan (*Cyprinus carpio* L. 1758) balığıdır. Sazan balığı, yem değerlendirmesi yüksek, kültür koşullarına kolay uyum sağlayabilen bir ılık

su balığıdır. Omnivor beslenme tipine sahip olan sazan balığı hem hayvansal hem de bitkisel kökenli yemleri değerlendirir. Sazanlarda, alabalık ve diğer karnivor balıklarda bulunan mide ve pilorik keselerin yokluğuna rağmen sindirim olayı tam olarak yürümekte ve proteinli besinler de çok iyi sindirilmektedir. Bunun nedeni, proteinli besinlerin sindiriminde görev alan çeşitli enzimlerin barsak cidarlarından salgılanmasıdır. Özellikle karbohidrazların sazanlarda daha fazla salgılanması nedeniyle karbonhidratları sazanlar daha iyi değerlendirmektedir (Çelikkale 1994). Dünyada özellikle Asya'da yetiştiricilik açısından büyük öneme sahip sazanların üretimi Türkiye'de beklenen gelişmeyi gösterememiştir. Oysa ülkemiz bu türlerin bir çoğunun doğal dağılım alanı içerisinde. Aynalı sazan, 1970'li yıllarda ülkemizde yetiştiricilik için ilk ele alınan türlerden olmasına rağmen, bugün için ancak 629 ton / yıl civarında üretimi yapılmaktadır (Anonim 2009b). Dünya genelinde ise yaklaşık 19 milyon ton sazan türü yetiştirilmektedir (Anonymous 2009b). Türkiye'de, özellikle su sıcaklığının yüksek olduğu sularda tamamlayıcı yemleme yaparak sazan üretiminin artırılması büyük önem taşımaktadır.

### **2.3 Balıklarda Bitkisel Protein Kaynakları Kullanımı Üzerine Yapılan Çalışmalar**

Atay vd. (1979), gökkuşığı alabalıklarında balık unu yerine ayçiçeği tohumu küspesi kullanımının balıklarda kimyasal ve histopatolojik yapıya etkilerini incelemişlerdir. Yavru gökkuşığı alabalıkları pazar ağırlığı olan 200 g'a ulaşmaya kadar 182 gün boyunca beslenmiştir. Besleme periyodu sonunda denemede kullanılan balıkların karaciğerinde hepatomaya rastlanmış, büyüme parametrelerinde ise kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli bir farklılık bulunamamıştır.

Alabalık rasyonlarında balık ununun bir kısmı yerine pamuk ve ayçiçeği tohumu küspelerinin kullanımının yem değerlendirme katsayısını etkilemediği, ancak artan oranlarda bitkisel protein miktarının gelişimi giderek azalttığı bildirilmiştir (Öztürk ve Atay 1980).

Gökkuşığı alabalıklarının (*Onchorynchus mykiss*), yemine %42,5 oranında katılan ayçiçeği ununun balıklarda ağırlık kazancı ve büyüme oranında herhangi bir değişim meydana getirmediği tespit edilmiştir (Sanz vd. 1994). Sintayehu vd. (1996) ise, %21-34 oranında ayçiçeği unu ile besledikleri tilapia balıklarının büyüme performansının kontrol grubuna göre daha iyi olduğunu saptamışlardır.

Sazan balığı yavrularının beslenmesinde protein kaynağı olarak balık unu yerine bazı bitki hammaddelerinin kullanımının balığın büyüme performansına etkilerinin incelendiği çalışmada, balıkların büyüme performansının kullanılan bitki proteini türünden ve yemlere ilave oranından önemli ölçüde etkilendiği bildirilmiştir (Hasan vd. 1997).

Burel vd. (2000), kalkan balıklarını (*Psetta maxima*) iki ay boyunca balık unu yerine farklı oranlarda acı bakla unu içeren deneme yemleri ile beslemişler ve büyüme, yemden yararlanma ve tiroitlerin durumunu incelemişlerdir. Ekstrude edilmiş acı baklanın balık unu yerine %50 ikame oranında kullanımının balıklarda büyüme performansında ve vücut kompozisyonunda olumsuz bir etki yapmadığı belirtilmiştir. Ancak, acı bakla içeren yemler ile beslemenin karaciğer ve böbrek dokularında plazma T3 ve deiodinaz tip I aktivitesinde görülen artış ile tiroitlerin durumunu etkilediği saptanmıştır.

Olvera - Novoa vd. (2002), %10 ve %20 düzeyinde ayçiçek tohumu küspesi içeren yemlerin tilapya (*Tilapia rendalli*) yavrularında en iyi büyüme ve yem değerlendirmeyi sağladığını, daha yüksek oranlarda ilave edilen ayçiçek tohumu küspesinin büyümede gerilemeye neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Tilapya balıkları (*Oreochromis niloticus*) rasyonlarında, balık ununun bir kısmı yerine yüksek ve düşük lif içeriğine sahip ayçiçeği keki kullanımında, balıklarda tüm vücut kompozisyonuna ait yağ asitleri değerlerinin önemli ölçüde etkilendiği, yüksek ayçiçeği keki içeren yemlerde yağ asitleri düzeyinin kontrol grubuna göre yüksek olduğu belirlenmiştir (Maina vd. 2003).

Glencross vd. (2004), gökkuşuğu alabalıkları ile yaptıkları çalışmada yemlerde balık unu yerine acı bakla unu kullanımının büyüme, yemden yararlanma ve doku histolojisi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Artan oranlarda ilave edilen acı bakla unu (%0, %12,5, %25, %37,5 ve %50) ile 42 gün süre boyunca beslenen balıklarda tüm ikame oranlarındaki deneme gruplarında büyüme bakımından bir azalma olduğu doğrusal regresyon modeli ile gösterilmiştir, ancak sadece %50 oranında acı bakla ikamesinin büyümeyi önemli ölçüde azalttığı belirtilmiştir. Vücut kompozisyonuna ait değerlerde tüm deneme gruplarında önemli bir etkiye rastlanmamıştır.

Chou vd. (2004), sekiz hafta süresince balık unu yerine farklı oranlarda soya unu ilave ettiği yemler ile beslediği yavru uzun gelincik (*Rachycentron canadum*) balıklarında, büyüme

performansında görülen olumsuz sonuçların balık unu yerine %50 oranında soya unu ikamesinde başladığı belirtilmiştir. Balık unu ikame oranı %40'dan %50'ye çıktığında ağırlık kazancı, yem değerlendirme oranı ve protein değerlendirme oranında istatistik olarak önemli azalmalar gözlenmiştir.

Yavru sarı kuyruk balıkları (*Seriola dumerili*) 5 ay süre ile balık unu yerine %20, %30, %40 ve %50 oranında soya unu katılmış balık yemleri ile beslenmişlerdir. Büyüme performansında %20 ve %30 ikame oranlarında istatistik olarak herhangi bir farklılık görülmemesine rağmen, daha yüksek oranlarda soya unu ilavesinin negatif bir etki gösterdiği regresyon analizi ile tespit edilmiştir. Düşük oranda soya unu içeren yemler (%20 ve %30) ile beslenen gupların %40 ve %50 ikame oranlarına göre daha iyi büyüme ve yem değerlendirme oranına sahip olduğu belirtilmiştir (Tomas vd. 2005).

Balık unu yerine kısmen veya tamamen karışık bitki protein kaynakları (mısır glütenu, buğday glütenu, ekstrüde bezelye ve tatlı beyaz bakla) kullanılan yemler ile beslemenin çipura balıklarında (*Sparus aurata*) spesifik olmayan savunma mekanizması ve oksidatif strese olan etkilerinin incelendiği bir çalışmada, balıklar 6 ay süre ile esansiyel amino asitlerle takviye edilmiş bitkisel yemler ile beslenmişlerdir. Protein kaynağı olarak sadece balık unu içeren kontrol grubu ile karşılaştırıldığında %50 ve %75 bitki proteini ikame oranlarında spesifik büyüme oranının değişmeden kaldığı veya çok az miktarda azaldığı belirtilmiştir. Tamamen bitki proteini içeren (%100) yem ile beslenen balıklarda yem alımı ve büyümenin azaldığı, yemden yararlanma oranının ise aynı kaldığı tespit edilmiştir (Sitja – Bobadilla vd. 2005).

Gill vd. (2006), Atlantik salmon balıklarında (*Salmo salar*) kabuğu soyulmuş ve yüksek ısıda ekstrüde edilmiş ayçiçeği ununun yemlerde kullanımının spesifik büyüme oranını, yem değerlendirmeyi, yaşama oranını, tüm vücut ve kas besin bileşimini önemli ölçüde etkilemediğini ve olumsuz bir etki yaratmadığını saptamışlardır.

## **2.4 Balık Etinin Kimyasal Yapısı**

Kolay sindirilebilmesi, aminoasit içeriğinin en uygun oranda bulunması, vitamin ve mineral madde içeriğinin zenginliği gibi faktörler ile balık yağının beslenme fizyolojisi yönünden önemi, balık etini "YÜKSEK DEĞERLİ GIDA" yapmaktadır. Yüksek besin değeri ve

diyetetik değere sahip olması, balık ve diğer su ürünlerinin yüksek değerli gıda olma özelliğini ortaya koymaktadır (Varlık vd. 2004).

Balık eti, bünyesinde su, protein, yağ, inorganik madde, vitamin gibi önemli besin bileşenlerini bulundurmaktadır. Bu bileşenlerin miktarı ve değişimi balığın türüne, cinsiyetine, yaşına, üreme mevsimine, beslenmesine ve çevre koşullarına göre önemli değişimler göstermektedir (Kinsella 1988).

Balığın kas dokusu genellikle %75 – 85 oranında su içermektedir. Bu su, balık etinde iki şekilde bulunmaktadır. Bunlardan ilki bağlı sudur; genelde protein ve yağ moleküllerine bağlı, bu molekülleri kolloid taneciği halinde yüzdüren sudur ve toplam suyun ortalama %4'ünü oluşturmaktadır. İkincisi ise serbest veya aktif su olarak adlandırılmaktadır. Serbest su bazı balıklarda mevcut suyun %98' ini teşkil etmektedir. Etin dondurulması sırasında önce serbest su donmaktadır. Serbest su oranı arttıkça etteki bozulma hızlanmaktadır, bu yüzden etteki bozulmayı önlemek için serbest su oranını düşürmek gerekmektedir (Grau 1969).

Balık etlerinde inorganik madde %1 – 2 civarındadır. Bu inorganik madde içerisinde beslenmede önemi büyük olan mineral maddeler mevcuttur. Bunların en önemlileri fosfor (P), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), kükürt (S), potasyum (K), sodyum (Na), iyot (I) ve klorür (Cl)' dür. Yağda eriyen vitaminlerden vitamin – A ve vitamin – D balıkların hem etlerinde hem de yağlarında bol miktarda bulunmaktadır. Ayrıca vitamin – B türevlerinden vitamin – B<sub>1</sub>, vitamin – B<sub>2</sub> ve vitamin – B<sub>6</sub> balıklarda çok rastlanan vitaminlerdir (Gülyavuz ve Ünüsayın 1999).

Yağlar balığın temel bileşenlerinden olup suda çözünmeyen, fakat hidrokarbon ve diyetil eter gibi polar olmayan organik çözücülerde çözünen doğal organik bileşiklerdir (Fessenden ve Fessenden 1990).

Balıklarda yağların dağılımı ve miktarı türlere göre büyük değişim gösterdiği gibi, aynı tür içerisinde yaşa, cinsiyete ve mevsimlere göre de önemli farklılıklar göstermektedir. Balığın yenilebilir dokusundaki yağ miktarı %0,5 ile %25 arasında değişmektedir (Stansby 1982). Balıklar içerdikleri yağ oranına göre 4 grup altında sınıflandırılmaktadır; yağ oranı %2'den az olanlar yağsız, %2 ile 4 arasında olanlar az yağlı, %4 ile 8 arasında olanlar yağlı ve %8'in üzerinde olanlar ise çok yağlı balık olarak adlandırılmaktadır (Ackman 1989).

Balıklarda yağlar polar ve nötral yağlar olmak üzere iki ana grup altında toplanmaktadır. Polar yağlar bünyelerinde fosfolipidleri içermektedir. Fosfolipidlerin yapısında gliserol, yağ asitleri ve anahtar bileşen olarak nitrojenli veya diğer bir organik bileşik bulunmaktadır (Akyurt 1993). Lesitin ve sefalin fosfolipidlerin iki ayrı türü olup, başlıca buldukları yerler beyin, sinir hücreleri ve karaciğerdir (Yıldız 1995). Diğer yağ grubu olan nötral yağları ise yağ asitleri, trigliseritler ve steroidler oluşturmaktadır. Yağ asitleri uzun zincirli hidrokarbona sahip karboksilik asit gruplarıdır. Yağ asitleri doğada nadiren serbest halde bulunurlar, çoğunlukla ester formunda olup triasilgliserol veya trigliserit olarak adlandırılırlar. Trigliseritler, gliserolün yağ asitleri ile oluşturduğu bileşikler olup, toplam yağın %80 – 90'nını oluşturan ve metabolik enerji depolayan başlıca etkili formdur. Çünkü bunlar, karbonhidratlar ve proteinlere oranla daha az okside olurlar ve bundan dolayı oksidasyon esnasında; belirgin bir şekilde daha fazla enerji verirler (De Silva ve Anderson 1995). Steroidler, hayvansal dokularda bol miktarda bulunmaktadır. Besleme yönünden en önemli steroidler, steroller ve vitamin D grubu maddelerdir. Bir sterol olan kolestrol bütün hücrelerde ve kanda, serbest yağ asitleri ile birleşmiş ester olarak bulunmaktadır (Akyurt 1993). Diğer önemli yağ sınıflarından biride sphingolipidlerdir. Sphingolipid molekülleri sinir hücrelerinin membranında bulunurlar ve karbonhidrat veya fosfolipidler ile baş bölgelerinden bağlıdırlar (De Silva ve Anderson 1995).

Yağ asitleri içerdikleri karbon sayısına göre sınıflandırılırlar. Karbon sayısı 6 dan az olan yağ asitlerine kısa, 6 – 12 karbonlu yağ asitlerine orta, 13 ve daha büyük sayıda karbon içeren yağ asitlerine ise uzun zincirli yağ asitleri denir. Karbon zinciri üzerindeki hidrojen atomları eksiksiz olan yağ asitlerine doymuş yağ asitleri, eksik olanlara doymamış yağ asitleri denir (Norman 1979). Balıkların yoğun olarak içerdiği çoklu doymamış yağ asitleri karbon zincirinin metil grubundan itibaren çift bağın bulunduğu karbona göre ayrılır. İlk çift bağı metil grubundan itibaren üçüncü karbondan olanlara omega – 3 ( $n - 3$ ), altıncı karbondan olanlara omega – 6 ( $n - 6$ ) yağ asiti denilmektedir. En önemli çoklu doymamış yağ asitleri 22 karbon atomlu ve 6 çift bağı dekozaheksaenoik asit (DHA; C 22: 6  $n - 3$ ) ve 20 karbon atomlu 5 çift bağı eikosapentaenoik asitdir (EPA; C 20: 5  $n - 3$ ) (Kinsella 1988, Yıldız 1995). Bunların her ikisinde insanlar tarafından sentezlenemediğinden gıdalar ile alınmaları zorunludur. Bu yağ asitleri esansiyel olarak kabul edilmekte ve gıda ile alınmaları sağlıklı beslenme açısından büyük önem taşımaktadır (Mol 2008).

Balık etinde protein oranı genel olarak %14 – 20 arasında değişmektedir. Bu değer balığın cinsine, yaşına, cinsiyetine, beslenme ortamına, üreme ve göç mevsimine göre değişiklik gösterebilir (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999).

Balık eti, kas dokusuna sahip diğer tüm gıdalarda olduğu gibi, sarkoplazmik, miyofibriler ve stroma olmak üzere üç tip protein grubuna sahiptir. Sarkoplazmik proteinler veya miyogenler kas sarkoplazmasında çözülmüş durumdadır ve toplam kas proteinlerinin yaklaşık %30'unu oluşturur. Bu proteinler yüksek oranda miyogloblin, enzim ve diğer albüminleri içermektedir. Sarkoplazmik protein içeriği pelajik balıklarda demersal balıklarla karşılaştırıldığında genellikle daha fazladır. Balığın kara etinde yüksek oranlarda miyogloblin, hemogloblin ve sitokrom C bulunmaktadır. Sarkoplazmik enzimler, balıkta ölüm sonrası kalite bozulmasına neden olurlar. Bu enzimler glikolitik ve hidrolitik enzimlerdir. Sarkoplazmik protein fraksiyonunda bulunan çeşitli proteinazlar, kas dokusundaki nitrojenli bileşiklerin bozulmasını katalize etmektedirler. Bu enzimlerin aktivitesi balığın türüne, kas dokusunun tipine aynı zamanda çevresel ve mevsimsel faktörlere bağlıdır. Avlanma sonrası balığın kondisyonu da bu enzimlerin aktivitesini belirleyen faktörlerdendir. Kasta miyofibriler proteinleri miyosin, aktin, aktomiyosin ve troponin oluşturmakta ve balığın toplam protein içeriğinin %40 ile 60'ını teşkil etmektedir. Miyofibriler proteinler, rigor mortis süresince meydana gelen değişimlere neden olurlar. Miyosin toplam miyofibriler fraksiyonun %50 – 60'ını; aktin yaklaşık %20'sini; diğer miyofibriler proteinler olan tropomiyosin ve troponin ise %10'nunu oluşturmaktadır. Miyosin molekülü iki ağır zincir (200 ve 240 kDa) ve bunlara eşlik eden bir çift hafif zincirden (16 ile 28 kDa) oluşmaktadır. Geriye kalan kas proteini ise stroma proteindir ve bu proteini bağ dokuda bulunan kollojen ve elastin oluşturmaktadır. (Hultin 1994, Shahidi ve Botta 1994). Balık kası yaklaşık %0,2 – 2,2 kollojen içeriğine sahiptir (Sato vd. 1986). Protein olmayan azotlu bileşikleri, serbest amino asitler, peptidler, aminler, amin oksitler, kuarterner amonyum bileşikleri, poliaminler, nükleotidler ve bunların parçalanma ürünleri, üre ve nükleik asitler oluşturmaktadır. Balık etlerinde protein olmayan azotlu bileşiklerin içeriği temel olarak balığın türüne, tazeliğine, yaşama ortamına ve diğer etkilere bağlıdır (Ikeda 1979, Shahidi ve Botta 1994).

Proteinlerin yapı taşı aminoasitler oluşturmaktadır. Histidin, arginin, aspartik asit, serin, prolin, alanin, taurin, glisin ve tirozin gibi aminoasitlerin birçoğu balık eti dışında tüketilen besinlerden sentezlenebilirken, bazı aminoasitlerin dışarıdan alınması gerekmektedir. Bu aminoasitler; lizin, triptofan, sistin, sistein, fenilalanin, metiyonin, treonin, lösin, izolösin ve

valin'dir. Balık eti bu esansiyel aminoasitleri yaklaşık % 95 oranında içermektedir (Keskin 1981, İnal 1988).

## **2.5 Donmuş Depolama**

Donmuş depolama teknolojisi gıdaların uzun süre bozulmadan depolanabilmelerini sağlayan bir yöntemdir. Burada ana hedef; sıcaklığın etkilerinden yararlanılarak ortamdaki mikroorganizmaların faaliyetlerinin azaltılması veya durdurulması ve normalde oluşan fiziksel, kimyasal, biyokimyasal olayların mümkün olduğunca önlenmesidir (Çaklı 2008). Bu da balığın düşük sıcaklıklarda dondurularak depolanması ile mümkün olmaktadır (Varlık 1987).

Donmuş depolama üzerine etkili bazı parametreler 5 grup altında toplanmaktadır. Bunlar; balığın başlangıç kalitesi ve tazeliği, rigor mortis (ölüm sertliği), donma hızı, depolama sıcaklığı ve depolama süresidir (Sikorski ve Pan 1994).

Dondurulacak balıkların iyi kalitede olması, donmuş balık ürününün de iyi kalitede olmasını sağlar. Yapılan bir çalışmada, avlandıktan hemen sonra dondurma işleminden önce, bir grup berlam balığı iki gün boyunca, diğer bir grup ise dört gün boyunca buzda bekletilmiş ve –18°C'da depolanmıştır. İlk gruptaki örneklerin depolama ömrü 12 ay olarak tespit edilirken, ikinci grubun sadece 6 aylık bir depolama ömrüne sahip olduğu belirlenmiştir (Licciardello 1990).

Donmuş balıkta, rigor oluşumu büyük önem taşımaktadır. Eğer rigor başlarken dondurma işlemine başlanırsa ısı düşeceğinden konnektif doku tansiyonu zayıflar ve oluşan buz kristalleri dokunun dağılmasına yol açar. Rigor olayları, balık etinin kalitesi üzerine değişik şekillerde etki yapmaktadır. Etlер dondurulmadan önce rigor oluşmuş ve rigorun oluştuğu sıcaklık yüksek ise dondurmadan sonra buz çözümünde fire oranı artmakta ve etler sertleşmektedir. Ayrıca rigor oluşmuş balık fileto yapılırsa, fileto yüzünde yırtılmalar ve dağılmalar oluşur. Bu istenmeyen olayların önlenmesi için, rigor öncesi dönemde balıkları sığağa karşı korumak, rigor oluşmuşsa sertliği muhafaza ederek etlerin parçalanmamasına çalışmak ve pre – rigor dönemde fileto yaparak filetoları çabuk dondurmak gerekmektedir (Göğüş ve Kolsarıcı 1992).

Balık etinde su çok sayıda çözülmüş madde içeren çözelti niteliğinde olup, dondurulma sırasında serbest formdan bağlı su formuna geçmektedir (Varlık vd. 2004). Donma noktası balık etinin içerdiği sudaki çözülmüş maddenin cinsi ve miktarına bağlı olarak 0°C'nin altındaki bir sıcaklık derecesidir (Uzunkuşak 1971). İçerdiği maddelere bağlı olarak birçok kriyohidrik noktadan (maksimum kristalizasyonun gerçekleştiği en yüksek sıcaklık derecesi) geçer ve en düşük kriyohidrik derecede donma sona erer. Suyun buz haline dönüşmesi önce çekirdeklenme sonra bu çekirdeklerin irileşmesi olmak üzere iki aşamadan oluşur. Su soğutulup belli bir dereceye ulaşıncaya su molekülleri "kristal çekirdeği" denen küçük kümecikler oluşturur. Çekirdekler oluşuktan sonra, ortam koşullarına göre hızlı veya yavaş olarak belli bir iriliğe kadar büyürler ve böylece buz kristalleri oluşur (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999, Varlık vd. 2004). Buz kristallerinin büyüklüğünü uygulanan yöntem belirler. Dondurma yöntemi genellikle yavaş dondurma, hızlı dondurma ve ultra hızlı dondurma olmak üzere üç grup altında sınıflandırılmaktadır (Licciardello 1990). Hızlı ve ultra hızlı dondurma ürünün kalitesinin korunması açısından en uygun olanıdır (French vd. 1988). Balık eti hızla dondurulursa, özellikle kritik sıcaklık aralığı olan "buz kristali oluşum sıcaklık aralığı" – 0,5 ile - 5°C kısa sürede geçilmelidir. Böylelikle büyük buz kristallerinin oluşması ve bunların hücre duvarını tahrip ederek hücre suyunun dışarı çıkması ve buna bağlı su kaybı ile oluşan kuruma ve diğer kalite kayıpları önlenir. Ultra hızlı dondurma işleminde hücre içi suyu hücre dışına çıkma olasılığı bulamadan kristalleşir ve hücre içinde kalır, bu hücre içi dondurma olarak adlandırılır. Bu tip dondurmada süblimasyonla olan ağırlık kaybı düşük, hem de don yanığı ve oksidasyon hızı yavaş olmaktadır. Donma hızı yüksek değilse buz kristalleri hücre dışında oluşur, hücre içi suyu hücre dışına çıkar ve orada kristalleşir, bu da hücre dışı dondurma olarak isimlendirilir (Varlık vd. 2004). Bu tip dondurmada donan suyun hücreye yaptığı basınç nedeni ile hücrede histolojik deformasyon ileri seviyede gerçekleşmekte ve protein denatürasyonu daha fazla yağların oksidasyonu ise daha hızlı olmaktadır. Donma hızı 0,3 cm / saat değerinin altına düşmemelidir (Effenberger vd. 1985).

Dondurulmuş balığın kalitesi depolama sıcaklığına bağlıdır. Depolama sıcaklığı ne kadar düşük seçilirse ürün o kadar iyi kalitede ve uzun süre depolanabilir. Donmuş ürünün sıcaklığı mümkün olduğunca depo sıcaklığına yakın olmalıdır. Depo sıcaklığı genelde – 18 ile - 30°C arası seçilmeli ve depo sıcaklığı sabit hale getirilmelidir. Yağlı balıklar için – 25 ile - 30°C, yağsız balıklar için – 18 ile - 20°C uygun depo sıcaklıklarıdır. Artan ve azalan depo sıcaklığı üründe kristalizasyon hızını yükseltir (Ludorff ve Meyer 1973, Varlık vd. 2004). Ayrıca oluşan rekristalizasyon hücrelerin zarar görmesine ve çözünmeyen fazdaki tuzların

miyofibriler proteinleri denatüre etmesine, dolayısıyla proteinlerin su tutma kapasitelerinin düşmesine ve balık etinin daha sert bir yapı kazanmasına neden olur (Polymenidinis vd. 1978, Johnston vd. 1994). Dondurulmuş balıkların amaca uygun şekilde depolanması halinde 6 ay ile 1 yıl arasında bozulmadan saklanması mümkündür (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999).

Donmuş depolamada optimum koşullar ne kadar iyi sağlanırsa sağlansın, üründe birtakım değişimlerin olması kaçınılmazdır (Cemeroğlu 1986). Dondurularak depolanan balıklarda, yağların oksidasyonu, hidrolizi ve protein denatürasyonu gibi üç ana problem meydana geldiği kabul edilmektedir. Bu problemler ürünlerde, istenmeyen tat, koku ve yapıya neden olmaktadır (Santos ve Regenstein 1990, Verma ve Srikar 1994, Simeonidou vd. 1997).

## **2.6 Yağların Oksidasyonu**

Yağların oksidasyonu, dondurularak depolanan balıklarda kalite kaybına neden olan en önemli faktördür. Bu, farklı birçok tip gıdada başlıca bozulma reaksiyonu olmasına karşın, özellikle balıkta oldukça fazla yüksek çoklu doymamış yağ asiti içermesi nedeni ile daha etkin olarak görülmektedir (Hultin 1994). Oksidasyon; hidroliz ve polimerizasyonu içeren pek çok kimyasal reaksiyon ve parçalanmaya bağlı olarak oluşmaktadır. Bu oksidatif değişim, ürünün muhafaza koşullarına, yağ içeriğine ve yağ asitleri kompozisyonuna göre hızlı ve yavaş olarak şekillenmektedir. Yağ asitlerinin doymamışlık derecesi, oksijen, sıcaklık, ışık, zaman ve bünyesindeki antioksidan ve prooksidan (oksidasyonu artırıcı) varlığı yağların oksidasyon hızı ve büyüklüğünü etkileyen başlıca faktörlerdir (Hsieh ve Kinsella 1989, Yıldız 1995, Varlık vd. 2004).

Balıkta bulunan lipaz ve lipoksidaz enzimleri düşük sıcaklık derecelerine dayanıklı olup, donmuş balıkta bile aktif durumdadırlar. Bu enzimler yağ yıkım ürünlerinin oluşumuna (Aldehit, keton, asit, peroksit vb.) ve fosfotidlerin parçalanmasına sebep olurlar. Parçalanma ürünlerinden asit ve karboniller hoş olmayan koku ve tattan sorumludur. Aldehitler ve doymamış yağ asitleri trimetilamin ile birleşirler ve kırmızı kahverengi renk değişimlerine neden olurlar. Dondurularak depolanan balıklarda yağların oksidasyonunun genelde enzimatik olmadığı belirtilirken, lipoksigenazların ve mikrozomal enzimlerin yağların oksidasyonunda rol aldığı bildirilmektedir (Sikorski 1990). İçerdiği yüksek oranda koyu renkli kas içeriği ile özellikle yağlı balıklar oksidasyona beyaz etli, yağsız balıklardan daha fazla hassastırlar. Koyu renkli kaslarda bulunan miyogloblin ve hemogloblin gibi heme pigmentleri, organik

asitler ve aminoasitler gibi bileşikler özellikle bazı iz metallerle birleştiklerinde lipid oksidasyonunu katalizleyen en güçlü prooksidanlardır (Ke ve Ackman 1976, Khayat ve Schwall 1983, Hsieh ve Kinsella 1989).

Yağların oksidasyonunda, balıkta bulunan iki değerli metal iyonları olan  $Fe^{+2}$  ve  $Cu^{+2}$ , moleküler oksijeni aktif hale getirerek serbest radikal oluşumunda rol oynayan  $O_2^-$  ve  $OH^-$ 'in oluşumuna neden olarak oksidasyonu katalize etmektedir (Khayat ve Schwall 1983, Sikorski 1990, Hultin 1994). Bu metal prooksidanlar, hidroperoksitlerin parçalanmasına neden olarak yeni radikallerin oluşumuna yardım etmektedirler (Fennema 1976). Metallerin bu katalitik aktivitesi, indirgenen veya okside olan bir elektronun transferi ile gerçekleşmektedir ve bu reaksiyon indirgenme yolu ile hidroperoksitlerin aktivasyonu, metallerin oksijen ile doğrudan reaksiyonu ve metal bileşiklerinin oksijen ile kompleks bir yapı oluşturması ve HO radikalının oluşumu olmak üzere üç tipten oluşmaktadır. Deride bulunan yağların oksidasyonu 10 ppm altındaki  $Fe^{+2}$  ve  $Cu^{+2}$  metallerinin artışı ile oldukça hızlı bir şekilde artmaktadır (Hsieh ve Kinsella 1989). Ayrıca oksidasyon, karsinogenik ve mutajenik maddelerin ve çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu meydana gelen malonaldehitin oluşmasına neden olarak gıda güvenilirliğini etkilerken (Shamberger vd. 1974), balık etinde bulunan proteinler, karbonhidratlar ve vitaminlerle reaksiyona giren yağlar besin kalitesini de azaltmaktadır.

Yağ asitlerinin oksidasyonu, karbon zincirinde bulunan C – H bağına bir molekül oksijenin bağlanması ile hidroperoksit oluşumu ile gerçekleşmektedir. Çoklu doymamış yağ asitlerinin parçalanması ile stabil olmayan hidroperoksit bileşikleri oluşmaktadır. Oksidasyon sırasında oluşan serbest radikal zincir mekanizması başlangıç, gelişme ve sonuç aşamalarını içermektedir (Gray 1978). Tepkimenin başlangıç aşamasında, doymamış yağ asiti radikal oluşturabilmek için kararsız yapıdaki bir hidrojenini kaybeder ve diradikal oluşturmak için çift bağı oksijen eklenir. Tek durumdaki (singlet) oksijen doğrudan hidroperoksit oluşturmak için kararsız yapıdaki hidrojenin arasına girer. Her başlangıç işlemi, her biri zincir reaksiyon mekanizmasına katılan iki adet serbest radikal üretmektedir. Gelişme aşamasında, zincir reaksiyonu ile peroksit radikalleri, hidroperoksitler ve yeni hidrokarbon radikalleri oluşturmak üzere devam etmektedir. Oluşan yeni radikal; başka bir oksijen molekülü ile reaksiyona girerek zincire dahil olmaktadır (Khayat ve Schwall 1983). Sonuç mekanizmasında, kararlı bileşikler olmayan hidroperoksitler, pigment, tad, aroma ve vitaminlerin oksidasyonuna neden

olmaktadır. Oksidasyonun ileri aşamasında peroksitler parçalanarak, asitler, ketonlar, aldehitler, alkoller, esterler, laktonlar, epoksitler, aromatik maddeler ve hidrokarbonlar oluşmaktadır (Khayat ve Schwall 1983, Ostendorf 1987, Yıldız 1995).

Yağların oksidasyon hızı öncelikle yağdaki yağ asidi dağılımına bağlıdır. Yağ asidindeki çift bağ sayısı arttıkça, yağ oksidasyonu için induksiyon süresi kısalmakta, buna karşılık bağlı oksidasyon hızı artmaktadır. Hidroperoksit yıkımının başladığı durumda, peroksit değerinin ölçülmesi, yağın oksidasyon derecesinin belirlenmesinde faydalıdır. Ancak uçucu bileşiklerin miktarı artmaya başladığında, bu bileşiklerin derişimini yansıtan TBA sayısı gibi değerlerin belirlenmesi, analitik açıdan daha yararlıdır (Belitz ve Grosch 1982).

## **2.7 Proteinlerin Denatürasyonu**

Donmuş balık etinin proteinleri depolama sırasında denatüre olur ve su bağlama güçlerini büyük ölçüde kaybeder. Tuzlu suda çözünebilir proteinler dondurma ve donmuş depolama sırasında denatüre olur ve çözünemez duruma gelir. Bunun nedeni dondurulan balık etindeki suyun tamamına yakınının donması ve et içindeki tuz konsantrasyonunun artmasıdır. Böylece kolloit halindeki proteinler derişik tuz çözeltisinde çökeler ve çözünemez hale gelir (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999). Tuzlu suda çözünebilir proteinlerin miktarındaki değişimler kalitenin göstergesidir (Polymenidinis vd. 1978, Hamm vd. 1982). Özellikle yağsız balıklarda protein çözünmezliği yağların oksidasyonundan daha önemlidir. Protein çözünmezliğinin gelişim hızı ve büyüklüğü balık türüne, balığın beslenme durumuna, ön işlemlere, donma hızına, depolama sıcaklığına, dondurulmuş ürünün ulaştığı sıcaklığa ve yağların oksidasyonuna bağlıdır (Polymenidinis vd. 1978).

Dondurulmuş balıkta, okside olmuş yağlar, hidrojen bağlarını ve hidrofobik bağlantıları etkilemektedir. Okside olmuş yağların karbonil grupları kovalent bağa katılarak kararlı protein – yağ bileşiklerini oluşturmaktadır. Proteinlerin denatürasyonunda yağların rolü, dokudaki yağ miktarına, dağılımına, hidrolizine ve oksidasyonuna bağlı olmaktadır (Sikorski ve Kolakowska 1990). Dondurulmuş balıkta proteinlerde meydana gelen değişimlere yağların etkisi özellikle yağsız balık türlerinde önem kazanmaktadır. Bu balıkların kaslarında, yağlar membran lipidleri şeklinde fizyolojik olarak sınırlıdır. Bunlar çoğunlukla fosfolipidler ve az miktarda sterol esterlerini içermektedir. Yağların hidrolizi ve oksidasyonu, membranın zarar

görmesi ve membran geçirgenliğinde artış ile sonuçlanmaktadır. Bu da, doğrudan veya dolaylı olarak protein denatürasyonunda etkili olan enzimlerin aktivitesini artırmaktadır. Protein denatürasyonunda yağların rolünün belirlenmesi aşağıdaki koşullara bağlı olmaktadır (Sikorski ve Kolakowska 1994):

- Dondurma ve donmuş depolama sürecinde balık dokularında protein ve yağlarda meydana gelen değişimler arasındaki korelasyon
- Dondurulmuş balıkta, hem protein denatürasyonunu hem de yağ hidrolizini ve oksidasyonunu etkileyen birçok değişkenin ortaya çıkması

Balık eti proteinlerinde nükleotid ve proteolitik kimyasal bozulma olduğu bilinmektedir. Nükleotid bozulma sırasında adenozin fosfatlardan (ATP, ADP, AMP) amino grubunun ayrılması ile inozin monofosfata (IMP), inozin monofosfatlar difosforilat inozine (I) ve daha sonra hipoksantine (Hx) dönüşür. Bu dönüşüm reaksiyonları sonunda balıkta kötü koku oluşur (Whittle vd. 1990, Yıldız 1995). Balık eti proteinlerinin parçalanması peptidaz, amidaz ve imidaz gibi bakteri fermentlerinin etkisi ile olur. Mikrobiyolojik olaylar sonucu oluşan parçalanma ürünleri depolamanın ileri aşamalarında ortaya çıkmaktadır. Bu maddeler öncelikle azotlu maddelerin parçalanması sonucu açığa çıkan uçucu bazlar (TVB – N), amonyak, mono, di, ve trimetilamin (MMA, DMA, TMA), uçucu asitler, redüktan maddeler, hipoksantin ve malonaldehit gibi maddelerdir. Bozulmanın ilerlemesi ile uçucu bazik azotlu maddelerin oranı yükselmektedir (İnal 1988, Yıldız 1995).

Proteinlerin denatüre olması sonucu üründe tat kaybolur. Koku ve arzu edilmeyen kıvam değişimleri özellikle kas dokunun sertliğinde ve yapışkanlığında bir artış görülür. Protein denatürasyonuna uğramış bir ürün çözündürüldüğünde fazla su kaybeder, bu da besleyici maddelerin kaybına yol açar (Varlık vd. 2004).

## **2.8 Donmuş Depolamanın Balık Etinin Kimyasal Yapısı Üzerine Etkilerini İnceleyen Çalışmalar**

Connel (1969), yaptığı çalışmada - 14°C’de depolanan temizlenmiş ve bütün olarak dondurulmuş morina balığında, TMA - N (Trimetilamin azotu) miktarını 2. günde 1,74 mg / 100 g, 5. günde 2 mg / 100 g, 8. günde 4,77 mg / 100 g, 14. günde 26,57 mg / 100 g, 17. günde 45,73 mg / 100 g olarak saptamıştır.

Ke vd. (1977), dondurulmuş uskumru balığının çeşitli bölgelerinde oluşan farklı lipid oksidasyonları üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada, deri ve kas lipidleri arasındaki reaksiyon hızında indüksiyon periyodu ve oksidasyon ürünlerinin birikiminden kaynaklanan beklenmedik bir fark olduğunu gözlemlemişlerdir. Farkın, deri lipidlerinde bulunan bazı çözünür maddelerle bağlantılı olabileceğini belirtmişlerdir. Bu farkı etkileyen faktörler ise dondurma koşullarına bağlı olarak depolama sıcaklığı ve bu sıcaklığın  $-40^{\circ}\text{C}$ 'a düşürülmesi ile lipid oksidasyonundaki katalitik aktivitenin inhibe edilmesidir.

Kundakçı (1979),  $-20^{\circ}\text{C}$ 'de 18 ay süre ile depolanan haskefal (*Mugil cephalus*) ve sazanın (*Cyprinus carpio*) lipidlerindeki değişimleri depolama süresince üçer aylık periyotlarla incelemiştir. Araştırmacı, balıkların toplam yağ miktarında önemli bir değişim olmadığını, buna karşın kefal ve sazanda başlangıçta sırasıyla toplam yağın %84 ve %68'i kadar olan serbest yağ asitleri oranının 18 ay sonra kefalde % 11,58'e, sazanda ise %19,04'e yükseldiğini tespit etmiştir.

Ciarlo vd. (1985), fileto ve kıyma halinde  $-20^{\circ}\text{C}$  ve  $-30^{\circ}\text{C}$ 'da 12 ay boyunca bloklanarak depolanan berlam (*Merluccius hubbsi*) balığında, kalite kaybının göstergesi sayılan bazı parametreleri incelemişlerdir. Araştırmacılar pH'nın depolama süresi ile doğru orantılı olarak arttığını, ancak bu artışın sıcaklığa bağlı olmadığını, kıyma halindeki örneklerde, fileto halindeki örneklerden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Depolama süresinin bir fonksiyonu olarak TVB - N (Total volatil baz azotu) değerindeki  $-20^{\circ}\text{C}$ 'da depolanan örneklerde,  $-30^{\circ}\text{C}$ 'da depolananlara göre daha fazla ve hızlı meydana geldiğini, ayrıca kıyma halindeki örneklerde bu artışın daha belirgin olarak görüldüğünü ifade etmişlerdir. Başlangıç TBA (Tiyobarbitürik asit) değerlerine bakıldığında, fileto halindeki grupta malonaldehit miktarının daha fazla olduğunu, ancak 12 aylık depolama süresince TBA değerinin her iki grup içinde değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Duyusal değerlendirmede ise,  $-30^{\circ}\text{C}$ 'da her iki grup arasında bozulma oranında önemli bir fark bulunmadığını, ancak  $-20^{\circ}\text{C}$ 'da depolanan kıyma halindeki grupta, aynı sıcaklıkta depolanan fileto halindeki gruba göre TBA değerinde üç katı bir artışın görüldüğünü belirtmişlerdir. Bu sonuçlara göre araştırmacılar, berlam balığının kıyma halinde  $-20^{\circ}\text{C}$ 'da 6 ay,  $-30^{\circ}\text{C}$ 'da 12 ay ve fileto halinde her iki sıcaklıkta da 12 ay boyunca depolanabileceğini bildirmişlerdir.

Saether vd. (1986), Kuzey Atlantik dil balığı ile yaptıkları çalışmada, hem fosfolipidlerde hem de trigliseritlerde hızlı bir hidrolizin meydana geldiğini, depolamanın ilk dönemlerinde serbest

yağ asitleri değerinin ise neredeye sabit kaldığını, fakat uzun bir depolama süresi sonunda bir artış meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Bir başka çalışmada ise, deniz balıklarından olan *Scomberomorus guttatus* türünün  $-20^{\circ}\text{C}$ ' da 180 gün süre ile depolanması sonucunda lipidlerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir (Fazal ve Srikar 1987). Peroksit ve serbest yağ asitleri değerinde depolama boyunca bir artış gözlenmiş olup, serbest yağ asitleri değeri %127' lik bir artış ile başlangıç değeri olan %2,55' den (oleik asit) %5,79' a (oleik asit) yükselmiştir. Araştırmacılar bu artışın, depolamanın ilk 90 gününde oldukça hızlı olduğunu, sonraki depolama periyodu boyunca ise daha yavaş bir ilerleme kaydettiğini ifade etmişlerdir.

Varlık ve Yolcular (1987), dondurulmuş lüfer ve hamsi balıklarını 11 ay boyunca depolamışlar ve depolama sonucunda en yüksek TVB – N değerini hamside 27 g / 100 g balık ve lüferde 31,45 mg / 100 g balık olarak tespit etmişlerdir.

Licciardello ve Elinor (1988), naylon torbalar içinde vakumlu ortamda paketlenip,  $-18^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan *Rhinoptera bonasus* balığı ile yaptıkları çalışmada, 30 hafta sonunda TBA'nın 2,59 mg malonaldehit / kg örnek değerine, 40 hafta sonunda 2,77 mg malonaldehit / kg örnek değerine yükseldiğini, ancak 60. haftada 2,58 mg malonaldehit / kg örnek değerine düştüğünü belirtmektedirler.

Vareltzis vd. (1988),  $-22^{\circ}\text{C}$ ' da 8 hafta süre ile depolanan kolyoz (*Scomber japonicus collias*) ve köpek balığında (*Mustellus mustellus*) depolamaya bağlı olarak oluşan kimyasal parametreleri incelemişlerdir. Çalışmada balıklar, kafalarından, derilerinden ve iç organlarından temizlenerek  $+2^{\circ}\text{C}$ 'daki çeşme suyu ile yıkanmış, daha sonra vakum paketsiz polietilen torbalara ambalajlanmış ve bir haftalık periyotlarla analiz edilmiştir. Araştırmacılar, TVB - N için kolyoz ve köpekbalığında başlangıç değerleri olan 19,85 mgN / 100 g ve 20,2 mgN / 100 g arasında önemli bir farklılık bulunmadığını, 8 haftalık depolama sonucunda TVB - N değerlerinin sırasıyla kolyoz için 37,60 mgN / 100 g' a, köpekbalığında ise 40,46 mgN / 100g' a ulaştığını ve istatistiki açıdan önemli bir fark oluştuğunu tespit etmişlerdir; ancak bu değerlerin dondurulmuş su ürünleri için kabul edilen sınırları aşmadığı ifade edilmiştir. Depolama sıcaklığı, depolama süresi gibi bazı faktörlerle birlikte, balıklarda bulunan lipid miktarının türlere göre farklılık göstermesinin TBA değeri üzerine etkili olduğu, 4 haftalık depolama sonucunda kolyoz balığının TBA değerinde hızlı bir artış görülürken, 8 haftalık

periyot boyunca köpekbalığında oksidatif bozulmanın meydana geldiği fakat bunun tüketilebilirlik sınırlarında kaldığı bildirilmiştir.

Coho (*Oncorhynchus kisutch*) ve Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) balıkları ile yapılan çalışmada, balıklar 25 gün boyunca 0°C, - 1°C, - 2°C, - 3°C ve - 20°C'de depolanmışlar ve SDS – PAGE ile çözünebilir proteinlerin hidrolizi analiz edilmiştir. En yüksek hidroliz oranları - 2°C ve - 3°C'de depolanan balıklarda saptanmıştır. Ana değişimler 34000 ve 36000 dalton moleküler ağırlığa sahip proteinlerde gözlenmiş ve bu proteinlerin yarısı 7 ile 20 gün içinde hidrolize olmuştur. Sockeye salmon balığında 14 ile 23. günler arasında 32000 dalton moleküler ağırlığa sahip proteinin yarısı hidrolize olurken, Coho salmon balığında hidrolizasyon oldukça yavaş seyretmiştir (French vd. 1988).

Srikar vd. (1989), yayın balığında (*Tachysurus dussumieri*), dondurulmuş depolamanın lipid ve proteinlerdeki değişime etkisini inceledikleri çalışmalarında; örnekleri – 20°C sıcaklıkta 300 gün boyunca depolanmışlardır. Depolama boyunca nötral lipidlerde bir artış görülürken, fosfolipidlerde hızlı bir azalma meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, fosfolipidlerdeki bu kayba, fosfolipaz aktivitesi sonucu ortaya çıkan serbest yağ asitlerinin neden olabileceğini bildirmişlerdir. Dondurulmuş depolamanın peroksit (PV) ve serbest yağ asitleri (SYA) değerinde de artışa neden olduğu, bu artışın serbest yağ asitlerinde aynı periyot süresince %1,6 (oleik asit) dan %11,4 (oleik asit) e kadar çıktığı belirtilmiştir.

Konig ve Mol (1991), dondurulmuş balık kaslarında serbest yağ içeriğindeki artış ile tuzda çözünebilir proteinlerdeki düşüş arasında bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Bu tür bir bağlantı çeşitli koşullar altında depolanan birçok yağsız ve yağlı balık türlerinde tespit edilmiştir. Bu nedenle çözünebilir proteinler ve serbest yağ içeriği dondurulmuş balıkta kalite kriteri olarak kullanılmaktadır (Sikorski ve Kolakowska 1994).

Boran (1991) tarafından bildirildiğine göre; Kundakçı (1984) - 36,5°C'de dondurularak – 20°C'de depolanan kefallerde, başlangıçta 0,07 mg malonaldehit / kg örnek olan TBA değerinin 3, 6, 9, 12 ve 15 ay depolama sonunda sırasıyla 0,64, 0,82, 0,84, 0,70, 0,86 mg malonaldehit / kg örneğe yükseldiğini, serbest yağ asitleri oranının ise sürekli artış göstererek, 6 aylık depolama sonunda %5,88'e ulaştığını saptamıştır.

Atlantik salmon balıkları ile yapılan çalışmada, 3 ay boyunca - 12°C'de depolanan filetoların trigliserit miktarında azalma görülmüş, ancak lizofosfolipidlerde ve serbest yağ asitlerinde artış tespit edilmiştir. Omega – 3 yağ asitlerinin çoğunun 3 aylık depolama sonunda besinsel değerini koruduğu belirtilmiştir (Polvi vd. 1991).

Verma ve Srikar (1994), - 20°C'da 180 gün boyunca depolanan dondurulmuş pembe levrek (*Nemipterus japonicus*) balığı kıyımında, protein ve lipidlerde meydana gelen değişimleri incelemiştir. Çalışmada, dondurulmuş depolama süresince buz kristallerinin oluşturduğu basınç ve protein salınımının bir sonucu olarak dokulardaki yıkımla birlikte toplam lipid miktarında önemli derecede bir azalma görülürken, serbest yağ asitlerinde %68, TBA değerinde ise %48 oranında bir artış meydana geldiği, ayrıca TMA – N ve TVB – N değerlerinin de depolama boyunca sürekli arttığı belirtilmektedir.

Simeonidou vd. (1997), bütün ve fileto halinde dondurdukları istavrit (*Trachurus trachurus*) ve berlam (*Merluccius mediterraneus*) balıklarını – 18°C'da 12 ay boyunca depolamış ve bu süre içinde oluşan fiziksel, kimyasal ve duyu kalite değişimlerini incelemiştir. Araştırmacılar, TBA değerlerinin depolamanın ilk birkaç ayında, bütün ve fileto halindeki her iki tür içinde arttığını, istavrit balığında, oksidasyon oranının berlam balığına göre yüksek olması nedeni ile malonaldehit miktarındaki artışın daha fazla olduğunu, daha sonraki aylarda ise farklı oranlardaki lipid oksidasyonunun bir sonucu olarak TBA değerlerinin değişkenlik gösterdiğini belirtmektedirler. Depolama süresince serbest yağ asitleri değerinin lipidlerin hidrolizi ile birlikte her iki grup içinde arttığını; TMA, DMA (dimetilamin) ve FA (formaldehit) değerlerinde de bir artış meydana geldiğini ifade etmektedirler. Buna karşılık koku, tat ve yapıda önemli derecede bir azalma olduğunu ( $p < 0,05$ ), ancak bütün ve fileto haldeki örnekler karşılaştırıldığında önemli bir fark bulunmadığını, sonuç olarak fileto halindeki örneklerde enzim aktivitesinin yüksekliğinden dolayı kalite değişiminin bütün haldeki örneklere göre daha yüksek olduğunu belirtmektedirler.

Çaklı vd. (1997), 140 gün boyunca no – frost koşullarda depolanan sardalya balıklarında (*Sardina pilchardus*) meydana gelen fiziksel, kimyasal ve duyu kalite değişimlerini inceledikleri çalışmalarında; depolama başlangıcında 0,50 mg malonaldehit / kg örnek olan TBA değerinin 140 günlük depolama sonucunda 4,76 mg malonaldehit / kg örnek değerine, TVB – N değerinin ise başlangıçta 16,8 mgN / 100 g örnek iken 21,0 mgN / 100 g örnek değerine ulaştığını belirtmektedirler.

Careche ve Li - Chan (1997), morina balıklarını (*Gadus morrhua*) formaldehit ile işleme tabi tutmuş ve bir grubu - 18°C’de depolayarak balık etinde meydana gelen yapısal değişimleri Raman spektroskopisi, ANS hidrofobisite ve SDS –PAGE ile incelemiştir. SDS – PAGE özellikle donmuş depolama sonunda artan formaldehit derişimlerinde geri dönüşümsüz protein çözünmezliğini göstermiştir. Proteinlerin çözünürlüğü yaklaşık %90 oranında azalırken, ANS floresans hidrofobisiteye maruz kalmış çözünen ve çözünemeyen fraksiyonlar arasındaki dengeye bağlı olarak az miktarda bir değişim göstermiştir.

Alvarez vd. (1999), berlam balığının donmuş depolama sonucunda besin değerinde meydana gelen değişimleri araştırmışlardır. Temelde disülfid ve diğer kovalent bağlarla bağlantılı olarak donmuş kas dokusunda yüksek orvea agregasyon tespit edilmiştir. Lisin donmuş kas dokuda ve plazmada azalmıştır. Donmuş balık kasında proteinler disülfid ve disülfid olmayan kovalent bağlarla yüksek oranda agregasyona maruz kalırken, azot dengesi taze ve donmuş balıkta farklılık göstermemiştir.

Dönmez ve Tatar (2001), - 30°C’de bir yıl süre ile gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarını depolamışlar ve yağ asitlerindeki değişimleri gaz kromatografisi ile incelemiştir. Toplam yağ oranında önemli bir değişim gözlenmemiş, yağ asitlerinde meydana gelen değişimlere ise işleme yöntemleri ve depolama süresinin etkisi olduğu belirtilmiştir. Doymuş yağ asitleri artarken, doymamış yağ asitleri oranı azalmıştır. Tekli doymamış yağ asitleri oranında ise bir yıllık depolama sonucunda önemli bir değişim gözlenmemiştir.

Hamsi (*Engraulis engrasicholus* L. 1758) ve çinekop (*Pomatomus saltatrix* L.1758) balıklarının birden fazla kez dondurulup, farklı ortamlarda çözündürülmesi sırasında kalitede meydana gelen değişimlerin incelendiği çalışmada, buzdolabı, mikrodalga ve su içerisinde çözündürülen hamsi ve çinekop balıklarında çözündürme yöntemleri arasında duyusal ve TVB –N değerlerinde istatistik olarak önemli bir değişim gözlenirken ( $p < 0,05$ ), pH ve TMA – N değerlerinde meydana gelen değişimler istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (Baygar vd. 2004).

Bütün ve fileto halindeki istavrit (*Trachurus trachurus*) balığının - 20°C ve - 80°C’de 12 ay boyunca depolanması sonucu, fileto halindeki örnekler - 20°C’de 1 ay boyunca

tüketilebilirken, aynı sıcaklıkta depolanan bütün halindeki balık örneklerinin 5 ay süre ile tüketilebileceği belirtilmiştir. Düşük depolama sıcaklığının (- 80°C) yağlardaki bozulmayı engellediği ve araştırmanın sonunda bütün halindeki balık örneklerinde iyi kalite değerleri belirlenirken fileto halindeki örneklerin orta derecede kaliteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Aubourg vd. 2004).

Puchata vd. (2005) uzun ve kısa süreli depolamanın sazan balığı (*Cyprinus carpio*) filetolarının kimyasal yapısı üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, filetoları buz üzerinde yedi gün boyunca kısa süre ile ve - 30°C'de 15 hafta boyunca uzun süre depolamışlardır. Balık etlerinin toplam yağ içeriğinde (%1,41 ile %1,77), doymuş ve doymamış yağ asitlerinde her iki depolama süresinde de önemli bir değişim gözlenmezken, çoklu doymamış yağ asitleri içeriği donmuş depolama periyodunu takiben %0,13'ten %0,02'ye kadar istatistik olarak önemli düzeyde azalma göstermiştir ( $p < 0,05$ ).

Dondurma ve donmuş depolamanın (- 24°C) ringa balığı (*Clupea harengis*) filetolarının kalitesi üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, proteinlerin çözünürlüğü ve viskozitesinde protein degradasyonunu işaret eden değişimler gözlenmiştir. Ancak SDS – PAGE analizi sonucunda herhangi bir agregasyon oluşumu veya proteinlerde çapraz bağlanma tespit edilmemiştir (Geirsdottir vd. 2007).

Baron vd. (2007) gökkuşuğu alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) donmuş depolamanın protein ve yağlardaki oksidasyona etkilerini inceledikleri çalışmada, filetoları 13 ay süre ile - 20, - 30 ve - 80°C'de depolamış ve serbest yağ asitleri, hidroperoksitler, ikincil oksidasyon ürünleri (volatiller) ve protein karbonilleri incelemişlerdir. Yağ ve proteinlerin - 20°C'de depolanan örneklerde önemli ölçüde okside olduğu belirtilmiş ve yağ ve protein oksidasyonunun aynı zamanda geliştiği tespit edilmiştir. SYA, hidroperoksitler ve karbonillerin - 20°C'de depolanan örneklerde istatistik olarak önemli derecede arttığı ( $p < 0,05$ ), - 30°C ve - 80°C'de depolanan örneklerde ise tüm depolama sürecinde herhangi bir değişim göstermediği belirtilmiştir. Protein oksidasyonunda yüksek moleküler ağırlığa sahip proteinlerin 0°C'de okside olduğu ve depolama süreci ve sıcaklığa bağlı olarak depolama periyodunda yeni bir protein oksidasyonunun gerçekleşmediği tespit edilmiştir.

Castro vd. (2007) tatlısu balıklarından sazan (*Cyprinus carpio*), Nil tilapyası (*Oreochromis niloticus*), tambacu (*Colossoma macropomum*) ve pacu (*Piaractus mesopotamicus*) ile

yaptıkları çalışmada, çiğ, kızartılmış ve buharda pişirilmiş örnekleri 15, 30 ve 45 gün boyunca - 20°C’de depolamışlardır. Sazan balıklarında tekli doymamış yağ asitlerinin yüksek olduğu (yaklaşık %50), tilapya balıklarında palmitik ve oleik asitlerin sırası ile %26,55 ve %23,86 oranında temsil edildiği, tambacu balığında yağ asitleri profilinin %37 oranında doymuş, %34 oranında tekli doymamış ve %21 oranında çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşturduğu belirtilmiştir. Yağ asitleri kompozisyonunun depolama süresi ve balık etlerinin hazırlanma şekline bağlı olarak değişiklik göstermediği, depolama süresi ve pişirme yöntemleri arasındaki interaksiyonun yağ asitleri kompozisyonu bakımından önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Donmuş alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) ve sardalya (*Sardina pilchardus*) balığında mikrodalga, akan su ve oda sıcaklığında yapılan çözündürme işleminin proteinlere olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; dondurma ve çözündürme işlemlerinin miyofibriler proteinlerin miktarında azalmaya neden olduğu ( $p < 0,05$ ) saptanmıştır. Genel olarak dondurma ve çözündürme işlemi her iki balık türü için protein çözünürlüğünde önemli bir azalmaya neden olurken, farklı çözündürme işlemlerinin protein çözünürlüğüne olan etkisi balık türlerine göre değişmiştir. Her iki balık türü için en yüksek protein çözünürlüğü akan su altında çözündürülme ile sağlanmıştır. SDS – PAGE analizi sonucunda ise farklı çözündürme metodlarının disülfid kovalent bağlarla protein denatürasyonuna neden olmadığı bulunmuştur. Araştırma sonunda elde edilen veriler, proteinlerin non – disülfid kovalent bağlarla veya protein – lipid gibi diğer bileşiklerle olan interaksiyonunun protein çözünürlüğünün azalmasının nedeni olabileceğini göstermektedir (Tokur ve Kandemir 2008).

Keyvan vd. (2008), Hazar denizi beyaz balığı’nda (*Rutilus frisi kutum*) donmuş depolama süresinin proteinler ve yağlarda meydana getirdiği değişimi 12 ay süresince incelemişlerdir. Artan depolama süresi ile balık etlerine ait protein ve yağ değerlerinde azalma kaydedilmiştir. Peroksit, TBA ve SYA değerlerinde meydana gelen değişimlerin istatistik olarak önemli olduğu belirtilmiştir ( $p < 0,05$ ). Ayrıca, SDS – PAGE görüntüleri miyozin ağır zincirinin aktine göre hidrolize daha yoğun bir şekilde maruz kaldığını göstermiştir.

Beyter (2008), farklı ticari yemlerle beslediği gökkuşuğu alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) büyüme performansı, balık eti bileşimi ve yağ asitleri profilini 6 ay süresince uygulanan donmuş depolama öncesinde ve sonrasında incelemiştir. Araştırmacı, FV bakımından farklı yemler ile beslemenin deneme gruplarında bir farklılık yaratmadığını, bununla beraber

HSİ ve KF değerlerinde görülen farklılığın gruplar arasında önemli olduğunu ( $p < 0,05$ ) belirtmiştir. Besleme sonucunda ağırlık artışı ve besin kalitesi açısından ekstrude yemin diğer yemlere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, balık filetolarının yağ asidi profiline beslemede kullanılan yemlerin yağ asidi içeriklerinin yansımadağı, fakat içerdiği antioksidanların etkisinin olduğu saptanmıştır. Donmuş depolama süresince TBA ve TVB – N değerlerinde artan depolama süresi ile artış olduğu belirtilmiştir.

Tatlısu yayın balığında (*Mystus nemurus*), oda sıcaklığı ( $28 \pm 2^\circ\text{C}$ ), soğuk ortam ( $10 \pm 2^\circ\text{C}$ ) ve buzlu ( $2 \pm 2^\circ\text{C}$ ) ortam sıcaklıklarında sırası ile 24 saat, 10 ve 20 gün süre ile depolamanın yağların kalite düzeyine etkilerinin incelendiğı çalışmada, yağların hidroliz ve oksidasyonunun oda sıcaklığında 12 saatten sonra, soğuk ortamda 8 günden sonra ve buzlu ortam sıcaklığında 16. günden sonra meydana geldiğı ve istatistik olarak önemli bir artış gösterip ( $p < 0,05$ ), düşen polien içeriğı ile kabul edilemez sınırlara ulaştığı belirtilmiştir (Widjaja vd. 2009).

Balık filetolarında post mortem dönemde oluşan proteolitik degradasyon ette tekstürel değışikliklere neden olmaktadır. Farklı sıcaklık ve pH değerlerinde depolanan kas doku ve izole edilen miyofibrillerde miyozin ağır zincirinin proteolitik degradasyonunun miyozin ağır zincirine özgü antikolar ile incelendiğı çalışmada,  $6^\circ\text{C}$ 'de depolanan kas doku ve  $0^\circ\text{C}$ ,  $6^\circ\text{C}$  ve  $20^\circ\text{C}$ 'de depolanan izole edilmiş miyofibrillerin 6,3 pH veya daha düşük pH değerlerinde parçalandığı belirtilmiştir (Wang vd. 2009).

## **2.9 Balık Yağlarının İnsan Sağlığı ve Beslenmesi Açısından Önemi**

Günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde insanlar, beslenmelerine çok dikkat etmekte ve beslenme rejimlerinde sağlık açısından uygun gıdaları seçmeye özen göstermektedirler (Kaya vd. 2004). Yapılan araştırmalar, insanların karşılaştıkları bir çok hastalığa besin maddelerinin ve beslenme alışkanlıklarının neden olduğunu ortaya koymaktadır. Bundan dolayı insanlar beslenmelerine dikkat etmek zorundadırlar. Yüksek kolesterolden ileri gelen hastalıkların, önemli oranda kırmızı etten kaynaklandığı bilinen bir olgudur. Bunun için doymamış yağ asitleri yönünden zengin gıdaların tüketilmesi tavsiye edilmektedir. Bu gıdalar içerisinde de ilk sırayı çoklu doymamış yağ asitleri yönünden zengin olan balık ve diğer su ürünleri almaktadır (Gordon ve Ratliff 1992).

Yağ asitlerinin kalp krizi, kalp damar hastalıkları, depresyon, migren türü baş ağrıları, eklem romatizmaları, şeker hastalığı, yüksek kolesterol ve tansiyon, bazı alerji türleri ile kanser gibi bir çok hastalıktan korunmada önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir (Gorga 1998, Nettleton 2000).

Balık tüketimi ile kalp hastalıkları arasındaki ilişkilerin araştırıldığı ilk çalışmalar, Greenland eskimoları ile Danimarkalılar üzerinde yapılmış ve koroner kalp hastalığından ölümlerin çok düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. ÇDYA yönünden zengin balina yağı ile diğer deniz ürünlerini tüketen eskimoların kanlarında HDL kolesterolün yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmalara ilaveten epidemiyolojik olarak yapılan incelemelerde, deniz ürünlerinin fazlaca tüketildiği Hollanda, Norveç, Japonya ve ABD gibi ülkelerde balık yağı tüketen erkeklerin hiç balık tüketmeyenlere göre kalp hastalıkları riskinin çok düşük olduğu belirlenmiştir (Stone 1996).

Kalp-damar hastalıkları üzerinde n - 3 ÇDYA'lerinde zengin balık yağlarının antikoagüent özelliğinin bu olayda katkısının olduğu düşünülmektedir (Vanschoonbeek vd. 2004). Balık yağlarının kan basıncını ve kanın yoğunluğunu düşürmek, ritim bozukluğunun gelişimini yavaşlatmak ve kandaki kolesterolü düşürmek gibi yararları olduğu da bilinmektedir (Mol 2004). Khris - Etherton vd. (2000) n - 3 tüketiminin LDL üzerine olumlu etkileri olduğunu belirtmiştir.

Omega - 3 yağ asitlerinden olan DHA, insan beynindeki hücrelerin yenilenmesine yardım etmekte ve beyin ile retina hücrelerinin çoğalmasını sağlamaktadır. Bu hücrelerde DHA seviyesinin düşmesi, depresyon, hafıza kaybı, şizofreni ve görme bozuklukları gibi problemlerin ortaya çıkmasına yol açar. Yetişkin bir insan beyinde 20 g DHA bulunması gerekir. Düşük DHA seviyesi beyin serotonin seviyesinin düşmesine sebep olur ki bu intihar, depresyon ve şiddet eğilimini artırır. Yüksek oranda DHA içeren balıkları tüketen insanlarda zihinsel gelişimin arttığı gözlenmiştir (Kaya vd. 2004). Halisünasyon gören ve bundan çok etkilenen insanlara 6 ay boyunca günde 2 g EPA verilmiş ve şizofrenik belirtilerin %85 oranında azaldığı anlaşılmıştır (Cunquer 2000).

Harward Tıp Fakültesi'nde yapılan araştırmalarda EPA ve DHA'nın hamilelikte çok önemli olduğu saptanmıştır. Anne hamilelik döneminde bebek sağlığı için doymamış yağ asitlerini tüketmek zorundadır. DHA, cenin ve bebeğin normal gelişimi için beyin zarının %15 ile 20,

retinanın da %30 ile 60'ının oluşmasına yardım eder. Omega - 3 yağ asitlerinin tüketilmesi ile erken doğum, düşük ve zayıf bebek doğma riski önemli ölçüde azaltılabilir. DHA içeren gıdaları almayan bir annede doğum sonrası depresyon vakaları ve yüksek kan basıncı gibi olumsuzluklar görülür. Uzmanlara göre hamile veya emziren kadınların günde 500 - 600 mg DHA almaları gerekmektedir. 1995 yılında Dünya Sağlık Örgütü'nün bir raporuna göre; bebeklere vücut ağırlıklarının her bir kilosu için 40 mg DHA sağlanmalıdır. Yapılan çalışmalarda depresyon, dikkat eksikliği, hiperaktivite ve IQ seviyelerinin düşük olmasının DHA miktarının azlığından kaynaklandığı tespit edilmiştir (Kaya vd. 2004, Mol 2008).

Balık yağlarının, bağışıklık sisteminde olumlu etkilerinin bulunduğu ve hastalıklara karşı vücudun direnç kazanmasına yardımcı olduğu belirtilmiştir. Yüksek düzeyde balık etinin tüketilmesi ile hücre duvarının sağlamlaştığı görülmüştür. Günde ortalama 120 - 180 gr civarında balık tüketmek bu etkiyi artırmaktadır (Stone 1996).

Balık yağlarının kan damarlarının yüzeyini genişletip dokulara daha fazla oksijen girişine yardımcı olduğu için astım hastalarına önemli faydaları vardır. Balık tüketiminin çocukların %20 - 25'inde görülen astım hastalığına etkili olduğu yapılan çalışmalarla da kanıtlanmıştır (Kaya vd. 2004).

Tümörlü fareler üzerinde yapılan bir araştırmada diyeti n - 3 içeren yağlarla veya saflaştırılmış n - 3 yağ asitleriyle desteklenen farelerde akciğer, kolon, meme, prostat gibi çeşitli kanser tiplerinin yavaşlatılabildiği tespit edilmiştir. Ayrıca kemoterapi ilaçlarının etkinliği diyete n - 3 yağ asidi ilavesi sonucunda artırılmıştır. İnsanlarda n - 3 yağ asitlerinin kanserle ilişkili kaşeksiyi azalttığı ve yaşam kalitesini artırdığı bilinmekte olup, göğüs kanserinde yapılan kemoterapinin daha çok n - 3 yağ asidi tüketmiş olan hastalarda az tüketenlere oranla daha başarılı sonuç verdiği anlaşılmıştır. Balık yağlarının tümör gelişimini yavaşlattığı da bilinmektedir (Hardman 2004).

Balık yağlarının diyabet hastalarında da yararlı etkiler sağladığı bilinmekte olup, McKenney ve Sica (2007), balık yağından elde edilen n - 3 yağ asitlerinin hiperglisemi üzerine etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Balık yağlarının kas ve eklemlerdeki yangıları azaltmak, artriti yavaşlatmak gibi yararlar sağladığı da bilinmektedir. Bir araştırmada romatoid artrit hastalarına morina karaciğeri yağı

kapsül halinde verilmiş ve sabah tutulmalarında, eklem ağrıları ve şişmelerinde, mevcut ağrıların şiddetinde azalma sağlanmış; hastaların bu uygulamadan memnuniyetinin üst seviyede olduğu belirtilmiştir (Gruenwald vd. 2002).

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1 Materyal**

##### **3.1.1 Deneme yeri ve süresi**

Bu çalışmada, sazan balıkları 12 Ağustos - 04 Kasım 2007 tarihleri arasında 12 hafta süre ile, Ankara Üniversitesi Çifteler Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde deneme yemleri ile beslenmişlerdir.

Besleme denemesi sonunda deneme balıklarından toplanan karaciğer ve beyin örneklerine ait gen ekspresyon analizleri Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü Merkez Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Deneme balıklarına 6 ay süre ile uygulanan dondurarak depolama ve et bileşimine ait analizler ise Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı ve Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et Teknolojisi laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

##### **3.1.2 Balık materyali**

Denemede ortalama ağırlıkları  $993,82 \pm 11,68$  g ve ortalama uzunlukları  $37,66 \pm 0,28$  cm olan 96 adet sazan balığı (*Cyprinus carpio* L. 1758) kullanılmıştır. Deneme balıkları, Tarım Bakanlığı Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretim ve Eğitim Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Balıklar deney ortamına adaptasyon sürecinde %35 protein içerikli ticari sazan balığı yemi ile beslenmişlerdir.

##### **3.1.3 Deneme havuzları**

Denemede, Ankara Üniversitesi Çifteler Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan 2 m uzunluğunda, 40 cm eninde ve 50 cm yüksekliğindeki 12 adet havuz kullanılmıştır. Her bir deneme grubu için üçer havuz tesadüfi olarak seçilmiştir. Havuzlar deneme öncesinde temizlenerek dezenfekte edilmiştir.

### 3.1.4 Su özellikleri

Denemede, Ankara Üniversitesi Çifteler Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde kullanılan su kaynağından faydalanılmıştır. Su sıcaklığı, pH ve çözünmüş oksijen deneme başlangıcında ve deneme süresince iki haftalık aralıklarla ölçülmüş, bu analizlere ilişkin değerler Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1 Deneme süresince havuzlarda ölçülen su sıcaklığı, pH ve çözünmüş oksijen değerleri (Ortalama  $\pm$  Standart sapma) ( $n=7$ )

Deneme Yemleri*	Deneme Havuzları	Sıcaklık (°C)	pH	Çözünmüş oksijen (mg / L)
K	A <sub>1</sub>	19,57 $\pm$ 1,90	7,51 $\pm$ 0,08	5,56 $\pm$ 0,68
	A <sub>2</sub>	19,29 $\pm$ 1,60	7,54 $\pm$ 0,05	6,61 $\pm$ 1,00
	A <sub>3</sub>	19,14 $\pm$ 1,35	7,55 $\pm$ 0,07	6,66 $\pm$ 0,86
AT <sub>15</sub>	B <sub>1</sub>	19,43 $\pm$ 1,72	7,59 $\pm$ 0,04	6,19 $\pm$ 1,09
	B <sub>2</sub>	19,14 $\pm$ 1,35	7,56 $\pm$ 0,08	6,63 $\pm$ 0,93
	B <sub>3</sub>	19,29 $\pm$ 1,38	7,57 $\pm$ 0,04	6,54 $\pm$ 0,80
AT <sub>30</sub>	C <sub>1</sub>	19,50 $\pm$ 1,71	7,58 $\pm$ 0,04	6,01 $\pm$ 1,72
	C <sub>2</sub>	19,14 $\pm$ 1,35	7,57 $\pm$ 0,05	6,73 $\pm$ 0,94
	C <sub>3</sub>	19,14 $\pm$ 1,35	7,60 $\pm$ 0,06	6,66 $\pm$ 0,89
AT <sub>45</sub>	D <sub>1</sub>	19,29 $\pm$ 1,60	7,57 $\pm$ 0,05	6,61 $\pm$ 0,89
	D <sub>2</sub>	19,14 $\pm$ 1,35	7,57 $\pm$ 0,06	6,71 $\pm$ 0,93
	D <sub>3</sub>	19,43 $\pm$ 1,43	7,61 $\pm$ 0,04	6,96 $\pm$ 0,96

\*K (Kontrol – Balık unu kullanılan yem) :A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>  
AT<sub>15</sub> (%15 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem) :B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>  
AT<sub>30</sub> (%30 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem) :C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>  
AT<sub>45</sub> (%45 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem) :D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>

### 3.1.5 Kullanılan yem hammaddelerinin özellikleri

Denemede, K (kontrol) yeminde kullanılan balık unu (BU; %65 protein içerikli) Çamlı Yem Besicilik Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den (Pınarbaşı, İzmir) temin edilmiştir. Diğer yem katkı maddeleri ve bitkisel protein kaynağı olarak kullanılan ayçiçeği tohumu kütspesi (AT; %25 protein içerikli), Bil-Yem Gıda Sanayi Ticaret Ltd. Şti.'nden (Ayaş yolu 35. km, Yenikent, Ankara) sağlanmıştır. Deneme yemlerine ilave edilen yem hammaddelerine ait analiz değerleri Çizelge 3.2'de, mineral ve vitamin içeriklerine ait veriler ise Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4'de sunulmuştur.

Çizelge 3.2 Yem hammaddelerinin ham protein ve ham yağ değerleri

Parametre	Yem hammaddeleri*					
	AT	BU	Buğday	Kepek	Lisin	Methionin
Ham protein (%)	25,0	65,0	10,5	15,0	95,0	58,0
Ham yağ (%)	1,5	7,5	1,8	3,0	-	-

**\*Yem Hammaddeleri:**

**AT** :Ayçiçeği tohumu kütspesi

**BU** :Balık unu

Çizelge 3.3 Mineral karmasında bulunan maddeler

<b>Mineraller</b>	<b>Birim (mg/kg)</b>
Mangan	70,00
Çinko	105,00
Demir	70,00
Bakır	14,00
İyot	1,05
Kobalt	0,35
Selenyum	0,14
Molibden	0,70
Magnezyum	35,00

Çizelge 3.4 Vitamin karmasında bulunan maddeler

<b>Vitaminler</b>	<b>Birim (IU)</b>
Vit-A	15000000
Vit-D <sub>3</sub>	5000000
Vit-E	50000
Vit-K <sub>3</sub>	10000
Vit-B <sub>1</sub>	2000
Vit-B <sub>2</sub>	4000
Vit-B <sub>6</sub>	5000
Vit-B <sub>12</sub>	25
Vit-H <sub>2</sub>	200
Vit-C	75000
Niasin-nikotinik asit	50000
Pantenoik asit	10000
Folik asit (mg)	1500
Kolin	300000

## **3.2 Yöntem**

### **3.2.1 Deneme süresi ve uygulama planı**

Denemenin ilk basamağını deneme yemlerinin hazırlanması ve besleme denemesinin yürütülmesi oluşturmaktadır. Besleme denemesi 12 hafta süre (12 Ağustos - 04 Kasım 2007) ile yürütülmüştür. Besleme denemesi, tesadüfi seçilen 3 adet havuz her bir deneme grubunu temsil edecek şekilde düzenlenmiştir. Deneme başlangıcında ve deneme başlangıcını takip eden ikişer haftalık dönemler sonunda havuzlara yerleştirilen balık gruplarının bireysel olarak boy ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Besleme denemesi sonunda gen ekspresyon analizleri için tüm deneme balıklarından karaciğer ve beyin örnekleri toplanmış ve sıvı azot altında dondurularak analizler yapılana kadar - 80°C'de muhafaza edilmiştir. Denemenin ikinci basamağı için aynı balıklardan derili fileto elde edilmiş ve 6 ay süre ile - 18°C'de dondurarak depolama uygulanmıştır. Dondurarak depolama analizlerinde soğutucudan her ay deneme gruplarını temsil eden 1 paket örnek çıkartılmıştır. Depolama başlangıcında balık etinin genel besin kompozisyonu analiz edilmiştir. TVB - N, TBA, SYA ve yağ asitleri kompozisyonuna ise birer aylık periyotlarla bakılmıştır. Proteinlerdeki değişimlerin belirlenmesi amacı ile elektroforez analizleri ise 0. gün, 3. ay ve 6. ayda yürütülmüştür. Analizler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.2 Deneme balıklarının hazırlanması**

Denemede kullanılan balıklar, deneme ortamına adaptasyonun sağlanması amacı ile deneme başlangıcından 15 gün önce 12 adet havuza, her havuzda 8 balık olacak şekilde tesadüfi olarak yerleştirilmişlerdir. Adaptasyon periyodunda ve deneme süresince balıklar günde 3 defa vücut ağırlığının %1'i oranında el ile beslenmişlerdir (Çelikkale 1994).

Donmuş depolama için balık materyalinin hazırlanmasında balıkların iç organları, solungaçları, kafaları ve omurgası temizlenerek el ile fileto haline getirilmiş, balıkların derisi çıkarılmamıştır. Fileto hazırlama aşaması balık Rigor mortis döneminde iken gerçekleştirilmiştir. Filetolar 18 x 26 cm ölçülerindeki strofor tabaklara her tabakta bir balık örneği olacak şekilde konulmuş ve streç film ile üzerleri kaplanmıştır. Örnekler, fileto yapımını takiben Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü'nde derin dondurucuya (- 18°C) yerleştirilmiştir.

### **3.2.3 Deneme yemlerinin hazırlanması**

Denemede 4 adet izonitrojenik ve izokalorik yem hazırlanmıştır. Kontrol grubunda hayvansal protein kaynağı olarak balık unu kullanılmış, diğer deneme yemlerinde ise balık unu yerine %15 (AT<sub>15</sub>), %30 (AT<sub>30</sub>) ve %45 (AT<sub>45</sub>) oranında ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilmiştir. Deneme yemlerine ait formülasyon Çizelge 3.5'de sunulmuştur. Deneme yemleri, Meko A.Ş. Optimum Yem Rasyonu paket programı kullanılarak formüle edilmiş ve Bil - Yem Gıda Sanayi Ticaret Ltd. Şti. üretim tesislerinde pelet yem olarak hazırlanmıştır. Deneme yemlerine ait formülasyonda tüm deneme grupları için protein oranı %32 enerji ise 2800 kcal / kg olacak şekilde düzenlenmiştir (Atay ve Çelikkale 1983, Wee 1991).

Çizelge 3.5 Deneme yemlerine (K, AT<sub>15</sub>, AT<sub>30</sub>, AT<sub>45</sub>) ait formülasyon

Hammadde	K*	AT <sub>15</sub>	AT <sub>30</sub>	AT <sub>45</sub>
Toplam protein (%)	32	32	32	32
Enerji (kcal / kg)	2800	2800	2800	2800
AT (g /kg)	-	150,0	300,0	450,0
BU (g /kg)	373,04	345,98	313,80	281,96
Buğday (g /kg)	415,96	440,63	354,11	194,08
Kepek (g /kg)	200,0	50,0	-	-
Lisin (g /kg)	1,0	1,0	1,0	1,0
Methionin (g /kg)	5,0	5,0	5,0	5,0
DCP (g /kg)	1,0g	1,0	1,0	1,0
Tuz (g /kg)	2,0	2,0	1,0	1,0
Vitamin Karması (g /kg)	1,0	1,0	1,0	1,0
Mineral Karması (g /kg)	1,0	1,0	1,0	1,0
Bitkisel yağ (g /kg)	-	2,39	22,09	63,96
Toplam	1000	1000	1000	1000

\*K (Kontrol – Balık unu kullanılan yem)  
AT<sub>15</sub> (%15 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)  
AT<sub>30</sub> (%30 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)  
AT<sub>45</sub> (%45 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

### 3.2.4 Tanen analizi

Yem ham maddesindeki ve hazırlanan deneme yemlerinin içerdiği tanen miktarı asit butanol metoduna (Porter *et al.* 1986) göre spektrofotometrik olarak yapılmıştır.

### 3.2.5 Büyüme parametreleri

**i) Ortalama ağırlık kazancı (g) (AK<sub>ort</sub>)** (Ruyet vd. 1997)

$$AK_{ort} = D_{2ort} - D_{1ort}$$

D<sub>1ort</sub> : Deneme başlangıcındaki ortalama ağırlık (g)

D<sub>2ort</sub> : Deneme sonundaki ortalama ağırlık (g)

**ii) Mutlak büyüme (g / gün) (MB)** (Ruyet vd. 1997)

$$MB = AK_{ort} / G$$

AK<sub>ort</sub> : Ortalama ağırlık kazancı (g)

G : Denemedeki gün sayısı

**iii) Spesifik büyüme oranı (SBO)** (Laird ve Needham 1988)

$$SBO = ( \log_e D_{2ort} - \log_e D_{1ort} ) / G \times 100$$

D<sub>2ort</sub> : Deneme sonundaki ortalama ağırlık (g)

D<sub>1ort</sub> : Deneme başlangıcındaki ortalama ağırlık (g)

G : Denemedeki gün sayısı

**iv) Yem değerlendirme oranı (YDO)** (Halver 1972)

$$YDO = ( \sum YT / AK_{ort} ) \times BS$$

$\sum YT$  : Toplam yem tüketimi (g)

AK<sub>ort</sub> : Ortalama ağırlık kazancı (g)

BS : Balık sayısı

**v) Kondisyon faktörü (KF)** (Lagler 1969)

$$KF = ( CA / TU_{ort}^3 ) \times 100$$

CA : Canlı ağırlık (g)

TU<sub>ort</sub> : Ortalama toplam uzunluk (cm)

**vi) Yaşama oranı (YO)** (Wajsbrodt vd. 1993)

$$YO = ( CBS / SBS ) \times 100$$

CBS : Canlı kalan balık sayısı

SBS : Stoklanan balık sayısı

**vii) Protein değerlendirme oranı (PDO)** (Sugiura vd. 1998)

$$PDO = (D_{2ort} - D_{1ort}) / PKA$$

$D_{1ort}$  : Deneme başlangıcındaki ortalama ağırlık (g)

$D_{2ort}$  : Deneme sonundaki ortalama ağırlık (g)

PKA : Yemdeki ham protein kaynağının miktarı (g)

**viii) Gonadosomatik indeks (GSİ)** (Maina vd. 2003)

$$GSİ = (GA \times 100) / (BA)$$

GA : Gonad ağırlığı (g)

BA : Balık ağırlığı (g)

**ix) Hepatosomatik indeks (HSİ)** (Maina vd. 2003)

$$HSİ = (KA \times 100) / (BA)$$

KA : Karaciğer ağırlığı (g)

BA : Balık ağırlığı (g)

**x) Fileto verimi (FV)** (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999)

$$FV = [ (BA_1 - BA_2) \times 100 ] / BA_1$$

$BA_1$  : Bütün balık ağırlığı (g)

$BA_2$  : Fileto halindeki balık ağırlığı (g)

### 3.2.6 Gen ekspresyon analizi

#### - Doku Örneklerinin Hazırlanması

Deneme gruplarına ait tanklardaki tüm balıklar disekte edilerek incelenmesi hedeflenen genlerin (*GH* ve *IGF - I*) en yoğun olarak eksprese edildiği organlar olan beyin ve karaciğer doku örnekleri 1,5 ml'lik steril tüplere alınarak sıvı azot içerisinde hemen dondurulmuş ve total RNA izolasyonuna kadar  $-80^{\circ}C$ 'de muhafaza edilmiştir (Reinecke *et al.* 1997).

### - **Total RNA izolasyonu**

Toplam RNA, karaciğer ve beyin dokusundan High Pure RNA Tissue Kit (Roche Diagnostics – Cat. No. 120333674001) ile izole edilmiştir. Örneklere ait RNA miktarı ve saflığı nanodrop ile µg / ml olarak belirlenmiştir.

### - **c – DNA sentezi**

Tek zincirli c-DNA sentezi için Transcriptor First Strand cDNA Synthesis Kit (Roche Diagnostics – Cat. No. 04897030001) kullanılmıştır.

### - **RT-PCR**

Örneklerden elde edilen cDNA, hedef genler olan *GH* ve *IGF-I* a uygun olarak dizayn edilmiş primer ve problar, ayrıca LightCycler 480 Probes Master Kit (Roche Diagnostics – Cat. No. 04887301001) yardımı ile RT-PCR cihazına yüklenmiştir.

Örnekler yüklenmeden önce ön çalışmalar yapılarak bakılması hedeflenen genlere ait primer ve prob dizaylarının cihaza optimizasyonu sağlanmış, ayrıca her bir hedef gen için standart eğri çizilmiştir.

## **3.2.7 Besin ögesi bileşimi ve pH**

Denemede kullanılan yemlerin ve donmuş depolama öncesinde et örneklerinin pH, nem, ham kül, ham protein, ham yağ ve ham selüloz analizleri yapılmıştır.

### **3.2.7.1 pH tayini**

pH tayini, 10 g homojenize örnek, 100 mL distile su ile karıştırıldıktan sonra pHmetre kullanılarak yapılmıştır (Varlık vd 1993).

### **3.2.7.2 Nem tayini**

Nem tayini, esasları AOAC (1990)'de belirtilen yönteme göre yapılmıştır. Temizlenmiş ve kapağı açık durumda etüvde kurutulmuş ve desikatörde soğutulup tartılarak darası alınmış kuru madde kabına 2 – 5 g örnek tartılmış,  rnekler 105°C sıcaklıktaki etüve alınarak ağırlık sabit olana kadar kurutulmuştur. Birinci tartım ile sabit ağırlığa eriştikten sonraki tartım arasındaki fark, örnekteki nem miktarını vermiştir. Elde edilen değer 100 g örneğe oranlanarak örneğin nemi yüzde cinsinden hesaplanmıştır.

### **3.2.7.3 Ham kül tayini**

Ham kül tayini, esasları AOAC (1990)'de belirtilen yönteme göre yapılmıştır. Darası alınmış porselen k l kabına 2 – 5 g örnek tartılmış, k l kabı 500 – 550°C'e ayarlı kül fırınına yerleştirilmiş ve açık griden beyaza kadar giden bir renge ulaşana kadar yaklaşık 12 saat yakılmıştır. Daha sonra desikatöre alınarak soğutulmuş ve tartılmıştır. Elde edilen değer 100 g örneğe oranlanarak örneğin ham kül içeriği yüzde cinsinden hesaplanmıştır.

### **3.2.7.4 Ham protein tayini**

Ham protein tayini, esasları AOAC (1990)'de belirtilen yönteme göre Kjeldahl düzeneği kullanılarak yapılmıştır. Azot içermeyen filtre kağınının darası alınarak üzerine 2 – 2,5 g örnek tartılmıştır. Filtre kağı katlanarak Kjeldahl balonuna aktarılmıştır.  zerine yaklaşık 3 g CuSO<sub>2</sub> katalizörü, cam boncuk ve 25 mL konsantre H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konmuştur. Balon Kjeldahl yakma düzeneğine yerleştirilmiş ve düşük sıcaklıkta köpürme duruncaya ve balon içeriği tamamen sıvılaşıncaya kadar yaklaşık yarım saat yakılmıştır. Balon içerisine 15 mL daha konsantre H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> balonun cidarları yıkanarak ilave edilmiştir. Sıcaklık artırılmış ve içerik yaklaşık 4 saat tamamen berrak (mavi – yeşil) olana kadar yakılmıştır.

Balon soğumaya bırakılmış, soğuyan balon içerisine 150 mL distile su yavaşca ilave edilmiş ve tekrar oda sıcaklığında soğuması beklenmiştir. Balona 150 mL %33'l k NaOH  zeltisi yavaşca ilave edilmiş ve 2 – 3 adet çinko taşı atılarak Kjeldahl destilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. Daha önceden 100 mL 0,1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  zeltisi konulmuş 500 mL'lik erlen, destilasyon ünitesindeki geri soğutucunun çıkış borusuna yerleştirilmiştir. Kjeldahl balonu

kariştirilmiş ve dikkatlice ısıtılmıştır. Destilasyon başladıktan sonra işleme erlenmayerde yaklaşık 150 mL destilat toplanıncaya kadar devam edilmiştir.

Destilasyon sırasında erlenmayerde toplanan destilat, metil kırmızı indikatörü kullanılarak (4 – 5 damla) 0,1 N NaOH çözeltilisi ile pembe renk açık sarıya dönene kadar titrasyona tabi tutulmuştur. Harcanan değerler formüldeki yerine konarak önce yüzde olarak azot miktarı, bu değerin 6,25 faktörü ile çarpılması sonucunda yüzde cinsinden protein miktarı hesaplanmıştır.

### **3.2.7.5 Ham yağ tayini**

Ham yağ tayini, esasları AOAC (1990)'de belirtilen sıcak ekstraksiyon yöntemiyle sokselet düzeneği kullanılarak yapılmıştır. Örnek 5 g kadar tartılarak özel asbest kartuş içerisine konulmuş ve kartuşun ağzı temiz bir pamukla gevşek olarak tıkanmıştır. Sonra 105°C'e ayarlı etüvde en az 2 saat kadar tutularak kurutulmuştur. Örnek içeren kartuş sokselet silindirine yerleştirilmiş ve silindirin alt ucuna darası alınmış Sokselet balonu takılmıştır. Silindire bir buçuk boy yağ çözücü madde (petrol eteri) konduktan sonra silindir soğutucuya bağlanmış, balonda ısıtıcı düzen üzerine yerleştirilmiş ve ısıtıcı çalıştırılarak ekstraksiyona başlanmıştır. Ekstraksiyon sona erince silindir bölmesinde toplanan yağ, çözücü sifon yapmadan kirli çözücü şişesine alınmıştır. Bu kısım tekrar soğutucuya ve balona takılarak balonda kalmış olan çözücünün silindirde toplanması sağlanarak kirli çözücü şişesine aktarılmıştır.

Ekstrakte olan yağı ve çok az miktarda eter buharı ihtiva eden balon 105°C'e ayarlı etüvde 1 saat kurutulularak, desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır. Balonda toplanan yağ miktarı tartılan örnekteki yağ miktarını verdiğinden örnekteki yağ miktarı yüzde cinsinden hesaplanmıştır.

### **3.2.7.6 Ham selüloz tayini**

Ham selüloz tayini, esasları AOAC (1990)'de belirtilen yöntemine göre yapılmıştır. Analize hazırlanmış yem örneğinden 1 g cam kroze (gooch krozesi) tartılmıştır. Mevcut yağ aseton veya petrol eteri ile soğuk ekstraktör kısmında yıkanarak uzaklaştırılmış, cam kroze sıcak ekstraktöre yerleştirilerek üzerine 100 mL %1,25'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltilisi eklenip ısıtılmıştır. Kaynamaya başladıktan sonra 30 dakika yavaşça kaynatılmış, 10 mL %28'lik KOH çözeltilisi eklenerek 30 dakika daha kaynatılmıştır. Vakumla çözeltiler uzaklaştırıldıktan sonra cam krozedeki kalıntı 3 defa sıcak saf su ve 10 mL %1'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltilisi ile sonra tekrar sıcak

saf su ve 10 mL %1'lik NaOH çözeltisi ile, yeniden sıcak saf su ve 10 mL %1'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi ile ve son olarak iki defa daha sıcak saf su ile süzölmüştür. Kroze soğuk ekstraktöre alınarak asetonla yıkanmıştır. Süzme ve yıkama işlemleri bittikten sonra cam süzgeçteki kalıntılar 1 saat 130°C'de otomatik kurutma dolabında kurutulmuştur. Desikatörde soğutulduktan sonra tartılan cam süzgeç yakma fırınına konarak 550 - 600°C'de 1 saat yakılmış ve desikatörde soğutulularak tartılmıştır. Ham selüloz miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Ham selüloz (\%)} = [(İT - ST) \times 100] / ÖA$$

İT : İlk tartım

ST : Son tartım

ÖA : Örnek ağırlığı (g)

### 3.2.8 Donmuş depolama

Besleme denemesi sonunda el ile derili fileto haline getirilip paketlenen balıklar 6 ay boyunca -18°C'de dondurularak depolanmıştır. Depolama başlangıcında, depolama süresince ve sonrasında et bileşiminde meydana gelen değişimler; TVB - N, TBA, SYA analizleri, SDS - PAGE ve yağ asitleri dağılımının incelenmesi ile belirlenmiştir.

#### 3.2.8.1 Tiyobarbitürik asit (TBA) tayini

Tiyobarbitürik asit (TBA) tayini, esasları Tarladgis vd. (1960)'de belirtilen yöntemle göre Kjeldahl düzeneği kullanılarak yapılmıştır. Örnek 10 g tartılıp, 50 mL su ile 2 dakika ultratürax ile karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Bu karışım, 47,5 mL daha su kullanılarak Kjeldahl balonuna aktarılmış, üzerine 2,5 mL 4 N HCl çözeltisinden ilave edilerek pH 1,5'e düşürölmüştür. Kjeldahl balonuna kaynama taşı ve köpük önleyici olarak parafin ilave edilerek destilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. Destilasyon ünitesindeki geri soğutucunun çıkış borusuna 50 mL'lik erlenmayer konulmuş ve destilasyon işlemi, kaynama başladıktan sonraki 10 dakika süresince yaklaşık 50 mL destilat toplanıncaya kadar devam ettirilmiştir. Elde edilen destilat iyice karıştırılarak, test tüpü içerisine 5 mL pipetlenmiş ve üzerine 0,02 M'lık TBA ayırıcından 5 mL ilave edilmiştir. Aynı anda bir de kör hazırlanmış; bu amaçla test tüpüne 5 mL destile su ve 5 mL TBA ayıracı pipetlenmiştir. Tüplerin kapakları kapatılarak karıştırılmış ve kaynar su banyosunda 35 dakika tutulmuştur. Su banyosundan

alınan tüpler soğutulmuş ve oluşan rengin yoğunluğu 538 nm dalga boyunda spektrofotometrede (UV – 1201 V Shimadzu) ölçülmüştür. Spektrofotometrede okunan değer 7,8 faktörü ile çarpılarak TBA değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{TBA (mg MA / kg örnek)} = A \times 7,8$$

A : Absorbans değeri

### 3.2.8.2 Total volatil baz azotu (TVB - N) tayini

Total volatil baz azotu (TVB – N) tayini, esasları Pearson ve Cox (1962)'de belirtilen yönteme göre Kjeldahl düzeneği kullanılarak yapılmıştır. Örnek 10 g tartılıp, homojenize hale getirildikten sonra 2 g MgO ve 350 mL destile su ilavesi ile karışım Kjeldahl balonuna aktarılmıştır. Balona köpük önleyici olarak parafin ve birkaç kaynama taşı atılıp, destilasyon ünitesine yerleştirilmiş ve destilat, içerisinde %2'lik 25 mL H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> ve metil red indikatörü içeren erlen içerisinde toplanmıştır. Destilat eldesi, karışımın kaynamaya başlamasından sonraki ilk 25 dakika içinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen destilat ve 25 mL H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> ile hazırlanmış kör 0,1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile titre edilmiştir. TVB – N değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{TVB – N (mg /100 g)} = S \times 1,4 \times 100 / \text{ÖA}$$

S : Titrasyonda harcanan 0,1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (mL)

ÖA : Örnek ağırlığı (g)

### 3.2.8.3 Serbest yağ asitliği (SYA) tayini

Serbest yağ asitliği (SYA) tayini, esasları AOAC (1990)'de belirtilen yönteme göre yapılmıştır. Soğuk ekstraksiyon yöntemiyle örneklerden yağ ekstrakte edilmiştir (Bligh ve Dyer 1959). Bu amaçla 25 g tartılan et örneğinin üzerine 1 spatül susuz Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilmiş ve ultraturaks ile karıştırılmıştır. Karışımın üzerine 2 : 1 oranında 45 mL kloroform : metanol eklenmiş ve 2 dakika ultraturaks ile karıştırılıp kaba filtre kağıdından süzölmüştür. Filtre kağıdında kalan pelete aynı işlem 2 kere daha uygulanmış, elde edilen süzöntü ayırma hunisine alınarak metanol fazı kloroform - yağ tabakasından ayrılmıştır. Kloroform ve yağ içeren örnek yağ balonlarına alınarak, rotary evaporatörde kloroform uçurulmuş ve yağ elde edilmiştir. Elde edilen yağdan 5 g civarında tartılarak, üzerine 50

mL ılık nötrale etil alkol eklenmiş ve fenol fitalein indikatörü eşliğinde 0,1 N NaOH ile titrasyon yapılarak SYA değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{SYA (\% oleik asit)} = [(V_2 - V_1) \times N \times 28,2] / Y$$

$V_2$  (ml) : Harcanan NaOH miktarı

$V_1$  : NaOH normalitesi

$N$  : Etil alkolün normalitesi

28,2 : Oleik asitin miliekivalent ağırlığı

$Y$  (g) : Tartılan yağ miktarı

#### 3.2.8.4 Yağ asitleri dağılımı

Yağ asitleri dağılımı, esasları Anonymous (1987)'de belirtilen yöntemle yapılmıştır. Soğuk ekstraksiyon yöntemi (Bligh ve Dyer 1959) ile elde edilen yağdan, 0,4 - 0,5 g civarında viyal içine tartılmış, üzerine 4 mL kromatografik saflıktaki izo - oktan eklenerek yağ çözüldürülmüştür. Daha sonra bunun üzerine 2 N metanollü KOH çözeltisinden 0,2 mL ilave edilmiş ve solüsyon berraklaşana kadar çalkalanmıştır. Solüsyon 6 dakika karanlıkta bekletilip üzerine 1 - 2 damla metil oranj ilave edilmiştir. 1 N HCl çözeltisinden 0,45 mL örneklere eklenmiş ve kuvvetlice karıştırıldıktan sonra örnekler gliserol fazının ayrılması için eğimli bir şekilde 30 dakika bekletilmiş, üstteki berrak faz cam viyalere alınmış ve GC cihazında analizleri yapılmıştır. Standartlardaki ve örneklerdeki yağ asiti metil esterlerinin ayrımı için gaz kromatografisine 0,5 µL'lik enjeksiyonlar yapılmıştır.

Örneklere elde edilen pikler, standart piklerle karşılaştırılarak tanımlanmış; yağ asitleri, tanımlanan piklerin derişimleri toplamında yüzde olarak hesaplanmıştır. Örneklere ve deneme yemlerindeki yağ asitleri kompozisyonunu belirlemek için kullanılan standarda (PUFA No: 1 Marine Search) ait kromatogram Ek 4' de verilmiştir.

#### 3.2.8.5 Aterojenik indeks (Aİ) ve trombojenik indeks (Tİ)

Aterojenik İndeks (Aİ) ve Trombojenik İndeks (Tİ) değerleri aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır (Turchini vd. 2003).

### **i) Aterojenik indeks (Aİ);**

Aterojenik İndeks (Aİ), damar içi duvarında daralmaya neden olan plak oluşumu düzeyini gösteren bir parametredir ve aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$Aİ = [(C12:0) + (4 \times C14:0) + (C16:0)] / [(ÇDYA n - 6 + n - 3) + TDYA]$$

C12:0 : Laurik asit

C14:0 : Miristik asit

C16:0 : Palmitik asit

ÇDYA : Çoklu doymamış yağ asitleri

TDYA : Tekli doymamış yağ asitleri

n - 6 : Omega - 6 çoklu doymamış yağ asitleri

n - 3 : Omega - 3 çoklu doymamış yağ asitleri

### **ii) Trombojenik indeks (Tİ);**

Trombojenik İndeks (Tİ), kanın pıhtılaşma düzeyini gösteren bir parametredir ve aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$Tİ = [(C14:0) + (C16:0) + (C18:0)] / [0.5 \times TDYA) + (0.5 \times n - 6) + (3 \times n - 3) + (n - 3 / n - 6)]$$

C14:0 : Miristik asit

C16:0 : Palmitik asit

C18:0 : Stearik asit

TDYA : Tekli doymamış yağ asitleri

n - 6 : Omega - 6 çoklu doymamış yağ asitleri

n - 3 : Omega - 3 çoklu doymamış yağ asitleri

### **3.2.8.6 Sodyum dodesil sülfat – poliakrilamid jel elektroforez (SDS – PAGE) analizi**

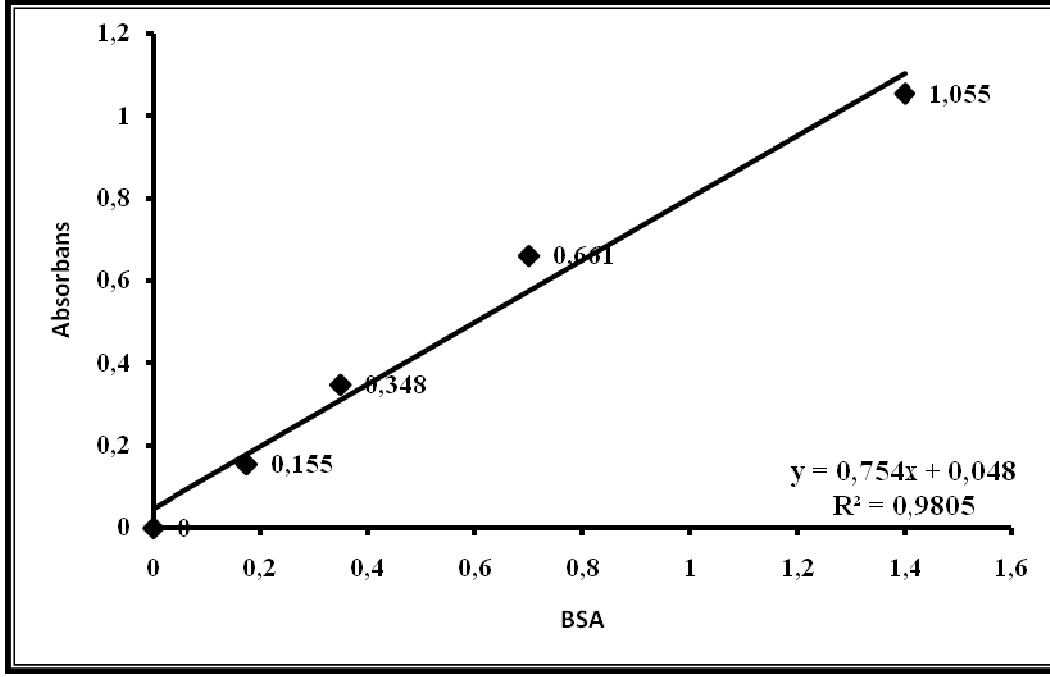
Sarkoplazmik ve miyofibriler proteinlerde donmuş depolama sürecinde meydana gelen değişimler, SDS - PAGE ile belirlenmiştir. Protein ekstraksiyonunda Toldra vd. (1992) ve Candoğan (2000)'de belirtilen yöntemler, SDS - PAGE için ise Laemmli (1970) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır.

### **i) Sarkoplazmik ve miyofibriler proteinlerin ekstraksiyonu**

Sarkoplazmik ve miyofibriler proteinlerin ekstraksiyonu, Candoğan (2000)'da belirtilen yonteme g6re yapılmıştır. 6rneklerden 10 g tartılarak 40 mL 0,03 M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  tampon 6ozeltisinde (pH= 7,4) 2 dakika homojenize edilmiştir. Homojenat, 4°C'de 10,000 x g'de 20 dakika santrifuj edildikten sonra cam yununden filtre edilerek 6stte kalan s6pernatant toplanmıştır. Pelet, 40 mL 0,03 M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  tampon 6ozeltisinde (pH=7,4) dağıtılarak aynı işlem tekrarlanmıştır. Her iki işlem sonunda elde edilen s6pernatantlar birleştirilerek sarkoplazmik protein ekstraktı olarak kullanılmıştır. Bu işlemden sonra geriye kalan pelet, 40 mL %1  $\beta$  - merkaptoetanol i6eren 8 M  $\text{NH}_2\text{CONH}_2$  i6inde dağıtılıp, 2 dakika homojenize edildikten sonra 4°C'de, 10,000 x g'de 20 dakika santrifuj edilmiştir. S6pernatant cam yununden s6z6lerek, miyofibriler protein ekstraktı olarak kullanılmıştır.

### **ii) Protein derişiminin belirlenmesi**

Sarkoplazmik ve miyofibriler protein ekstraktlarının protein derişimleri, Bradford Reagent ile Sığır serum alb6mini (BSA)'nın standart olarak kullanıldığı, 6retici firma tarafından 6nerilen standart yonteme g6re belirlenmiştir. Farklı miktarlarda BSA (1,4 mg / mL; 0,7 mg / mL; 0,35 mg / mL; 0,175 mg / mL; 0 mg / mL) i6eren 5 6ozelti hazırlanmış ve bunların her birinden 0,1 mL alınmış, 6zerlerine 3 mL Bradford Reagent ilave edilip vortekste karıştırılmıştır. Karanlıkta 5 – 45 dakika s6re ile ink6be edilmiş, absorbansları 595 nm'de spektrofotometrede okunmuştur. Standartlara ait okunan absorbans değerleri kullanılarak standart kurve oluşturulmuştur. Oluşturulan standart kurve Şekil 3.1'de sunulmuştur.



Şekil 3.1 Sarkoplazmik ve miyofibriler protein derişiminin belirlenmesinde kullanılan standart kurve

### iii) Örneklerin hazırlanması

Örneklerdeki protein derişimi belirlendikten sonra elde edilen absorbans değeri, seyreltme faktörü ve kurve denklemi dikkate alınarak gerçek derişim hesaplanmıştır. Jele yüklenecek örneklerin derişimi 1,5 mg / mL olacak şekilde Laemmli Sample Buffer ile seyreltilmiştir. Örnekler hesaplanan miktarda Laemmli Sample Buffer ilave edildikten sonra vortekslenmiş ve 95°C’de 5 dakika su banyosunda tutulmuştur.

### iv) Elektroforedde jellerin yürütülmesi

SDS - PAGE işlemi esasları Laemmli (1970)’de belirtilen yöntemle göre Bio - Rad Mini Protean elektroforez düzeneği ve Bio-Rad Model Power Pac Basic güç kaynağı kullanılarak, cihaz 75 V, 32 A’ye ayarlanmak koşulu ile yapılmıştır. İşlemden poliakrilamid hazır jel (Ready HCl Gel, %12’lik, 10 kuyucuklu ve 30 µL) ve moleküler ağırlık kalibrasyon standardı olarak Bio – Rad marka Prestained SDS – PAGE Standarts Broad Range kullanılmıştır. Örnekler mikro şırınga yardımı ile kuyucuklara her bir kuyucuğa 25 µL enjekte edilmek suretiyle yerleştirilmiştir. Yürütme tamponu olarak 10x Tris / Glycine / SDS kullanılmıştır. Jellerin koşturma aşaması (Yaklaşık 2,5 – 3 saat) tamamlandıktan sonra

Coomassie Brilliant Blue R – 250 Staining çözeltisi kullanılarak 45 dakika süre ile boyama işlemi uygulanmış ve 12 saat süre ile çalkalayıcı yardımı ile Destain Coomassie R – 250 çözeltisi içinde, jel zemininden boya uzaklaştırılana kadar bekletilmiştir (Laemmli 1970).

#### **v) Jellerin görüntülenmesi**

Boyama işleminden geçen jeller EPI – White ışık kaynağı altında KODAK Gel Logic 200 Imaging System görüntüleme cihazı ile görüntülenmiş ve aynı cihaza ait yazılım yardımı ile jellerde tespit edilen bantlara ait moleküler ağırlıklar, moleküler ağırlık kalibrasyon standardı yardımı ile hesaplanmıştır.

#### **3.2.9 İstatistik analizler**

Denemede elde edilen gözlem değerleri tek yönlü (One – Way ANOVA) ve iki yönlü (Two – Way ANOVA) varyans analizi ile SPSS 11.5 istatistik paket programı (SPSS Inc., 2003) kullanılarak değerlendirilmiştir. Grupların ortalamaları arasındaki farklılıklar ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile incelenmiştir (Kesici ve Kocabaş 2007).

## 4. ANALİZ VE BULGULAR

### 4.1 Deneme Yemlerine İlişkin Bulgular

#### 4.1.1 Kimyasal Bileşim

Denemede kullanılan dört farklı yeme (K, AT<sub>15</sub>, AT<sub>30</sub>, AT<sub>45</sub>) ait nem, ham kül, ham protein, ham yağ ve ham selüloz analizlerine ilişkin veriler Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de sunulmuştur. Ortalama değerler arasındaki farklılıklar tek yönlü varyans analizi ve Duncan testi ile incelenmiştir.

Çizelge 4.1 Deneme yemlerinin kimyasal bileşimi (Ortalama ± Standart sapma) (n=3)

Parametre	K*	AT <sub>15</sub>	AT <sub>30</sub>	AT <sub>45</sub>
Nem (%)	8,04 ± 0,04 <sup>b**</sup>	7,63 ± 0,09 <sup>c</sup>	7,44 ± 0,09 <sup>d</sup>	8,11 ± 0,09 <sup>a</sup>
Ham kül (%)	8,50 ± 0,04 <sup>b</sup>	8,62 ± 0,07 <sup>a</sup>	8,63 ± 0,04 <sup>a</sup>	8,13 ± 0,07 <sup>c</sup>
Ham protein (%)	32,38 ± 0,15 <sup>b</sup>	33,63 ± 0,18 <sup>a</sup>	33,53 ± 0,26 <sup>a</sup>	32,64 ± 0,35 <sup>b</sup>
Ham yağ (%)	5,45 ± 0,05 <sup>c</sup>	4,94 ± 0,10 <sup>d</sup>	6,94 ± 0,30 <sup>b</sup>	9,89 ± 0,38 <sup>a</sup>
Ham selüloz (%)	5,17 ± 0,04 <sup>d</sup>	6,20 ± 0,07 <sup>c</sup>	9,88 ± 0,07 <sup>b</sup>	13,69 ± 0,05 <sup>a</sup>

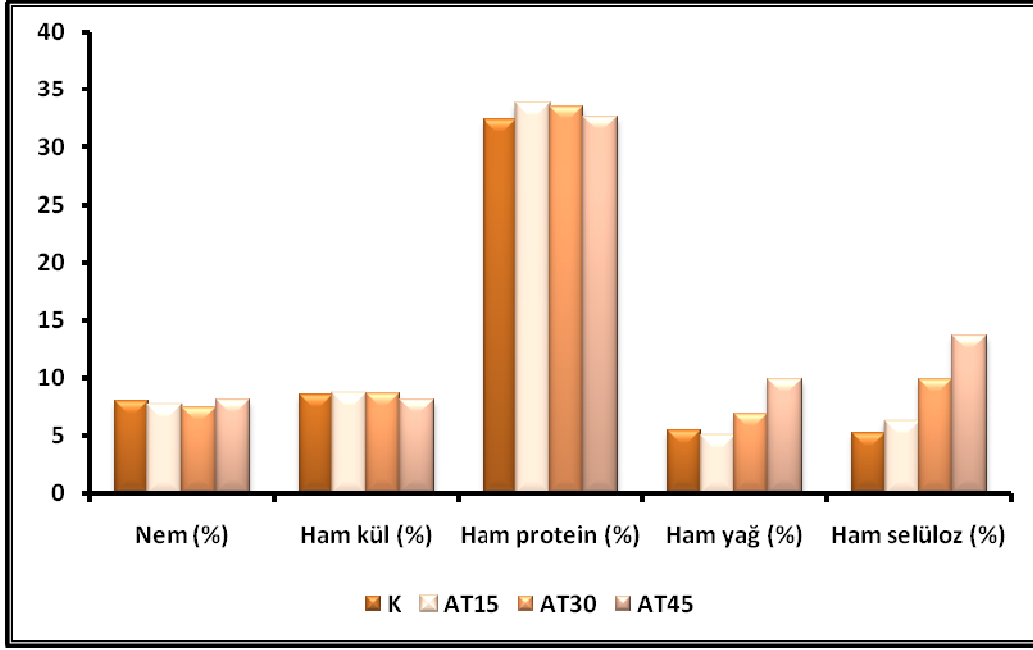
\*K (Kontrol – Balık unu kullanılan yem)

AT<sub>15</sub> (%15 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>30</sub> (%30 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>45</sub> (%45 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

\*\*Aynı satırda farklı harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 4.1 Deneme yemlerinin kimyasal bileşimi

Denemede kullanılan yemlerde (K, AT<sub>15</sub>, AT<sub>30</sub>, AT<sub>45</sub>) nem analizine ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de sunulmuştur. Deneme yemlerinde nem miktarları arasında gözlenen farklılığın uygulanan varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1 incelendiğinde deneme yemlerinde en yüksek nem miktarı %8,11 değeri ile AT<sub>45</sub> yemine ait iken bunu sırasıyla %8,04 ile K yemi, %7,63 ile AT<sub>15</sub> ve %7,44 ile AT<sub>30</sub> yemi izlemektedir. K yemi ile karşılaştırıldığında, AT<sub>45</sub> yemi dışındaki yemlere ait ortalama değerlerde istatistik olarak önemli bir azalma saptanmıştır ( $p < 0,05$ ).

Denemede kullanılan yemlerde ham kül analizine ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de sunulmuştur. Deneme yemlerinde ham kül miktarları arasında gözlenen farklılığın uygulanan varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Dört farklı yem içinde, en yüksek ham kül değerine sahip olan AT<sub>30</sub> yemi ile AT<sub>15</sub> yemi arasında görülen farklılık istatistik olarak önemli bulunmazken ( $p > 0,05$ ), bu gruplar ile K ve AT<sub>45</sub> yemine ait ham kül değerleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Denemede kullanılan yemlerde ham protein analizine ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları izelge 4.1 ve Şekil 4.1’de sunulmuştur. Deneme yemlerinde ham protein miktarları arasında gözlenen farklılıkların uygulanan varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Ham protein miktarı bakımından %33,63 ile en yüksek değer AT<sub>15</sub> yeminde tespit edilmiştir. Bu değeri sırası ile %33,53 ile AT<sub>30</sub>, %32,64 ile AT<sub>45</sub> ve %32,38 ile K yemi izlemektedir. K ve AT<sub>45</sub> yemi ile AT<sub>15</sub> ve AT<sub>30</sub> yemlerine ait ortalama değerler arasında görülen farklılıkların istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Denemede kullanılan yemlerde ham yağ analizine ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları izelge 4.1 ve Şekil 4.1’de sunulmuştur. Deneme yemlerinde ham yağ miktarları arasında gözlenen farklılığın uygulanan varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Ham yağ miktarı bakımından AT<sub>45</sub> yemi %9,89 ile en yüksek ortalama değere sahipken bunu sırası ile %6,94 ile AT<sub>30</sub>, %5,45 ile K ve %4,94 ile AT<sub>15</sub> yemi izlemektedir. K deneme yemi ile karşılaştırıldığında, AT<sub>15</sub> yemi dışındaki deneme yemlerine ait ortalama değerlerde istatistik olarak önemli bir artış saptanmıştır ( $p < 0,05$ ).

Denemede kullanılan yemlerde ham selüloz miktarına ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları izelge 4.1 ve Şekil 4.1’de sunulmuştur. Deneme yemlerinde ham selüloz miktarları arasında gözlenen farklılığın uygulanan varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Ham selüloz miktarı bakımından deneme yemleri karşılaştırıldığında en yüksek değere %13,69 ile AT<sub>45</sub> yeminin sahip olduğu ve bunu sırası ile %9,88 ile AT<sub>30</sub>, %6,20 ile AT<sub>15</sub> ve %5,17 ile K yeminin izlediği görülmüştür. Deneme yemlerinde artan ayek tohumu küspesi ile ham selüloz miktarının istatistik olarak önemli ölçüde arttığı saptanmıştır ( $p < 0,05$ ).

## 4.2 Deneme Balıklarına İlişkin Bulgular

### 4.2.1 Besin ögesi bileşimi ve pH

Dört farklı deneme yemi (K, AT<sub>15</sub>, AT<sub>30</sub>, AT<sub>45</sub>) ile beslenen sazan (*Cyprinus carpio* L. 1758) balıklarına ilişkin nem, ham kül, ham protein, ham yağ ve pH analizlerine ilişkin veriler Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3’de sunulmuştur. Ortalama değerler arasındaki farklılıklar tek yönlü varyans analizi ve Duncan testi ile incelenmiştir.

Çizelge 4.3 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarının besin ögesi bileşimi ve pH değerleri (Ortalama ± Standart sapma) (n=3)

Parametre	K*	AT <sub>15</sub>	AT <sub>30</sub>	AT <sub>45</sub>
Nem (%)	68,35 ± 0,54 <sup>a**</sup>	63,23 ± 2,60 <sup>b</sup>	66,34 ± 1,85 <sup>ab</sup>	68,62 ± 2,71 <sup>a</sup>
Ham kül (%)	1,05 ± 0,05 <sup>ab</sup>	0,99 ± 0,06 <sup>b</sup>	1,10 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,99 ± 0,03 <sup>b</sup>
Ham protein (%)	18,02 ± 1,87 <sup>a</sup>	18,86 ± 1,09 <sup>a</sup>	18,30 ± 0,88 <sup>a</sup>	18,62 ± 0,14 <sup>a</sup>
Ham yağ (%)	9,51 ± 2,33 <sup>a</sup>	9,86 ± 2,16 <sup>a</sup>	9,47 ± 2,36 <sup>a</sup>	10,19 ± 3,65 <sup>a</sup>
pH	6,46 ± 0,04 <sup>b</sup>	6,41 ± 0,00 <sup>b</sup>	6,41 ± 0,02 <sup>b</sup>	6,57 ± 0,02 <sup>a</sup>

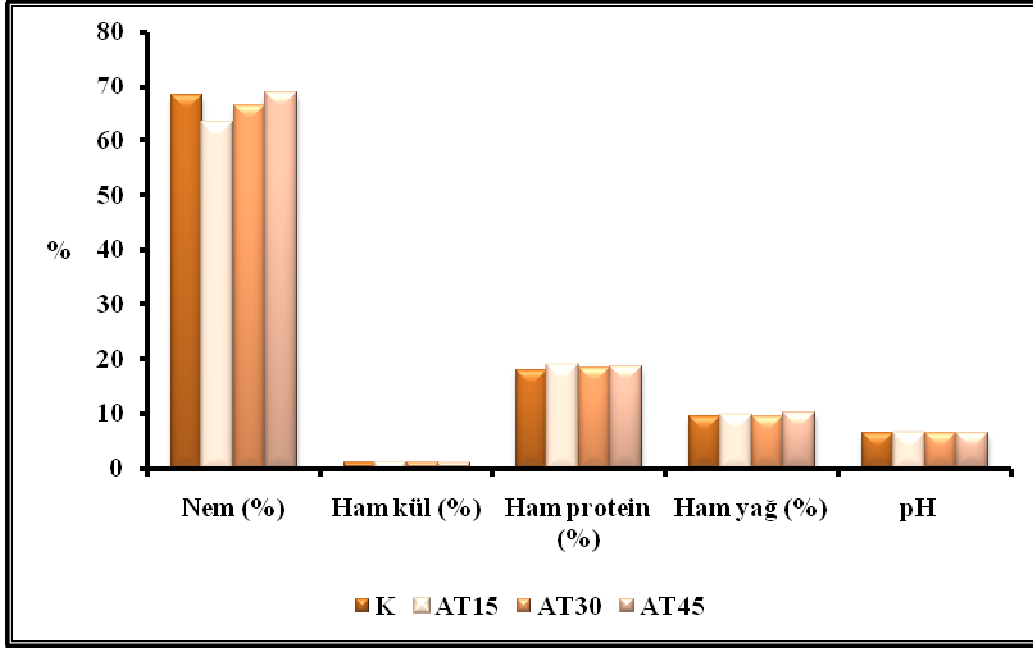
\*K (Kontrol – Balık unu kullanılan yem)

AT<sub>15</sub> (%15 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>30</sub> (%30 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>45</sub> (%45 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

\*\*Aynı satırda farklı harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 4.3 Deneme balıklarının besin ögesi bileşimi ve pH

Farklı deneme yemleri ile beslenen (K, AT<sub>15</sub>, AT<sub>30</sub>, AT<sub>45</sub>) sazan balıklarına ait nem analizine ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3’de sunulmuştur. Deneme gruplarına ait balıklarda nem miktarları arasında gözlenen farklılıkların uygulanan varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3 incelendiğinde K ve AT<sub>45</sub> yemleri ile beslenen gruplar arasında görülen fark istatistik olarak önemli bulunmazken ( $p > 0,05$ ), bu gruplar ile en düşük nem içeriğine sahip olan AT<sub>15</sub> grubu ve AT<sub>30</sub> grubu arasında görülen fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarına ait ham kül analizine ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3’de sunulmuştur. Deneme gruplarına ait balıklarda ham kül miktarları arasında gözlenen farklılığın uygulanan varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3 incelendiğinde, ham kül miktarı bakımından AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen grup ile AT<sub>45</sub> grubuna ait ortalama değerler arasında istatistik olarak bir fark bulunmazken

( $p > 0,05$ ), bu gruplar ile dört farklı deneme grubu içinde en yüksek ham kül değerine sahip olan AT<sub>30</sub> ile K grubu arasında görülen farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarına ait ham protein analizine ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3'de sunulmuştur. Deneme gruplarında ham protein miktarları arasında gözlenen farklılığın uygulanan varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p > 0,05$ ).

Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3 incelendiğinde, ham protein miktarı bakımından AT<sub>15</sub> grubunun en yüksek ortalama değere sahip olduğu, bunu sırası ile AT<sub>45</sub>, AT<sub>30</sub> ve K yemi ile beslenen grupların izlediği görülmektedir.

Deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarına ait ham yağ analizine ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3'de sunulmuştur. Deneme gruplarında ham yağ miktarları arasında gözlenen farklılığın uygulanan varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p > 0,05$ ).

Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3 incelendiğinde, ham yağ miktarı bakımından AT<sub>45</sub> deneme grubunun en yüksek ortalama değere sahip olduğu, bunu sırası ile AT<sub>15</sub>, K ve AT<sub>30</sub> deneme gruplarının izlediği görülmektedir.

Deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarına ait pH analizine ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3'de sunulmuştur. Deneme gruplarında pH miktarları arasında gözlenen farklılığın uygulanan varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3 incelendiğinde, pH ölçümü bakımından en düşük ortalama değere sahip olan AT<sub>15</sub> ve AT<sub>30</sub> deneme grupları ile K yemi ile beslenen grup arasında istatistik olarak önemli bir fark bulunmazken ( $p > 0,05$ ), bu gruplar ile en yüksek ortalama değere sahip olan AT<sub>45</sub> deneme grubu arasında görülen farklılık istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

### 4.3 Büyüme Parametrelerine İlişkin Bulgular

Deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında büyüme parametrelerinden; araştırma başlangıcında ortalama ağırlık ( $A_1$ ), araştırma sonunda ortalama ağırlık ( $A_2$ ), ağırlık kazancı (AK), mutlak büyüme (MB), spesifik büyüme oranı (SBO), yem değerlendirme oranı (YDO), protein değerlendirme oranı (PDO), kondisyon faktörü (KF) ve yaşama oranı (YO) 15'er günlük periyotlarla yapılan ölçümler sonucunda hesaplanmıştır. Büyüme parametrelerine ilişkin veriler Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5'de verilmiştir. Ortalama değerler arasındaki farklılık tek yönlü varyans analizi ve Duncan testi ile incelenmiştir.

Çizelge 4.5 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında büyüme parametrelerine ilişkin değerler (Ortalama  $\pm$  Standart sapma) ( $n=3$ )

Parametre	K*	AT <sub>15</sub>	AT <sub>30</sub>	AT <sub>45</sub>
$A_1$ (g)	1001,25 $\pm$ 47,19 <sup>a**</sup>	993,19 $\pm$ 28,60 <sup>a</sup>	972,71 $\pm$ 29,05 <sup>a</sup>	1008,13 $\pm$ 63,65 <sup>a</sup>
$A_2$ (g)	1696,50 $\pm$ 13,31 <sup>a</sup>	1615,31 $\pm$ 70,88 <sup>ab</sup>	1505,83 $\pm$ 47,83 <sup>c</sup>	1533,29 $\pm$ 66,07 <sup>bc</sup>
AK(g)	695,25 $\pm$ 33,95 <sup>a</sup>	622,12 $\pm$ 48,30 <sup>a</sup>	533,13 $\pm$ 59,52 <sup>b</sup>	525,17 $\pm$ 19,29 <sup>b</sup>
MB (g/gün)	8,28 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>	7,41 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup>	6,35 $\pm$ 0,71 <sup>b</sup>	6,25 $\pm$ 0,23 <sup>b</sup>
SBO (d <sup>-1</sup> %)	0,61 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,61 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	0,54 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	0,52 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>
YDO	1,56 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>	1,72 $\pm$ 0,04 <sup>ab</sup>	1,89 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	1,96 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>
PDO	1,87 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	1,25 $\pm$ 0,10 <sup>b</sup>	0,87 $\pm$ 0,10 <sup>c</sup>	0,72 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>
KF	2,00 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	2,01 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	1,89 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	1,99 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>
YO (%)	100,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	95,83 $\pm$ 7,22 <sup>a</sup>	100,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	100,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>

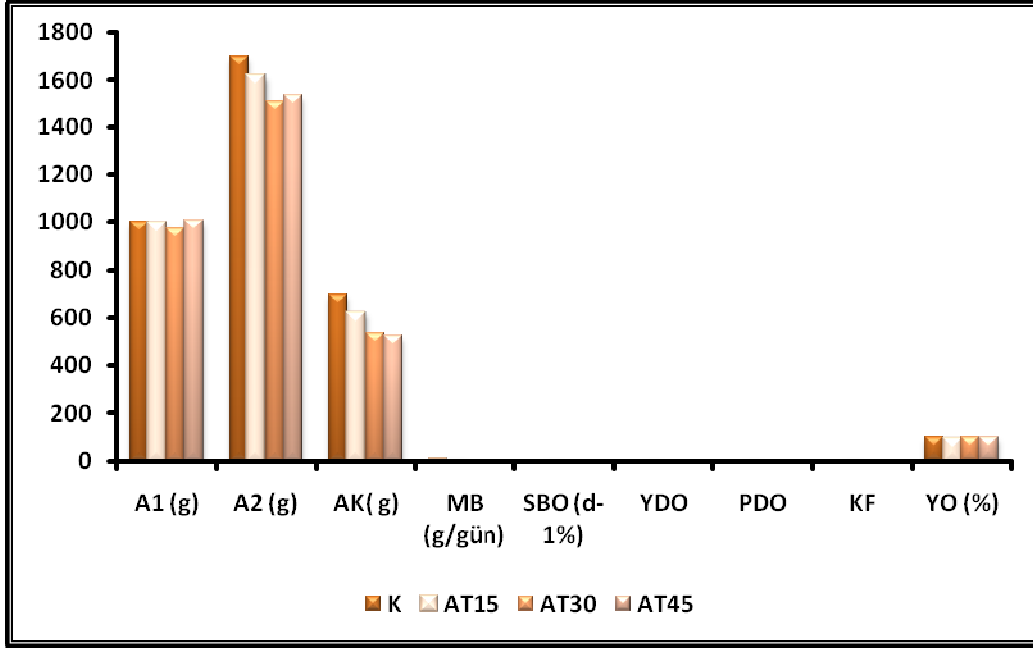
\*K (Kontrol – Balık unu kullanılan yem)

AT<sub>15</sub> (%15 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>30</sub> (%30 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>45</sub> (%45 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

\*\*Aynı satırda farklı harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ )



\*Parametrelere ait ortalama değer aralıkları arasında büyük farklılıklar bulunmasından dolayı ana grafikte görülmeyen bazı büyüme parametreleri ayrıca gösterilmiştir.

Şekil 4.5 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarına ait büyüme parametreleri

#### 4.3.1 Ağırlık kazancı

Dört farklı deneme yemi ile beslenen sazan balıklarında ağırlık kazancına ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5’de verilmiştir. Deneme gruplarında ağırlık kazancına ait ortalama değerler arasında gözlenen farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p > 0,05$ ).

Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5 incelendiğinde, ağırlık kazancı bakımından en yüksek değer 695,25 g ile K grubunda ölçülmüştür. Bu değeri, AT<sub>15</sub> ve AT<sub>30</sub> yemi ile beslenen gruplar ve AT<sub>45</sub> deneme grubu izlemektedir. K yemi ile beslenen grup ile karşılaştırıldığında ağırlık kazancına ilişkin ortalama değerlerin artan ayçiçek tohumu küspesi ile giderek azaldığı ancak deneme grupları arasında gözlenen bu farkın istatistik olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p > 0,05$ ).

#### 4.3.2 Mutlak büyüme

Deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında mutlak büyümeyle ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5’de verilmiştir. Deneme gruplarında mutlak büyümeyle ilişkin ortalama değerler arasında gözlenen

farklılığın uygulanan varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5 incelendiğinde, mutlak büyüme bakımından K yemi ile beslenen grup ile AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen gruba ait ortalama değerler arasında istatistik olarak önemli bir fark ( $p > 0,05$ ) bulunmazken, bu deneme grupları ile AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> yemleri ile beslenen deneme grupları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Mutlak büyümeye ilişkin ortalama değerlerin, K yemi ile beslenen gruba göre artan ayçiçeği tohumu küspesi ile beslenen deneme gruplarında giderek azaldığı tespit edilmiştir.

#### **4.3.3 Spesifik büyüme oranı**

Deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında spesifik büyüme oranına ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5’de verilmiştir. Deneme gruplarında spesifik büyüme oranına ait ortalama değerler arasında gözlenen farklılığın uygulanan varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5 incelendiğinde, spesifik büyüme oranı bakımından K yemi ile beslenen deneme grubu ile AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen gruba ait ortalama değerler arasında istatistik olarak önemli bir fark ( $p > 0,05$ ) bulunmazken, bu deneme grupları ile AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> deneme yemleri ile beslenen gruplar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Ağırlık kazancı ve mutlak büyüme ile benzer şekilde, spesifik büyüme oranına ilişkin ortalama değerlerin K ile beslenen grup ile karşılaştırıldığında, AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen grup dışındaki deneme gruplarında artan ayçiçeği tohumu küspesi ile beslenmeye bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir.

#### **4.3.4 Yem değerlendirme oranı**

Deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında yem değerlendirme oranına ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5’de verilmiştir. Deneme gruplarında yem değerlendirme oranına ait ortalama değerler arasında gözlenen farklılığın uygulanan varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5 incelendiğinde, yem değerlendirme oranı bakımından en yüksek değer 1,96 ile AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen deneme grubunda gözlenmiştir. Bu grubu sırası ile 1,89, 1,72 ve 1,56 ile AT<sub>30</sub>, AT<sub>15</sub> ve K yemleri ile beslenen gruplar izlemektedir. AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen deneme grubu ile AT<sub>30</sub> ile beslenen gruba ait ortalama değerler arasında istatistik olarak önemli bir fark ( $p > 0,05$ ) bulunmazken, bu gruplar ile AT<sub>15</sub> ve K yemi ile beslenen grup arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Yem değerlendirme oranı bakımından deneme gruplarına ait ortalama değerlerin artan ayçiçeği tohumu küspesi ile beslenmeye bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir.

#### **4.3.5 Protein değerlendirme oranı**

Deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında protein değerlendirme oranına ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5’de verilmiştir. Deneme gruplarında protein değerlendirme oranına ait ortalama değerler arasında gözlenen farklılığın uygulanan varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5 incelendiğinde, protein değerlendirme oranı bakımından 0,72 ile AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen grup en düşük ortalama değere sahipken, 1,87 ile en yüksek değer K yemi ile beslenen deneme grubunda görülmüştür. Protein değerlendirme oranı bakımından deneme gruplarına ait ortalama değerlerin artan ayçiçeği tohumu küspesi ile beslenmeye bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. PDO açısından AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen deneme grupları arasında istatistik olarak önemli bir fark ( $p > 0,05$ ) bulunmazken, bu deneme grupları ile K ve AT<sub>15</sub> yemleri ile beslenen deneme grupları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

#### **4.3.6 Kondisyon faktörü**

Deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında kondisyon faktörüne ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5’de verilmiştir. Deneme gruplarında kondisyon faktörüne ait ortalama değerler arasında gözlenen farklılığın uygulanan varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p > 0,05$ ).

Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5 incelendiğinde, kondisyon faktörü bakımından AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen grup en yüksek ortalama değere sahipken, bunu sırası ile K, AT<sub>45</sub> ve AT<sub>30</sub> yemi ile beslenen deneme grupları izlemektedir.

#### **4.3.7 Yaşama oranı**

Dört farklı deneme yemi ile beslenen sazan balıklarında yaşama oranına ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5’de verilmiştir. Deneme gruplarında yaşama oranına ait ortalama değerler arasında gözlenen farklılığın uygulanan varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p > 0,05$ ).

Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5 incelendiğinde, yaşama oranı K, AT<sub>45</sub> ve AT<sub>30</sub> yemleri ile beslenen deneme gruplarında %100 olarak belirlenmiş, %95,83 ile AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen grupta ise olarak gözlenmiştir.

#### 4.4 Gonadosomatik İndeks (GSİ), Hepatosomatik İndeks (HSİ) ve Fileto Verimine (FV) İlişkin Bulgular

Deneme yemleri ile beslenen dişi ve erkek sazan balıklarından deneme başlangıcında ve sonunda elde edilen gonadosomatik indeks, hepatosomatik indeks ve fileto verimine ilişkin veriler Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6’de sunulmuştur. Ortalama değerler arasındaki farklılık tek yönlü varyans analizi ve Duncan testi ile incelenmiştir.

Çizelge 4.6 Farklı deneme yemleri ile beslenen dişi ve erkek sazan balıklarının deneme başlangıcı ve sonunda gonadosomatik indeks (GSİ), hepatosomatik indeks (HSİ) ve fileto verimi (FV) değerleri (Ortalama  $\pm$  Standart sapma) ( $n=3$ )

Parametre	Deneme Sonu					
	Deneme Başlangıcı	K*	AT <sub>15</sub>	AT <sub>30</sub>	AT <sub>45</sub>	
GSİ (%)	♀	5,57 $\pm$ 0,70 <sup>b**</sup>	13,87 $\pm$ 2,79 <sup>a</sup>	12,20 $\pm$ 1,26 <sup>a</sup>	13,83 $\pm$ 0,86 <sup>a</sup>	13,41 $\pm$ 3,51 <sup>a</sup>
	♂	8,63 $\pm$ 1,98 <sup>a</sup>	7,06 $\pm$ 1,86 <sup>a</sup>	8,36 $\pm$ 0,70 <sup>a</sup>	8,49 $\pm$ 2,81 <sup>a</sup>	7,23 $\pm$ 1,46 <sup>a</sup>
HSİ (%)	♀	0,18 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>	2,82 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	2,63 $\pm$ 0,23 <sup>a</sup>	1,79 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>	1,66 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>
	♂	0,31 $\pm$ 0,08 <sup>c</sup>	2,46 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	2,03 $\pm$ 0,55 <sup>ab</sup>	2,23 $\pm$ 0,27 <sup>ab</sup>	1,69 $\pm$ 0,54 <sup>b</sup>
FV (%)	♀	42,05 $\pm$ 4,00 <sup>a</sup>	43,38 $\pm$ 0,74 <sup>a</sup>	45,45 $\pm$ 1,81 <sup>a</sup>	43,66 $\pm$ 0,47 <sup>a</sup>	44,98 $\pm$ 3,07 <sup>a</sup>
	♂	40,89 $\pm$ 5,26 <sup>b</sup>	43,37 $\pm$ 5,72 <sup>ab</sup>	46,96 $\pm$ 1,51 <sup>ab</sup>	45,94 $\pm$ 2,49 <sup>ab</sup>	48,45 $\pm$ 1,33 <sup>a</sup>

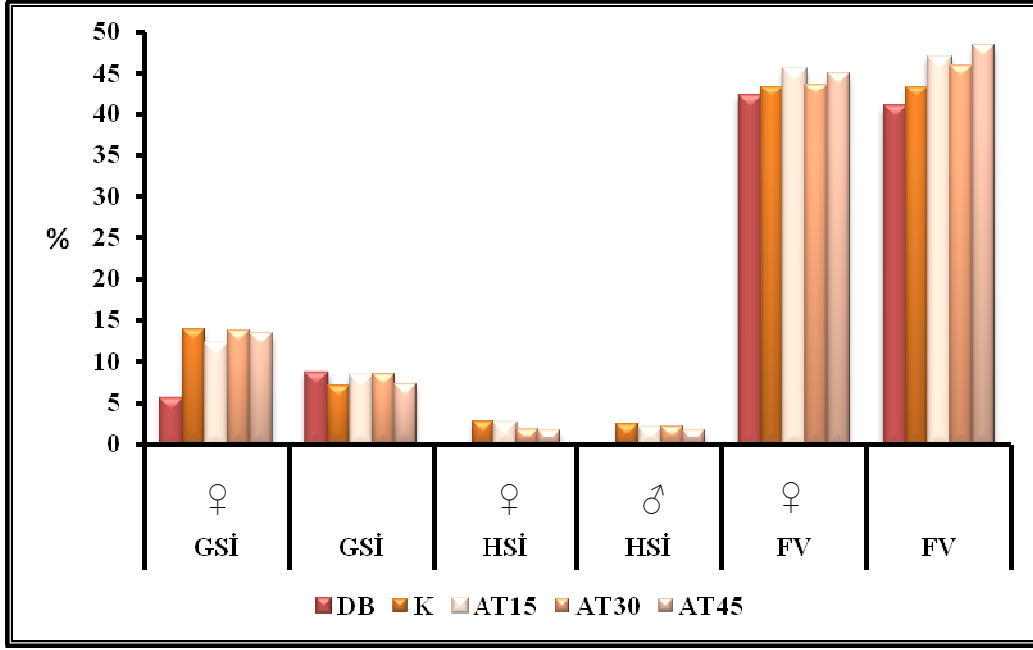
\*K (Kontrol – Balık unu kullanılan yem)

AT<sub>15</sub> (%15 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>30</sub> (%30 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>45</sub> (%45 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

\*\*Aynı satırda farklı harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ )



Şekil 4.6 Farklı deneme yemleri ile beslenen dişi ve erkek sazan balıklarında deneme başlangıcı ve sonunda gonadosomatik indeks (GSİ), hepatosomatik indeks (HSİ) ve fileto verimi (FV)

#### 4.4.1 Gonadosomatik indeks (GSİ)

Dört farklı deneme yemi ile beslenen sazan balıklarında gonadosomatik indekse (GSİ) ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

Dişi sazan balıklarında deneme başlangıcı ve deneme sonunda elde edilen GSİ değeri bakımından gruplar arasında gözlenen farklılık varyans analizine göre istatistik olarak önemli bulunurken ( $p < 0,05$ ), erkek balıklarda gözlenen fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

Dişi deneme balıklarında en yüksek GSİ ortalama değeri %13,87 ile K yemi ile beslenen grupta saptanırken, bunu sırası ile %13,83, %13,41, %12,20 ile AT<sub>30</sub>, AT<sub>45</sub> ve AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen deneme grupları takip etmiş ve bu gruplar arasında görülen fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Deneme başlangıcı ile karşılaştırıldığında tüm gruplarda GSİ değerinde artış görülmüş ve bu artışın istatistik olarak önemli olduğu bulunmuştur ( $p < 0,05$ )

Erkek sazan balıklarında en yüksek GSİ ortalama değeri deneme başlangıcında tespit edilmiş, bunu %8,49 ile AT<sub>30</sub>, %8,36 ile AT<sub>15</sub>, %7,23 ile AT<sub>45</sub> ve %7,06 ile K yemleri ile beslenen deneme grubu takip etmiş, ancak gruplar arasında GSİ ortalama değerleri bakımından görülen fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

#### **4.4.2 Hepatosomatik indeks (HSİ)**

Deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında hepatosomatik indeks'e (HSİ) ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

Dişi ve erkek sazan balıklarında deneme başlangıcı ve deneme sonunda elde edilen HSİ'e ilişkin ortalama değerler deneme grupları arasında farklılık göstermiş ve bu farklılığın varyans analizine göre istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Dişi balıklarda en yüksek HSİ değeri %2,82 ile K yemi ile beslenen grupta tespit edilmiş ve artan ayçiçek tohumu küspesi ile HSİ değeri giderek azalmıştır. En düşük değer %0,18 ile deneme başlangıcında saptanmış, bunu %1,66 ile AT<sub>45</sub>, %1,79 ile AT<sub>30</sub> ve %2,63 ortalama değeri ile AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen deneme grubu izlemiştir. K ve AT<sub>45</sub> ile beslenen gruplar ile, AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen gruplar arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmazken ( $p > 0,05$ ), bu gruplar ile deneme başlangıcında elde edilen ortalama değer arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

Erkek sazan balıklarında HSİ değeri bakımından AT<sub>15</sub> ve AT<sub>30</sub> yemi ile beslenen gruplar arasında istatistik olarak önemli bir fark bulunmazken ( $p > 0,05$ ), bu gruplar ile deneme başlangıcı (%0,31), K ve AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen gruba ait ortalama değerler arasında görülen fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

#### **4.4.3 Fileto Verimi (FV)**

Deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında fileto verimi'ne (FV) ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve bu değerlere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6'da görülmektedir.

Erkek sazan balıklarında deneme başlangıcı ve deneme sonunda elde edilen FV'ne ilişkin ortalama değerler deneme grupları arasında farklılık göstermiş ve bu farklılığın varyans analizine göre istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Dişi sazan balıklarında fileto verimi bakımından deneme başlangıcı ile sonunda gruplar arasında görülen fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). En yüksek ortalama değer %45,45 ile AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen deneme grubunda tespit edilirken, bunu AT<sub>45</sub>, AT<sub>30</sub> ve K yemi ile beslenen grup izlemiştir. Erkek sazan balıklarında deneme başlangıcı ile karşılaştırıldığında gruplar arasında gözlenen farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Deneme sonunda en yüksek değer %48,45 ile AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen deneme grubunda saptanırken, K, AT<sub>15</sub> ve AT<sub>30</sub> yemleri ile beslenen gruplar arasında gözlenen fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

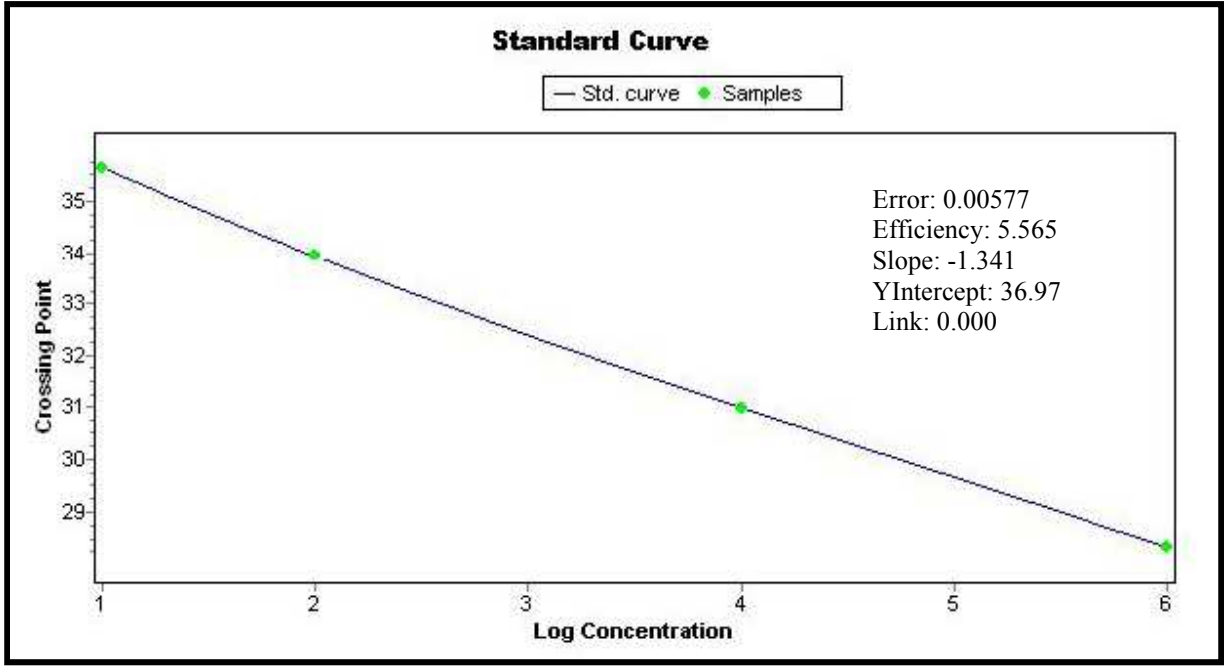
#### 4.5 Gen Ekspresyon Analiz Sonuçları

Deneme balıklarının gen ekspresyonunda hedef genler için spesifik olarak dizayn edilmiş primer ve problara ilişkin bilgiler Çizelge 4.7’de sunulmuştur.

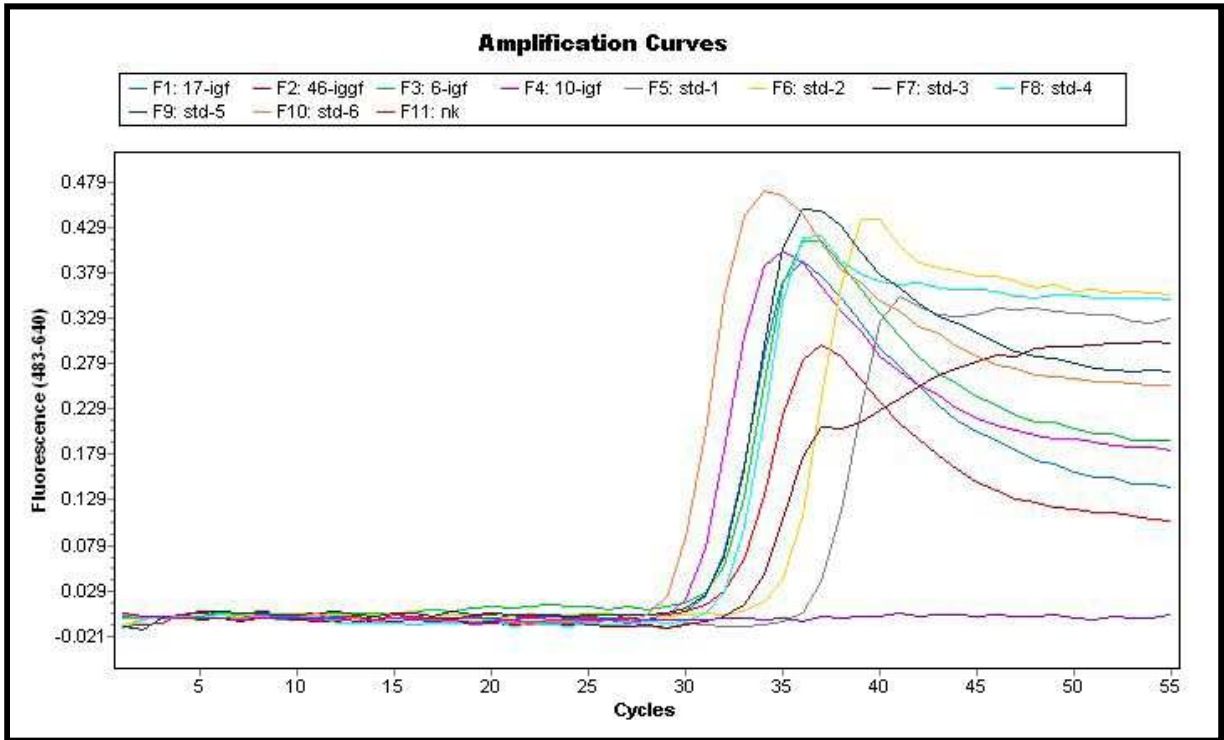
Çizelge 4.7 Hedef genler için spesifik olarak dizayn edilmiş primer ve problar

Hedef Gen	Primer/Prob	Sekans
<b><i>GH</i></b>	Forward primer	CCTGTTGCCTGAGGAACG
	Reverse primer	CATCGAGACATGCCTGGA
	Prob (FL)	CCAGTCCCTGAGCGGAACC-FL
	Prob (LC)	LC640-TCTCAAACAGCCTGACCGTAGGG-PH
<b><i>IGF-I</i></b>	Forward primer	CAGCAAACCAACAGGATATGG
	Reverse primer	CACATCTCTGGAAGACCACAGTC
	Prob (FL)	CATACAGACAGCCCAAGGACAGCAA-FL
	Prob (LC)	LC640-GAAACCTTTACCTGGACAAAGCCACTCT-PH

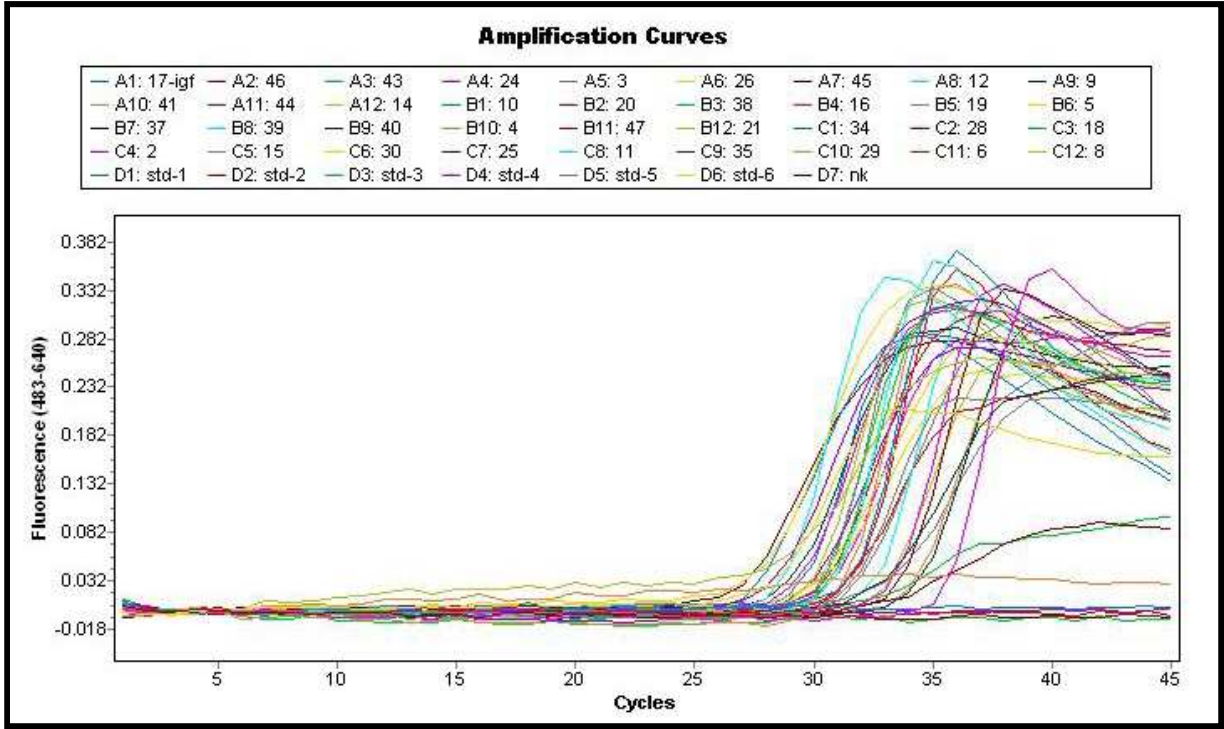
Denemede her bir hedef gen için standart eğriler oluşturulmuş ve örneklere ait derişim değerleri bu eğriler yardımı ile hesaplanmıştır. *IGF-I* geni için çizilen standart eğri Şekil 4.7’de, örneklere ait amplifikasyon eğrileri ise Şekil 4.8 ve 4.9’da; örneklerin isimleri ve derişim değerleri ise Çizelge 4.8’ de verilmiştir.



Şekil 4.7 *IGF-I* ait standart eğri



Şekil 4.8 *IGF-I* geni için standartlar ve örneklere ait amplifikasyon eğrileri



Şekil 4.9 *IGF-I* geni için örneklere ait amplifikasyon eğrileri

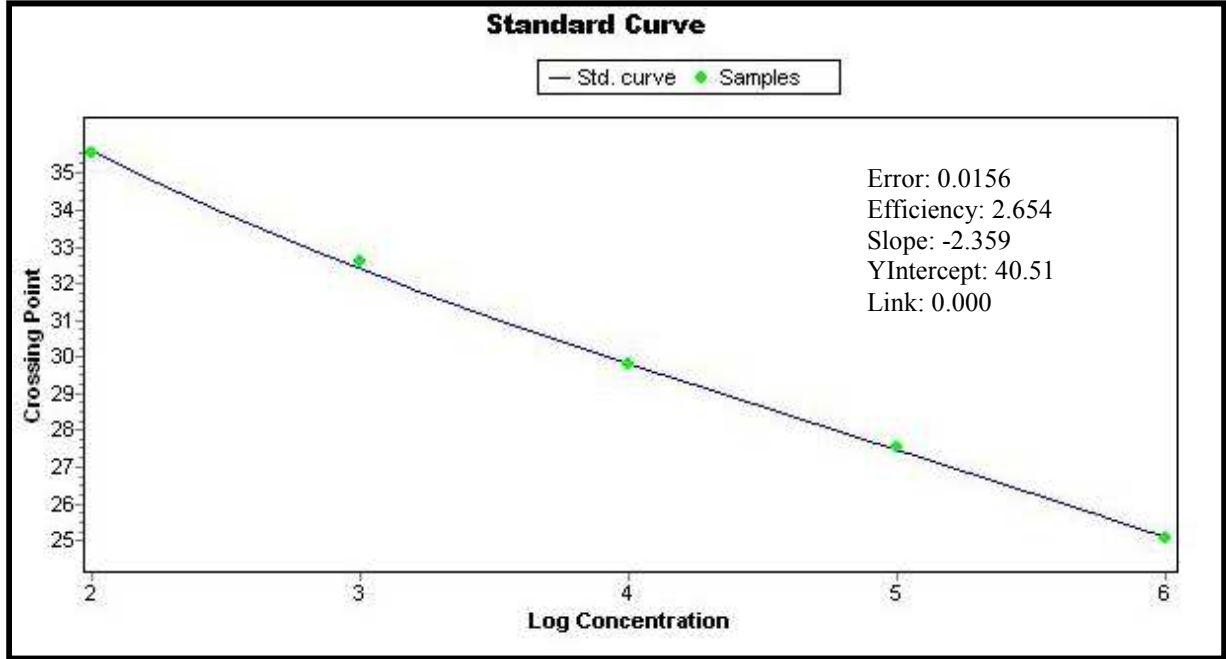
Çizelge 4.8 *IGF- I* geni için örneklere ait derişim değerleri

Örnek kodu	Örnek adı	CP değeri	Derişim	Statü
17	C-CİĞER	28.41	2,50E6	E
46	D-BEYİN	29.75	2,50E5	
43	D-BEYİN	31.70	8,99E3	
24	A-BEYİN	29.96	1,74E5	
3	A-CİĞER	32.66	1,94E3	
26	A-BEYİN	29.89	1,98E5	
45	D-BEYİN	26.67	4,96E7	E
12	B-CİĞER	31.50	1,26E4	
9	B-CİĞER	28.25	3,28E6	E
41	C-BEYİN	33.17	9,01E2	
44	D-BEYİN	Negatif	-	
14	C-CİĞER	31.92	6,34E3	
10	B-CİĞER	26.95	3,08E7	E
20	D-CİĞER	30.63	5,52E4	
38	C-BEYİN	29.17	6,76E5	
16	C-CİĞER	28.67	1,61E6	E
19	D-CİĞER	29.27	5,70E5	
5	A-CİĞER	29.76	2,47E5	
37	C-BEYİN	33.14	9,36E2	
39	C-BEYİN	27.69	8,62E6	E
40	C-BEYİN	33.46	5,82E2	
4	A-CİĞER	30.02	1,58E5	
47	D-BEYİN	29.09	7,83E5	
21	D-CİĞER	28.44	1,01E6	E
34	B-BEYİN	30.62	5,61E4	
28	A-BEYİN	30.28	1,01E5	
18	D-CİĞER	29.62	3,15E5	
2	A-CİĞER	32.24	3,77E3	
15	C-CİĞER	31.16	2,23E4	
30	B-BEYİN	27.46	1,28E7	E

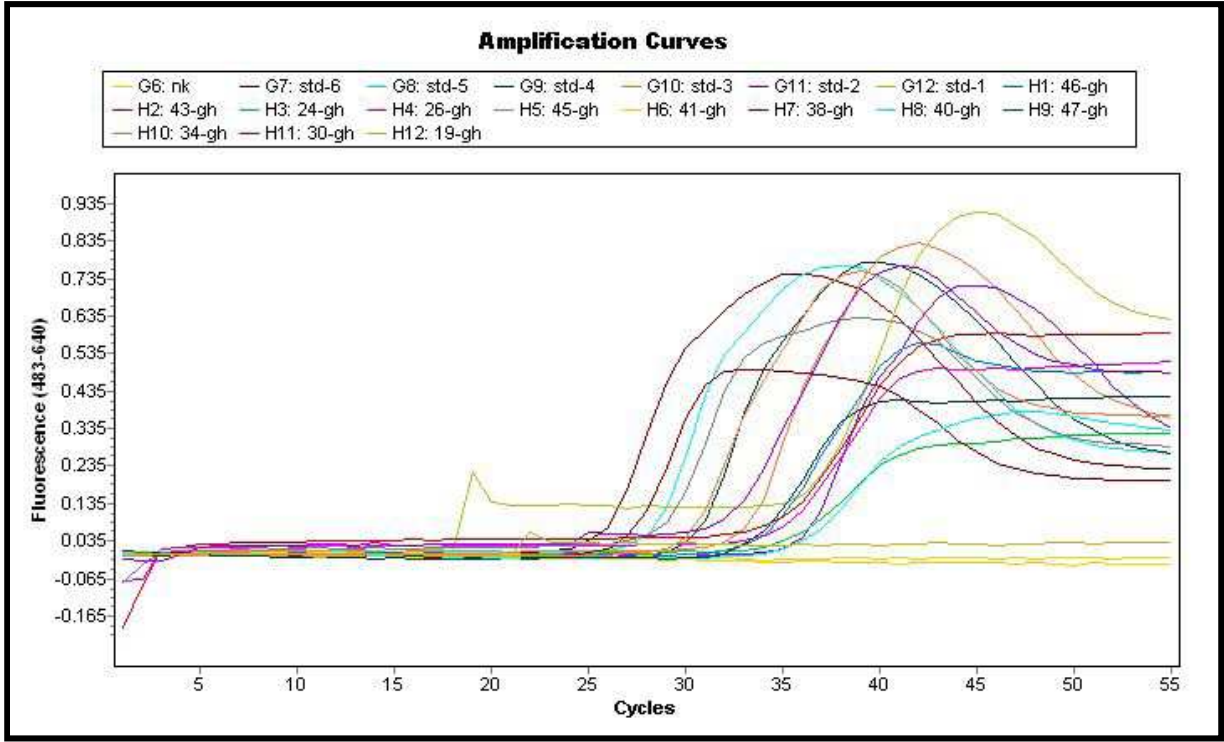
25	A-BEYİN	32.62	2,08E3	
11	B-CİĞER	29.79	2,36E5	
35	B-BEYİN	32.16	4,27E3	
29	A-BEYİN	Negatif	-	
6	A-CİĞER	27.84	6,65E6	E
8	B-CİĞER	28.69	1,54E6	E

*IGF-I* geninin tüm deneme gruplarında ciğer dokusundaki derişimi incelendiğinde daha fazla eksprese edildiği belirlenmiştir. Tüm örnekler içinde 10 adet örneğin (6, 8, 30, 21, 39 16, 10, 17, 45, 9) standart olarak tespit edilen örneğe göre daha fazla *IGF-I* geni eksprese ettiği saptanmıştır.

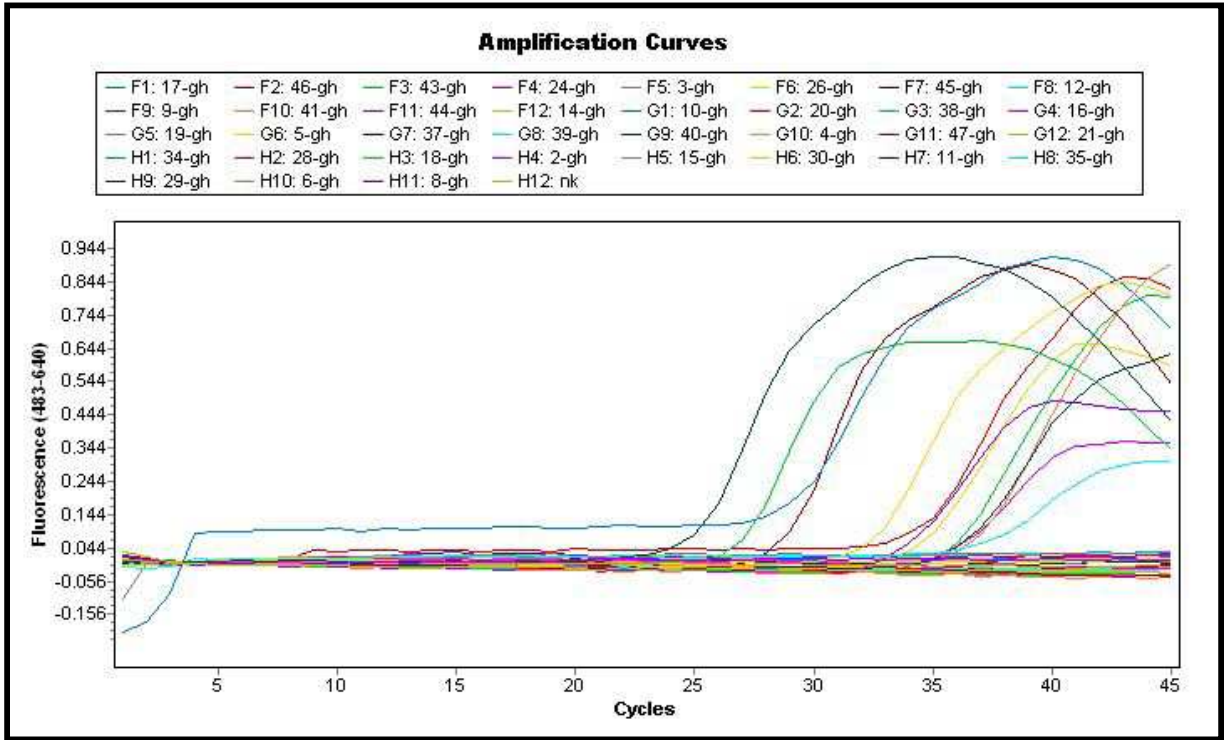
*GH* geni için oluşturulan standart eğri Şekil 4.10'da, örneklere ait amplifikasyon eğrileri Şekil 4.11 ve 4.12'de; örneklerin isimleri ve derişim değerleri ise Çizelge 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.10 *GH* ait standart eğri



Şekil 4.11 *GH* için standartlar ve örneklere ait amplifikasyon eğrileri



Şekil 4.12 *GH* için örneklere ait amplifikasyon eğrileri

Çizelge 4.9 GH için örneklere ait derişim değerleri

Örnek kodu	Örnek adı	CP değeri	Derişim
17	C-CİĞER	Negatif	
46	D-BEYİN	33.89	3,18E2
43	D-BEYİN	35.09	1,40E2
24	A-BEYİN	34.97	1,50E2
3	A-CİĞER	Negatif	
26	A-BEYİN	34.86	1,62E2
45	D-BEYİN	28.12	5,24E4
12	B-CİĞER	Negatif	
9	B-CİĞER	Negatif	
41	C-BEYİN	Negatif	
44	D-BEYİN	Negatif	
14	C-CİĞER	Negatif	
10	B-CİĞER	Negatif	
20	D-CİĞER	Negatif	
38	C-BEYİN	26.16	3,57E5
16	C-CİĞER	Negatif	
19	D-CİĞER	Negatif	
5	A-CİĞER	Negatif	
37	C-BEYİN	Negatif	
39	C-BEYİN	Negatif	
40	C-BEYİN	35.50	1,07E2
4	A-CİĞER	Negatif	
47	D-BEYİN	32.85	6,93E2
21	D-CİĞER	Negatif	
34	B-BEYİN	29.71	1,11E4
28	A-BEYİN	Negatif	
18	D-CİĞER	Negatif	
2	A-CİĞER	Negatif	
15	C-CİĞER	Negatif	
30	B-BEYİN	32.28	1,10E3

25	A-BEYİN	Negatif
11	B-CİĞER	Negatif
35	B-BEYİN	Negatif
29	A-BEYİN	Negatif
6	A-CİĞER	Negatif
8	B-CİĞER	Negatif

*GH* geninin sadece 10 adet örnekte eksprese edildiği ve bu örneklerin tamamının beyin dokusu olduğu belirlenmiştir. Tüm deneme gruplarında *GH* geni için ciğer dokusuna ait pozitif bir sonuç alınamamıştır.

#### 4.6 Tanen Miktarı

Denemede bitkisel hammadde olarak kullanılan ayçiçeği tohumu kütspesi ve deneme yemlerine ait tanen miktarı Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 Deneme yemlerinde belirlenen tanen miktarı

	ATK	K	AT <sub>15</sub>	AT <sub>30</sub>	AT <sub>45</sub>
<b>Tanen (g%)</b>	1,7 ± 0,1	-	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,2	0,6 ± 0,1

## 4.7 Donmuş Depolamaya İlişkin Bulgular

### 4.7.1 Tiyobarbitürik asit sayısı (TBA)

Deneme yemleri (K, AT<sub>15</sub>, AT<sub>30</sub>, AT<sub>45</sub>) ile beslenen sazan balıklarında TBA analizine ilişkin ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları Çizelge 4.11 ve Şekil 4.13’de sunulmuştur. Ortalama değerler arasındaki farklılık tek yönlü ve iki yönlü varyans analizi ile incelenmiştir.

Çizelge 4.11 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolama süresince belirlenen TBA değerleri (mg MA / kg) (Ortalama ± Standart sapma) (n=3)

Depolama Süresi	K*	AT <sub>15</sub>	AT <sub>30</sub>	AT <sub>45</sub>
0. Gün	4,02 ± 2,87 <sup>Ad**</sup>	4,67 ± 1,35 <sup>Ae</sup>	6,56 ± 3,34 <sup>Ad</sup>	4,97 ± 1,76 <sup>Da</sup>
1. Ay	9,27 ± 1,43 <sup>Ac</sup>	9,35 ± 0,36 <sup>Ad</sup>	10,30 ± 0,88 <sup>Ac</sup>	9,82 ± 0,41 <sup>Ac</sup>
2. Ay	11,50 ± 0,88 <sup>Bbc</sup>	12,03 ± 0,75 <sup>Bc</sup>	13,33 ± 0,63 <sup>Abc</sup>	11,97 ± 0,33 <sup>Bbc</sup>
3. Ay	13,85 ± 2,30 <sup>Aabc</sup>	14,89 ± 0,84 <sup>Ab</sup>	15,32 ± 0,73 <sup>Aab</sup>	15,07 ± 1,03 <sup>Aab</sup>
4. Ay	16,80 ± 2,56 <sup>Aa</sup>	17,65 ± 0,98 <sup>Aa</sup>	17,58 ± 0,97 <sup>Aa</sup>	18,32 ± 1,30 <sup>Aa</sup>
5. Ay	15,35 ± 4,31 <sup>Aab</sup>	16,59 ± 1,17 <sup>Aab</sup>	15,12 ± 1,88 <sup>Aab</sup>	16,02 ± 4,33 <sup>Aa</sup>
6. Ay	17,17 ± 2,00 <sup>Aa</sup>	17,80 ± 2,49 <sup>Aa</sup>	17,53 ± 2,71 <sup>Aa</sup>	18,53 ± 1,33 <sup>Aa</sup>

\*K (Kontrol – Balık unu kullanılan yem)

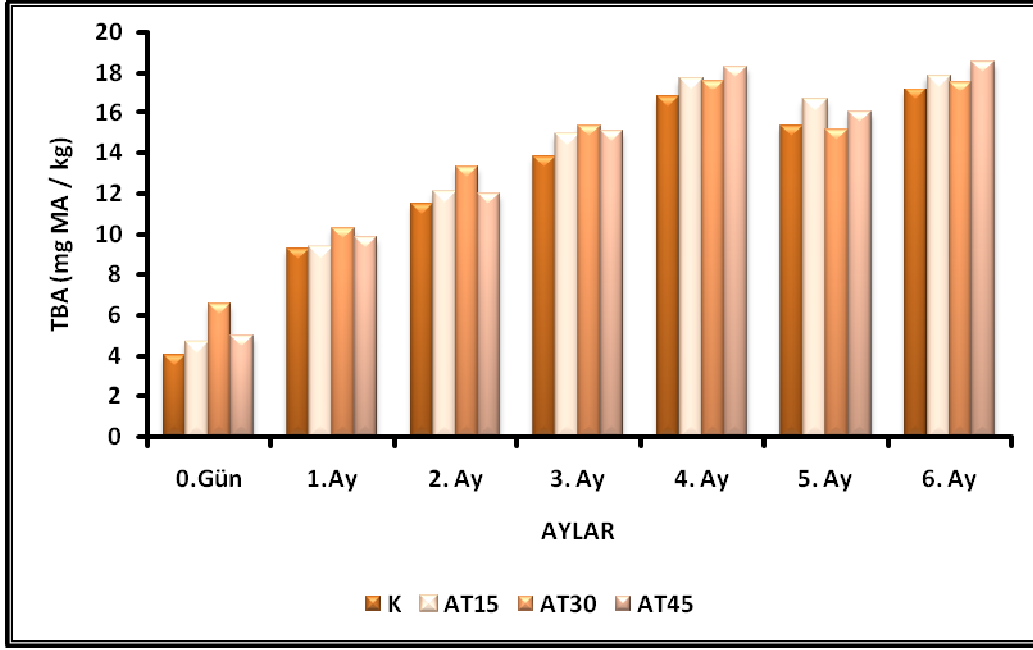
AT<sub>15</sub> (%15 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>30</sub> (%30 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>45</sub> (%45 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

\*\*Aynı sütunda farklı küçük harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,01)

Aynı satırda farklı büyük harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,01)



Şekil 4.13 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın TBA değerine etkisi (mg MA / kg örnek)

Çizelge 4.11 ve Şekil 4.13 incelendiğinde, tüm deneme gruplarında artan depolama süresi ile TBA değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Ancak depolamanın ilk 4 ayında oldukça hızlı bir artış gösteren TBA değerlerinin depolamanın 5. ayında tüm gruplarda ani bir şekilde düştüğü, 6. ayda ise ortalama değerlerin tekrar artarak 4. ayda elde edilen değerlere yaklaştığı ve hatta AT<sub>45</sub>, AT<sub>30</sub> ve K yemi ile beslenen deneme gruplarında 4. aydan daha yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiştir. İlk 3 aylık depolama süresi boyunca tüm deneme grupları içinde en yüksek TBA değerleri AT<sub>30</sub> ile beslenen deneme grubunda gözlenirken, depolama başlangıcında ve depolama sonunda en düşük değer sırasıyla 4,02 mg MA / kg ve 17,17 mg MA / kg ile K yemi ile beslenen grupta belirlenmiştir. AT<sub>15</sub> ile beslenen deneme grubunda depolama başlangıcında 4,67 mg MA / kg olan TBA değeri, depolama sonunda 17,80 mg MA / kg değerine, AT<sub>30</sub> ile beslenen deneme grubunda depolama başlangıcında 6,56 mg MA / kg olan TBA değeri, depolama sonunda 17,53 mg MA / kg değerine, AT<sub>45</sub> ile beslenen deneme grubunda ise depolama başlangıcında 4,97 mg MA / kg olan TBA değeri, depolama sonunda 18,53 mg MA / kg değerine ulaşmıştır. K ile beslenen grupta depolama süresi bakımından 4. ay ve 6. ayda elde edilen değerler arasında istatistik olarak bir fark gözlenmezken ( $p > 0,05$ ), bu değerler ile depolamanın diğer aylarında elde edilen değerler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0,01$ ). AT<sub>15</sub> ve AT<sub>30</sub> yemleri ile beslenen deneme gruplarında depolama süresi bakımından K yemi ile beslenen grupta olduğu gibi 4. ve 6. ayda elde edilen veriler arasında istatistik olarak

bir fark bulunmazken ( $p > 0,05$ ), bu değerler ile depolamanın diğer aylarında elde edilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,01$ ). AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen grupta depolama süresi bakımından 4., 5. ve 6. ayda elde edilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmazken ( $p > 0,05$ ), bu değerler ile 0. gün, 1. ay, 2. ay ve 3. ayda elde edilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). Depolamanın 2. ayında deneme yemleri bakımından elde edilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunurken ( $p < 0,01$ ), depolamanın diğer aylarında deneme yemleri arasında gözlenen fark önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

TBA değerleri için uygulanan tekrarlanan ölçümlü iki yönlü varyans analizi sonucunda ortalama değerler arasında görülen farkın depolama başlangıcı, 1. ay ve 2. ayda diğer aylara göre istatistik olarak önemli olduğu ( $p < 0,01$ ), depolamanın 3. ve 4. ayı ile 5. ve 6. ayında görülen farkın ise istatistik olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ( $p > 0,05$ ) (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 Depolama süresinin TBA (mg MA / kg) değerine etkisi ( $n=3$ )

Parametre	0. Gün	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
TBA (mg MA / kg)	5,06 <sup>e*</sup>	9,68 <sup>d</sup>	12,21 <sup>c</sup>	14,78 <sup>b</sup>	15,77 <sup>b</sup>	17,59 <sup>a</sup>	17,76 <sup>a</sup>

\*Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,01$ ).

#### 4.7.2 Total volatil baz azotu (TVB – N)

Deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında TVB – N analizine ilişkin ortalama değerler ile Duncan testi sonuçları izelge 4.13 ve Şekil 4.14’de sunulmuştur. Ortalama değerler arasındaki farklılık tek yönlü ve iki yönlü varyans analizi ile incelenmiştir.

Çizelge 4.13 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolama süresince belirlenen TVB – N değerleri (mg / 100 g) (Ortalama  $\pm$  Standart sapma) ( $n=3$ )

Depolama süresi	K*	AT <sub>15</sub>	AT <sub>30</sub>	AT <sub>45</sub>
0. Gün	13,53 $\pm$ 2,14 <sup>d**</sup>	13,07 $\pm$ 1,07 <sup>b</sup>	12,37 $\pm$ 0,40 <sup>c</sup>	12,60 $\pm$ 1,40 <sup>e</sup>
1. Ay	19,13 $\pm$ 1,62 <sup>c</sup>	21,93 $\pm$ 4,76 <sup>a</sup>	20,30 $\pm$ 5,56 <sup>b</sup>	21,93 $\pm$ 1,07 <sup>d</sup>
2. Ay	20,53 $\pm$ 1,62 <sup>bc</sup>	22,00 $\pm$ 2,88 <sup>a</sup>	21,00 $\pm$ 2,80 <sup>b</sup>	22,40 $\pm$ 0,00 <sup>cd</sup>
3. Ay	23,33 $\pm$ 2,14 <sup>abc</sup>	21,93 $\pm$ 2,14 <sup>a</sup>	22,40 $\pm$ 2,42 <sup>ab</sup>	23,80 $\pm$ 0,00 <sup>bcd</sup>
4. Ay	24,73 $\pm$ 2,14 <sup>ab</sup>	23,80 $\pm$ 1,40 <sup>a</sup>	23,80 $\pm$ 2,42 <sup>ab</sup>	24,73 $\pm$ 0,81 <sup>abc</sup>
5. Ay	25,67 $\pm$ 2,91 <sup>a</sup>	25,33 $\pm$ 1,42 <sup>a</sup>	25,67 $\pm$ 2,14 <sup>ab</sup>	25,20 $\pm$ 2,42 <sup>ab</sup>
6. Ay	27,53 $\pm$ 3,23 <sup>a</sup>	26,60 $\pm$ 1,40 <sup>a</sup>	27,07 $\pm$ 2,14 <sup>a</sup>	27,07 $\pm$ 1,62 <sup>a</sup>

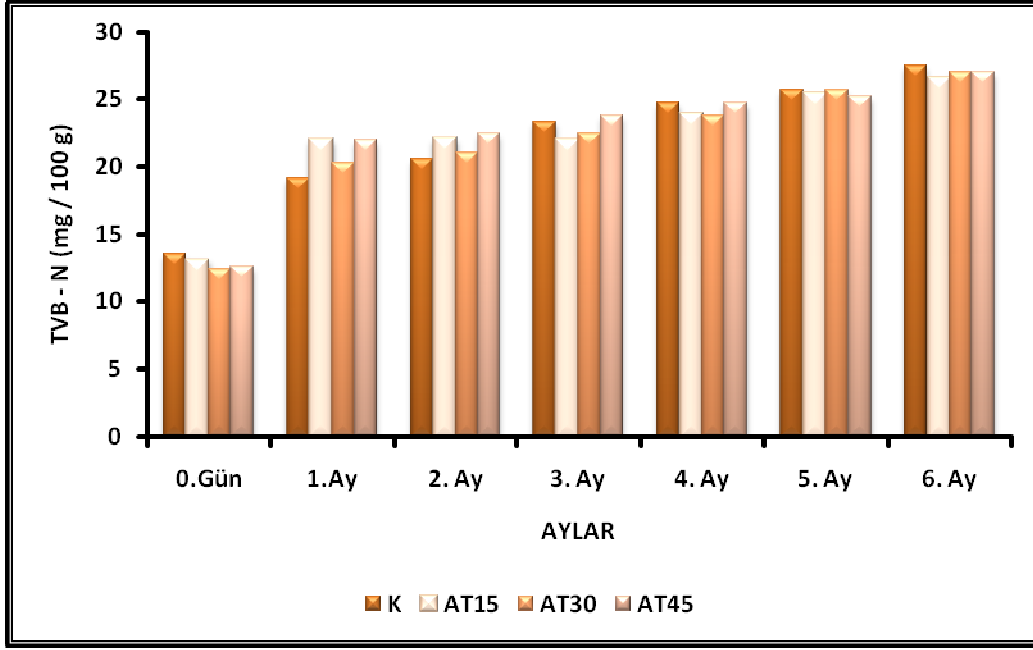
\*K (Kontrol – Balık unu kullanılan yem)

AT<sub>15</sub> (%15 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>30</sub> (%30 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>45</sub> (%45 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

\*\*Aynı sütunda farklı harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,01$ )



Şekil 4.14 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın TVB - N değerine (mg / 100 g) etkisi

Çizelge 4.13 ve Şekil 4.14 incelendiğinde, tüm deneme gruplarında depolama başlangıcından hemen sonra 1. ayda TVB – N değerlerinin hızlı bir şekilde arttığı ve bu artışın artan depolama süresi ile devam ettiği tespit edilmiştir. Depolama başlangıcında en düşük değer 12,37 mg / 100g ile AT<sub>30</sub> ile beslenen deneme grubunda gözlenirken deneme sonunda en düşük değer 26,60 mg / 100g ile AT<sub>15</sub> ile beslenen grupta tespit edilmiştir. K ile beslenen deneme grubunda depolama başlangıcında 13,53 mg / 100g olan TVB – N değeri depolama sonunda 27,53 mg / 100g, AT<sub>15</sub> ile beslenen grupta başlangıçta 13,07 mg / 100g olan ortalama değer depolama sonunda 26,60 mg / 100g, AT<sub>30</sub> ile beslenen deneme grubunda 12,37 mg / 100g olan değer depolama sonunda 27,07 mg / 100g, AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen grupta ise 12,60 mg / 100g olan ortalama değer depolama sonunda 27,07 mg / 100g değerine ulaşmıştır. K ile beslenen deneme grubunda depolama süresi bakımından 5. ay ve 6. ayda elde edilen ortalama değerler arasında istatistik olarak bir fark gözlenmezken ( $p > 0,05$ ), bu değerler ile depolamanın diğer aylarında elde edilen değerler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). AT<sub>15</sub> ile beslenen grupta depolama başlangıcı dışında tüm aylarda elde edilen ortalama değerler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). AT<sub>30</sub> ile beslenen deneme grubunda 4. ay ve 5. ayda elde edilen TVB – N değerleri arasında istatistik olarak bir fark gözlenmezken ( $p > 0,05$ ), bu değerler ile depolamanın diğer aylarında elde edilen değerler arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,01$ ). AT<sub>45</sub> ile beslenen deneme grubunda tüm

depolama süresince elde edilen değerler arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). Deneme gruplarında gözlenen TVB – N ortalama değerlerinin depolama süresine göre değişimi istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,01$ ).

TVB -N değerleri için uygulanan tekrarlanan ölçümlü iki yönlü varyans analizi sonucunda ortalama değerler arasında görülen farkın depolama süresinin tamamında istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,01$ ) (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 Depolama süresinin TVB - N (mg / 100 g) değerine etkisi ( $n=3$ )

Parametre	0. Gün	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
TVB - N (mg /100 g)	12,89 <sup>f*</sup>	20,83 <sup>e</sup>	21,48 <sup>de</sup>	22,87 <sup>cd</sup>	24,27 <sup>bc</sup>	25,47 <sup>ab</sup>	27,07 <sup>a</sup>

\*Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,01$ ).

### 4.7.3 Serbest yağ asitliği (SYA)

Deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında SYA analizine ilişkin ortalama değerler ile Duncan testi sonuçları Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15’de sunulmuştur. Ortalama değerler arasındaki farklılık tek yönlü ve iki yönlü varyans analizi ile incelenmiştir.

Çizelge 4.15 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolama süresince belirlenen SYA değerleri (% oleik asit) (Ortalama  $\pm$  Standart sapma) ( $n=3$ )

Depolama Süresi	K*	AT <sub>15</sub>	AT <sub>30</sub>	AT <sub>45</sub>	Ort.
0. Gün	0,89 $\pm$ 0,18 <sup>bb**</sup>	1,84 $\pm$ 0,21 <sup>ea</sup>	2,03 $\pm$ 0,14 <sup>ba</sup>	1,72 $\pm$ 0,59 <sup>baB</sup>	1,62 <sup>e</sup>
1. Ay	1,95 $\pm$ 0,58 <sup>abA</sup>	2,57 $\pm$ 0,34 <sup>da</sup>	2,42 $\pm$ 0,76 <sup>ba</sup>	1,53 $\pm$ 0,52 <sup>ba</sup>	2,12 <sup>de</sup>
2. Ay	2,50 $\pm$ 0,57 <sup>abA</sup>	2,71 $\pm$ 0,33 <sup>da</sup>	3,42 $\pm$ 1,99 <sup>abA</sup>	1,60 $\pm$ 0,53 <sup>ba</sup>	2,55 <sup>de</sup>
3. Ay	3,09 $\pm$ 1,10 <sup>abA</sup>	3,50 $\pm$ 0,13 <sup>ca</sup>	3,46 $\pm$ 1,99 <sup>abA</sup>	1,95 $\pm$ 1,13 <sup>abA</sup>	3,00 <sup>cd</sup>
4. Ay	3,99 $\pm$ 2,65 <sup>abA</sup>	5,82 $\pm$ 0,02 <sup>ba</sup>	4,75 $\pm$ 0,38 <sup>abA</sup>	2,10 $\pm$ 0,81 <sup>abA</sup>	4,16 <sup>bc</sup>
5. Ay	4,87 $\pm$ 1,85 <sup>abAB</sup>	5,97 $\pm$ 0,37 <sup>abA</sup>	5,22 $\pm$ 0,68 <sup>abAB</sup>	2,88 $\pm$ 0,75 <sup>abB</sup>	4,74 <sup>ab</sup>
6. Ay	5,53 $\pm$ 2,55 <sup>aA</sup>	6,54 $\pm$ 0,08 <sup>aA</sup>	6,33 $\pm$ 2,09 <sup>aA</sup>	3,96 $\pm$ 1,32 <sup>aA</sup>	5,59 <sup>a</sup>
Ort.	3,26 <sup>a</sup>	4,13 <sup>a</sup>	3,94 <sup>a</sup>	2,25 <sup>b</sup>	

\*K (Kontrol – Balık unu kullanılan yem)

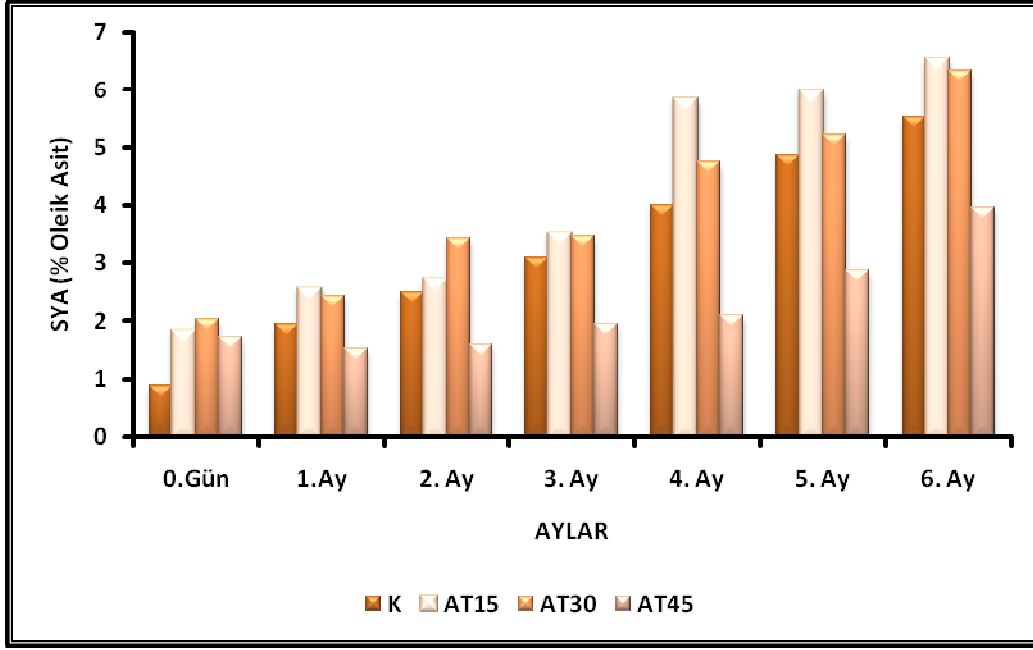
AT<sub>15</sub> (%15 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>30</sub> (%30 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>45</sub> (%45 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

\*\*Aynı sütunda farklı küçük harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,01$ )

Aynı satırda farklı büyük harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,01$ )



Şekil 4.15 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın SYA değerine (% oleik asit) etkisi

Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15 incelendiğinde, tüm deneme gruplarında SYA değerlerinin depolama süresi ile arttığı tespit edilmiştir. Bununla beraber, deneme grupları içinde tüm depolama süresi boyunca en düşük ortalama değerler AT<sub>45</sub> (depolama başlangıcı - %1,72 oleik asit ve depolama sonu - %3,96 oleik asit) yemi ile beslenen deneme grubunda belirlenmiştir. K ile beslenen deneme grubunda depolama başlangıcında %0,89 oleik asit olan SYA değeri depolama sonunda %5,53 oleik asit, AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen grupta başlangıçta %1,84 oleik asit olan ortalama değer depolama sonunda %6,54 oleik asit, AT<sub>30</sub> deneme yemi ile beslenen grupta %2,03 oleik asit olan değer %6,33 oleik asit değerine ulaşmıştır. Tüm depolama sürecinde K ve AT<sub>15</sub> deneme yemleri ile beslenen gruplardan elde edilen ortalama değerler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). AT<sub>30</sub> ile beslenen grupta 3., 4. ve 5. ayda gözlenen SYA değerleri ile depolama başlangıcında ve 1. ayda elde edilen değerler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmazken ( $p > 0,05$ ), bu değerler ile 6. ay değerleri arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,01$ ). AT<sub>45</sub> ile beslenen grupta 4. ay ve 5. ay ile depolama başlangıcı, 1. ay ve 2. ay değerleri arasında gözlenen fark istatistik olarak önemli bulunmazken ( $p > 0,05$ ), 6. ayda elde edilen ortalama değer ile diğer aylarda elde edilen ortalama değerler arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,01$ ). Deneme grupları arasında 1., 2., 3., 4. ve 6. ayda gözlenen SYA ortalama değerleri arasında gözlenen fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Depolama başlangıcında K yemi ve

AT<sub>45</sub> deneme yemleri ile beslenen gruplar arasındaki fark istatistik olarak önemli iken ( $p < 0,01$ ), bu gruplar ile AT<sub>15</sub> yemi ve AT<sub>30</sub> yemi ile beslenen deneme grupları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Depolamanın 5. ayında K yemi ve AT<sub>30</sub> deneme yemi ile beslenen gruplar arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmazken, AT<sub>15</sub> ve AT<sub>45</sub> deneme yemleri ile beslenen gruplar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,01$ ).

SYA değerleri için uygulanan tekrarlanan ölçümlü iki yönlü varyans analizi sonucunda ortalama değerler arasında görülen farkın depolama süresinin tamamında istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,01$ ). Deneme grupları arasında SYA ortalama değerleri bakımından görülen fark K, AT<sub>15</sub> ve AT<sub>30</sub> yemleri ile beslenen deneme gruplarında istatistik olarak önemli bulunmazken ( $p > 0,01$ ), bu gruplar ile AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen grup arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,01$ ).

#### 4.7.4 Yağ asitleri dağılımı

Çizelge 4.16 Deneme yemlerinde yağ asiti dağılımına (%) ilişkin ortalama değerler ( $n=3$ )

Yağ Asiti	K*	AT <sub>15</sub>	AT <sub>30</sub>	AT <sub>45</sub>
C14:0	3,54 <sup>a**</sup>	3,71 <sup>a</sup>	3,12 <sup>a</sup>	1,63 <sup>b</sup>
C16:0	20,25 <sup>a</sup>	19,32 <sup>b</sup>	16,67 <sup>d</sup>	17,16 <sup>c</sup>
C18:0	1,05 <sup>a</sup>	1,01 <sup>a</sup>	0,82 <sup>b</sup>	0,41 <sup>c</sup>
ΣDYA	24,83 <sup>a</sup>	24,03 <sup>b</sup>	20,60 <sup>c</sup>	19,20 <sup>d</sup>
C14:1	0,26 <sup>a</sup>	0,25 <sup>a</sup>	0,18 <sup>b</sup>	0,14 <sup>c</sup>
C16:1	3,79 <sup>a</sup>	4,18 <sup>a</sup>	3,17 <sup>b</sup>	1,99 <sup>c</sup>
C18:1n9	13,88 <sup>b</sup>	13,22 <sup>b</sup>	18,27 <sup>a</sup>	17,03 <sup>a</sup>
C18:1n7	2,78 <sup>b</sup>	2,92 <sup>a</sup>	1,30 <sup>c</sup>	0,69 <sup>d</sup>
C20:1n9	0,45 <sup>a</sup>	0,44 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>	0,26 <sup>b</sup>
C22:1n1	0,24 <sup>b</sup>	0,35 <sup>a</sup>	0,23 <sup>b</sup>	0,14 <sup>c</sup>
C22:1n9	0,13 <sup>ab</sup>	0,16 <sup>a</sup>	0,18 <sup>a</sup>	0,06 <sup>b</sup>
ΣTDYA	21,52 <sup>ab</sup>	21,50 <sup>ab</sup>	23,80 <sup>a</sup>	20,31 <sup>b</sup>
C18:2n6	22,55 <sup>c</sup>	22,29 <sup>c</sup>	38,1 <sup>b</sup>	43,94 <sup>a</sup>
C18:4n3	1,06 <sup>a</sup>	1,01 <sup>ab</sup>	0,84 <sup>b</sup>	0,41 <sup>c</sup>
C20:5n3	11,40 <sup>a</sup>	11,44 <sup>a</sup>	8,30 <sup>b</sup>	5,46 <sup>c</sup>
C22:5n3	2,38 <sup>a</sup>	2,63 <sup>a</sup>	1,12 <sup>b</sup>	1,23 <sup>b</sup>
C22:6n3	16,27 <sup>a</sup>	17,09 <sup>a</sup>	7,13 <sup>b</sup>	9,45 <sup>b</sup>
ΣÇDYA	53,66 <sup>b</sup>	54,47 <sup>b</sup>	55,59 <sup>b</sup>	60,49 <sup>a</sup>
n - 3	31,11 <sup>a</sup>	32,18 <sup>a</sup>	17,39 <sup>b</sup>	16,55 <sup>b</sup>
n - 6	22,55 <sup>c</sup>	22,29 <sup>c</sup>	38,21 <sup>b</sup>	43,94 <sup>a</sup>
n - 3/n - 6	1,38 <sup>a</sup>	1,46 <sup>a</sup>	0,46 <sup>b</sup>	0,38 <sup>b</sup>

\*K (Kontrol – Balık unu kullanılan yem)

AT<sub>15</sub> (%15 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>30</sub> (%30 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>45</sub> (%45 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

\*\*Aynı satırda farklı harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ )

Çizelge 4.16 incelendiğinde, toplam doymuş yağ asitleri (DYA) bakımından K ve AT<sub>45</sub> yemlerinden elde edilen değerler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmazken ( $p > 0,05$ ), bu gruplar ile AT<sub>30</sub> ve AT<sub>15</sub> yemleri arasında görülen fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Deneme yemlerinde DYA bakımından en yüksek ortalama değer %24,83 ile K yeminde tespit edilmiştir. Bu yemi sırası ile %24,03 ile AT<sub>15</sub>, %20,60 ile AT<sub>30</sub>, %19,20 ile AT<sub>45</sub> yemleri izlemektedir.

Tekli doymamış yağ asitleri (TDYA) bakımından K ve AT<sub>15</sub> yemleri arasında görülen fark istatistik olarak önemli bulunmazken ( $p > 0,05$ ), bu yemlere ait ortalama değerler ile AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> yemlerine ait değerler arasında görülen fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Deneme yemleri arasında TDYA bakımından en yüksek değer AT<sub>30</sub> (%23,80) yeminde gözlenirken, bu yemi K (%21,50) ve AT<sub>15</sub> (%21,50) ile AT<sub>45</sub> (%20,31) yemleri takip etmektedir.

Çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA) bakımından K, AT<sub>15</sub> ve AT<sub>30</sub> yemlerine ait ortalama değerler arasında görülen fark istatistik olarak önemli bulunmazken ( $p > 0,05$ ), bu yemlere ait ortalama değerler ile AT<sub>45</sub> yemine ait değer arasında gözlenen fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). AT<sub>45</sub> yemi %60,49 ile deneme yemleri içinde en yüksek ÇDYA ortalama değerine sahipken, bu yemi sırası ile %55,59, %54,47 ve %53,66 ile AT<sub>30</sub>, AT<sub>15</sub> ve K yemleri takip etmektedir.

Omega – 3 yağ asitlerinin omega – 6 yağ asitlerine oranı ( $n - 3/n - 6$ ) bakımından K yemi ve AT<sub>15</sub> yemi ile AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> yemi arasında görülen fark istatistik olarak önemli bulunmazken ( $p > 0,05$ ), K ve AT<sub>15</sub> yemi ile AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> yemi arasında görülen fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Deneme yemlerinde  $n - 3/n - 6$  oranı bakımından en yüksek değer %1,46 ortalama değeri ile AT<sub>15</sub> yeminde gözlenirken, bu değeri %1,38 ile K, %0,46 ile AT<sub>30</sub> ve %0,38 ile AT<sub>45</sub> yemleri takip etmektedir.

Çizelge 4.17 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında yağ asiti dağılımına (%) ilişkin ortalama değerler (n= 3)

Yağ Asiti	K*							AT <sub>15</sub>						
	0. Gün	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay	0. Gün	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
C14:0	2,74 <sup>aA**</sup>	2,61 <sup>aA</sup>	2,37 <sup>aA</sup>	2,29 <sup>aA</sup>	2,77 <sup>aA</sup>	2,79 <sup>aA</sup>	2,93 <sup>aA</sup>	2,39 <sup>aAB</sup>	2,34 <sup>aA</sup>	2,38 <sup>aA</sup>	2,41 <sup>aA</sup>	2,49 <sup>aA</sup>	2,47 <sup>aAB</sup>	2,54 <sup>aAB</sup>
C16:0	18,01 <sup>aA</sup>	19,80 <sup>aA</sup>	19,30 <sup>aA</sup>	19,20 <sup>aA</sup>	18,09 <sup>aA</sup>	18,67 <sup>aA</sup>	19,17 <sup>aA</sup>	17,98 <sup>aA</sup>	17,65 <sup>aA</sup>	17,74 <sup>aA</sup>	18,24 <sup>aAB</sup>	18,05 <sup>aA</sup>	18,29 <sup>aA</sup>	18,21 <sup>aA</sup>
C18:0	0,65 <sup>aA</sup>	0,37 <sup>aA</sup>	0,50 <sup>aA</sup>	0,44 <sup>aA</sup>	0,66 <sup>aA</sup>	0,60 <sup>aA</sup>	0,63 <sup>aA</sup>	0,57 <sup>aA</sup>	0,57 <sup>aA</sup>	0,58 <sup>aA</sup>	0,55 <sup>aA</sup>	0,56 <sup>aAB</sup>	0,57 <sup>aAB</sup>	0,57 <sup>aAB</sup>
C14:1	0,29 <sup>aA</sup>	0,23 <sup>aA</sup>	0,25 <sup>aA</sup>	0,23 <sup>aA</sup>	0,30 <sup>aA</sup>	0,31 <sup>aA</sup>	0,32 <sup>aA</sup>	0,24 <sup>aA</sup>	0,23 <sup>aA</sup>	0,23 <sup>aA</sup>	0,24 <sup>aA</sup>	0,24 <sup>aA</sup>	0,24 <sup>aAB</sup>	0,25 <sup>aA</sup>
C16:1	8,28 <sup>aAB</sup>	6,13 <sup>aA</sup>	8,15 <sup>aAB</sup>	7,80 <sup>aAB</sup>	8,36 <sup>aA</sup>	8,48 <sup>aAB</sup>	8,81 <sup>aA</sup>	9,64 <sup>aA</sup>	9,67 <sup>aA</sup>	9,76 <sup>aA</sup>	9,69 <sup>aA</sup>	9,43 <sup>aA</sup>	9,65 <sup>aA</sup>	9,76 <sup>aA</sup>
C18:1n9	29,80 <sup>aA</sup>	29,45 <sup>aA</sup>	28,47 <sup>aA</sup>	27,31 <sup>aA</sup>	32,48 <sup>aA</sup>	30,50 <sup>aA</sup>	29,57 <sup>aA</sup>	32,56 <sup>aA</sup>	32,40 <sup>aA</sup>	32,06 <sup>aA</sup>	33,15 <sup>aA</sup>	34,08 <sup>aA</sup>	33,85 <sup>aA</sup>	35,11 <sup>aA</sup>
C18:1n7	3,48 <sup>aA</sup>	4,01 <sup>aA</sup>	2,94 <sup>aA</sup>	2,84 <sup>aA</sup>	1,56 <sup>aA</sup>	3,44 <sup>aA</sup>	2,11 <sup>aA</sup>	3,31 <sup>aA</sup>	3,19 <sup>aA</sup>	2,98 <sup>aA</sup>	2,76 <sup>aA</sup>	3,12 <sup>aA</sup>	3,00 <sup>aA</sup>	3,11 <sup>aA</sup>
C20:1n9	2,84 <sup>aA</sup>	2,77 <sup>aA</sup>	2,76 <sup>aA</sup>	2,68 <sup>aB</sup>	2,68 <sup>aA</sup>	2,68 <sup>aB</sup>	2,80 <sup>aA</sup>	2,63 <sup>aA</sup>	2,64 <sup>aA</sup>	2,58 <sup>aA</sup>	2,65 <sup>aB</sup>	2,64 <sup>aA</sup>	2,65 <sup>aB</sup>	2,66 <sup>aA</sup>
C22:1n11	0,56 <sup>aA</sup>	0,40 <sup>aA</sup>	0,42 <sup>aA</sup>	0,43 <sup>aA</sup>	0,53 <sup>aA</sup>	0,54 <sup>aA</sup>	0,55 <sup>aA</sup>	0,42 <sup>aA</sup>	0,41 <sup>aA</sup>	0,41 <sup>aA</sup>	0,45 <sup>aA</sup>	0,45 <sup>aA</sup>	0,47 <sup>aA</sup>	0,49 <sup>aA</sup>
C22:1n9	0,14 <sup>aA</sup>	0,16 <sup>aA</sup>	0,11 <sup>aA</sup>	0,09 <sup>aA</sup>	0,09 <sup>aA</sup>	0,09 <sup>aA</sup>	0,09 <sup>aA</sup>	0,08 <sup>aB</sup>	0,09 <sup>aA</sup>	0,07 <sup>aA</sup>	0,09 <sup>aA</sup>	0,08 <sup>aA</sup>	0,10 <sup>aA</sup>	0,11 <sup>aA</sup>
C18:2n6	18,84 <sup>aA</sup>	12,45 <sup>aA</sup>	15,58 <sup>aA</sup>	15,30 <sup>aA</sup>	18,74 <sup>aA</sup>	18,58 <sup>aA</sup>	19,09 <sup>aA</sup>	16,24 <sup>aA</sup>	16,17 <sup>aA</sup>	15,92 <sup>aA</sup>	16,48 <sup>aA</sup>	16,43 <sup>aA</sup>	16,29 <sup>aA</sup>	16,37 <sup>aA</sup>
C18:4n3	0,53 <sup>aA</sup>	0,55 <sup>aA</sup>	0,57 <sup>aA</sup>	0,46 <sup>aA</sup>	0,57 <sup>aA</sup>	0,50 <sup>aA</sup>	0,57 <sup>aA</sup>	0,52 <sup>aA</sup>	0,55 <sup>aA</sup>	0,56 <sup>aA</sup>	0,50 <sup>aA</sup>	0,51 <sup>aA</sup>	0,51 <sup>aA</sup>	0,49 <sup>aA</sup>
C20:5n3	4,79 <sup>aA</sup>	6,47 <sup>aA</sup>	6,29 <sup>aA</sup>	6,25 <sup>aA</sup>	4,70 <sup>aA</sup>	4,18 <sup>aA</sup>	4,57 <sup>aA</sup>	4,65 <sup>aA</sup>	4,95 <sup>aA</sup>	5,12 <sup>aA</sup>	4,51 <sup>aA</sup>	4,30 <sup>aA</sup>	4,20 <sup>aA</sup>	3,96 <sup>aA</sup>
C22:5n3	1,37 <sup>aA</sup>	2,01 <sup>aA</sup>	1,73 <sup>aA</sup>	1,73 <sup>aA</sup>	1,43 <sup>aA</sup>	1,34 <sup>aA</sup>	1,30 <sup>aA</sup>	1,26 <sup>aA</sup>	1,27 <sup>aA</sup>	1,42 <sup>aA</sup>	1,27 <sup>aA</sup>	1,29 <sup>aA</sup>	1,23 <sup>aA</sup>	1,14 <sup>aA</sup>
C22:6n3	7,70 <sup>abA</sup>	8,69 <sup>aA</sup>	7,85 <sup>abA</sup>	7,45 <sup>abA</sup>	7,08 <sup>bA</sup>	7,32 <sup>abA</sup>	7,51 <sup>abA</sup>	7,54 <sup>aA</sup>	8,01 <sup>aA</sup>	8,63 <sup>aA</sup>	7,19 <sup>aA</sup>	6,37 <sup>aA</sup>	6,37 <sup>aA</sup>	5,25 <sup>aA</sup>

\*K (Kontrol – Balık unu kullanılan yem)

AT<sub>15</sub> (%15 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>30</sub> (%30 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>45</sub> (%45 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

\*\* Aynı satırda farklı küçük harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)

Aynı ay için aynı satırda yer alan ve farklı büyük harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)

#Çizelge 4.17'nin devamı (yatay olarak)

Yağ Asiti	AT <sub>30</sub> *							AT <sub>45</sub>						
	0. Gün	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay	0. Gün	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
C14:0	2,37 <sup>aAB</sup>	2,23 <sup>aA</sup>	2,30 <sup>aA</sup>	2,32 <sup>aA</sup>	2,31 <sup>aA</sup>	2,41 <sup>aAB</sup>	2,51 <sup>aAB</sup>	2,10 <sup>bcB</sup>	2,07 <sup>ca</sup>	2,15 <sup>abA</sup>	2,14 <sup>abA</sup>	2,19 <sup>aA</sup>	2,09 <sup>bcB</sup>	2,15 <sup>abB</sup>
C16:0	17,00 <sup>aA</sup>	17,14 <sup>aA</sup>	16,88 <sup>aA</sup>	16,70 <sup>aB</sup>	16,75 <sup>aA</sup>	17,10 <sup>aA</sup>	17,90 <sup>aA</sup>	17,62 <sup>aA</sup>	17,97 <sup>aA</sup>	17,91 <sup>aA</sup>	18,14 <sup>aAB</sup>	18,08 <sup>aA</sup>	18,18 <sup>aA</sup>	17,86 <sup>aA</sup>
C18:0	0,52 <sup>aA</sup>	0,51 <sup>aA</sup>	0,53 <sup>aA</sup>	0,53 <sup>aA</sup>	0,53 <sup>aAB</sup>	0,53 <sup>aAB</sup>	0,52 <sup>aAB</sup>	0,48 <sup>aA</sup>	0,48 <sup>aA</sup>	0,46 <sup>aA</sup>	0,43 <sup>aA</sup>	0,47 <sup>aB</sup>	0,48 <sup>aB</sup>	0,47 <sup>aB</sup>
C14:1	0,24 <sup>aA</sup>	0,24 <sup>aA</sup>	0,24 <sup>aA</sup>	0,24 <sup>aA</sup>	0,23 <sup>aA</sup>	0,25 <sup>aAB</sup>	0,25 <sup>aA</sup>	0,22 <sup>aA</sup>	0,21 <sup>aA</sup>	0,20 <sup>aA</sup>	0,17 <sup>aA</sup>	0,22 <sup>aA</sup>	0,20 <sup>aB</sup>	0,22 <sup>aA</sup>
C16:1	7,55 <sup>aB</sup>	7,38 <sup>aA</sup>	7,41 <sup>aB</sup>	7,45 <sup>aAB</sup>	7,54 <sup>aA</sup>	7,45 <sup>aB</sup>	7,87 <sup>aA</sup>	7,61 <sup>aB</sup>	7,65 <sup>aA</sup>	7,74 <sup>aB</sup>	6,83 <sup>aB</sup>	7,98 <sup>aA</sup>	7,94 <sup>aAB</sup>	7,75 <sup>aA</sup>
C18:1n9	33,17 <sup>aA</sup>	31,93 <sup>aA</sup>	32,82 <sup>aA</sup>	33,69 <sup>aA</sup>	32,96 <sup>aA</sup>	34,35 <sup>aA</sup>	30,57 <sup>aA</sup>	31,66 <sup>aA</sup>	32,08 <sup>aA</sup>	32,62 <sup>aA</sup>	27,89 <sup>aA</sup>	32,64 <sup>aA</sup>	32,34 <sup>aA</sup>	32,38 <sup>aA</sup>
C18:1n7	2,87 <sup>aA</sup>	3,06 <sup>aA</sup>	2,96 <sup>aA</sup>	2,90 <sup>aA</sup>	2,84 <sup>aA</sup>	3,00 <sup>aA</sup>	3,09 <sup>aA</sup>	2,55 <sup>aA</sup>	2,62 <sup>aA</sup>	2,89 <sup>aA</sup>	2,61 <sup>aA</sup>	2,58 <sup>aA</sup>	2,52 <sup>aA</sup>	2,84 <sup>aA</sup>
C20:1n9	3,07 <sup>aA</sup>	3,28 <sup>aA</sup>	3,07 <sup>aA</sup>	3,00 <sup>aAB</sup>	2,98 <sup>aA</sup>	3,03 <sup>aAB</sup>	3,27 <sup>aA</sup>	3,12 <sup>ba</sup>	3,19 <sup>ba</sup>	3,36 <sup>abA</sup>	3,76 <sup>aA</sup>	3,28 <sup>ba</sup>	3,54 <sup>abA</sup>	3,26 <sup>ba</sup>
C22:1n11	0,51 <sup>aA</sup>	0,48 <sup>aA</sup>	0,52 <sup>aA</sup>	0,53 <sup>aA</sup>	0,52 <sup>aA</sup>	0,52 <sup>aA</sup>	0,53 <sup>aA</sup>	0,53 <sup>aA</sup>	0,54 <sup>aA</sup>	0,53 <sup>aA</sup>	0,36 <sup>aA</sup>	0,47 <sup>aA</sup>	0,48 <sup>aA</sup>	0,51 <sup>aA</sup>
C22:1n9	0,12 <sup>aAB</sup>	0,10 <sup>aA</sup>	0,11 <sup>aA</sup>	0,12 <sup>aA</sup>	0,13 <sup>aA</sup>	0,11 <sup>aA</sup>	0,12 <sup>aA</sup>	0,09 <sup>aAB</sup>	0,10 <sup>aA</sup>	0,10 <sup>aA</sup>	0,10 <sup>aA</sup>	0,07 <sup>aA</sup>	0,10 <sup>aA</sup>	0,11 <sup>aA</sup>
C18:2n6	20,66 <sup>aA</sup>	20,04 <sup>aA</sup>	20,54 <sup>aA</sup>	20,54 <sup>aA</sup>	20,62 <sup>aA</sup>	20,44 <sup>aA</sup>	21,25 <sup>aA</sup>	20,41 <sup>aA</sup>	20,31 <sup>aA</sup>	20,62 <sup>aA</sup>	17,90 <sup>aA</sup>	21,02 <sup>aA</sup>	20,73 <sup>aA</sup>	21,23 <sup>aA</sup>
C18:4n3	0,49 <sup>aA</sup>	0,47 <sup>aA</sup>	0,49 <sup>aA</sup>	0,48 <sup>aA</sup>	0,49 <sup>aA</sup>	0,48 <sup>aA</sup>	0,47 <sup>aA</sup>	0,43 <sup>aA</sup>	0,42 <sup>aA</sup>	0,45 <sup>aA</sup>	0,32 <sup>aA</sup>	0,44 <sup>aA</sup>	0,44 <sup>aA</sup>	0,47 <sup>aA</sup>
C20:5n3	4,08 <sup>abA</sup>	4,40 <sup>aA</sup>	4,20 <sup>abA</sup>	3,97 <sup>abA</sup>	4,15 <sup>abA</sup>	3,78 <sup>abA</sup>	3,62 <sup>ba</sup>	3,98 <sup>aA</sup>	3,99 <sup>aA</sup>	3,77 <sup>aA</sup>	5,08 <sup>aA</sup>	3,97 <sup>aA</sup>	4,06 <sup>aA</sup>	4,15 <sup>aA</sup>
C22:5n3	1,16 <sup>aA</sup>	1,25 <sup>aA</sup>	1,23 <sup>aA</sup>	1,25 <sup>aA</sup>	1,21 <sup>aA</sup>	1,13 <sup>aA</sup>	0,60 <sup>aA</sup>	1,23 <sup>aA</sup>	1,34 <sup>aA</sup>	1,30 <sup>aA</sup>	1,56 <sup>aA</sup>	1,20 <sup>aA</sup>	1,32 <sup>aA</sup>	1,21 <sup>aA</sup>
C22:6n3	6,24 <sup>aA</sup>	7,54 <sup>aA</sup>	6,36 <sup>aA</sup>	6,44 <sup>aA</sup>	6,77 <sup>aA</sup>	5,45 <sup>abA</sup>	2,48 <sup>ba</sup>	7,09 <sup>aA</sup>	7,08 <sup>aA</sup>	7,09 <sup>aA</sup>	7,69 <sup>aA</sup>	6,97 <sup>aA</sup>	7,57 <sup>aA</sup>	7,32 <sup>aA</sup>

\*K (Kontrol – Balık unu kullanılan yem)

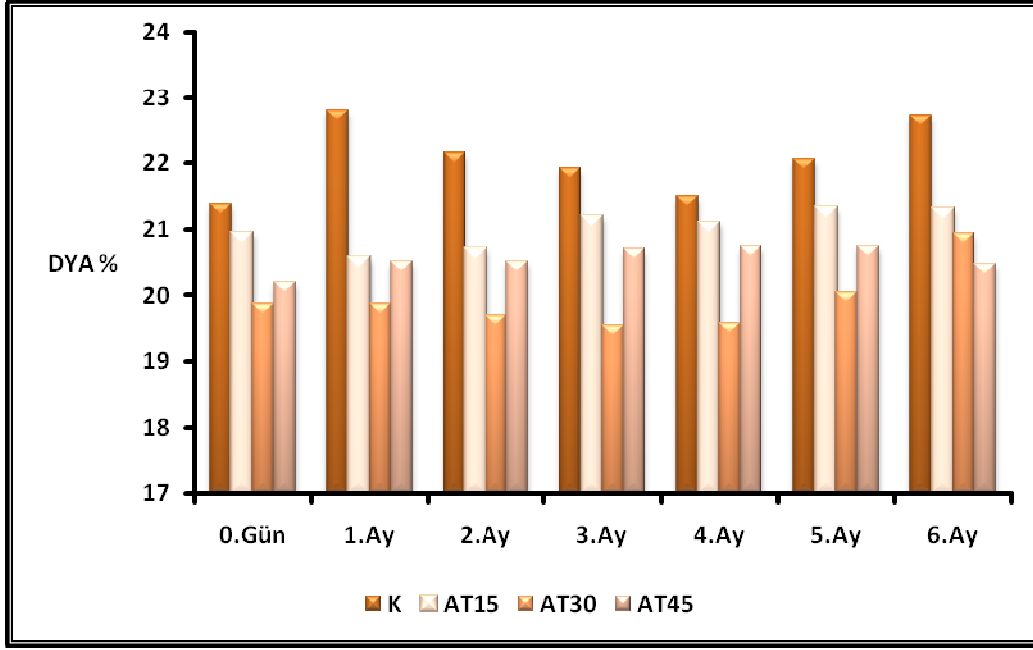
AT<sub>15</sub> (%15 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)AT<sub>30</sub> (%30 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)AT<sub>45</sub> (%45 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

\*\*Aynı satırda farklı küçük harf taşıyan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p&lt;0,05)

Aynı satırda farklı büyük harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p&lt;0,05)

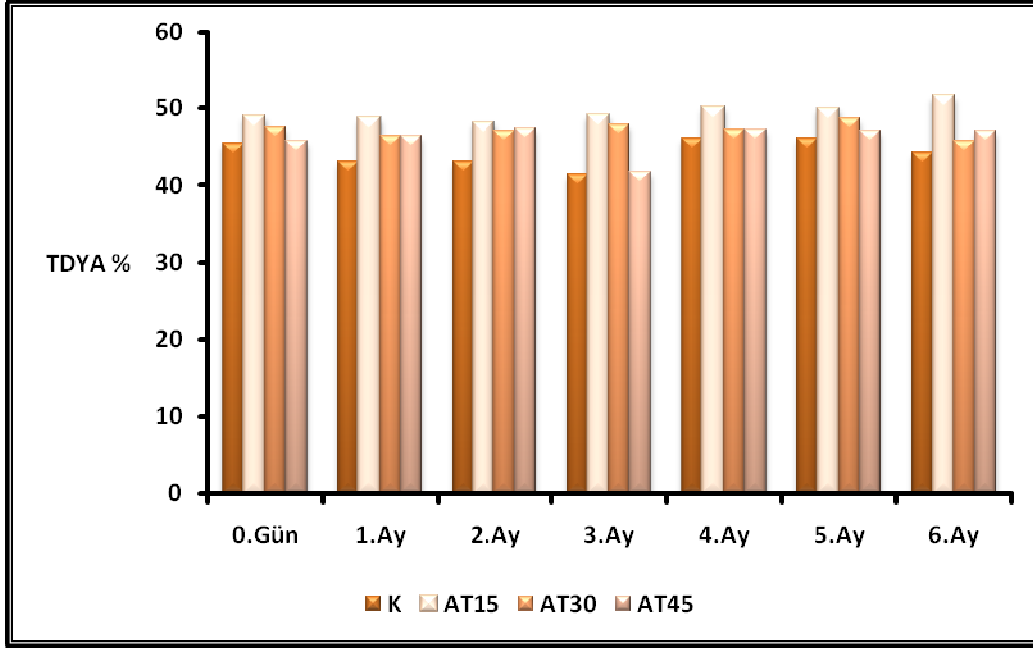
Deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında yağ asitleri dağılımına ilişkin ortalama değerler ile Duncan testi sonuçları Çizelge 4.17’de, doymuş yağ asitleri (DYA), tekli doymamış yağ asitleri (TDYA), çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA), omega – 3 yağ asitleri (n – 3), omega – 6 yağ asitleri (n – 6), n – 3 / n – 6, ÇDYA / DYA ve TDYA / DYA değerleri sırası ile Şekil 4.16 - 4.23’de gösterilmiştir. Deneme yemlerine ait yağ asiti dağılımına ilişkin ortalama değerler ile Duncan testi sonuçları ise Çizelge 4.16’da sunulmuştur. Ortalama değerler arasındaki farklılık tek yönlü varyans analizi ile incelenmiştir.

Çizelge 4.17 incelendiğinde, depolama süresi bakımından tüm deneme gruplarında palmitik (C: 16), stearik (C: 18), miristoleik (C14: 1), palmitoleik (C16: 1), oleik (C18: 1n9), vakkenik (C18: 1n7), erusik (C22: 1n11), linoleik (C18: 2n6), stearidonik (C18: 4n3) ve dokosapentaenoik (C22: 5n3) asit ortalama değerleri 6 aylık depolama süresince istatistik olarak önemli bir değişim ( $p > 0,05$ ) göstermezken, miristik (C14:0) ve eikosanoik (C22: 1n9) asit ortalama değerleri sadece AT<sub>45</sub> ile beslenen deneme grubunda istatistik olarak önemli bir değişim göstermişlerdir ( $p < 0,05$ ). Eikosapentanoik (C20: 5n3) asit ortalama değerleri incelendiğinde tüm depolama sürecinde sadece AT<sub>30</sub> yemi ile beslenen deneme grubuna ait değerler arasında istatistik olarak önemli bir fark bulunmuştur. Benzer şekilde K ve AT<sub>30</sub> deneme yemleri ile beslenen gruplarda da dokosaheksanoik (C22: 6n3) asit değerleri bakımından görülen fark tüm depolama sürecinde istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Deneme gruplarında tanımlanan her bir yağ asiti depolama süresinin her bir periyodunda incelendiğinde, Çizelge 4.13’de görüleceği üzere bazı yağ asitlerine ait ortalama değerler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Depolamanın 4. ve 5. ayında tüm deneme gruplarında DHA (C22: 6n3) değerlerinde bir azalma gözlenmiş, ancak depolama süresi bakımından görülen bu fark sadece K ve AT<sub>30</sub> ile beslenen deneme gruplarında istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).



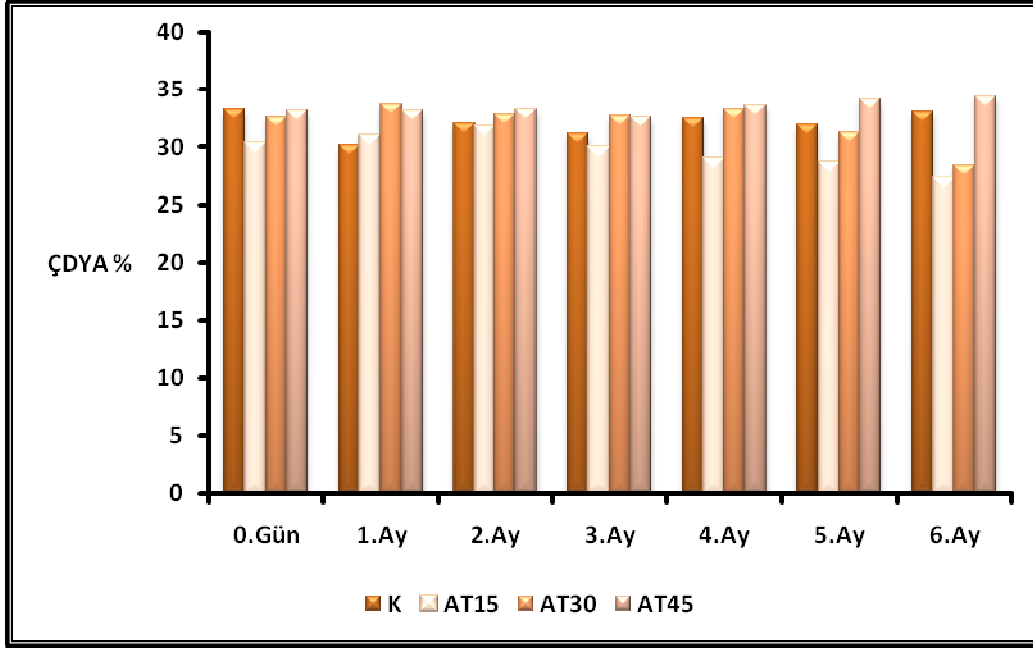
Şekil 4.16 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın doymuş yağ asitleri (DYA) profiline etkisi

Şekil 4.16 incelendiğinde, doymuş yağ asitleri (DYA) bakımından depolama başlangıcında en yüksek değer %21,39 ile K yemi ile beslenen grupta gözlenirken, bu değeri %20,94 ile AT<sub>15</sub> ile beslenen deneme grubu, %20,2 ile AT<sub>45</sub> ile beslenen grup ve %19,88 ile AT<sub>30</sub> deneme yemi ile beslenen grup izlemektedir. Depolama sonunda yine en yüksek ortalama değer K (%22,73) yemi ile beslenen grupta tespit edilmiştir, bu grubu AT<sub>15</sub> (%21,31), AT<sub>30</sub> (%20,93) ve AT<sub>45</sub> (%20,48) ile beslenen deneme grupları takip etmektedir.



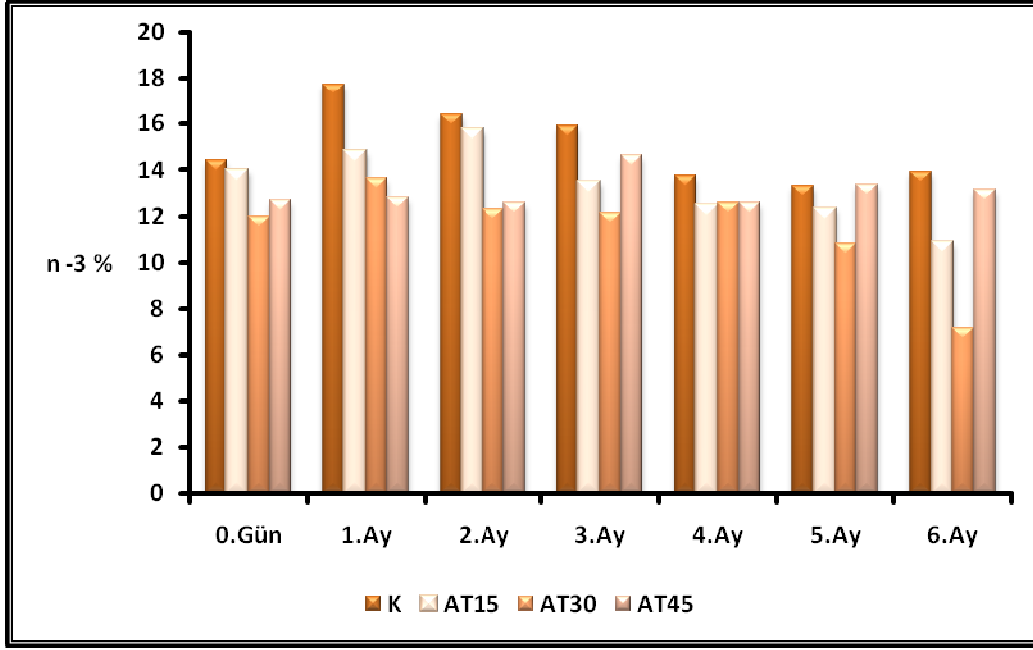
Şekil 4.17 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın tekli doymamış yağ asitleri (TDYA) profiline etkisi

Şekil 4.17 incelendiğinde, tekli doymamış yağ asitleri (TDYA) bakımından depolama başlangıcında en yüksek değer %48,87 ile AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen deneme grubunda gözlenirken, bu değeri %47,50 ile AT<sub>30</sub>, %45,77 ile AT<sub>45</sub> ve %45,38 ile K deneme yemi ile beslenen gruplar izlemektedir. Depolama sonunda en yüksek ortalama değer AT<sub>15</sub> (%51,48) yemi ile beslenen grupta tespit edilmiştir, bu grubu AT<sub>45</sub> (%47,05), AT<sub>30</sub> (%45,68) ve K (%44,23) yemi ile beslenen deneme grupları takip etmektedir.



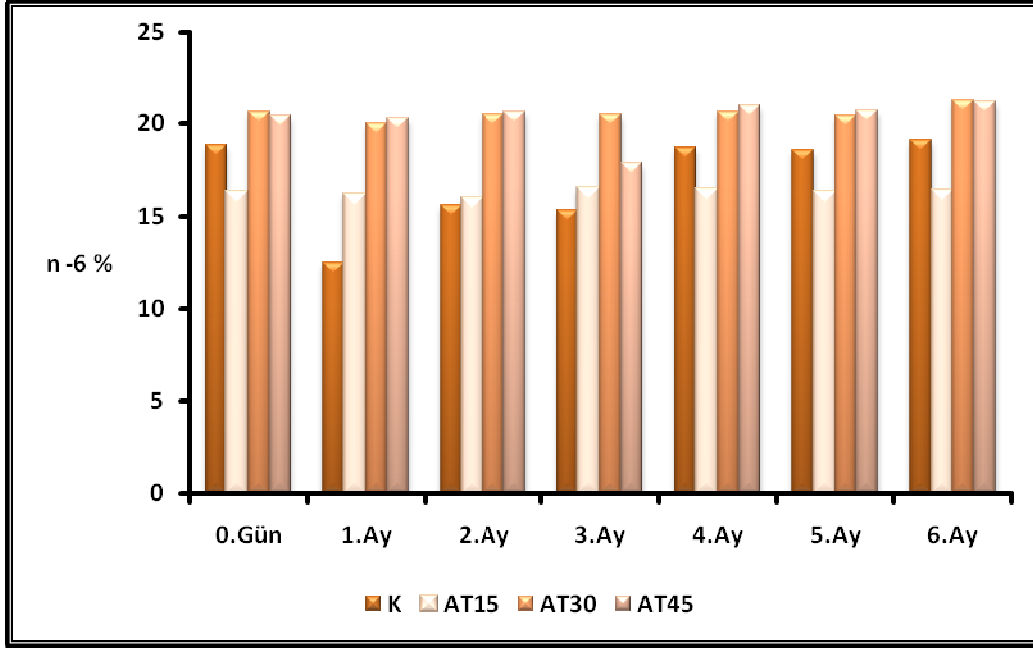
Şekil 4.18 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA) profiline etkisi

Şekil 4.18 incelendiğinde, çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA) bakımından depolama başlangıcında en yüksek değer %33,22 ile K ile beslenen grupta gözlenirken, bu değeri %33,13 ile AT<sub>45</sub>, %32,62 ile AT<sub>30</sub> ve %30,21 ile AT<sub>15</sub> deneme yemleri ile beslenen gruplar izlemektedir. Depolama sonunda en yüksek ortalama değer AT<sub>45</sub> (%34,37) yemi ile beslenen grupta tespit edilmiştir, bu grubu K (%33,03), AT<sub>30</sub> (%28,41) ve AT<sub>15</sub> (%27,21) deneme yemleri ile beslenen gruplar takip etmektedir.



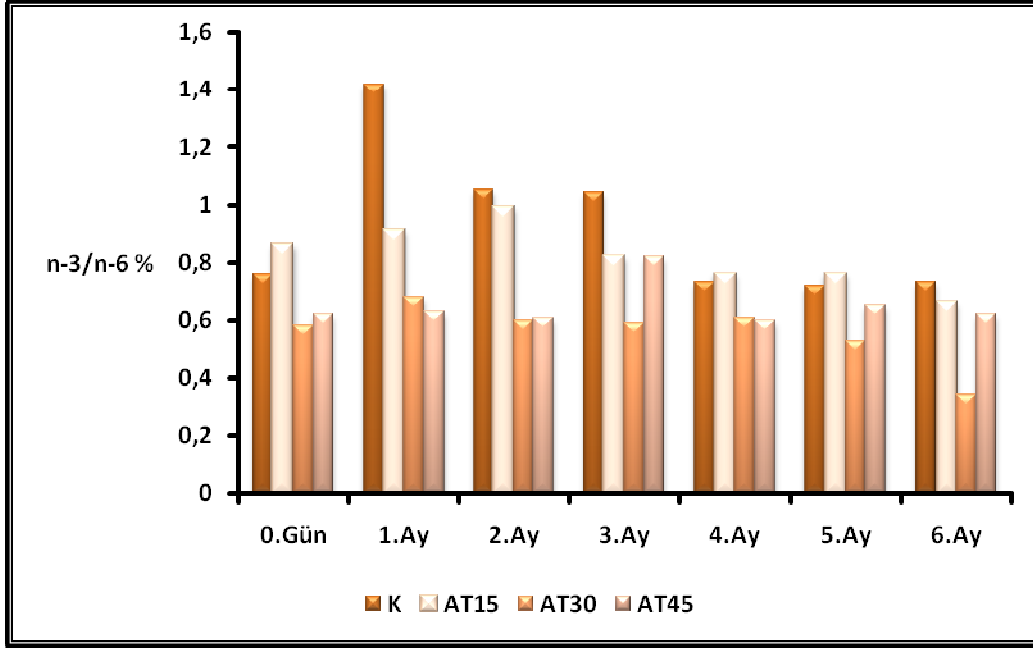
Şekil 4.19 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın omega - 3 (n - 3) yağ asitleri profiline etkisi

Şekil 4.19 incelendiğinde, omega – 3 (n – 3) yağ asitleri bakımından depolama başlangıcında en yüksek değer %14,39 ile K yemi ile beslenen grupta gözlenirken, bu değeri %13,97 ile AT<sub>15</sub>, %12,72 ile AT<sub>45</sub> ve %11,96 ile AT<sub>30</sub> ile beslenen deneme grupları izlemektedir. Depolama sonunda en yüksek ortalama değer K (%13,94) yemi ile beslenen grupta tespit edilmiştir, bu grubu AT<sub>45</sub> (%13,14), AT<sub>15</sub> (%10,84) ve AT<sub>30</sub> (%7,16) deneme yemleri ile beslenen gruplar takip etmektedir.



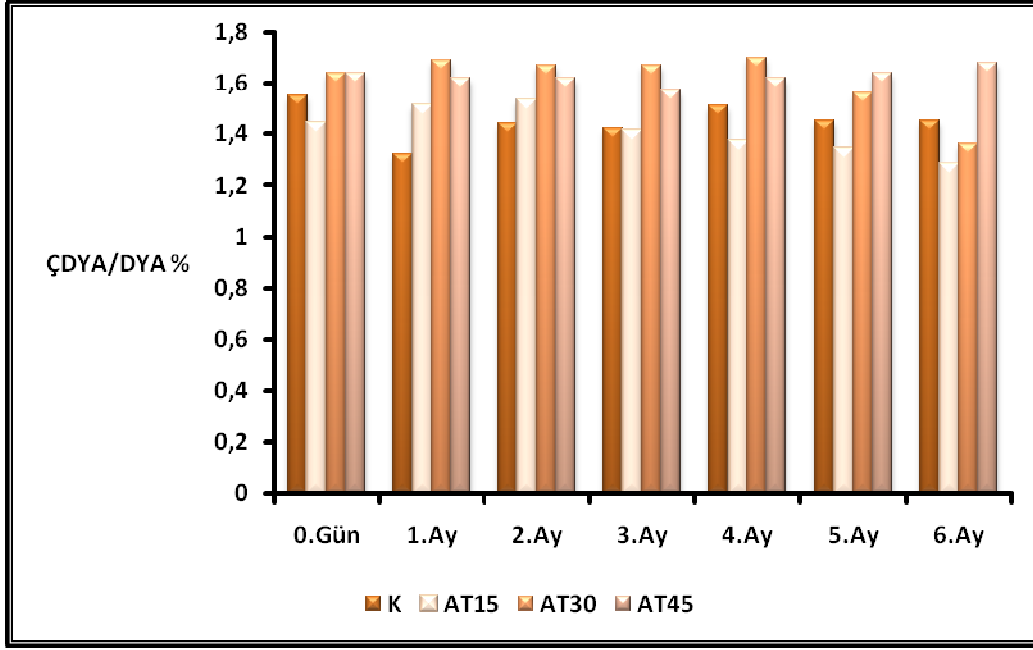
Şekil 4.20 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın omega - 6 (n - 6) yağ asitleri profiline etkisi

Şekil 4.20 incelendiğinde, omega – 6 (n – 6) yağ asitleri bakımından depolama başlangıcında en yüksek değer %20,66 ile AT<sub>30</sub> yemi ile beslenen grupta gözlenirken, bu değeri %20,41 ile AT<sub>45</sub>, %18,84 ile K ve %16,24 ile AT<sub>15</sub> deneme yemleri ile beslenen gruplar izlemektedir. Depolama sonunda en yüksek ortalama değer AT<sub>30</sub> (%21,25) yemi ile beslenen grupta tespit edilmiştir, bu grubu AT<sub>45</sub> (%21,23), K (%19,09) ve AT<sub>15</sub> (%16,37) deneme yemleri ile beslenen gruplar takip etmektedir.



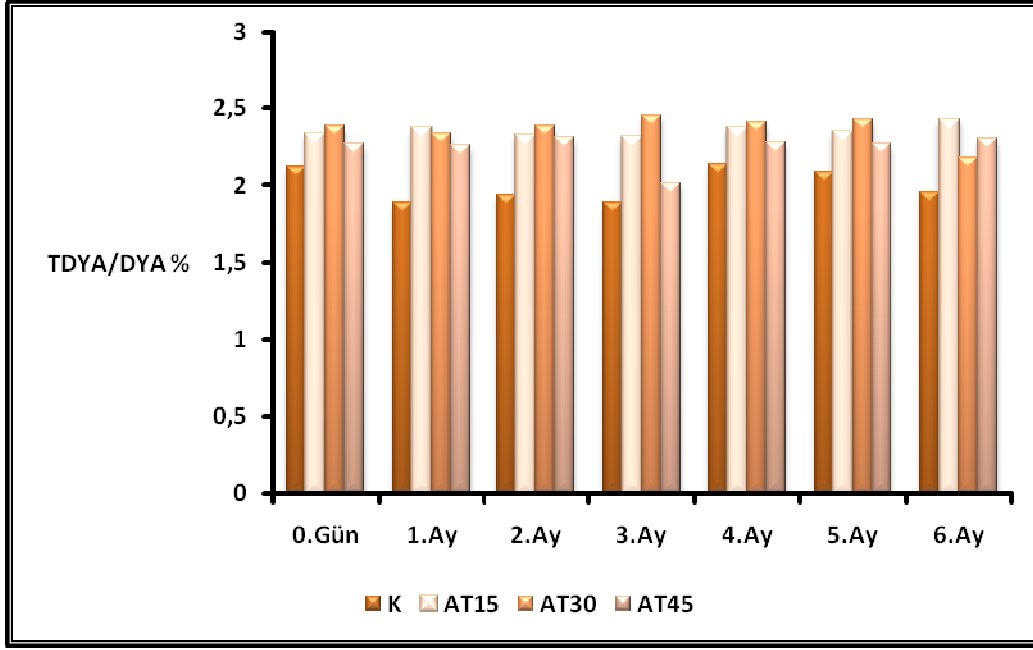
Şekil 4.21 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın n – 3 / n - 6 yağ asitleri profiline etkisi

Şekil 4.21 incelendiğinde, n – 3 / n – 6 oranı bakımından depolama başlangıcında en yüksek değer 0,86 ile AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen grupta gözlenirken, bu değeri 0,76 ile K, 0,62 ile AT<sub>45</sub> ve 0,58 ile AT<sub>30</sub> deneme yemleri ile beslenen gruplar izlemektedir. Depolama sonunda en yüksek ortalama değer K (0,73) yemi ile beslenen grupta tespit edilmiştir, bu grubu AT<sub>15</sub> (0,66), AT<sub>45</sub> (0,62) ve AT<sub>30</sub> (0,34) deneme yemleri ile beslenen gruplar takip etmektedir.



Şekil 4.22 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın  $\text{CDYA} / \text{DYA}$  profiline etkisi

Şekil 4.22 incelendiğinde,  $\text{CDYA} / \text{DYA}$  oranı bakımından depolama başlangıcında en yüksek değer 1,64 ile  $\text{AT}_{30}$  ve  $\text{AT}_{45}$  ile beslenen deneme grubunda gözlenirken, bu değeri 1,55 ile K, 1,44 ile  $\text{AT}_{15}$  ile beslenen deneme grubu izlemektedir. Depolama sonunda en yüksek ortalama değer  $\text{AT}_{45}$  yemi ile beslenen grupta tespit edilmiştir, bu grubu K,  $\text{AT}_{30}$  ve  $\text{AT}_{15}$  deneme yemleri ile beslenen gruplar takip etmektedir.



Şekil 4.23 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın TDYA / DYA profiline etkisi

Şekil 4.23 incelendiğinde, TDYA / DYA oranı bakımından depolama başlangıcında en yüksek değer 2,39 ile AT<sub>30</sub> ile beslenen deneme grubunda gözlenirken, bu değeri 2,33 ile AT<sub>15</sub>, 2,27 ile AT<sub>45</sub> ve 2,12 ile K yemi ile beslenen deneme grubu izlemektedir. Depolama sonunda en yüksek ortalama değer AT<sub>15</sub> ile beslenen grupta tespit edilmiştir, bu grubu AT<sub>45</sub>, AT<sub>30</sub> ve K yemi ile beslenen deneme grupları takip etmektedir.

#### 4.7.5 Aterojenik indeks (Aİ) ve trombojenik indeks (Tİ)

Dört farklı yem (K, AT<sub>15</sub>, AT<sub>30</sub>, AT<sub>45</sub>) ile beslenen ve 6 ay süresince -18°C’de depolanan sazan balıklarına ait aterojenik indeks (Aİ) ve trombojenik indeks’e (Tİ) ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve Duncan testi sonuçları Çizelge 4.18 ve Şekil 4.24’de sunulmuştur. Ortalama değerler arasındaki farklılık tek yönlü varyans analizi ile incelenmiştir.

Çizelge 4.18 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolama süresince belirlenen aterojenik indeks (Aİ) ve trombojenik indeks (Tİ) değerleri (Ortalama ± Standart sapma) (n= 3)

Depolama Süresi		K*	AT <sub>15</sub>	AT <sub>30</sub>	AT <sub>45</sub>
0. Gün	Aİ	0,37 ± 0,01 <sup>aA**</sup>	0,35 ± 0,04 <sup>aA</sup>	0,33 ± 0,01 <sup>aAB</sup>	0,33 ± 0,00 <sup>aA</sup>
	Tİ	0,28 ± 0,00 <sup>aAB</sup>	0,28 ± 0,00 <sup>aBCD</sup>	0,29 ± 0,04 <sup>aA</sup>	0,28 ± 0,01 <sup>aA</sup>
1. Ay	Aİ	0,40 ± 0,03 <sup>aA</sup>	0,29 ± 0,04 <sup>bA</sup>	0,33 ± 0,01 <sup>bB</sup>	0,33 ± 0,00 <sup>bA</sup>
	Tİ	0,23 ± 0,08 <sup>aB</sup>	0,27 ± 0,01 <sup>aCD</sup>	0,27 ± 0,02 <sup>aA</sup>	0,28 ± 0,00 <sup>aA</sup>
2. Ay	Aİ	0,39 ± 0,01 <sup>aA</sup>	0,35 ± 0,05 <sup>aA</sup>	0,33 ± 0,00 <sup>aAB</sup>	0,33 ± 0,01 <sup>aA</sup>
	Tİ	0,28 ± 0,01 <sup>aAB</sup>	0,26 ± 0,01 <sup>aD</sup>	0,28 ± 0,01 <sup>aA</sup>	0,29 ± 0,02 <sup>aA</sup>
3. Ay	Aİ	0,39 ± 0,01 <sup>aA</sup>	0,35 ± 0,03 <sup>abA</sup>	0,33 ± 0,01 <sup>bB</sup>	0,31 ± 0,03 <sup>bA</sup>
	Tİ	0,29 ± 0,01 <sup>aAB</sup>	0,29 ± 0,02 <sup>aBCD</sup>	0,28 ± 0,02 <sup>aA</sup>	0,24 ± 0,06 <sup>aA</sup>
4. Ay	Aİ	0,38 ± 0,01 <sup>aA</sup>	0,36 ± 0,05 <sup>aA</sup>	0,32 ± 0,00 <sup>aB</sup>	0,33 ± 0,01 <sup>aA</sup>
	Tİ	0,29 ± 0,00 <sup>aAB</sup>	0,30 ± 0,01 <sup>aABC</sup>	0,27 ± 0,01 <sup>aA</sup>	0,29 ± 0,03 <sup>aA</sup>
5. Ay	Aİ	0,38 ± 0,01 <sup>aA</sup>	0,36 ± 0,05 <sup>aA</sup>	0,34 ± 0,01 <sup>aAB</sup>	0,33 ± 0,01 <sup>aA</sup>
	Tİ	0,31 ± 0,02 <sup>aAB</sup>	0,30 ± 0,01 <sup>aAB</sup>	0,30 ± 0,03 <sup>aA</sup>	0,28 ± 0,01 <sup>aA</sup>
6. Ay	Aİ	0,40 ± 0,00 <sup>aA</sup>	0,36 ± 0,06 <sup>aA</sup>	0,36 ± 0,02 <sup>aA</sup>	0,33 ± 0,01 <sup>aA</sup>
	Tİ	0,31 ± 0,01 <sup>aA</sup>	0,32 ± 0,01 <sup>aA</sup>	0,38 ± 0,11 <sup>aA</sup>	0,28 ± 0,01 <sup>aA</sup>

\*K (Kontrol – Balık unu kullanılan yem)

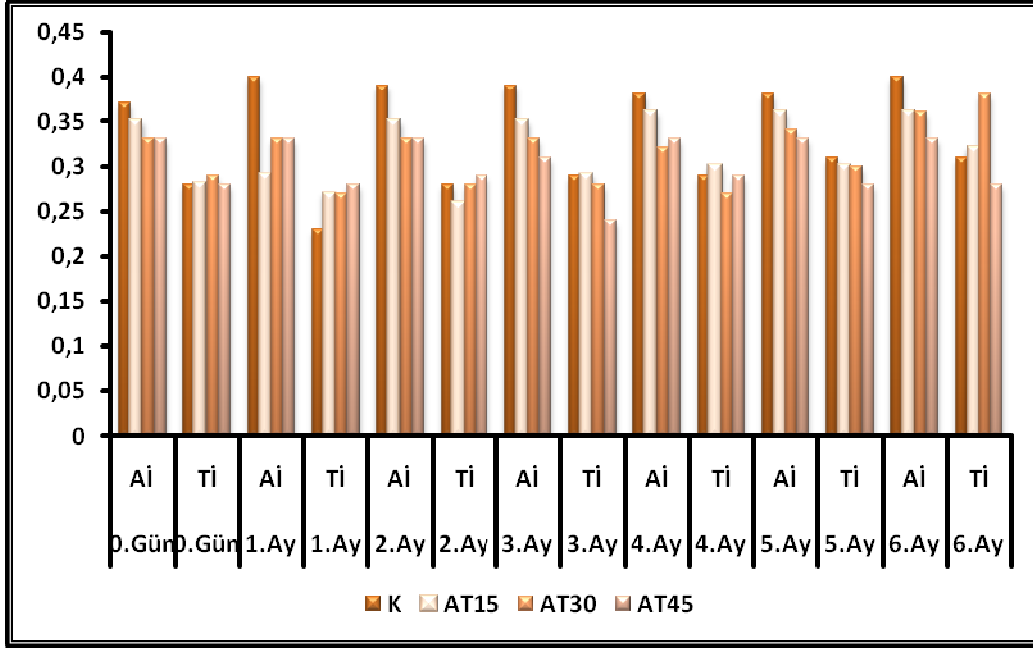
AT<sub>15</sub> (%15 oranında Ayrıçığı tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>30</sub> (%30 oranında Ayrıçığı tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>45</sub> (%45 oranında Ayrıçığı tohumu küspesi ilave edilen yem)

\*\*Aynı satırda farklı küçük harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)

Aynı sütunda aynı özellik için farklı büyük harf taşıyan gün (ay) ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 4.24 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın aterojenik indeks (Aİ) ve trombojenik indeks (Tİ) değerine etkisi

Çizelge 4.18 ve Şekil 4.24 incelendiğinde, tüm deneme gruplarında Aİ ortalama değerleri arasındaki fark depolamanın 1. ve 3. ayı dışında istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). K, AT<sub>15</sub> ve AT<sub>45</sub> yemleri ile beslenen balıklara ait ortalama değerler için depolama süresinin Aİ değerine etkisi istatistik olarak önemli bulunmazken ( $p > 0,05$ ), AT<sub>30</sub> ile beslenen gruba ait ortalama değerlere depolamanın etkisi önemlidir ( $p < 0,05$ ).

Her bir depolama periyodunda deneme grupları arasında Tİ bakımından gözlenen fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Bununla beraber, K ve AT<sub>15</sub> deneme yemleri ile beslenen balıklarda tüm depolama sürecinde elde edilen ortalama değerler arasındaki fark istatistik olarak önemli iken ( $p < 0,05$ ), AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> ile beslenen balıklarda gözlenen Tİ değerlerinin aylık değişimleri arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

#### 4.7.6 Sodyum dodesil sülfat – poliakrilamid jel elektroforezi (SDS – PAGE)

Dört farklı yem ile beslenen sazan balıklarında depolama başlangıcı, 3. ay ve 6. aya ait sarkoplazmik ve miyofibriler protein derişimlerine ilişkin ortalama değerler ile standart sapmaları ve Duncan testi sonuçları Çizelge 4.19 ve Şekil 4.25’de sunulmuştur. Ortalama değerler arasındaki farklılık tek yönlü ve iki yönlü varyans analizi ile incelenmiştir.

Çizelge 4.19 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolama süresince belirlenen sarkoplazmik (SP) ve miyofibriler (MF) protein derişim değerleri (mg / mL) (Ortalama ± Standart sapma) ( $n=3$ )

Depolama Süresi	K*	AT <sub>15</sub>	AT <sub>30</sub>	AT <sub>45</sub>	
0. Gün	SP	4,14 ± 0,09 <sup>aA**</sup>	3,39 ± 0,42 <sup>abB</sup>	3,76 ± 0,06 <sup>bAB</sup>	3,80 ± 0,03 <sup>aAB</sup>
	MF	14,55 ± 0,33 <sup>aB</sup>	20,00 ± 0,03 <sup>aA</sup>	19,10 ± 1,14 <sup>aA</sup>	18,51 ± 0,05 <sup>aA</sup>
3. Ay	SP	3,95 ± 1,81 <sup>aA</sup>	4,10 ± 0,05 <sup>aA</sup>	3,12 ± 0,38 <sup>bA</sup>	3,50 ± 0,10 <sup>aA</sup>
	MF	19,55 ± 0,38 <sup>aA</sup>	19,28 ± 1,47 <sup>aA</sup>	19,99 ± 0,11 <sup>aA</sup>	18,81 ± 0,05 <sup>aA</sup>
6. Ay	SP	3,62 ± 0,53 <sup>aA</sup>	2,81 ± 0,05 <sup>bA</sup>	4,64 ± 0,03 <sup>aA</sup>	3,62 ± 1,77 <sup>aA</sup>
	MF	17,55 ± 3,43 <sup>aA</sup>	18,11 ± 0,26 <sup>aA</sup>	19,70 ± 1,05 <sup>aA</sup>	17,49 ± 0,53 <sup>bA</sup>

\*K (Kontrol – Balık unu kullanılan yem)

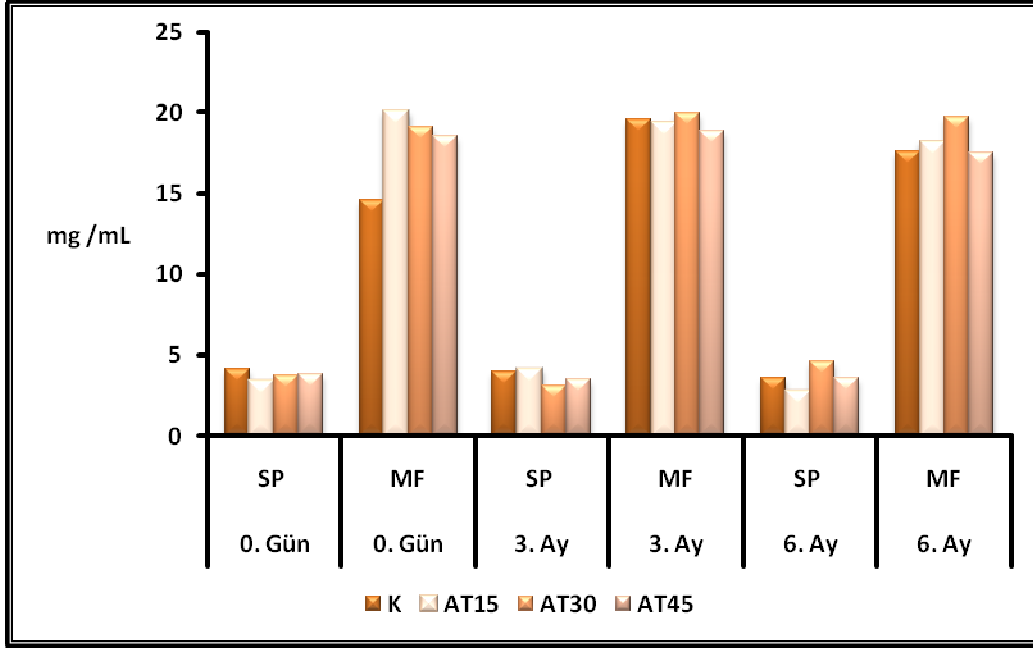
AT<sub>15</sub> (%15 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>30</sub> (%30 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>45</sub> (%45 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

\*\*Aynı sütunda aynı özellik için farklı küçük harf taşıyan gün (ay) ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ )

Aynı satırda farklı büyük harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ )



Şekil 4.25 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın sarkoplazmik (SP) ve miyofibriler (MF) protein düzeyine etkisi

#### 4.7.6.1 Sarkoplazmik protein fraksiyonları

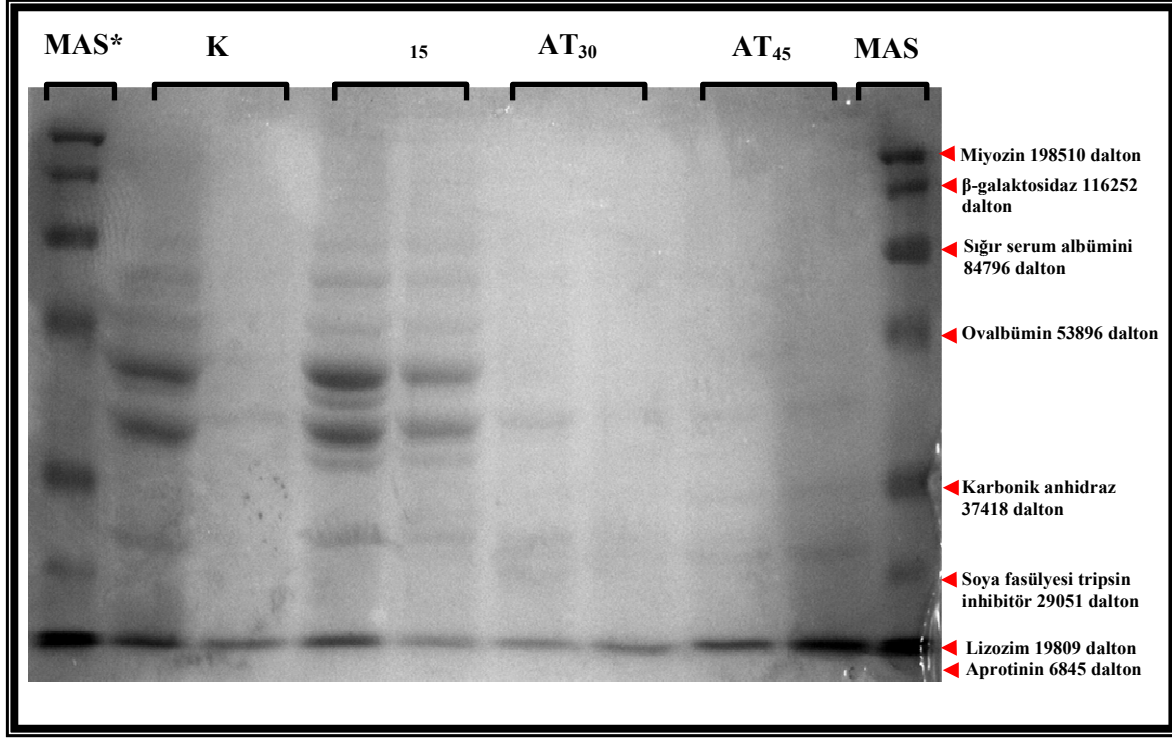
Çizelge 4.19 ve Şekil 4.25 incelendiğinde, depolama başlangıcında en yüksek sarkoplazmik protein derişimi 4,14 mg / mL ortalama değeri ile K ile beslenen deneme grubunda tespit edilirken, en düşük değeri 3,39 mg / mL ile AT<sub>15</sub> ile beslenen deneme grubunda tespit edilmiştir. Bu grubu sırası ile 3,76 mg / mL ile AT<sub>30</sub> yemi ile beslenen grup ve 3,80 mg / mL ile AT<sub>45</sub> ile beslenen deneme grubu izlemektedir. Depolamanın 3. ayında AT<sub>15</sub> ile beslenen deneme grubu dışındaki K, AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> ile beslenen deneme gruplarında depolama başlangıcına göre bir azalma belirlenmiştir. Bununla beraber, depolamanın sonunda AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> ile beslenen deneme grubunda ortalama değerler tekrar artarken, K ve AT<sub>15</sub> ile beslenen deneme grubunda ise azalma görülmüştür. Tüm depolama sürecinde K ve AT<sub>45</sub> ile beslenen deneme gruplarından elde edilen değerler arasında görülen fark istatistik olarak önemli bulunmazken ( $p > 0,05$ ), AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen grupta tüm depolama sürecinde elde edilen değerler arasında gözlenen fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). AT<sub>30</sub> ile beslenen deneme grubunda depolama başlangıcı ve 3. ayda elde edilen değerler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmazken, bu değerler ile 6. ayda elde edilen değer arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Depolama başlangıcında AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> ile beslenen deneme gruplarından elde edilen ortalama değerler arasındaki fark istatistik olarak

önemli bulunmazken ( $p > 0,05$ ), bu değerler ile AT<sub>15</sub> ve K ile beslenen balıklardan elde edilen değerler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0,05$ ). Depolamanın 3. ve 6. ayında tüm deneme gruplarında elde edilen sarkoplazmik protein derişimleri arasında istatistik olarak önemli bir fark bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

Sarkoplazmik protein derişimleri için uygulanan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda deneme grupları arasında görülen bu fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Sarkoplazmik protein profilindeki değişimler ayrıca Şekil 4.26-4.28'de sunulmuştur.

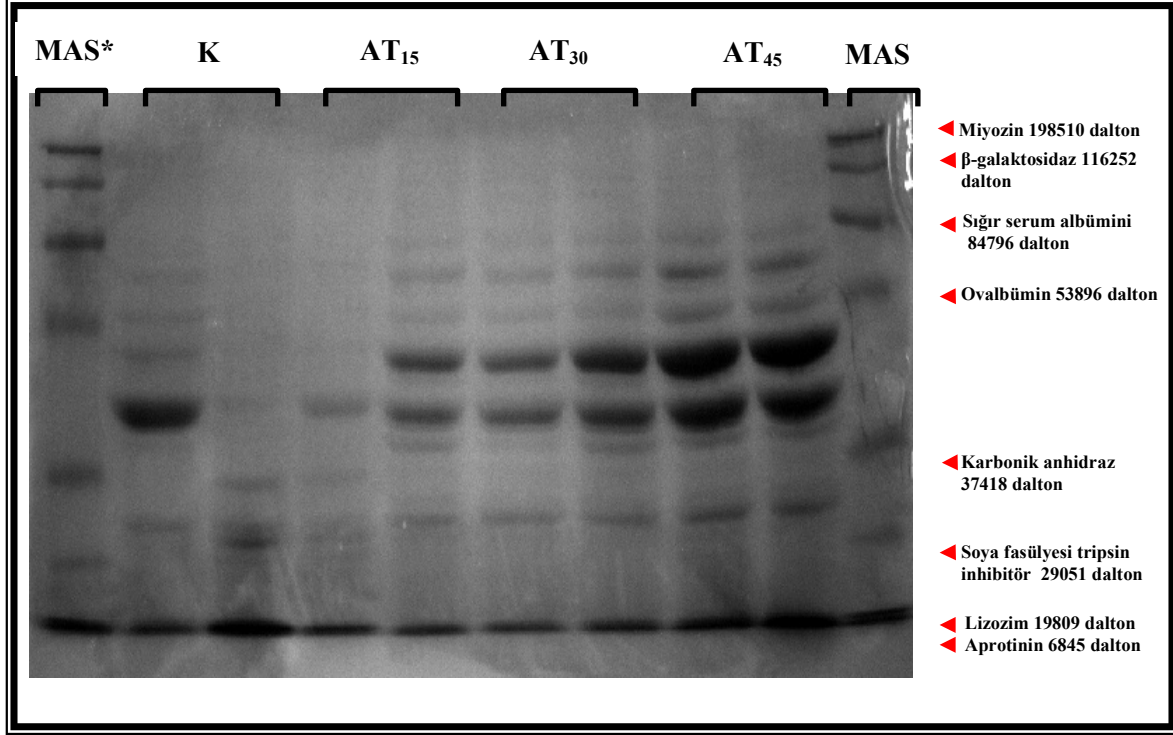
Sarkoplazmik proteinlerin moleküler ağırlıklarını tespit etmek üzere kullanılan moleküler ağırlık standardı kitinde bulunan 8 proteinin tamamı jelde gözlenmiştir. Bu proteinler moleküler ağırlık sırası ile;

Miyozin	: 198510 dalton
$\beta$ - galaktosidaz	: 116254 dalton
Sığır serum albümini	: 84796 dalton
Ovalbümin	: 53896 dalton
Karbonik anhidraz	: 37418 dalton
Soya fasülyesi tripsin inhibitör	: 29051 dalton
Lizozim	: 19809 dalton
Aprotinin	: 6845 dalton'dur.



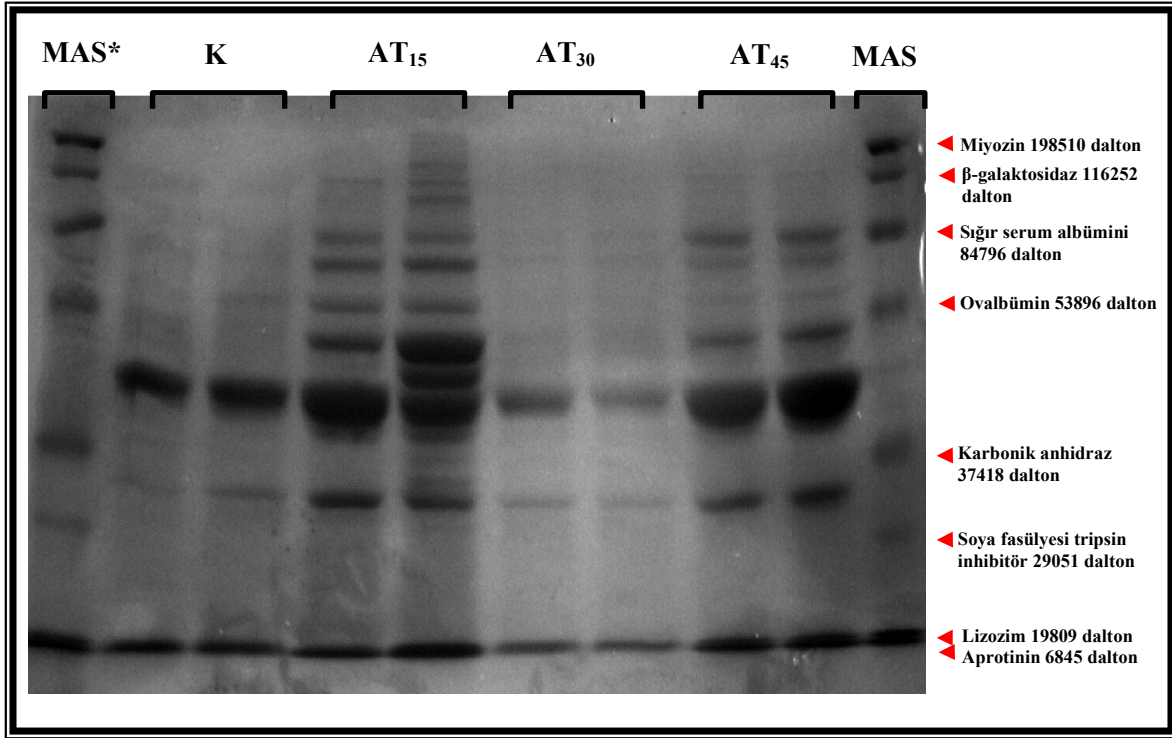
Şekil 4.26 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolama başlangıcında belirlenen sarkoplazmik protein fraksiyonları (\*MAS: Moleküler ağırlık standardı)

Şekil 4.26 incelendiğinde, depolama başlangıcında tüm deneme gruplarında ovalbümin (53896 dalton) ile karbonik anhidraz (37418 dalton) proteinleri arasında tahmini moleküler ağırlığı 42 - 44 kDA ve 47 - 49 kDA aralığında olan yeni bantlar gözlenmiştir. Benzer şekilde 80 kDA, 68 - 70 kDA ve 53 - 54 kDA aralığında moleküler ağırlığa sahip olduğu tahmin edilen bantlar K ve AT<sub>15</sub> ile beslenen deneme gruplarında gözlenmiştir.



Şekil 4.27 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın 3. ayında belirlenen sarkoplazmik protein fraksiyonları (\*MAS: Moleküler ağırlık standardı)

Şekil 4.27 incelendiğinde, depolamanın 3. ayında tüm deneme gruplarında depolama başlangıcında tespit edilen ve tahmini moleküler ağırlıkları 42 -44 kDA ve 47 - 49 kDA olan bantlar daha yoğun bir şekilde gözlenmiş, proteinlerdeki degradasyona bağlı olarak parçalanma ürünleri arttığı için moleküler ağırlığı düşük olan ovalbümin (53896 dalton) ile soya fasülyesi tripsin inhibitör (29051 dalton) arasında da tahmini moleküler ağırlıkları 40 – 33 kDA arasında değişen yeni bantlar oluşmuştur. Ayrıca sığır serum albümin (84796 dalton) ile ovalbümin arasında da moleküler ağırlığı 71 – 77 kDA olan yoğun bantlar gözlenmiştir.



Şekil 4.28 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın 6. ayında belirlenen sarkoplazmik protein fraksiyonları (\*MAS: Moleküler ağırlık standardı)

Şekil 4.28 incelendiğinde, depolamanın sonunda tüm deneme gruplarında, daha önce depolama başlangıcında ve 3. ayda belirlenen bantların yoğunluğunda ve parçalanma ürünlerinde artış görülmüş, miyozin (198510 dalton) ve  $\beta$ -galaktosidaz (116254 dalton) gibi moleküler ağırlığı fazla olan proteinlerinde degrade olduğu belirlenmiştir.

#### 4.7.6.2 Miyofibriler protein fraksiyonları

Çizelge 4.19 ve Şekil 4.25 incelendiğinde, depolama başlangıcında en yüksek miyofibriler protein derişimi 20,00 mg / mL ortalama değeri ile AT<sub>15</sub> ile beslenen deneme grubunda tespit edilirken, en düşük değer 14,55 mg / mL ile K yemi ile beslenen grupta tespit edilmiştir. Bu grubu sırası ile 18,51 mg / mL ile AT<sub>45</sub> ve 19,10 mg / mL ile AT<sub>30</sub> yemi ile beslenen deneme grupları izlemektedir. Depolamanın 3. ayında tüm deneme gruplarında depolama başlangıcına göre bir artış belirlenirken, depolama sonunda yine tüm gruplarda miyofibriler protein derişimlerinde bir azalma meydana gelmiştir. Depolamanın 3. ayında K ile beslenen deneme grubunda 19,55 mg / mL olan ortalama değer depolama sonunda 17,55 mg / mL'ye, AT<sub>15</sub> ile

beslenen grupta 19,28 mg / mL, 18,11 mg / mL'ye, AT<sub>30</sub> ile beslenen grupta 19,99 mg / mL olan derişim değeri 19,70 mg / mL'ye ve AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen deneme grubunda 18,81 mg / mL derişim değeri 17,49 mg / mL değerine düşmüştür. Tüm depolama sürecinde K, AT<sub>15</sub> ve AT<sub>30</sub> yemleri ile beslenen deneme gruplarından elde edilen ortalama değerler arasında istatistik olarak önemli bir fark bulunmazken, AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen grupta gözlenen değerler arasındaki fark depolama süresi bakımından istatistik olarak önemli bulunmuştur (p< 0,05). Depolama başlangıcında AT<sub>15</sub>, AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> ile beslenen gruplarda gözlenen değerler arasında istatistik olarak önemli bir fark bulunmazken (p> 0,05), K ile beslenen grup ile diğer deneme grupları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p< 0,05). Depolamanın 3. ve 6. ayında tüm deneme grupları arasında gözlenen fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır (p> 0,05).

Miyofibriler protein derişim değerleri için uygulanan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda deneme grupları arasında görülen fark istatistik olarak önemli bulunmuş (p< 0,05) ve Duncan çoklu karşılaştırma analizi sonucu Çizelge 4.20'de gösterilmiştir. Miyofibriler protein profilindeki değişimler ayrıca Şekil 4.29 - 4.31'de sunulmuştur.

Çizelge 4.20 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolama süresince belirlenen miyofibriler protein derişim ortalama değerleri (n=6)

Parametre	K*	AT <sub>15</sub>	AT <sub>30</sub>	AT <sub>45</sub>
<b>Miyofibriler Protein Derişimleri</b>	17,22 <sup>b**</sup>	19,13 <sup>a</sup>	19,60 <sup>a</sup>	18,27 <sup>ab</sup>

\*K (Kontrol – Balık unu kullanılan yem)

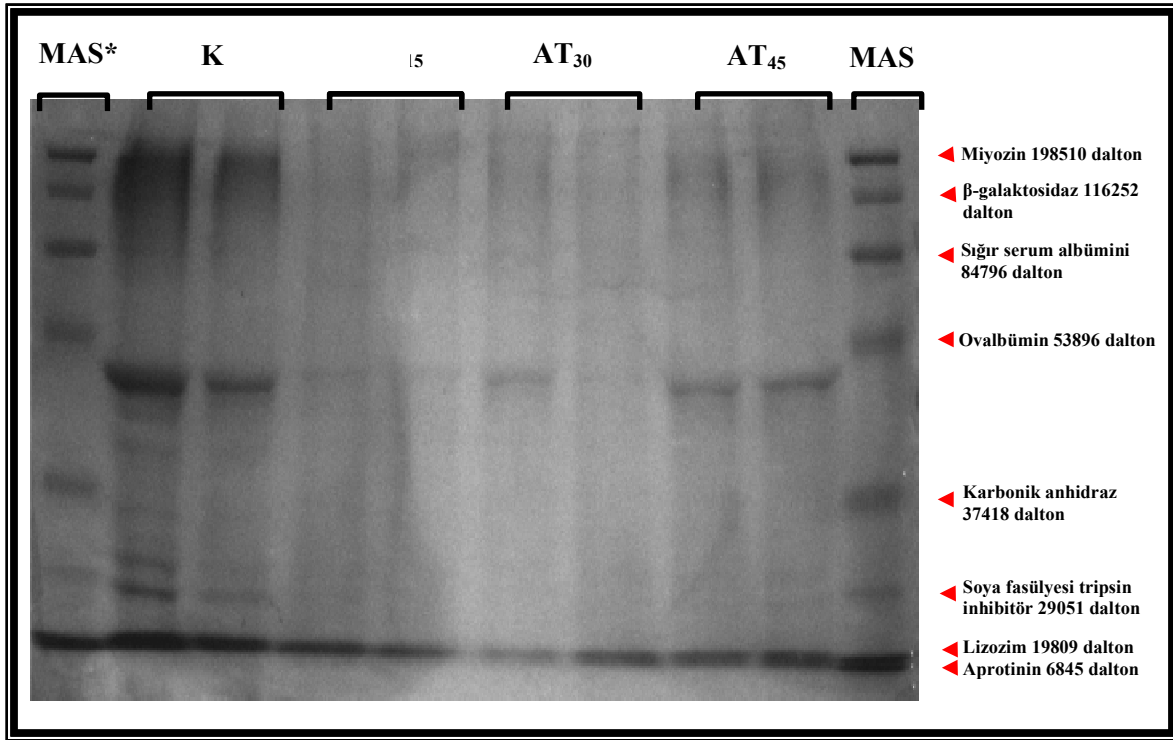
AT<sub>15</sub> (%15 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

AT<sub>30</sub> (%30 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

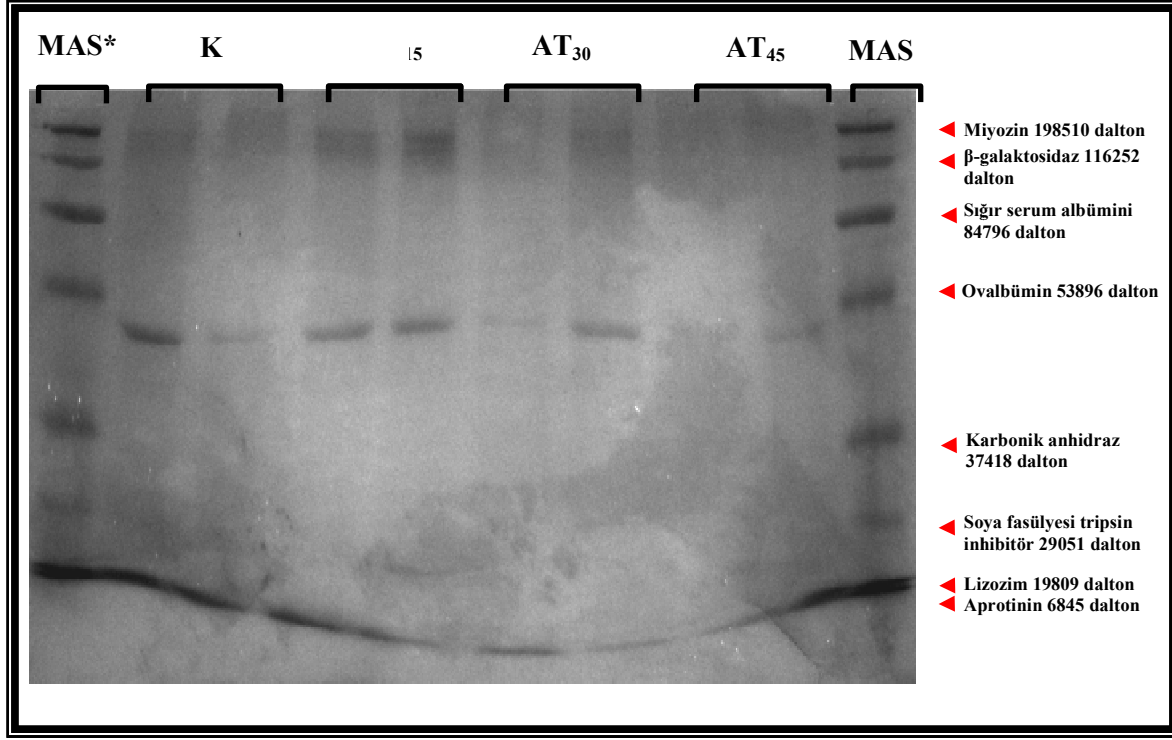
AT<sub>45</sub> (%45 oranında Ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilen yem)

\*\*Aynı satırda farklı harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p< 0,01)

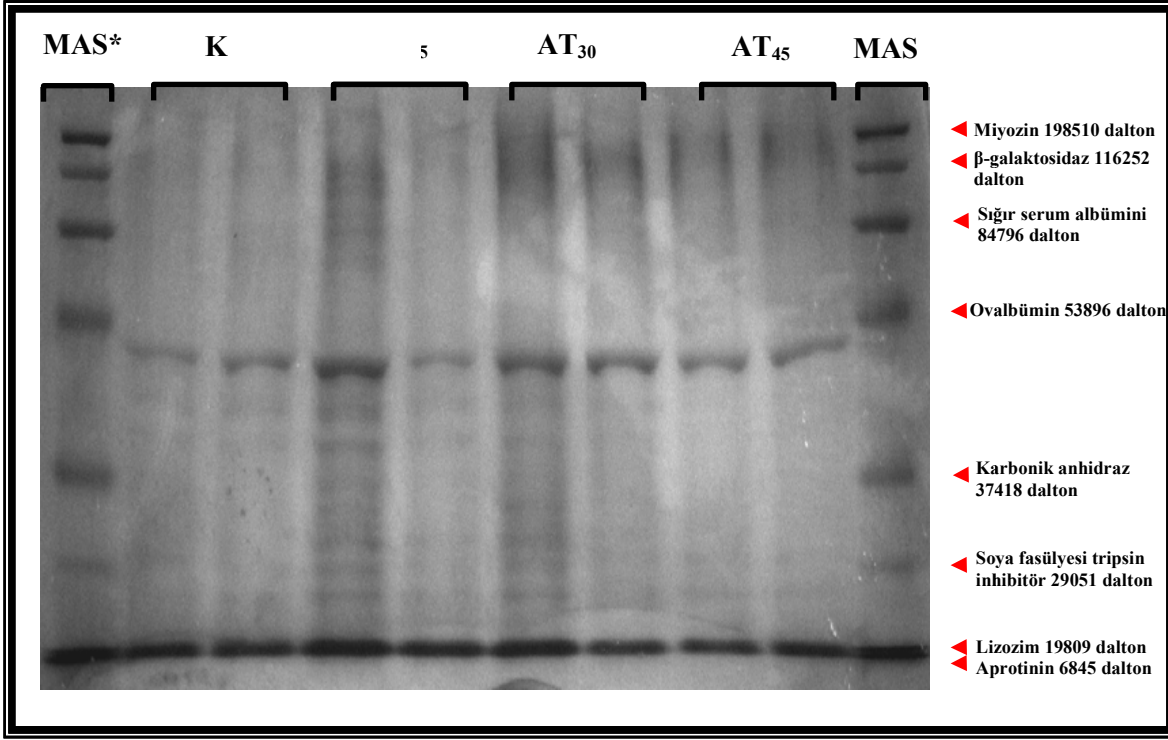
Miyofibriler proteinlerin moleküler ağırlıklarını tespit etmek üzere kullanılan moleküler ağırlık standardı kitinde bulunan 8 proteinin tamamı sarkoplazmik proteinlerde olduğu gibi miyofibriler proteinlere ait jelde de gözlenmiştir.



Şekil 4.29 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolama başlangıcında belirlenen miyofibriler protein fraksiyonları (\*MAS: Moleküler ağırlık standardı)



Şekil 4.30 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın 3. ayında belirlenen miyofibriler protein fraksiyonları (\*MAS: Moleküler ağırlık standardı)



Şekil 4.31 Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında donmuş depolamanın 6. ayında belirlenen miyofibriler protein fraksiyonları (\*MAS: Moleküler ağırlık standardı)

Şekil 4.29 - 4.31 incelendiğinde, depolama başlangıcında K, AT<sub>15</sub> ve AT<sub>45</sub> ile beslenen deneme gruplarında miyozin (198510 dalton) ile  $\beta$ -galaktosidaz (116254 dalton) proteinleri arasında moleküler ağırlığı tahmini olarak 160 ile 150 kDA olan yeni bantlar gözlenmiştir. Ayrıca AT<sub>15</sub>, AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> yemleri ile beslenen gruplarda tahmini moleküler ağırlığı 240 – 260 kDA olan bantlar tespit edilmiştir. Tüm deneme gruplarında özellikle K yemi ile beslenen grupta yoğunluğu diğer gruplara göre fazla olmakla birlikte, sarkoplazmik proteinlerde olduğu gibi moleküler ağırlığı 49 kDA olan bantlar ve bunların parçalanma ürünü olan daha silik bantlar belirlenmiştir. Depolamanın 3. ayında bu bantların yoğunluğunun daha az olduğu gözlenmiş, parçalanma ürünleri ise tespit edilememiştir. Depolama sonunda proteinlerdeki degradasyonun artışı ile bağlantılı olarak tüm deneme gruplarında depolama başlangıcı ve 3. ayda belirlenen bantlar ve bunların parçalanma ürünü olan bantlar özellikle AT<sub>15</sub> ve AT<sub>30</sub> ile beslenen gruplarda oldukça yoğun bir şekilde gözlenmiştir. Miyosin (198510 dalton) ve  $\beta$ -galaktosidaz (116254 dalton) gibi moleküler ağırlığı fazla olan proteinlerinde degrade olduğu saptanmıştır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada balık yemlerinde hayvansal protein kaynağı olarak kullanılan balık unu yerine alternatif bitkisel protein kaynaklarından biri olan ayçiçeği tohumu küspesinin değişen oranlarda kullanıldığı yemler ile beslemenin sazan (*Cyprinus carpio*) balıklarında büyüme performansı, et bileşimi, vücut indeksleri ve *GH* ile *IGF-I* e olan etkileri incelenmiştir. Ayrıca denemede kullanılan sazan balıklarından elde edilen filetoların 6 ay süre ile - 18°C'de depolanması sonucu TBA, TVB -N, SYA, yağ asitleri dağılımı ve proteinlerde meydana gelen değişim belirlenmiştir.

### 5.1 Deneme Yemlerine İlişkin Bulguların Değerlendirilmesi

Çalışmada deneme yemleri arasında nem, ham kül, ham protein, ham yağ ve ham selüloz miktarları bakımından farklılık olduğu ve bu farklılığın balık etine ait besin kompozisyonunu aynı şekilde etkilemediği gözlenmiştir. En yüksek ayçiçeği tohumu küspesi içeren AT<sub>45</sub> yeminin en yüksek ham selüloz, ham yağ ve nem değeri ile en düşük ham kül değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

### 5.2 Sazan Balıklarında Besin Bileşimine İlişkin Bulguların Değerlendirilmesi

Farklı deneme yemleri ile beslenen sazan balıklarında tüm deneme gruplarında ham protein ve ham yağ değeri bakımından istatistik olarak bir fark gözlenmezken, nem, ham kül ve pH değerlerinde deneme grupları arasında gözlenen fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Sazan balığında nem miktarı %72, ham kül %1,5, ham protein %19 ve ham yağ %9 olarak bildirilmiştir (Tülsner 1994). Bu çalışmada deneme gruplarından elde edilen nem miktarı %68,62 ile %63,23 arasında değişmiştir. Nem miktarına ilişkin bu sonuçlar Burel vd. (2000), Olvera – Novoa vd. (2002), Glencross vd. (2004), Tomas vd. (2005) ve Gill vd. (2006)'ın bulguları ile paralellik göstermektedir. Balığın türü, beslenme ve çevre şartları, mevsimsel ve seksüel değişimler gibi farklılıklar kül miktarını etkilemektedir. Çalışmamızda ham kül miktarı deneme gruplarında (K, AT<sub>15</sub>, AT<sub>30</sub>, AT<sub>45</sub>) sırası ile %1,05, %0,99, %1,10 ve %0,99 olarak belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada gökkuşacağı alabalığının kül miktarı %1,74 olarak tespit edilmiştir (Metin 1995). Aoki vd. (1991), mercan balıklarında kül oranının %1,3 - %1,5

arasında değiştiğini saptamışlardır. Bu çalışmada ham kül değerine ilişkin elde edilen sonuçlar araştırıcıların bildirmiş oldukları ile paralellik göstermektedir. Balık etinin protein miktarı farklı türler arasında çok büyük değişimler göstermez, ancak beslenme ve olgunluk gibi koşulların protein miktarı üzerine oldukça büyük bir etkisi vardır (Balogun ve Talabi 1985). Çalışmamızda en yüksek ham protein değeri %18,86 ile AT<sub>15</sub> ile beslenen grupta, en düşük değer ise %18,30 ile AT<sub>30</sub> yemi ile beslenen deneme grubunda tespit edilmiştir. Arslan (1993) aynalı sazan balığında ham protein değerini %15,4 olarak belirlemiştir. Tülsner (1994) ve diğer araştırıcılar tarafından bildirilen veriler ile sonuçlarımız örtüşmektedir. Balıklarda yağ miktarı mevsim, beslenme, cinsel olgunluk ve balığın büyüklüğü gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Bandarra vd. 1997). Bu çalışmada ham yağ miktarı deneme gruplarında sırası ile %9,51, %9,86, %9,47 ve %10,19 olarak bulunmuştur. El- Sebaiy ve Metwalli (1985) kefal balıklarında ham yağ miktarını %7,5 olarak tespit etmişlerdir. Ham yağ miktarına ilişkin bu çalışmadan elde edilen sonuçlar Tülsner (1994) ve Gülyavuz ve nlsayın (1999) bildirişleri ile uyumludur. Genel olarak taze balıkların pH değeri 6,0 – 6,5 arasında değişmekte, tketebilirlik değeri ise 6,8 – 7,0 olarak bildirilmektedir. (Ludorff ve Meyer 1973, Varlık 1992). Bu çalışmadan elde edilen pH değeri K yemi ile beslenen deneme grubunda 6,46, AT<sub>15</sub> ve AT<sub>30</sub> ile beslenen grupta 6,41, AT<sub>45</sub> ile beslenen deneme grubunda ise 6,57 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar araştırıcıların bildirmiş olduğu bulgular ile uygunluk göstermektedir.

#### **5.4 Sazan Balıklarında Büyüme Performansına İlişkin Bulguların Değerlendirilmesi**

Bu çalışmada büyüme parametrelerinden ağırlık kazancı (AK), mutlak büyüme (MB), spesifik büyüme oranı (SBO), yem değerlendirme oranı (YDO), protein değerlendirme oranı (PDO), kondisyon faktörü (KF) ve yaşama oranı (YO) incelenmiştir. Tüm parametrelerde en yüksek değerler K yemi ile beslenen grupta saptanırken, en düşük değerler ise AT<sub>45</sub> ile beslenen deneme grubunda grlmştir. AK, MB, SBO ve PDO deneme gruplarında artan ayçiçeği tohumu kspesti kullanımı ile azalırken, YDO artmıştır. Kondisyon faktörü ve YO oranı balık unu yerine ayçiçeği tohumu kspesti kullanımından etkilenmemiş olup deneme grupları arasında fark görülmemiştir. Olvera - Novoa vd. (2002) tarafından bildirildiği gibi ayçiçeği tohumu kspestinin yüksek oranda selüloz içermesi ve bundan dolayı sindiriminin zor olması büyümede görülen bu azalmanın nedeni olabilir

Bu bulgulara benzer şekilde, Chou vd. (2004), yavru uzun gelincik balıkları ile yaptığı çalışmada balık unu yerine farklı oranlarda soya unu ile beslediği balıklarda AK, YDO ve PDO değerlerinin azaldığını, bundan büyüme ve yem değerlendirmenin olumsuz şekilde etkilendiğini bildirmişlerdir. Sitja – Bobadilla vd. (2005), çipura balıklarında bitki protein kaynakları kullanımının AK değerini azalttığını, SBO'nun değişmeden kaldığını, %50 ve %75 oranında bitki protein kaynakları kullanımının YDO'nı artırırken, %100 oranında kullanımının YDO'nı etkilemediği, ancak yem alımı ve büyümeyi azalttığını tespit etmişlerdir. Yüksek oranda selüloz içeren ayçiçeği keklerinin tilapya balıklarında büyümeyi ve proteinden yararlanabilirliği azalttığı bildirilmiştir (Maina vd. 2002). Gill vd. (2006), Atlantik salmonlarında 84 günlük besleme sonunda ayçiçeği unu ile beslemenin AK, SBO, PDO ve YO gibi parametreleri etkilemediğini tespit etmiştir. Diğer taraftan ekstrude edilmiş acı baklanın bitkisel protein kaynağı olarak %50 oranında balık unu ile ikame edilerek yemlerde kullanılmasının, kalkan balıklarında büyüme performansı ve vücut kompozisyonuna olumsuz bir etkisinin olmadığı belirtilirken (Burel vd. 2000), yemlerde aynı düzeyde kullanılan acı baklanın gökkuşuğu alabalıklarında 42 gün sonunda büyümeyi ve YDO'nı önemli ölçüde azalttığı, ancak yem alımını etkilemediği bildirilmiştir (Glencross vd. 2004).

### **5.5 GSİ, HSI ve FV'ne İlişkin Bulguların Değerlendirilmesi**

Bu çalışmada, GSİ değeri dişi balıklarda deneme başlangıcına göre tüm deneme gruplarında artış göstermiştir. Deneme başlangıcı ile deneme sonunda elde edilen GSİ değerleri arasında görülen fark dişi balıklarda önemli bulunurken, erkek balıklarda önemsiz olarak tespit edilmiştir. Dişi balıklarda deneme başlangıcında %5,57 olan GSİ değeri deneme gruplarında (K, AT<sub>15</sub>, AT<sub>30</sub>, AT<sub>45</sub>) sırası ile %13,87, 12,20, 13,80 ve 13,41 değerine ulaşırken, erkek balıklarda %8,63 başlangıç değeri sırası ile %7,06, 8,36, 8,49 ve 7,23 değerleri arasında dalgalanma göstermiştir. Rinchar d vd. (2002), tilapya balıkları ile yaptıkları çalışmada GSİ değerinin pamuk tohumu küspesi kullanılan yemlerde deneme grupları arasında farklılık oluşturmadığını saptamışlardır. Dabrowski vd. (2000), gökkuşuğu alabalıklarında pamuk tohumu küspesi kullanılan deneme gruplarında erkek balıklarda GSİ değerinde dalgalanmalar gözlemişlerdir.

HSİ değeri tüm deneme gruplarında dişi ve erkek balıklarda deneme başlangıcına göre artış göstermiştir. Dişi balıklarda artan ayçiçeği tohumu küspesi ile HSI değerinin dişi balıklarda azaldığı tespit edilmiştir. Deneme başlangıcında dişi balıklarda %0,18, erkek balıklarda

%0,31 olan HSİ değeri, deneme sonunda K, AT<sub>15</sub>, AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> yemleri ile beslenen gruplarda sırası ile %2,82, 2,63, 1,79 ve 1,66, erkek balıklarda %2,46, 2,03, 2,23 ve 1,69 değerine ulaşmıştır. Sitja – Bobadilla vd. (2005) ıपुरa balıklarında HSİ değerini kontrol grubunda %1,61, %50, 75 ve 100 oranında bitki protein karışımı ilave edilmiş yemler ile beslenen deneme gruplarında ise sırası ile %1,53, 1,35 ve 1,56 olarak tespit etmiştir. Araştırıcılar tarafından bildirilen sonuçlar ile bulgularımız uyum içindedir.

FV erkek balıklarda deneme başlangıcına (%40,89) göre artış göstermiş, %48,45 ile en yüksek değer AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen deneme grubunda belirlenmiştir. Balıklarda verim, tre, cinsiyete, yaşa, üreme mevsimine, beslenme durumuna ve avlandığı sırada mide içeriğine göre değişmektedir. Balıklarda baş ve iç organların büyük olması verimi etkilemektedir. Mezgit, morina, istavrit gibi balıklarda fileto verimi %70'in altındadır (Gülyavuz ve nlsayın 1999). Meriç (2003) mezgit balığında fileto verimini %52,09, palamut balığında ise %76,50 olarak tespit etmiştir. Taze ve tütsülenmiş sazan balıkları ile yapılan çalışmada fileto verimi %51,42 olarak bulunmuştur (Duman ve Dartay 2007). Çalışmadan elde edilen veriler ile araştırıcıların bulguları birbirlerini destekler niteliktedir.

## **5.6 Gen Ekspresyon Analizine İlişkin Bulguların Değerlendirilmesi**

Tse *et al.* (2002) yavru sazan balıklarında beyin ve karaciğerde *IGF-I*'ın salınımının *GH* bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Ancak çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar araştırıcıların bulguları ile uyumlu gözükmemektedir. Kırmızı izgili ıपुरa (*Pagrus auriga*) balığında larval gelişim sırasında farklı dokularda *IGF-I* ve *IGF-II* genlerinin ekspresyon seviyeleri ölçülmüş ve en yüksek *IGF-I* seviyesine karaciğerde rastlanmıştır (Ponce *et al.* 2008). Araştırıcıların bulguları çalışmamızı destekler niteliktedir.

## **5.7 Sazan Balıklarında Donmuş Depolamaya İlişkin Bulguların Değerlendirilmesi**

### **5.7.1 TBA**

Bu çalışmada, deneme gruplarından elde edilen en düşük TBA değeri K yemi ile beslenen balıklarda deneme başlangıcında 4,02 olarak, en yüksek TBA değeri ise AT<sub>45</sub> ile beslenen balıklarda 18,53 mg MA / kg olarak 6 aylık depolama sonucunda belirlenmiştir. TBA değerinin depolamanın ilk 4 ayında oldukça hızlı bir artış gösterdiği ancak depolamanın 5.

ayında tüm deneme gruplarında ani bir şekilde düştüğü ve depolamanın sonunda TBA değerinin tekrar artarak 4. ayda elde edilen değerlere yaklaştığı saptanmıştır. Simeonidou vd. (1997) tarafından TBA değerlerinde görülen bu ani düşüşün malonaldehitin, aminler, nükleik asitler, amino içeren fosfolipidler, proteinler ve lipid oksidasyonunun diğer yan ürünleri olan aldehitler ile interaksiyonundan kaynaklanabileceği belirtilmiştir.

Ciarlo vd. (1985), yaptıkları çalışmada – 30°C ve – 20°C’da 12 ay boyunca depoladıkları berlam balığı örneklerinde TBA değerindeki artışın değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Lipid oksidasyonunun ikincil ürünleri diğer kimyasal ürünlere yıkıldığı için depolama süresince TBA değerlerinde artış ve azalışların gözlenebileceği belirtilmiştir (Melton 1983, Regenstein ve Regenstein 1991). Boran (1991) ve Widjaja vd. (2009) ise artan depolama süresi ile TBA değerinin arttığını bildirmiştir.

Aubourg vd. (2004), -20°C’de dondurarak 12 ay süre ile depoladığı istavrit balığı filetolarında TBA değerinin tüm depolama sürecinde bütün olarak depolanan örneklere göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca bütün olarak depolanan örneklerin raf ömrü 5 ay olarak belirtilirken, fileto halindeki örneklerin raf ömrü yalnızca 1 ay olarak saptanmıştır. Bununla beraber, depolamanın 5. ayından sonra tüm örnek gruplarında TBA değerinde görülen azalma çalışmamızdan elde edilen verileri destekler niteliktedir.

Beyter (2008) gökkuşağı alabalıkları ile yaptığı çalışmada, farklı ticari yemler ile beslediği ve 6 ay süre ile depoladığı örneklerde TBA değerinin depolama süresi artış gösterdiğini ve depolamanın 4. ayında en yüksek değere ulaştığını ancak, depolamanın 5. ayında TBA değerlerinde düşüş eğilimi görüldüğünü belirtmiştir.

Meriç (2003) palamut ve mezigit balıkları ile yaptığı çalışmada, 10 ay süresince - 18°C’de dondurarak depoladığı örneklerde TBA değerini depolama başlangıcında sırası ile 5,03 ve 1,24 mg MA / kg olarak tespit etmiştir. Depolama süresi sonunda bu değerlerin sırası ile 15,27 ve 4,38 mg MA / kg değerlerine ulaştığı ve mezigit balığı için tüketim sınırları içinde bulunan TBA değerinin palamut balığında tüketim sınırını aştığı bildirilmiştir.

TBA değerinin dondurulmuş balığın kalitesinin saptanmasında iyi bir gösterge olduğu Tarladgis vd. (1960) ve Varelziz vd. (1988) tarafından vurgulanmıştır. Bu çalışmada balık yemlerinde balık unu yerine farklı oranlarda ayçiçeği tohumu küspesi kullanımının TBA

değerleri açısından deneme grupları arasında sadece depolamanın 2. ayında önemli bir farklılık oluşturduğu saptanmıştır.

### 5.7.2 TVB – N

Çalışmada, TVB – N değerinin tüm deneme gruplarında depolama başlangıcından hemen sonra 1. ayda hızlı bir şekilde arttığı ve bu artışın tüm depolama süresi boyunca devam ettiği belirlenmiştir. K, AT<sub>15</sub>, AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> yemleri ile beslenen balıklarda depolama başlangıcında sırası ile 13,53, 13,07, 12,37 ve 12,60 mg / 100 g olan TVB – N değeri 6 aylık depolama sonunda 27,53, 26,60, 27,07 ve 27,07 mg / 100 g değerine ulaşmıştır.

TVB – N değeri, bakteriyel bozulma ile bağlantılı olarak artması nedeniyle iyi bir kalite indeksi olarak görülmektedir (Simeonidou vd. 1997). TVB - N nin en taze balıkta bile bir miktar olduğu bilinmektedir. Dondurarak depolanan farklı balık türleriyle yapılan çalışmalarda, TVB - N değerinin balık türlerinin karakteristiğine bağlı olarak başlangıçta da yüksek olabileceği ve depolama esnasında bozulmanın florası ve deneme metotlarına bağlı olarak da değişebileceği belirtilmektedir (Rehbein ve Oehlenschöger 1982).

Baygar vd. (2004), hamsi ve çinekop balıklarında farklı çözündürme işlemleri sonucu TVB – N değerini buzdolabı koşullarında çözündürülen örneklerde sırası ile 34,60 ve 32,18 mg /100 g, mikrodalga koşullarında çözündürülen örneklerde 34,89 ve 27,35 mg / 100 g ve su içerisinde çözündürülen örneklerde 30,18 ve 20,23 mg / 100 g olarak tespit etmiştir. Bu örneklerle ait başlangıç değerleri hamsi balıklarında 21,88 mg / 100 g, çinekop balıklarında ise 17,70 mg / 100 g olarak saptanmıştır.

Dulkaroğlu (1994), soğukta depolamış olduğu istavrit balıkları için TVB - N değerini 9 günlük depolamanın başlangıcında 6,9 mg / 100 g balık olarak belirtmiş, daha sonra bu değer giderek yükseldiğini ve deneme sonunda 61,3 mg / 100 g değerine ulaştığını belirtmiştir. Palamut balıkları ile yapılan bir çalışmada depolamanın 3. günü ile 6. günü arasında TVB - N değerinin hızla arttığı ve 6. günde 120 mg / 100 g değerinin üzerine çıktığı görülmüştür (Mutluer 1978). Benzer şekilde, farklı ticari yemler ile beslenen ve 6 ay süre ile depolanan gökkuşacağı alabalıklarında da depolama süresinin TVB – N değerlerine etkili olduğu ve depolama sürecinin sonuna kadar TVB – N değerlerinde artış olduğu bildirilmiştir (Beyter 2008).

Çaklı vd. (1997), yaptıkları çalışmada TVB - N değerlerinde düzensiz değişimler saptamışlardır. Başlangıçta 16,8 mg / 100 g olan TVB - N değerinin, 4. günde 14,9 mg / 100 g değerine düştüğünü, 7. günde biraz yükselerek 17,7 mg /100 g'a, 30. günde tekrar 14,0 mg / 100 g'a düştüğünü ve 62. günde 21,00 değerine ve 140. günde ise biraz daha düşerek 19,6 mg / 100 g değerine ulaştığını bildirmişlerdir. Nunes vd. (1992), buzda depoladıkları sardalya balıkları ile yaptıkları araştırmada, TVB - N değerlerindeki bu düzensiz değişimlerin çözünemeyen volatil elemanların elimine edilmesi yüzünden olabileceğini bildirmiştir. Araştırmamızda TVB – N değerinde genel bir artışla beraber bazı düzensiz değişimlerinde görülmesi benzer bir nedene bağlanabilir.

Genel olarak 25 mg / 100g balık TVB- N içeren örnekler "çok iyi", 30 mg / 100g balık TVB - N içerenler "iyi", 35 mg / 100g balık TVB - N içerenler "pazarlanabilir" ve 35 mg / 100g balıktan fazla TVB - N içerenler ise "bozulmuş" olarak nitelendirilmektedir (Ludorff ve Meyer 1973, Schormuller 1968). Bu bağlamda, 6 aylık depolama süresi sonunda tüm deneme gruplarına ait TVB – N değerlerinin tüketim sınır değerleri içinde bulunduğu hatta "İYİ" kalitede örnek olarak nitelendirilebileceği ve balık yemlerinde balık unu yerine farklı oranlarda ayçiçeği tohumu küspesi kullanımının TVB – N değerleri açısından deneme grupları arasında önemli bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir.

### **5.7.3 SYA**

Bu çalışmada, SYA değerinin 6 aylık depolama süresi boyunca tüm deneme gruplarında arttığı, ancak depolamanın 4. ayından itibaren SYA değerindeki bu artışın hızlandığı saptanmıştır. Depolama başlangıcında K yemi ile beslenen grupta %0,89 olan SYA değeri %5,53 değerine, AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen deneme grubunda %1,84'den %6,54'e, AT<sub>30</sub> ile beslenen grupta %2,03'den %6,33'e ve AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen grupta %1,72 değerinden %3,96 değerine ulaştığı belirlenmiştir. Fazal ve Srikar (1987) dondurulmuş depolama boyunca SYA değerinde görülen artışın, tüm balık türlerinde lipidlerin hidrolizinin bir göstergesi olabileceğini bildirmişlerdir.

Ohshima vd. (1984), orkinos balığı ile yaptıkları çalışmalarında, SYA'lerinin indijenöz lipolitik enzimatik sistem yoluyla toplam lipidden ayrıldığını ve fosfolipaz aktiviteye neden olan lipidlerin hidrolizine katıldığını belirtmişlerdir. Srikar ve Hiremath (1972), - 20°C'da

112 gün boyunca depoladıkları sardalya balığında SYA miktarının başlangıç değeri olan %1,4'den %4,4'e yükseldiğini bildirmişlerdir. Bu araştırmacıların tespit ettiği değerler ile çalışmamızda elde ettiğimiz değerler uyumlu gözükmektedir. Sarvadeva ve Srikar (1982) serbest yağ asitlerinin fosfolipidlerden nötral lipidlere doğru salındığını belirtmişlerdir. Yine Srikar vd. (1989), yaptıkları başka bir çalışmada depolama boyunca fosfolipidlerde hızlı bir azalma meydana geldiğini, bu azalmaya fosfolipaz aktivitesi sonucu ortaya çıkan serbest yağ asitlerinin neden olduğunu ve SYA değerinin %1,6 (oleik asit)'dan %11,4 (oleik asit)'e kadar çıktığını saptamışlardır.

Kundakçı (1979) serbest yağ asitleri oranının 18 aylık depolama sonucunda kefalde %11,58, sazanda ise %19,04 olduğunu bildirmiştir. SYA değerinin yağların oksidasyonu ve proteinlerin denatürasyonu üzerine oldukça büyük etkisi olduğu Aubourg vd. (2004) tarafından belirtilmiştir. Ayrıca, düşük depolama sıcaklıklarının yağların hidrolizinin gelişimini önleyici etkisi olduğu ve - 80°C'de istavrit balıklarından elde edilen SYA değerlerinin -20°C'de belirlenene göre daha düşük olduğu bildirilmiştir.

Bimbo (1998), SYA değeri için kabul edilebilirlik üst sınırını %5 olarak önermiştir. Bu açıdan çalışmamızda K, AT<sub>15</sub> ve AT<sub>30</sub> yemleri ile beslenen gruplardan 6 aylık depolama sonunda elde edilen değerler üst sınırlardadır. Diğer taraftan en düşük SYA değerleri AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen deneme grubunda saptanmıştır ve depolama sonunda %3,96 değeri ile kabul edilebilir düzeydedir. Ayrıca, depolama başlangıcı ve 5. ayda balık unu yerine farklı oranlarda ayçiçeği tohumu küspesi kullanımının SYA değeri açısından deneme gruplarında önemli bir farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir. AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen grupta SYA değerinde artışa neden olmaması, ayçiçek tohumu küspesi ile beslemenin SYA'yı olumsuz yönde etkilemediğini göstermektedir.

#### **5.7.4 Yağ asitleri dağılımı**

Çalışmada, DHA ve EPA yağ asitlerinde K, AT<sub>15</sub> ve AT<sub>45</sub> yemleri ile beslenen deneme gruplarında depolamanın 4. ayında bir azalma tespit edilmiştir. Bu azalma depolamanın 4. ayında lipolizin meydana gelmesi ile açıklanabilir (Polvi vd. 1991). Benzer türde bir azalma AT<sub>30</sub> yemi ile beslenen deneme grubunda depolamanın 5. ayında belirlenmiştir. Donmuş depolama süresince AT<sub>15</sub> ve AT<sub>30</sub> yemleri ile beslenen deneme gruplarının ÇDYA açısından daha düşük değerlere sahip olduğu gözlenmiştir.

DYA içinde palmitik asit (C16 : 0) en dikkat çeken yağ asitidir ve en yüksek değer K yemi ile beslenen deneme grubunda tespit edilmiştir. Bu durum K yeminde oransal olarak diğer deneme yemlerine göre daha fazla bulunan balık ununun ayçiçeği tohumu küspesine göre palmitik asit yönünden daha zengin olmasından kaynaklanmaktadır (Maina vd. 2003). TDYA içinde en yüksek değer depolama başlangıcında ve depolama sonunda AT<sub>30</sub> ile beslenen deneme grubunda oleik asite (C18 : 1n9) aittir. ÇDYA incelendiğinde benzer şekilde en yüksek değer AT<sub>30</sub> yemi ile beslenen grupta linoleik asite ait olduğu görülmektedir. Castro vd. (2007) ve Maina vd. (2003) yaptıkları çalışmalarda balık etinde en çok ve yüksek oranda tespit edilen yağ asitlerinin palmitik, oleik ve linoleik asit olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacıların bulguları ile çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçların örtüştüğü görülmektedir. AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen deneme grubunda ÇDYA değerlerinin diğer gruplara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni ayçiçeği bitkisinin ÇDYA içinde en yüksek orana sahip olan linoleik asit yönünden zengin olmasıdır (Eken 2004). Omega – 3 / omega – 6 oranı K ve AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen balıklarda diğer gruplara göre hem depolama başlangıcında hemde depolama sonunda daha yüksek bulunmuştur. ÇDYA / DYA oranının ise AT<sub>30</sub> ve AT<sub>45</sub> ile beslenen gruplarda daha yüksek olduğu gözlenmiştir. TDYA / DYA oranı en yüksek AT<sub>30</sub> yemi ile beslenen grupta saptanmıştır. AT<sub>45</sub> ile beslenen deneme grubuna ait omega – 6 değerinin diğer deneme gruplarına göre daha yüksek olmasının ayçiçeği tohumu küspesinin omega – 6 yönünden zengin olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Turchini vd. (2003), alabalıklarla yaptığı çalışmada balık yem içeriği ile DYA, TDYA, ÇDYA ve omega -3 / omega – 6 oranının pozitif doğrusal korelasyon gösterdiğini belirtmiştir. Osman vd. (2001), 10 farklı balık türünde bulunan yağ asitleri dağılımını incelediği çalışmada DYA değerini %3,63 ile %16,3 arasında, TDYA değerini %3,25 ile %11,4 arasında, ÇDYA değerinin ise %56,8 ile %91,5 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Farklı ticari yemler ile beslenen alabalıklarda yemlere ait doymuş yağ asiti içeriği ile balıklarda tespit edilen doymuş yağ asiti değerleri arasında korelasyon olduğu belirtilmiştir (Beyter 2008).

Puchata vd. (2005), sazan balıklarında ÇDYA içeriğinin donmuş depolama koşullarından etkilenip azaldığını, doymuş yağ asitleri (%0,37 ile %0,41) ve tekli doymamış yağ asitleri (%0,77 ile %1,00) içeriğinde ise donmuş depolamanın önemli bir değişim meydana getirmediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar ÇDYA'nin içerdiği çift bağlar nedeni ile daha çabuk okside olduğunu vurgulamışlardır. Beltran ve Moral (1990), sardalya balığı ile

yaptıkları çalışmada -18°C’de 180 gün süre ile depolanan örneklerin EPA ve DHA değerlerinde azalma tespit etmişlerdir. Araştırcılara göre yağ asitlerinin oranı azalırken oksidasyon oranı artmaktadır. Çalışmamızda donmuş depolama süresince yağlarda oksidasyon ve hidrolizin gerçekleştiği TBA ve SYA analizleri ile belirlenmiştir. Ancak sazan balıklarında deneme gruplarına ait yağ asiti dağılımında oksidasyonu işaret edecek düzeyde farklılıklar oluşmamıştır. Benzer şekilde, Castro vd. (2007), sazan balıklarında donmuş depolamaya bağlı olarak yağ asitleri kompozisyonunda büyük değişimlerin gözlenmediğini bildirmişlerdir.

### **5.7.5 Aterojenik indeks (Aİ) ve trombojenik indeks (Tİ)**

Bu çalışmada, deneme gruplarına ait en iyi Aİ değeri depolamanın başlangıcında ve sonunda AT<sub>45</sub> yemi ile beslenen deneme grubunda 0,33 değeri ile tespit edilmiştir. Benzer şekilde depolama başlangıcında ve depolama sonunda Tİ’ye ait en iyi değer yine AT<sub>45</sub> ile beslenen grupta 0,28 olarak belirlenmiştir.

Perez – Llamas vd. (1998), protein kaynağı olarak tanımlanan 10 adet besinde (domuz, tavşan, kuzu, hindi, ton, sardalya, izmarit ve berlam balığı) yağların kalitesini DYA /ÇDYA oranı ile Aİ ve Tİ değerlerini inceleyerek belirlemişlerdir. Domuz, hindi ve tavuk etinin Aİ değeri balıkların ise Tİ değeri diğer türlere göre daha düşük bulunmuştur. Deniz ve kültür koşullarında yetiştirilen *Pagrus pagrus* balıklarında Aİ değeri sırası ile 0,4 ve 0,5, Tİ değeri ise her iki yetiştiricilik tipinde de 0,2 olarak saptanmıştır. Yapılan çalışmalardan elde edilen değerler ile bulgularımız paralellik göstermektedir. Aİ ve Tİ değerlerinin düşük düzeyde olması balıkların insan tüketimi açısından uygunluğunu göstermiştir (Rueda vd. 1997). Çalışmamızdan elde edilen düşük Aİ ve Tİ değerleri sazan balıklarının beslenmesinde %45 oranında ayçiçeği tohumu küspesi kullanımının Aİ ve Tİ değerleri üzerine pozitif bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

### **5.7.6 Sarkoplazmik ve miyofibriller protein fraksiyonlarına ilişkin bulgular**

Sarkoplazmik protein fraksiyonlarında donmuş depolama uygulanması sonucu depolamanın 3. ayından itibaren proteinlerdeki degradasyona bağlı olarak parçalanma ürünü olan bantlar gözlenmiş, depolamanın sonunda moleküler ağırlığı yüksek olan proteinlerinde degrade olduğu tespit edilmiştir. Miyofibriller protein fraksiyonlarında da sarkoplazmik proteinlerde

olduğu gibi depolamanın sonunda parçalanma ürünleri gözlenmiştir. Çalışmamızda özellikle miyofibriler proteinlerde çözünme daha az gerçekleşmiştir. Bunun nedeni Benjakul ve Bauer (2000) tarafından belirtildiği gibi kontraktıl proteinler içerisinde miyozin ağır zinciri, tropomiyozin, troponin I ve C gibi miyofibriler proteinlerin en fazla denatürasyona uğrayan protein olmasından kaynaklanabilir.

Dondurarak depolama sırasında meydana gelen protein denatürasyonunun protein çözünürlüğünü azalttığı ve bunun nedeninin disülfıt bağlar ve protein molekülleri arasındaki iyonik interaksiyonlar olduğu kadar intermoleküler hidrojen veya hidrofobik bağlarla da oluşabileceği belirtilmektedir (Matsumoto 1980, Baddi ve Howell 2002).

Taze balık kas dokusunda proteinlerin tamamı tuzlu suda çözünebilir fraksiyonlardır, donmuş kas dokusunda sadece %17 oranında protein çözünürken %83 oranında protein çözünmeden kalır. Bu miyofibriller proteinlerin yüksek oranda denatüre olduğunun göstergesidir (Alvarez vd. 1999). Tokur ve Kandemir (2008) tarafından bildirildiğine göre alabalık ve sardalya balıklarında dondurma ve çözündürme işlemleri miyofibriller proteinlerin miktarında azalmaya neden olmuştur. Diğer taraftan farklı ticari yemler ile beslenen gökkuşadı alabalıklarında donmuş depolama öncesinde ve sonrasında sarkoplazmik ve miyofibriler proteinlerde bir farklılık oluşmadığı bildirilmiştir. Bunun nedeni olarak, proteinlerin alabalıklar analize alınmadan önce denatüre olması ile ifade edilmektedir (Beyter 2008). Jiang vd. (1987), donmuş depolama sırasında protein moleküllerinin – C=O ve – N – H grupları ile olan hidrofobik interaksiyonlarının proteinlerin denatürasyonuna ve çökmesine neden olabileceğini ve bununla protein çözünürlüğünü ve Ca – ATPase aktivitesini azaltabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca, proteinlerin fonksiyonel gruplarının ÇDYA'nin oksidasyon ürünleri ile olan reaksiyonlarında çökme ve karşı – bağlanma olabileceği belirtilmektedir (Saeed ve Howell 2002).

Elde edilen veriler incelendiğinde, balık yemlerinde balık unu yerine farklı oranlarda ayçiçeği tohumu küspesi kullanımının sarkoplazmik ve miyofibriler protein derişimlerinde ve fraksiyonlarında önemli bir değişim gerçekleştirmediği ancak donmuş depolamanın protein fraksiyonları üzerine özellikle proteinlerin denatürasyonuna etkisi olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak bu araştırmada;

- Deneme yemlerine ait besin kompozisyonunda farklılıklar görüldüğü, ancak bu farklılıkların sazan balığına ait besin kompozisyonu değerlerine aynı şekilde yansımadağı,
- Deneme balıklarına ait besin ögesi bileşiminde farklı deneme yemleri ile beslemenin ham protein ve ham yağ değerleri dışındaki tüm parametrelere etkili olduğı,
- Büyüme parametrelerinin yemlerde artan ayçiçeğı tohumu küspesi ilavesinden olumsuz olarak etkilendiğı,
- Farklı deneme yemleri ile beslemenin GSİ, HSI ve FV'ne ait değerler üzerine etkili olmadığı,
- IGF-I geninin tüm deneme gruplarında ve her iki dokuda da yüksek oranda eksprese edildiğı, diğere taraftan GH ait genin sadece beyin dokusunda ve çok az sayıda eksprese edildiğı ve tanen miktarındaki artışın ekspresyon seviyelerini etkilemediğı,
- TBA, TVB – N ve SYA değerlerinin beklenildiğı üzere artan depolama süresi ile artış gösterdiğı, TBA ve SYA değerlerinin tüketim üst sınırlarını aştığı,
- Farklı deneme yemleri ile beslemenin ve donmuş depolamanın TBA ve SYA analizleri ile yağların oksidasyonu ve hidrolizi tespit edilmiş olsa bile yağ asitleri dağılımı açısından önemli bir farklılık yaratmadığı,
- Donmuş depolamanın sarkoplazmik ve miyofibriler protein fraksiyonunda özellikle proteinlerin degradasyonuna etkili olduğı,
- Deneme gruplarından elde edilen aterojenik ve trombojenik indeks değerleri ele alındığında, deneme yemleri ile beslenen sazan balığı filetolarının tüketim açısından insan sağığına uygun olduğı,

Balık yemlerine balık unu yerine değışen oranlarda ayçiçeğı tohumu küspesi ilave edilmesi, bu yemler ile beslenen sazan balıklarına ait pek çok fizyolojik ve kimyasal parametrede arzu edilen değerlere ulaşmamızı sağılayamamıştır. Ancak, AT<sub>15</sub> yemi ile beslenen deneme grubundan elde edilen değerler kontrol grubu ile karşılaştırıldığında birbirine yakın değerlerin elde edildiğı görülmüştür. Bu bağlamda ayçiçeğı tohumu küspesinin balık yemlerine ilave oranının %15 oranı ile sınırlandırılmasının balığın optimum gelişimini destekler nitelikte olduğı belirlenmiştir.

## 6. KAYNAKLAR

- Ackman, R. G. 1989. Nutritional Composition of Fats in Seafoods. *Progress in Food and Nutrition Science*, 13; 161 – 241.
- Abel, H. J., Becker, K., Meske, C. H. R. and Friedrich, W. 1984. Possibilities of Using Heat – Treated Full – Fat Soybeans in Carp Feeding. *Aquaculture*, 42; 97 – 108.
- Akyurt, İ. 1993. Balık Besleme. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, s. 219, Erzurum.
- Alvarez, C., Huidobro, A., Tejada, M., Vasquez, I., Miguel, E. D. and Segura, I. A. G. 1999. Consequences of Frozen Storage for Nutritional Value of Hake. *Journal of Food Science and Technology International*, 5 (6); 493 – 499.
- Anonim. 1989. Su Ürünleri ve Su Ürünleri Sanayi, VI. Beşyillik Kalkınma Planı ÖİK Raporu. DPT Yayın No: 2184, s. 210, Ankara.
- Anonim. 2009a. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı, <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim Tarihi: 01.10.2009.
- Anonim. 2009b. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri İstatistikleri Veri Tabanı, <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim Tarihi: 01.10.2009.
- Anonymous. 1987. Standart Methods for Analysis of Oils, Fats and Derivatives, International Union of Pure and Applied Chemistry, 7<sup>th</sup> Edition, Blackwell Scientific Publications, IUPAC Method 2, p. 301.
- Anonymous. 2001. Omega - 3 Fatty Acids in the Treatment of Depression. *Harvard Mental Health Letter*. Oct., 18 (4).
- Anonymous. 2009a. FAOSTAT, <http://www.faostat.fao.org>. Erişim Tarihi: 01.10.2009.
- Anonymous. 2009b. FAOSTAT, <http://www.faostat.fao.org>. Erişim Tarihi: 01.10.2009.
- AOAC Int. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists 16<sup>th</sup> Edition, Kenneth Arlington, Virginia, USA.
- Aoki, T., Takada, K. and Kunisaki, N. 1991. On the Study of Proximate Composition, Mineral, Fatty Acid, Free Amino Acid, Muscle Hardness and Color Difference of Six Species of Wild and Culture Fishes. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57 (10); 1927 - 1934.
- Arslan, A. 1993. Keban Baraj Gölü Aynalı Sazanlarının Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kaliteleri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 17; 251 – 259.
- Atay, D., Timur, M., Erdem, M. ve Sarıtaş, M. Ü. 1979. Balık Rasyonlarında Balık Unu Yerine Ayçiçeği ve Pamuk Tohumu Küspeleri Kullanılmasının Balıkların Kimyasal ve

- Histopatolojik Yapılarına Etkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, 29; 690 - 707.
- Atay, D. ve Çelikkale, M. S. 1983. Sazan Üretim Tekniği. San Matbaası, s. 185, Ankara.
- Atay, D., Korkmaz, A. Ş., Pulatsü, S., Yıldız, H. ve Rad, F. 1995. Su Ürünleri Tüketim Projeksiyonları ve Üretim Hedefleri. Türkiye Ziraat Mühendisliği 4. Teknik Kongresi, 9 – 13 Ocak, 809 – 823, Ankara.
- Aubourg, S., Pineiro, C. and Gonzales, M. J. 2004. Quality Loss Related to Rancidity Development During Frozen Storage of Horse Mackerel (*Trachurus trachurus*). Journal of American Oil Chemists, 81 (7); 671 – 678.
- Aydın, F., Köksal, G., Demir, N., Bekcan, S., Kırkağaç, M., Gözgözoğlu, E., Erbaş, S., Deniz, H., Matlaş, Ö ve Arpa, H. 2005. Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Politikaları. Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongresi, 3 - 7 Ocak, 791 - 803, Ankara.
- Badii, F. and Howell, N. K. 2002. A Comparison of Biochemical Changes in Cod (*Gadus morhua*) and Haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) Fillets During Frozen Storage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82 (1); 87 – 97.
- Balogun, A. M. and Talabi, S. O. 1985. Proximate Analysis of the Flesh and Anatomical Weight Composition of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*). Food Chemistry, 17; 117 – 123.
- Bandarra, N. M., Batista, I., Nunes, M. L., Empis, J. M. and Christie, W. W. 1997. Seasonal Changes in Lipid Composition of Sardine (*Sardina pilchardus*). Journal of Food Science, 62 (1); 40 – 41.
- Baron, C. P., Kjaersgard, I. V. H., Jessen, F. and Jacobsen, C. 2007. Protein and Lipid Oxidation During Frozen Storage of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Agricultural Food Chemistry, 55; 8118 – 8125.
- Baygar, T., Özden, Ö. ve Üçok, D. 2004. Dondurma ve Çözündürme İşleminin Balık Kalitesi Üzerine Etkisi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 28; 173 – 178.
- Becker, K. and Makkar, H. P. S. 1998. Effect of Phorbol Esters in Carp (*Cyprinus carpio* L.). Veterinary and Human Toxicology, 40 (2); 82 – 86.
- Belitz, H. D. and Grosch, W. 1982. W. Lehrbuch Der Lebensmittelchemie, Springer – Verlag, Berlin.
- Beltran, A. and Moral, A. 1990. Gas Chromatographic Estimation of Oxidative Deterioration in Sardina During Frozen Storage. Lebensmittel – Wissenschaft und Technologie, 23; 499 – 504.

- Benjakul, S. and Bauer, F. 2000. Physicochemical and Enzymatic Changes of Cod Muscle Proteins Subjected to Different Freeze  $\pm$  Thaw Cycles. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80; 1143 – 1150.
- Beyter, N. 2008. Farklı Ticari Yemlerle Beslemenin Gökkuşığı Alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) Büyüme Performansına, Balık Eti Bileşimine ve Yağ Asitleri Profiline Etkisi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Bimbo, A. P. 1998. Bimbo, Guidelines for Characterizing Food – Grade Fish Oils. *Inform*, 9 (5).
- Bligh, E. G. and Dyer, W. J. 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37; 911 - 913.
- Boran, M. 1991. Farklı İşlem Uygulanarak Dondurulan Hamsilerde Muhafaza Süresince Oluşan Kalite Değişiklikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek lisans tezi (basılmamış). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Burel, C., Boujard, T., Kaushik, S. J., Boeuf, G., Van Der Geyten, S., Mol, K. A., Kühn, E. R., Quinsac, A., Krouti, M. and Ribaillier, D. 2000. Potential of Plant – Protein Sources as Fish Meal Substitutes in Diets for Turbot (*Psetta maxima*): Growth, Nutrient Utilisation and Thyroid Status. *Aquaculture*, 188; 363 – 382.
- Candoğan, K. 2000. Bacterial Starter Cultures, Aging and Fermentation Effects on Some Characteristics of Fermented Beef Sausages. Thesis of Doctor of Philosophy of Food Technology, Clemson University, USA.
- Candoğan, K. and Kolsarıcı, N. 2003. Storage Ability of Low – Fat Beef Frankfurters Formulated with Carrageenan or Carrageenan with Pectin. *Meat Science*, 64 (2); 207 – 214.
- Careche, M. and Li – Chan, E. C. Y. 1997. Structural Changes in Cod Myosin After Modification with Formaldehyde or Frozen Storage. *Journal of Food Science*, 62 (4); 717 – 723.
- Castro, F. A. F., Sant’Ana, H. M. P., Campos, F. M., Costa, N. M. B., Silva, M. T. C., Salaro, A. L. and Franceschini, C. C. 2007. Fatty Acid Composition of Three Freshwater Fishes Under Different Storage and Cooking Processes. *Food Chemistry*, 103; 1080 – 1090.
- Cemeroğlu, B. 1986. Soğuk Depo Koşulları ve Bunların Sağlanması. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayını*, 6; 94 – 110.

- Chou, R. L., Her, B. Y., Su, M. S., Hwang, G., Wu, Y. H. and Chen, H. Y. 2004. Substituting Fish Meal with Soybean Meal in Diets of Juvenile Cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 229; 325 - 333.
- Ciarlo, A. S., Boeri, R. L. and Giannini, D. H. 1985. Storage Life of Frozen Blocks of Patagonian Hake (*Merluccius hubbsi*) Filleted and Minced. *Journal of Food Science*, 50; 723 – 726.
- Connel, J. J. 1969. Changes in the Eating Quality of Frozen Stored Cod and Associated Chemical and Physical Changes. *Freezing and Iridiation of Fish*. Fishing News (Books), FAO, 323 – 336.
- Cunquer, J. A. 2000. Fatty Acid Analysis of Blood Plazma of Patient with Alzheimer's Disease, Other Type of Dementia, and Cognitive Impairment. *Lipids*, 35; 1305 - 1311.
- Çaklı, Ş., Tokur, B., Çelik, U. ve Taşkaya, L. 1997. No - Frost Koşullarda Depolanan Sardalya Balıklarının (*Sardina pilchardus*) Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Değerlendirilmesi. Akdeniz Balıkçılık Kongresi, 11 Nisan, 733 - 740, İzmir.
- Çaklı, Ş. 2008. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ege Üniversitesi Yayınları, Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No: 77, s. 513, Bornova, İzmir.
- Çelikkale, M. S. 1994. İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Cilt 2, s. 460, Trabzon.
- Çelikkale, M. S., Düzgüneş, E. ve Okumuş, İ. 1999. Türkiye Su Ürünleri Sektörü – Potansiyeli, Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 1992 – 2, s. 414, İstanbul.
- Dabrowski, K., Rinchard, J., Lee, K. J., Blom, J. H., Ciereszko, A. and Ottobre, J. 2000. Effects of Diets Containing Gossypol on Reproductive Capacity of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Biology of Reproduction*, 62; 227 – 234.
- De Silva, S. S. and Anderson, A. T. 1995. *Fish Nutrition in Aquaculture*. St. Edmundsbury Press, p. 319, Great Britain.
- Dönmez, M. ve Tatar, O. 2001. Fileto ve Bütün Olarak Dondurulmuş Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss W.*) Muhafazası Süresince Yağ Asitleri Bileşimlerindeki Değişmelerin Araştırılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18; 125 - 134.
- Dulkaroğlu, H. 1994. İstavritlerin Sarma Ambalajı ile Soğukta Depolanması. T. C. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Duman, E., Sağlam, N. ve Özdemir, Y. 2007. Su Ürünleri Kaynaklarımıza Genel Bakış. *Türktarım*, Kasım – Aralık, 178; 12 – 21.

- Duman, M. ve Dartay, M. 2007. Sıcak Tütsülenmiş Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L. 1758) Filetolarının Et Verimi ve Kimyasal Kompozisyonundaki Değişimler. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 189 – 190.
- Effenberger, G., Hartung, F. and Ermert, W. 1985. Verpackung von Tiefgefrorenem Fleisch. Die Fleischerei, 5; 386 – 387.
- Eken, H. 2004. Ayçiçeği. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü T. E. A. E – Bakış, 5 (11); 1 – 4.
- El – Sebaiy, L. A. and Metwalli, S. M. 1985. Changes in Some Chemical Characteristics and Lipid Composition of Salted Fermented Bouri Fish Muscle (*Mugil cephalus*). Food Chemistry, 31; 41 – 50.
- Erdem, M. 1978. Ayçiçeği Tohumu Küspesinin Sazan Rasyonlarında Balık Unu Yerine Kullanılma Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, 28; 133 - 149.
- Erfanullah Jafri, A. K. 1998. Evaluation of Digestibility Coefficients of Some Carbohydrate – Rich Feedstuffs for Indian Major Carp Fingerlings. Aquaculture Research, 29; 511 – 519.
- Fazal, A. A. and Srikar, L. N. 1987. Changes in Flesh Lipids of Seer Fish During Frozen Storage. Journal of Food Science and Technology, 24 (6); 303 – 305.
- Fennema, O. R. 1976. Principles of Food Science. Part I. Food Chemistry, Marcel Dekker, Inc., p. 792, New York and Basel.
- Fennema, O. R. 1996. Food Chemistry, (Ed. Fennema, O.R.), 254 - 257, University of Wisconsin, New York.
- Fessenden, R. J. and Fessenden, J. S. 1990. Organic Chemistry. Brooks / Cole Publishing Company, p. 1226, United States of America.
- Francis, G., Makkar, H. P. S. and Becker, K. 2001. Antinutritional Factors Present in Plant - Derived Alternate Fish Feed Ingredients and Their Effects in Fish. Aquaculture, 199; 197 - 227.
- French, J. S., Kramer, D. E. and Kennish, J. M. 1988. Protein Hydrolysis in Coho and Sockeye Salmon During Partially Frozen Storage. Journal of Food Science, 53; 1014 – 17.
- Geirsdottir, M., Hlynisdottir, H., Thorkelsson, G. and Sigugisladdottir, S. 2007. Solubility and Viscosity of Herring (*Clupea harengus*) Proteins as Affected By Freezing and Frozen Storage. Journal of Food Chemistry and Toxicology, 72 (7); 376 – 380.

- Gill, N., Higgs, D.A., Skura, B. J., Rowshandeli, M., Dosanjh, B., Mann, J. and Gannam, A. L. 2006. Nutritive Value of Partially Dehulled and Extruded Sunflower Meal for Post-smolt Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in Sea Water. *Aquaculture Research*, 37; 1348 - 1359.
- Glencross, B. and Hawkins, W. 2004. A Comparison of the Digestibility of Lupin (*Lupinus sp.*) Kernel Meals as Dietary Protein Resources When Fed to Either, Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* or Red Seabream, *Pagrus auratus*. *Aquaculture Nutrition*, 10; 65 – 73.
- Glencross, B., Evans, D., Hawkins, W. and Jones, B. 2004. Evaluation of Dietary Inclusion of Yellow Lupin (*Lupinus luteus*) Kernel Meal on the Growth, Feed Utilisation and Tissue Histology of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 235; 411 – 422.
- Gordon, D. T. and Ratliff, V. 1992. The Implications of Omega - 3 Fatty Acids in Human Health. *Advances in Seafood Biochemistry Composition and Quality*, (Ed. G. L. Flick), p. 406.
- Gorga, C. 1998. A New Selected Comments on Lipids. *Quality Assurance of Seafood Appendix 1*, p. 245.
- Göğüş, A. K. ve Kolsarıcı, N. 1992. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1243, Ders Kitabı: 358, s. 260, Ankara.
- Grau, R. 1969. Fleisch und Fleischwaren. Band 7. In: Ed. Schormuller, J., Melchor, H., Verlag Paul Bary, 38 – 41, Berlin und Hamburg.
- Gray, J. I. 1978. Measurement of Lipid Oxidation: A Review. *Journal of American Oil Chemists Society*, 55; 539 – 545.
- Gruenwald, J., Graubaum, H. J. and Harde, A. 2002. Effect of Cod Liver Oil on Symptoms of Rheumatoid Arthritis. *Advances in Theraphy*, 19; 101 - 107.
- Gülyavuz, H. ve Ünlüsayın, M. 1999. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, s. 366, Isparta.
- Halver, J. E. 1972. *Fish Nutrition*. Academic Press, p. 699, Florida, USA.
- Hamm, R., Gottesmann, P. and Kijowski, J. 1982. Einfrieren und Auftauen von Fleisch: Einflüsse auf Muskelgewebe und Tausaftbildung. *Fleischwirtschaft*, 62 (8); 983 – 989.
- Hardman, W. E. 2004. (n - 3) Fatty Acids and Cancer Therapy. *Journal of Nutrition*, 34 (12); 3427 - 3430.

- Hasan, M. R., Macintosh, D. J. and Jauncey, K. 1997. Evaluation of Some Plant Ingredients as Dietary Protein Sources for Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) Fry. *Aquaculture*, 151; 55 – 70.
- Herrmann, K. 1970. Tiefgefrorene Lebensmittel. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- Higgs, D. A., Dosanjh, B. H., Prenderast, A. F., Beames, R. M., Hardy, R. W. and Deacon, G. 1995. Use of Rapeseed / Canola Protein Products in Finfish Diets. In: *Nutrition and Utilization Technology in Aquaculture* (Ed. C. E. Lim and D. J. Sessa), Champaign II, 130 – 156.
- Hossain, M. A. and Jauncey, K. 1989a. Studies on the Protein, Energy and Aminoacid Digestibility of Fishmeal, Mustard Oilcake, Linseed and Sesame Meal for Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) *Aquaculture*, 83; 59 – 72.
- Hossain, M. A. and Jauncey, K. 1989b. Nutritional Evaluation of Some Bangladeshi Oilseed Meals as Partial Substitutes for Fishmeal in the Diet of Common Carp, *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture and Fisheries Management*, 20; 255 – 268.
- Hossain, M. A. and Jauncey, K. 1993. The Effects of Varying Dietary Phytic Acid, Calcium and Magnesium Levels on the Nutrition of Common Carp, *Cyprinus carpio*. In: *Fish Nutrition in Practice* (Ed. Kaushik, S. J. and Luquent, P.), Proceedings of International Conference, Biarritz, France, June 24 – 27, 1991, 705 – 715.
- Hsieh, R. J. and Kinsella, J. E. 1989. Oxidation of Polyunsaturated Fatty Acids: Mechanisms, Products and Inhibition with Emphasis on Fish. *Advances in Food and Nutrition Research*, 33; 233 – 241.
- Hultin, H. O. 1994. Oxidation of Lipids in Seafoods. In: *Seafoods: Chemistry, Processing, Technology and Quality* (Ed. Shahidi, F., Botta, R.), Chapman & Hall, p. 335, London.
- Ikeda, S. 1979. Other Organic Components and Inorganic Components. In: *Advances in Fish Science and Technology* (Ed. Conell, J. J.), Fishing News Books, Surrey 111 - 124.
- İnal, T. 1988. Balıkların Muhafaza Usulleri. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, s. 442, İstanbul.
- Jiang, S., Hwang, B. and Tsao, C. 1987. Effect of Adenosine – Nucleotides and Their Derivates on the Denaturation of Myofibrillar Proteins in Vitro During Frozen Storage at - 20°C. *Journal of Food Science*, 52 (81); 117 – 123.
- Johnston, W. A., Nicholson, F. J., Roger, A. and Stroud, G. D. 1994. Freezing and Refrigerated Storage in Fisheries. FAO 340, p. 143, Rome.

- Kaushik, S. J. 1990. Status of European Aquaculture and Fish Nutrition. In: The Current Status of Fish Nutrition in Aquaculture (Ed. Takeda, M. and Watanabe, T.), Japan Translation Centre, 3 – 12, Tokyo.
- Kaya, Y., Duyar, H. A. ve Erdem, M. E. 2004. Balık Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı İçin Önemi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 21 (3 - 4); 365 – 370.
- Ke, P. J. and Ackman, R. G. 1976. Metal Catalyzed Oxidation in Mackerel Skin Meat Lipids. Journal of American Oil Chemists Society, 53; 636 – 638.
- Ke, P. J., Ackman, R. G., Linke, B. A and Nash, D. M. 1977. Differential Lipid Oxidation in Various Parts of Frozen Mackerel. Journal of Food Technology, 12; 37 – 47.
- Kesici, T ve Kocabaş, Z. 2007. Biyoistatistik. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Biyoistatistik Yayın No: 94, s. 369, Ankara.
- Keskin, H. 1981. Yiyecek ve İçeceklerin Bileşenleri. İstanbul Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 47, Cilt 1, s. 8 – 9, İstanbul.
- Keyvan, A., Moini, S., Ghaemi, N., Haghdoost, A. A., Jalili, S. and Pourkibir, M. 2008. Effect of Frozen Storage Time on the Lipid Deterioration and Protein Denaturation During Caspian Sea White Fish (*Rutilus frisi kutum*). Journal of Fisheries and Aquatic Science, 3 (6); 404 – 409.
- Khayat, A. and Schwall, D. 1983. Lipid Oxidation in Seafood. Food Technology, July; 130 – 140.
- Khris - Etherton, P. M., Taylor, D. S. and Yu - Poth, S. 2000. Polyunsaturated Fatty Acids in the Food Chain in the United States. American Journal of Clinical Nutrition, 71 (1); 179 – 188.
- Kinsella, J. E. 1988. Fish and Seafoods: Nutritional Implications and Quality Issues. Food Technology, May; 146 – 150.
- Konig, A. J. and Mol, T. H. 1991. Quantitative Quality Tests for Frozen Fish: Soluble Protein and Free Fatty Acid Content as Quality Criteria for Hake (*Merluccius capensis*) Stored At – 18°C. Journal of the Science of Food and Agriculture, 54; 449 – 458.
- Köprücü, K. 2007. Türkiye Su Ürünleri Üretim Durumu ve Değerlendirilmesi. Türktarım, Kasım – Aralık 178; 22 – 28.
- Kundakçı, A. 1979. Haskefal ve Sazan Balıklarının Dondurularak Saklanması Sırasında Lipidlerdeki Değişmeler. Doktora tezi (basılmamış). Ege Üniversitesi, İzmir.
- Lagler, K. F. 1969. Freshwater Fishery Biology. W. M. C. Company, p. 412, Iowa, USA.
- Laemmlı, U. K. 1970. Cleavage of the Structure Proteins During the Assembly of the T4. Nature, 227; 680 – 685.

- Laird, L. M. and Needham, T. 1988. Salmon and Trout Farming. Ellis Horwood Limited, p. 55, England.
- Licciardello, J. J. and Elinor, M. R. 1988. Frozen Storage Characteristics of Covnose Ray (*Rhinoptera bonasus*). Journal of Food Quality, 11 (1); 71 – 76.
- Licciardello, J. J. 1990. The Seafood Industry. Von Nostrand Reinhold, p. 435, New York.
- Ludorff, W. and Meyer, V. 1973. Fische und Fischerzeugnisse. The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Maidment, I. D. 2000. Are Fish Oils An Effective Therapy in Mental Illness - An Analysis of the Data?. Acta Psychiatrica Scandinavia, 102, (1); 3 – 9.
- Maina, J. G., Beames, R. M., Higgs, D., Mbugua, P. N., Iwama, G. and Kisia, S. M. Digestibility and Feeding Value of Some Feed Ingredients Fed to Tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). Aquaculture Research, 33; 853 – 862.
- Maina, J. G., Beames, R. M., Higgs, D., Mbugua, P. N., Iwama, G. and Kisia, S. M. 2003. Partial Replacement of Fishmeal with Sunflower Cake and Corn Oil in Diets for Tilapia *Oreochromis niloticus*: Effect on Whole Body Fatty Acids. Aquaculture Research, 34; 601 - 608.
- Makkar, H. P. S. and Becker, K. 1999. Nutritional Studies on Rat and Fish (Carp, *Cyprinus carpio*) Fed Diets Containing Unheated and Heated Jatropha Curcas Meal of A Non – Toxic Provenance. Plant Foods Human Nutrition, 53; 183 – 192.
- Matsumoto, J. J. 1980. Chemical Deterioration of Muscle Proteins During Frozen Storage. In: Chemical Deterioration of Proteins (Ed. Whitaker, J. R. and Fujimoto, M.), ACS Symposium Series 123, Washington, D.C.
- McKenney, J. M. and Sica, D. 2007. Prescription Omega - 3 Fatty Acids for the Treatment of Hypertriglyceridemia. American Journal of Health - System Pharmacy, 64 (6); 595 - 605.
- Melton, S. L. 1983. Methodology for Following Lipid Oxidation in Muscle Food. Food Technology, 37; 105 – 111.
- Meriç, İ. 2003. Farklı Depolama Sıcaklığı ve Depolama Süresinin Bazı Balık Filetolarının Fiziksel ve Kimyasal Kompozisyonlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Metin, S. 1995. Taze ve Soğukta Depolanan Gökkuşacağı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek lisans tezi (basılmamış). İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

- Mol, S. 2004. Su Ürünleri Alternatif Ürün Sanayi. In: Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayın no: 4465, Su Ürünleri Fakültesi, No: 7, 444 – 477, İstanbul.
- Mol, S. 2008. Balık Yağı Tüketimi ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Journal of Fisheries Sciences, 2 (4); 601 – 607.
- Munsuz, N., Ünver, İ. ve Çaycı, G. 1999. Türkiye Suları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Halkla İlişkiler ve Yayın Ünitesi, s. 479, Ankara.
- Mutluer, B. 1978. İstavrit, Barbunya ve Hamsi Balıklarında Bazı Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Organoleptik Muayenelerle Tazelik Derecesinin Saptanması Üzerine Araştırmalar. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Ankara.
- Nettleton, J. A. 2000. Seafood Nutrition in the 1990's Issues for the Consumer. Seafood Science and Technology Chapter 4, (Ed. Bligh, G.), Canadian Institute of Fisheries Technology, 32 – 39.
- Norman, O. V. S. 1979. Structure and Composition of Fat and Oils. Bailey's Industrial Oil and Fat Products (Ed. Swern, D.), Fourth Edition, 1; 1 – 98.
- Nunes, M. L., Batista, I. and Campos, R. M. 1992. Physical, Chemical and Sensory Analysis of Sardine (*Sardina Pilchardus*) Stored in Ice. Journal of the Science of Food and Agriculture, 59; 37 - 43.
- Ohshima, T., Wada, S. and Koizumi, C. 1984. Effect of Accumulated Free Fatty Acid on Reduction of Salt Soluble Protein of Cod Flesh During Frozen Storage. Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries, 50; 1567.
- Olvera-Novoa, M., Olivera-Castillo, L. and Martinez-Palacios, C. A. 2002. Sunflower Seed Meal as A Protein Source In Diets For *Tilapia rendalli* Fingerlings. Aquaculture Research, 33; 223 - 229.
- Osman, H., Suriah, A. R. and Law, E. C. 2001. Fatty Acid Composition and Cholesterol Content of Selected Marine Fish in Malaysia Waters. Food Chemistry, 738; 55 – 60.
- Ostendorf, J. P. 1987. Antioxidants in The Food Industry. The First International Symposium on The Food Industry. Food Additives, 383 – 397.
- Öztürk, A. ve Atay, D. 1980. Alabalık Rasyonlarında Balık Unununun Bir Kısmı Yerine Pamuk Tohumu Küspesi ve Ayçiçeği Tohumu Küspesinin Ayrı Ayrı ve Birlikte Kullanılma Olanakları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, 245 - 251.
- Pearson, D. and Cox, H. E. 1962. Determination of Total Volatile Bases in Flesh Foods. The Chemical Analyses Inc., p. 320, New York, USA.

- Perez – Llamas, F., Lopez – Jimenez, J. A., Marin, J. F. and Zamora, S. 1998. Characteristics of Fats of Some Foods of the Meats Group and Their Relations with Health. *Nutr. Hosp.*, 13 (2); 95 – 98.
- Polymenidinis, A., Kotter, H. C. L. and Terplan, G. 1978. Kühlen und Gefrieren von Fleisch. *Fleischwirtschaft*, 5; 702 – 711.
- Polvi, S. M., Ackman, R. G., Lall, S. P. and Saunders, R. L. 1991. Stability of Lipids and Omega – 3 Fatty Acids During Frozen Storage of Atlantic Salmon. *Journal of Food Processing and Preservation*, 15; 167 – 181.
- Prichard, B. N. C. and Ling, K. L. E. 1995. Fish Oils and Cardiovascular Disease. *British Medical Journal*, 310, (6983); 819 – 820.
- Puchata, R., Bialowas, H. and Pilarczyk, M. 2005. Influence of Cold and Frozen Storage on Carp (*cyprinus carpio*) Flesh Quality. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 14 (55); 103 – 106.
- Rehbein, H. and Oehlenschöger, J. 1982. Zur Zusammen Setzung Der TVB – N Fraktiun (Fluchtige Basen) in Sauren Extrakten und Alkalischen Destillaten von Seefish Filet. *Archlufor Lebensmittelhygiene*, 33; 33 – 56.
- Regenstein, J. M. and Regenstein, C. E. 1991. *Introduction to Fish Technology*, New York, Van Nostrand Reinhold.
- Rinchard, J., Mbahinzireki, G., Dabrowski, K., Lee, K. J., Garcia-Abiado, M. A. and Ottobre, J. 2002. Effects of Dietary Cottonseed Meal Protein Level on Growth, *Oreochromis* sp. *Aquaculture International*, 10; 11 – 28.
- Rueda, F. M., Lopez, J. A., Martinez, F. J. and Zamora, S. 1997. Fatty Acids in Muscle of Wild nad Farmed Red Porgy, *Pagrus pagrus*. *Aquaculture Nutrition*, 3; 161 – 165.
- Ruyet, J. P., Galland, R., Rovx, A. L. and Chartois, H. 1997. Chronic Ammonia Toxicity in Juvenile Turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 154; 155 - 171.
- Saeed, S. and Howell, N. K. 2002. Effect of Lipid Oxidation and Frozen Storage on Muscle Proteins of Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*) *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82; 579 – 586.
- Saether, O., Ellingsen, T. E and Mohr, V. 1986. Lipolysis Post Mortem in North Atlantic Krill. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 83 B (1); 51 – 55.
- Santiago, C. B. and Reyes, S. O. 1993. Effects of Dietary Lipid Source on The Reproductive Performance and Tissue Lipid Levels of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Broodstock. *Journal of Applied Ichthyology*, 9; 33 – 40.

- Santos, E. E. M. and Regenstein, J. M. 1990. Effects of Vacuum Packaging, Glazing and Erythorbic Acid on The Shelf – Life of Frozen White Hake and Mackerel. *Journal of Food Science*, 55; 64 – 70.
- Sanz, A., Morales, A. E., de la Higuera, M. and Cardenete, G. 1994. Sunflower Meal Compared with Soybean Meal as Partial Substitutes for Fishmeal in Rainbow Trout (*Onchorynchus mykiss*) Diets: Protein and Energy Utilisation. *Aquaculture* 128; 287 - 300.
- Sarvadeva, A. and Srikar, L. N. 1982. Changes in Fatty Acids of Frog Legs During Frozen Storage. *Journal of Food Technology*, 17; 79.
- Sato, K., Yoshinaka, R., Sato, M. and Shimizu, Y. 1986. Collagen Content in The Muscle of Fishes in Association with Their Swimming Movement and Meat Texture. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish*, 52; 1595 – 1598.
- Schormuller, J. 1969. *Handbuch der Lebensmittel Chemic. Band IV. Fette und Lipide (Lipids)*. Springer – Verlag, 872 – 878, Berlin.
- Shahidi, F. and Botta, J. R. 1994. *Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality*. Chapman and Hall, p. 334, Glasgow, UK.
- Shamberger, R. J., Shamberger, B. A. and Willis, C. E. 1974. Antioxidants and Cancer. IV. Initiating Activity of Malonaldehyde as A Carcinogen. *Journal of National Cancer Institute*, 53; 177.
- Simopoulos, A. P. 2000. Human Requirement for n – 3 Polyunsaturated Fatty Acids. *Poultry Science*, 79, (7); 961 – 970.
- Sikorski, Z.E. 1990. *Seafood: Resources, Nutritional Composition, and Preservation*. CRC Press, Inc., Boca Raton, p. 288, Florida.
- Sikorski, Z. E and Kolakowska, A. 1990. Freezing of Marine Food. In: *Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation*. CRC Press, p. 111 – 124.
- Sikorski, Z. E. and Kolakowska, A. 1994. Changes in Proteins in Frozen Stored Fish. *Seafood Proteins*, Chapman and Hall, 234. London.
- Sikorski, Z. E and Pan, B. S. 1994. Preservation of Seafood Quality. In: *Seafoods: Chemistry, Processing, Technology and Quality*. (Ed. Shahidi, F., Botta, R.) Chapman & Hall, p. 335, London.
- Simeonidou, S., Govaris, A and Vareltzis, K. 1997. Effect of Frozen Storage on The Quality of Whole Fish and Fillets of Horse Mackerel (*Trachurus trachurus*) and Mediterranean Hake (*Merluccius mediterraneus*). *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung A*, 204; 405 – 410.

- Sintayehu, A., Mathies, E., Meyer-Burgdorff, H. R. and Günther, K. D. 1996. Apparent Digestibilities and Growth Experiments with Tilapia (*O.niloticus*) Fed Soybean Meal, Cottonseed Meal and Sunflower Seed Meal. *Journal of Applied Ichthyology*, 12; 125 - 130.
- Sitja – Bobadilla, A., Pena – Llopis, S., Gomez – Requeni, P., Medale, F., Kaushik, S. and Perez – Sanchez, J. 2005. Effect of Fish Meal Replacement By Plant Protein Sources on Non – Specific Defence Mechanisms and Oxidative Stress in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 249; 387 – 400.
- Skujins, S. 1998. Handbook for ICP – AES (Varian – Vista) A Short Guide to Vista Series ICP – AES Operation. Varian Int. AG., Zug, version 1.0, Switzerland.
- SPSS Inc., 2003. Statistic Software Package, Chicago, IL, USA.
- Srikar, L. N. and Hiremath, G. G. 1972. Fish Preservation. I. Studies on Changes During Frozen Storage of Oil Sardine. *Journal of Food Science and Technology*, 9 (4); 191 – 193.
- Srikar, L. N., Seshadari, H. S and Fazal, A. A. 1989. Changes in Lipids and Proteins of Marine Catfish (*Tachysurus dussumieri*) During Frozen Storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 24 (6); 653 – 658.
- Stansby, M. E. 1982. Properties of Fish Oils and Their Application to Handling of Fish and to Nutritional and Industrial Use. In: *Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products*, (Ed. R. E. Martin, G. J. Flick, C. E. Hebard and D. R. Ward), AVI Publ., p. 474. Westport, Connecticut.
- Stone, J. N. 1996. Fish Consumption, Fish Oil, Lipids and Coronary Heart Disease. *American Heart Association*, 94; 2337 - 2340.
- Sugiura, S. H., Dong, F. M., Rathbone, C. K. and Hardy, R. W. 1998. Apparent Protein Digestibility and Mineral Availabilities in Various Feed Ingredients for Salmonids. *Aquaculture*, 159; 177 - 200.
- Tacon, A. G. J. and Metian, M. 2008. Global Overview on The Use of Fish Meal and Fish Oil Industrially Compounded Aquafeeds: Trends and Future Prospects. *Aquaculture*, 285; 146 – 158.
- Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T. and Dugan, Tr. L. 1960. A Distillation Method for Quantitative Determination of Malonaldehyde in Rancid Foods. *Journal of American Oil Chemists Society*, 37; 44 - 48.

- Timur, N. 1985. Tarımsal Ürünlerin Pazarlanmasında Soğuk Depo İşletmelerinin Rolü ve Marmara Bölgesindeki Uygulama. Doktora tezi. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Yayın no: 131.
- Tokur, B. ve Kandemir, S. 2008. Dondurulmuş Balıklarda Farklı Çözündürme Şekillerinin Protein Kalitesine Olan Etkileri. Journal of Fisheries Sciences, 2 (1); 100 – 106.
- Toldra, F., Miralles, M. C. and Flores, J. 1992. Protein Extractability in Dry - Cured Ham. Food Chemistry, 44; 391 - 394.
- Tomas, A., De La Gandara, F., Garcia – Gomez, A., Perez, L. and Jover, M. 2005. Utilization of Soybean Meal as An Alternative Protein Source in The Mediterranean Yellowtail, *Seriola dumerili*. Aquaculture Nutrition, 11; 333 – 340.
- Turchini, G. M., Mentasti, T., Froyland, L., Orban, E., Caprino, F., Moretti, V. M. and Valfré, F. 2003. Effects of Alternative Dietary Lipid Sources on Performance, Tissue Chemical Composition, Mitochondrial Fatty Acid Oxidation Capabilities and Sensory Characteristics in Brown Trout (*Salmo trutta* L.) Aquaculture, 225; 251 - 267.
- Turini, M. E., Crozier, G. L., Doment – Hughes, A. and Richelle, M. A. 2001. Short – Term Fish Oil Supplementation Improved Innate Immunity, But Increased Ex Vivo Oxidation of LDL in Man – A pilot Study. European Journal of Nutrition, 40 (2); 56 – 66.
- Tülsner, M. 1994. Fischverarbeitung Band 1, Rohstoffergenschaften von Fische und Grundlagen der Verarbeitungs Prozesse. Behr's Verlag - Hamburg, 55 - 66.
- Uzunkuşak, A. 1971. Gıda Maddelerinin Dondurulması Prensipleri ve Donmuş Gıda Endüstrisinin Tekamülü. Et Endüstrisi Dergisi, 5 (29); 29 – 36.
- Üstbaş, Y., Taşan, M. ve Geçgel, Ü. 2009. Trakya Bölgesinde Üretilen Ayçiçeği Tohumu (*Helianthus annuus* L.) Yağlarında Bakır, Demir, Kadmiyum ve Kurşun İçeriklerinin Belirlenmesi. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 6 (1); 55 -63.
- Varlık, C. 1987. Balık ve Kanatlı Etlerinin Soğutulması, Dondurulması ve Depolanması. Soğuk Tekniği Uygulamaları Semineri Nisan 1987, 1 – 11, TÜBİTAK Marmara Araştırma Enstitüsü, Gebze.
- Varlık, C ve Yolcular, H. 1987. Dondurulmuş Lüfer ve Hamsinin Depolanması. Gıda Sanayi Dergisi, 2; 39 – 42.
- Varlık, C. 1988. Su Ürünlerinde İşleme ve Muhafaza Teknikleri. Su Ürünleri Semineri, İstanbul Ticaret Odası Yayın No: 1988 – 21; 107 – 117.
- Varlık, C. 1992. Balıkların Soğutulması. Su Ürünleri, 3; 22 – 25.

- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. ve Gün, H. 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri, Gıda Teknolojisi Derneği Yayın no: 17, İstanbul.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. and Baygar, T. 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4465, Su Ürünleri Fakültesi No:7 s. 491, İstanbul.
- Vanschoonbeek, K., Feijge, M. A. H., Paquay, M., Rosing, J., Saris, W., Kluft, C., Giesen, P. L. A., Maat, M. P. M. and Heemskerk, J. W. M. 2004. Variable Hypocoagulant Effect of Fish Oil Intake in Humans. American Heart Association, 24 (9); 1734 - 1740.
- Vareltzis, K., Zetou, F and Tsiaras, I. 1988. Textural Deterioration of Chub Mackerel ( *Scomber japonicus collias* ) and Smooth Hound ( *Mustellus mustellus* L. ) in Frozen Storage in Relation to Chemical Parameters. Lebensmittel – Wissenschaft und Technology, 21; 206 - 211.
- Verma, J. K and Srikar, L. N. 1994. Protein and Lipid Changes in Pink Perch ( *Nemipterus japonicus* ) Mince During Fozen Storage. Journal of Food Science and Technology, 31 (3); 238 – 240.
- Viola, S., Mokady, S. and Arieli, Y. 1983. Effects of Soybean Processing Methods on The Growth of Carp ( *Cyprinus carpio* ). Aquaculture, 32; 27 – 28.
- Wajsbrodt, N., Gasith, A., Diamant, A. and Popper, D. M. 1993. Chronic Toxicity of Ammonia to Juvenile Gilthead Seabream *Sparus aurata* and Related Histopathological Effects. Journal of Fish Biology, 42; 321 - 328.
- Wang, P. A., Martinez, I. and Olsen, R. L. 2009. Myosin Heavy Chain Degradation During Post Mortem Storage of Atlantic Cod ( *Gadus morhua* L.). Food Chemistry, 115 (4); 1228 – 1233.
- Wee, K. L. 1991. Use of Non-Conventional Feed Stuff of Plant Origin As Fish Feeds-Is It Practical and Economically Feasible?. In: Fish Nutrition Research in Asia (Ed. S.S. De Silva), Asian Fisheries Society Special Publication No. 5, Asian Fisheries Society, Manila.
- Whittle, K. J., Haryd, R. and Hobbs, G. 1990. Chilled Fish and Fishery Products. Chilled Foods, 87 – 117.
- Widjaja, W. P., Abdulmir, A. S., Abu Bakar, F. B., Saari, N. B., Ishak, Z. B. and Hamid, A. A. 2009. Lipid Quality Deterioration of Bagridae Catfish ( *Mystus nemurus* ) During Storage. Research Journal of Biological Sciences, 4 (4); 525 – 530.

Yıldız, M. 1995. Soğuk Depolamanın Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) Protein ve Yağ Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

## 7. EKLER

### a) Mali Bilanço ve Açıklamaları

#### Proje Giderleri

Bütçe Kodu	Ödenek Adı	Gelir Miktarı	Gider Miktarı	Kalan
6-03-2	Tüketime Yönelik Mal ve Malzeme Alımları	44,657.000	43,560.240	1,096.760
6-03-7	Menkul Mal, Gayrimaddi Hak Alımları, Bakım ve Onarım Giderleri	40.000	-	40.000
6-06-1	Mamul Mal Alımları	5,635.000	5,251.000	384.000
			<b>Toplam Gelir</b>	50,332.000
			<b>Toplam Gider</b>	48,811.240
			<b>Toplam Kalan</b>	1,520.760

### b) Makine ve Teçhizatın Konumu ve İlerideki Kullanımına Dair Açıklamalar

Proje kapsamında alınan;

- YSI Marka Professional Plus Model Saha ve El Tipi Çözünmüş Oksijen Metre Cihazı ileride yapılacak araştırmalarda yararlanılacak olan su kaynağına ait özelliklerin belirlenmesinde kullanılacaktır.
- Elektrikli kıyma makinası daha sonraki araştırma ve projelerde çok amaçlı değerlendirilecek olup, balık yeminin pelet haline getirilmesi ve balık etinin parçalanması için kullanılacaktır.

**c) Teknik ve Bilimsel Ayrıntılar**

Bulunmamaktadır.

**d) Sunumlar (Poster sunum)**

- i) MERİÇ, İ., DEMİR, N. 2008. Alabalıklarda Büyüme Hormonu ve İnsülin-Benzeri Büyüme Faktörü-I ile Besleme Koşulları Arasındaki İlişki. 1. Ulusal Alabalık Sempozyumu, 14-16 Ekim 2008, Isparta, 66s.
- ii) MERİÇ, İ. 2008. Alabalık Yemlerinde Kullanılan Alternatif Bitkisel Yem Hammaddeleri ve İçerdiği Anti-Besinsel Faktörler. 1. Ulusal Alabalık Sempozyumu, 14-16 Ekim 2008, Isparta, 67s.

Sempozyum programı ekte sunulmaktadır.

**e) Yayınlar (Hakemli bilimsel dergiler) ve tezler**

- Proje konusuna ilişkin yayın henüz yapılmamıştır.
- Proje kapsamında yapılan çalışmanın bir bölümü doktora tezi olarak savunulmuştur.  
**İlknur MERİÇ (Ocak 2010).** Balık Unu Yerine Değişen Oranlarda Ayçiçeği Tohumu Küspesi ile Beslenen Sazan Balıklarında (*Cyprinus carpio* L. 1758) Dondurarak Depolamanın Et Bileşimi ve Yağ Asitleri Profiline Etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, 162 s.