

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇEŞİTLİ PESTİSİTLERE MARUZ KALAN *Oreochromis niloticus*'UN
KARACİĞER VE SOLUNGAÇ DOKULARININ YAĞ ASİDİ
İÇERİKLERİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLER**

Murat YOLCU

DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR
Haziran 2018

T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
DİYARBAKIR

Murat YOLCU tarafından yapılan “Çeşitli Pestisitlere Maruz Kalan *Oreochromis niloticus*’un Karaciğer ve Solungaç Dokularının Yağ Asidi İçeriklerindeki Değişiklikler” konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan: Prof. Dr. Mehmet BAŞHAN

Üye : Prof. Dr. Zübeyde BAYSAL

Üye : Prof. Dr. Elif İpek SATAR (Danışman)

Üye : Dr. Öğretim Üyesi Veysi KIZMAZ

Üye : Dr. Öğretim Üyesi Semra KAÇAR

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 19/06/2018

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../...../2018

Doç.Dr. Sevtap SÜMER EKER

ENSTİTÜ MÜDÜR V.

(MÜHÜR)

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmamda bilgisinden ve deneyiminden yararlandığım, sabrını ve yol göstericiliğini benden esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Elif İpek SATAR'a;

Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi Genel Biyoloji Araştırma Laboratuvarı'nın tüm imkânlarını bana açmakla kalmayıp çalışmamın her aşamasında desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Mehmet BAŞHAN'a;

Laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen Dr. Öğretim Üyesi Veysi KIZMAZ ve Arş. Gör. Dr. Pelin UĞURLU'ya;

Tezimin hazırlanması aşamasında yardımlarını esirgemeyen değerli çalışma arkadaşım Öğr. Gör. Dr. İsmail YENER'e;

Tez çalışmam sırasında ve hayatımın her döneminde yanımda olan, desteğini esirgemeyen sevgili annem ve rahmetli babam Halise-Hayrettin YOLCU ve kardeşlerime;

Çalışmam süresince beni sabırla ve koşulsuz destekleyen sevgili eşim Öğr. Gör. Pelin YOLCU'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak çalışmamıza vermiş olduğu maddi destekten dolayı Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne (DÜBAP/16-EZF-001) teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	VI
ABSTRACT	IX
ÇİZELGE LİSTESİ	XII
ŞEKİL LİSTESİ	XIV
KISLATMALAR VE SİMGELER	XXI
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	11
2.1. Pestisitler	11
2.1.1. Pestisit Kullanımının Tarihçesi	12
2.1.2. Pestisitlerin Sınıflandırılması	14
2.1.2.1. Carbaryl	16
2.1.2.2. Diazinon	17
2.1.2.3. Atrazin	19
2.1.2.4. Lambda-cyhalothrin	20
2.2. Deneysel Bir Model Olarak <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	22
2.3. Lipidler: Yapı ve Fonksiyonları	23
2.3.1. Lipitler (Yağlar)	23
2.3.1.1. Lipitlerin Sınıflandırılması	24
2.4. Yağ Asitleri	26
2.4.1. Yağ Asitlerinin İsimlendirilmesi	26
2.4.2. Doymuş ve Doymamış Yağ Asitleri	27
2.4.2.1. Doymuş Yağ Asitleri	27
2.4.2.2. Doymamış Yağ Asitleri	29
2.5. Lipidlerin Çeşitli Sınıfları	31
2.5.1. Triasilgliseroller (veya Trigliseridler)	31
2.5.2. Fosfolipidler (veya Fosfatidler)	32
2.6. Yağ Asitleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar	34
2.7. Pestisitler İle İlgili Yapılan Çalışmalar	42
3. MATERYAL VE METOT	55
3.1. Deney Balıklarının Temini ve Laboratuvara Adaptasyonu	55
3.2. Deney Gruplarının Hazırlanması	56

3.4.	Total Lipitlerin Fraksiyonlandırılması ve Yağ Asidi Metil Esterlerinin (FAME) Hazırlanması	57
3.5.	Gaz kromatografisi koşulları.....	59
3.6.	Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi	60
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI.....	61
4.1.	Atrazin Grubunda Meydana Gelen Değişiklikler.....	61
4.1.1.	Atrazin Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Karaciğer Total Lipid Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7, 14, ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	61
4.1.2.	Atrazin Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Karaciğer Fosfolipid (PL) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7, 14, ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	66
4.1.3.	Atrazin Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Karaciğer Triaçilgliserol (TAG) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7, 14, ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	71
4.1.4.	Atrazin Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Solungaç Total Lipid Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	76
4.1.5.	Atrazin Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç Fosfolipid (PL) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	81
4.1.6.	Atrazin Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Solungaç Triaçilgliserol (TAG) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	86
4.2.	Carbaryl Grubunda Meydana Gelen Değişiklikler.....	91
4.2.1.	Carbaryl Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Karaciğer Total Lipid Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	91
4.2.2.	Carbaryl Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Karaciğer Fosfolipid (PL) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	96
4.2.3.	Carbaryl Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Karaciğer Triaçilgliserol (TAG) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	101
4.2.4.	Carbaryl Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Solungaç Total Lipid Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	106
4.2.5.	Carbaryl Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Solungaç Fosfolipid (PL) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	111

4.2.6.	Carbaryl Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Solungaç Triaçilgliserol (TAG) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	116
4.3.	Diazinon Grubunda Meydana Gelen Değişiklikler	121
4.3.1.	Diazinon Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Karaciğer Total Lipid Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	121
4.3.2.	Diazinon Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Karaciğer Fosfolipid (PL) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	126
4.3.3.	Diazinon Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Karaciğer Triaçilgliserol (TAG) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	131
4.3.4.	Diazinon Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Solungaç Total Lipid Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	136
4.3.5.	Diazinon Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Solungaç Fosfolipid (PL) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	141
4.3.6.	Diazinon Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Solungaç Triaçilgliserol (TAG) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	146
4.4.	Lambda-cyhalothrin Grubunda Meydana Gelen Değişiklikler	151
4.4.1.	Lambda-cyhalothrin Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Karaciğer Total Lipid Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	151
4.4.2.	Lambda-cyhalothrin Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Karaciğer Fosfolipid (PL) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	156
4.4.3.	Lambda-cyhalothrin Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Karaciğer Triaçilgliserol (TAG) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	161
4.4.4.	Lambda-cyhalothrin Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Solungaç Total Lipid Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	166
4.4.5.	Lambda-cyhalothrin Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Solungaç Fosfolipid (PL) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	171
4.4.6.	Lambda-cyhalothrin Uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un Solungaç Triaçilgliserol (TAG)	

Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması	176
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	181
5.1. Tartışma	181
5.2. Sonuç.....	186
6. KAYNAKLAR	189
ÖZGEÇMİŞ	213



ÖZET

ÇEŞİTLİ PESTİSİTLERE MARUZ KALAN *Oreochromis niloticus*'UN KARACİĞER VE SOLUNGAÇ DOKULARININ YAĞ ASİDİ İÇERİKLERİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLER

DOKTORA TEZİ

Murat YOLCU

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

2018

Bu araştırmada, organofosfat grubundan olan Diazinon, karbamat grubundan olan Carbaryl, triazin grubundan olan Atrazin ve pyrethroid grubundan olan Lambda cyhalothrin'nin subletal konsantrasyonlarına 7, 14 ve 21 gün boyunca maruz bırakılan *Oreochromis niloticus*'un karaciğer ve solungaç dokularındaki total, fosfolipid (PL) ve triaçilgliserol (TAG) yağ asidi fraksiyonundaki meydana gelebilecek değişikliklerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Pestisitler, özellikle tarımsal üretimi olumsuz etkileyen zararlılarla mücadele başta olmak üzere birçok alanda yaygın olarak kullanılan kimyasal bileşikler veya biyolojik ajanlardır. Her ne kadar bu maddelerin kullanılmasının bir takım faydaları bulunsu da çeşitli yollarla doğal ortamlara ulaşarak, insanlar ve diğer canlılar için potansiyel toksisiteleri nedeniyle ekolojik bazı sorunlar da oluşturabilirler. Bu bileşiklerin kimyasal stabilitesi ve geniş kullanımı, doğal sularda ciddi derecede kontaminasyona neden olmuştur. Bu nedenle doğal ortamlara bulaşan bu kirleticilerin, bu ortamlarda yaşayan organizmalar üzerinde ne tür toksikolojik etkiler meydana getirebileceğini bilmemiz önem arz etmektedir.

Pestisitlerin organizmalar üzerindeki etkilerinin incelenmesinde farklı metotlar kullanılmaktadır. Bu metotlar arasında en iyi netice veren, ortam şartlarına benzer koşullarda uygulanan toksikolojik deneyler başta gelmektedir. Pestisitlerin ekosistemlerde neden olduğu ekotoksikolojik risklerin değerlendirilmesi; pestisitlerin hedef olmayan organizmalara olan toksisitesi ve etkileri üzerine olan verilere dayanmaktadır. Elde edilen veriler analiz edilir ve pestisitlerin organizmalar üzerindeki olumsuz etkileri belirlenir. Böylece bu olumsuz etkilere karşı gerekli tedbirler alınabilir.

Balıklar, sudaki kontaminasyonun iyi bir göstergesidir, çünkü biyokimyasal stres tepkileri memelilerde olanlara oldukça benzerdir. Toksikolojik araştırmalar; çok düşük konsantrasyonlarda mevcut olan kirleticilerin günler ya da haftalar sonra ortaya çıkan su ortamının potansiyel kirlilik durumlarından kaynaklanan metabolik bozulmaların teşhis edilmesinde biyolojik açıdan etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Akutik organizmalar, bulundukları ortam ile denge içerisinde olduklarından verilen toksikolojik yanıtlar, çevresel kirlenmeyi belirlemek için oldukça hassastırlar. Organizmada meydana gelen biyokimyasal etkiler ile popülasyonda meydana gelen etkiler arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır.

Çalışmamızda balıklar, Diazinon, Carbaryl, Atrazin ve Lambda cyhalothrin'nin subletal derişimlerine 21 gün süresince maruz bırakılmış ve *Oreochromis niloticus*'un karaciğer ve solungaç dokularındaki total, fosfolipid (PL) ve triağılglicerol (TAG) yağ asidi fraksiyonundaki meydana gelen değışiklikler Gaz Kromatografisiyle (GC) incelenmiştir.

Uygulanan pestisitler kontrol balıklar ile karşılaştırıldığında total doymuş, n-9, n-6, n-3 yağ asit yüzdelерinde değışik oranlarda ve değışik günlerde farklılıklara sebep olmuştur.

Gaz kromatografisi sonuçlarına göre; *O. niloticus*'un karaciğer ve solungaç dokularında doymuş yağ asitlerinden miristik asit (14:0), pentadekanoik asit (15:0), palmitik asit (16:0), heptadekanoik asit (17:0) ve stearik asit (18:0); tekli doymamış yağ asitlerinden palmitoleik asit (16:1(n-7)), oleik asit (18:1(n-9)) ve eikosenoik asit (20:1(n-9)); aşırı doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (18:2(n-6)), linolenik asit (18:3(n-3)), eikosadienoik asit (20:2(n-6)), eikosatrienoik asit (20:3(n-6)), arakidonik asit (20:4(n-6), AA), eikosapentaenoik asit (20:5(n-3), EPA), dokosapentaenoik asit (22:5(n-3)) ve dokosaheksaenoik asitler (22:6(n-3), DHA) tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, SFA (Saturated Fatty Acids: Doymuş Yağ Asitleri), MUFA (Monounsaturated Fatty Acids: Tekli Doymamış Yağ Asitleri) ve PUFA (Polyunsaturated Fatty Acids: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri) yüzdelерinin, aynı balık türünün farklı dokuları ve farklı pestisit maruziyetine bağlı olarak değıştiğı belirlenmiştir.

Kontrol balığının karaciğer dokusundaki total yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0; MUFA'dan C18:1; PUFA'dan C18:2(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. Pestisit uyguladığımız balıklarda en fazla değışiklik gösteren yağ asitleri Carbaryl uygulananda C16:0, C18:1, C18:2n-6, ve C22:6(n-3); Diazinon uygulananda C18:1 ve C22:6(n-3); Lamda cyhalothrin uygulananda C18:1, C18:2(n-6) ve C22:6(n-3); Atrazin uygulananda ise C16:0 ve C18:2(n-6)'dır.

Kontrol balığının Solungaç dokusundaki total yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0; MUFA'dan C18:1; PUFA'dan C18:2(n-6), C18:3(n-3) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. Carbaryl'e maruz kalan balıklarda C18:0, C18:2(n-6) ve C22:6(n-3); Diazinon'na maruz kalan balıklarda C16:0, C18:0, C18:1 ve C18:3(n-3); Lamda cyhalothrin'e maruz kalan balıklarda C16:0, C18:0 ve C18:3(n-3); Atrazin'e maruz kalan balıklarda ise C16:0, C18:0, C18:1, C18:2(n-6) ve C18:3(n-3) yağ asitlerinde önemli değışiklikler tespit edilmiştir.

Kontrol balığının karaciğer dokusundaki fosfolipidlerde ki (PL) yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0; MUFA'dan C18:1; PUFA'dan C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. Pestisit uyguladığımız balıklarda en fazla değışiklik gösteren yağ asitleri ise Carbaryl uygulanan grupta C16:0, C18:0 ve C22:6(n-3); Diazinon uygulanan grupta C18:1 ve C22:6(n-3); Lamda cyhalothrin uygulanan grupta C18:1 ve C22:6n-3; Atrazin uygulanan grupta ise C16:0, C18:2(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur.

Kontrol balığının solungaç dokusundaki fosfolipidlerde (PL) bulunan yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0; MUFA'dan C18:1; PUFA'dan C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. Carbaryl'e maruz kalan balıklarda C16:0, C18:0, C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3); Diazinon'a maruz kalan balıklarda C22:6(n-3); Lamda cyhalothrin'e maruz kalan balıklarda C18:0 ve C22:6(n-3); Atrazin'e maruz kalan balıklarda ise C18:2(n-6) ve C22:6(n-3) yağ asitlerinde önemli değışiklikler tespit edilmiştir.

Kontrol balığının karaciğer dokusundaki triağılglicerollerde (TAG) bulunan yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0; MUFA'dan C16:1, C18:1; PUFA'dan C18:2(n-6) ve C20:4(n-6) olarak bulunmuştur. Pestisit uyguladığımız balıklarda en

fazla değişiklik gösteren yağ asitleri ise Carbaryl uygulananda C16:0, C18:1 ve C22:6(n-3); Diazinon uygulananda C16:0, C18:1 ve C22:6n-3; Lamda cyhalothrin uygulananda C16:0, C18:0, C18:1 ve C22:6(n-3); Atrazin uygulananda ise C16:0, C18:0, C18:1 ve C18:2(n-6) olarak bulunmuştur.

Kontrol balığının solungaç dokusundaki triaçilgliserollerde (TAG) bulunan yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C16:1, C18:1, C20:1; PUFA'dan C18:2(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. Carbaryl'e maruz kalan balıklarda C16:0, C18:0, C18:1 ve C18:2(n-6); Diazinon'a maruz kalan balıklarda C16:0, C18:0, C18:1 ve C18:2(n-6); Lamda cyhalothrin'e maruz kalan balıklarda C16:0, C18:0, C18:1 ve C18:2(n-6); Atrazin'e maruz kalan balıklarda ise C18:1 ve C18:2(n-6) yağ asitlerinde önemli değişiklikler tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda pestisitlerin subletal etkisine maruz kalan *O. niloticus*'un, karaciğer ve solungaç dokularındaki total, fosfolipid (PL) ve triaçilgliserol (TAG)'lerindeki yağ asidi yüzdelerinde kontroller ile karşılaştırmada düzensiz azalma ve artmalar saptanmıştır.

Yaptığımız araştırmalardan, organoklorlu, organofosforlu, pyretroid ve karbamat pestisitlerine maruz kalma ve süreye bağlı olarak total, fosfolipid (PL) ve triaçilgliserol (TAG)'lerdeki yağ asidi fraksiyonu üzerinde, hemen hemen benzer etkiler gözleendiği ve bu pestisitlerin, yağ asitlerinin desatürasyon ve elongasyon yollarını etkileyerek değişikliğe sebep olduğu sonucu çıkarılmıştır. Canlıların hücre ve organel membranlarının başlıca bileşeni olan yağ asitlerinin, membran enzim reaksiyonu tarafından etkilenmesi önemli bir husustur.

Anahtar Kelimeler: *Oreochromis niloticus*, Karaciğer, Solungaç, Total Lipit, Fosfolipit, Triaçilgliserol, Toksikoloji, Pestisit, Atrazin, Diazinon, Lambda-cyhalothrin, Carbaryl.

ABSTRACT

CHANGES IN FATTY ACID CONTENT OF THE LIVER AND GILL TISSUE OF *Oreochromis niloticus* EXPOSED TO VARIOUS PESTICIDES

PhD THESIS

Murat YOLCU

DEPARTMENT OF BIOLOGY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF DICLE

2018

In this study, it was aimed to investigate changes that can occur in total, phospholipid (PL) and triacylglycerol (TAG) fatty acid fraction in the liver and gill tissues of *Oreochromis niloticus* exposed to the sublethal concentrations of Diazinon from the group of organophosphate, Carbaryl from the group of the carbamate, Atrazine from the triazine group and Lambda cyhalothrin from the pyrethroid group for 7, 14 and 21 days.

Pesticides are widely used chemical compounds or biological agents in many areas, especially in the fight against harmful effects that adversely affect agricultural production. Although the use of these substances has several benefits, they can also lead to ecological problems due to potential toxicity to humans and other living things by reaching the natural environment in various ways. The chemical stability and widespread use of these compounds have caused serious contamination in natural waters. Therefore, it is important to know that these pollutants transmitted to the natural environment can bring about what kind of toxicological effects on the organisms living in these environments.

Different methods are used to investigate the effects of pesticides on organisms. Among these methods, the toxicological tests applied to the conditions which are similar to the environmental conditions and giving the best results are leading one. Assessing the ecotoxicological risks of pesticides in ecosystems is based on data for the toxicity and effects of non-target organisms of pesticides. The obtained data are analyzed and the adverse effects of the pesticides on the organisms are determined. Thus, necessary measures can be taken against these adverse effects.

Fish are a good indicator of water contamination, because the biochemical stress response is very similar to that in mammals. Toxicological investigations are used in a biologically effective way to diagnose metabolic impairments caused by potential pollution conditions of the water environment that occur due to very low concentrations of pollutants that appear days or weeks later. Toxicological responses are highly susceptible to determine environmental contamination, since aquatic organisms are in balance with the environment in which they are present. There is a significant relationship between the biochemical effects that occur in the organism and those that occur in the population.

In our study, fish were exposed to sublethal concentrations of Diazinon, Carbaryl, Atrazine and Lambda cyhalothrin for 21 days and changes in the total, phospholipid (PL) and triacylglycerol (TAG) fatty acid fractions in the liver and gill tissues of *Oreochromis niloticus* were investigated by Gas Chromatography (GC).

When compared with control fish, the applied pesticides caused different percentages of total saturated, n-9, n-6, n-3 fatty acids and on different days.

According to the results of gas chromatography, out of saturated fatty acid, myristic acid (14:0), pentadecanoic acid (15:0), palmitic acid (16:0), heptadecanoic acid (17:0) and stearic acid (18:0); out of monounsaturated fatty acids, palmitoleic acid (16:1(n-7)), oleic acid (18:1(n-9)) and eicosenoic acid (20:1(n-9)); out of polyunsaturated fatty acids, linoleic acid (18:2(n-6)), linolenic acid (18:3(n-3)), eicosadienoic acid (20:2(n-6)), eicosatrienoic acid (20:3(n-6)), arakidonic acid (20:4(n-6), AA), eicosapentaenoic acid (20:5(n-3), EPA), docosapentaenoic acid (22:5(n-3)) and docosahexaenoic acids (22:6(n-3), DHA) were determined in the liver and gill tissues of *O. niloticus*.

In the present study, percents of SFA (Saturated Fatty Acids), MUFA (Monounsaturated Fatty Acids) and PUFA (Polyunsaturated Fatty Acids) varied depending on different tissues and different pesticide exposures of the same fish species.

When the total fatty acids in the liver tissue of the control fish are considered, the most important fatty acids were found to be C16:0 and C18:0 from SFA; C18:1 from MUFA; C18:2(n-6) and C22:6(n-3) from PUFA. The most variable fatty acids in pesticide-applied fish were C16:0, C18:1, C18:2(n-6) and C22:6(n-3) on which Carbaryl was applied; C18:1 and C22:6(n-3) on which Diazinon was applied; C18:1, C18:2(n-6) and C22:6(n-3) on which Lamda cyhalothrin was applied, and C16:0 and C18:2(n-6) on which Atrazin was applied.

When the total fatty acids in the gill tissue of the control fish are considered, the most important fatty acids were found as C16:0 and C18:0 from SFA; C18:1 from MUFA; C18:2(n-6), C18:3(n-3) and C22:6(n-3) from PUFA. There were significant changes in fatty acids in fish such as C18:0, C18:2(n-6) ve C22:6(n-3) in fish exposed to Carbaryl; C16:0, C18:0, C18:1 and C18:3(n-3) in fish exposed to Diazinon; C16:0, C18:0 and C18:3(n-3) in fish exposed to Lamda cyhalothrin; C16:0, C18:0, C18:1, C18:2(n-6) ve C18:3(n-3) in fish exposed to Atrazin.

When the fatty acids in the phospholipids (PL) in the liver tissue of the control fish are considered, the most significant fatty acids were found to be C16:0 and C18:0 from SFA; C18:1 from MUFA; C18:2(n-6), C20:4(n-6) and C22:6(n-3) from PUFA. The most variable fatty acids in pesticide-applied fish were C16:0, C18:0 and C22:6(n-3) in the group on which Carbaryl was applied, C18:1 and C22:6(n-3) in the group on which Diazinon was applied, C18:1 and C22:6(n-3) in the group on which Lamda cyhalothrin was applied, and C16:0, C18:2(n-6) and C22:6(n-3) in the group on which Atrazin was applied.

When fatty acids found in the phospholipids (PL) in the gill tissue of the control fish are considered, it was found that the most significant fatty acids were C16:0 and C18:0 from SFA; C18:1 from MUFA; C18:2(n-6), C20:4(n-6) and C22:6(n-3) from PUFA. There were significant changes in C16:0, C18:0, C18:2(n-6), C20:4(n-6) and C22:6(n-3) fatty acids in fish exposed to Carbaryl; C22:6(n-3) in fish exposed to Diazinon; C18:0 and C22:6(n-3) in fish exposed to Lamda cyhalothrin; C18:2(n-6) and C22:6(n-3) in fish exposed to Atrazin.

When the fatty acids found in the triacylglycerols (TAG) in the liver tissue of the control fish were considered, the most significant fatty acids were C16:0 and C18:0 from SFA; C16:1 and C18:1 from MUFA; C18:2(n-6) and C20:4(n-6) from PUFA. The most variable fatty acids in pesticide-applied fish were C16:0, C18:1 and C22:6(n-3) in the one on which Carbaryl was applied; C16:0, C18:1 and C22:6(n-3) in the fish on which Diazinon was applied; C16:0,

C18:0, C18:1 and C22:6(n-3) in the fish on which Lambda cyhalothrin was applied; C16:0, C18:0, C18:1 ve C18:2(n-6) in the fish on which Atrazin was applied.

When the fatty acids found in the triacylglycerols (TAG) in the gill tissue of the control fish were considered, the most significant fatty acids were found to be C16:0 and C18:0 from SFA; C16:1, C18:1 and C20:1 from MUFA; C18:2(n-6) and C22:6(n-3) from PUFA. There were significant changes in fatty acids in fish such as C16:0, C18:0, C18:1 and C18:2(n-6) fatty acids in fish exposed to Carbaryl; C16:0, C18:0, C18:1 and C18:2(n-6) in fish exposed to Diazinon; C16:0, C18:0, C18:1 and C18:2(n-6) in fish exposed to Lambda cyhalothrin; C18:1 and C18:2(n-6) in fish exposed to Atrazin.

As a result of the study, it was determined that there were irregular decrease and increase in fatty acid percentage of total, phospholipid (PL) and triacylglycerol (TAG) in the liver and gill tissues of *O. niloticus* exposed to the sublethal effect of pesticides compared to those of the controls.

Our studies have shown that almost similar effects are observed on total, phospholipid (PL) and triacylglycerol (TAG) fatty acid fraction due to exposure and duration to organochlorine, organophosphorus, pyrethroid and carbamate pesticides, and that these pesticides affect the desaturation and elongation pathways of the fatty acids which, in turn, cause changes. It is an important point that fatty acids, which are the main component of living cell and organelle membranes, are affected by the membrane enzyme reaction.

Keywords: *Oreochromis niloticus*, Liver, Gill, Total Lipid, Phospholipid, Triacylglycerol, Toxicology, Pesticide, Atrazin, Diazinon, Lambda-cyhalothrin, Carbaryl.

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1.	Doymuş yağ asitleri	28
Çizelge 2.2.	Tek doymamış yağ asitleri	29
Çizelge 2.3.	Aşırı doymamış yağ asitleri	29
Çizelge 2.4.	Doymamış yağ asitlerinin omega sınıflandırması	30
Çizelge 3.1.	Laboratuvar şartlarında kurulan akvaryumdaki suyun kimyasal özellikleri	56
Çizelge 3.2.	Otuz m'lik DB-23 kapiller kolonlarda yağ asitlerinin çıkış zamanları (dk)	60
Çizelge 4.1.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	63
Çizelge 4.2.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	68
Çizelge 4.3.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	73
Çizelge 4.4.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç total lipid fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	78
Çizelge 4.5.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	83
Çizelge 4.6.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	88
Çizelge 4.7.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	93
Çizelge 4.8.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	98
Çizelge 4.9.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	103
Çizelge 4.10.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç total lipid fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	108
Çizelge 4.11.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	113
Çizelge 4.12.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	118
Çizelge 4.13.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	123

Çizelge 4.14.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	128
Çizelge 4.15.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer triačilgliserol (TAG) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	133
Çizelge 4.16.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç total lipid fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	138
Çizelge 4.17.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	143
Çizelge 4.18.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç triačilgliserol (TAG) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	148
Çizelge 4.19.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	153
Çizelge 4.20.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	158
Çizelge 4.21.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer triačilgliserol (TAG) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	163
Çizelge 4.22.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç total lipid fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	168
Çizelge 4.23.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	173
Çizelge 4.24.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç triačilgliserol (TAG) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması	178

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1.	Pestisitlerin su ekosistemi besin zincirinde hareketi (EPA 2009)	12
Şekil 2.2.	Carbarylın moleküler yapısı (Sandoza ve ark. 2000)	16
Şekil 2.3.	Diazinonun moleküler yapısı (Wikipedia 2015a)	18
Şekil 2.4.	Atrazinin moleküler yapısı (Wikipedia 2015b)	19
Şekil 2.5.	Lambda-cyhalothrinin moleküler yapısı	21
Şekil 2.6.	<i>Oreochromis niloticus</i> (Wikipedia 2015c)	23
Şekil 2.7.	Doymuş yağ asidi	30
Şekil 2.8.	Doymamış yağ asidi	30
Şekil 2.9.	Omega-3 ve omega-6 yağ asitleri	31
Şekil 2.10.	Triaçilgliserol gösterimi	32
Şekil 2.11.	Fosfolipid yapısı	33
Şekil 2.12.	Hücre zarındaki bazı fosfolipitlerin dağılışı	33
Şekil 4.1.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asityüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	65
Şekil 4.2.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	65
Şekil 4.3.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. Günde kontrollerle olan karşılaştırması	65
Şekil 4.4.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asityüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	70
Şekil 4.5.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asityüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	70
Şekil 4.6.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asityüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	70
Şekil 4.7.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	75
Şekil 4.8.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	75
Şekil 4.9.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	75

Şekil 4.10.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	80
Şekil 4.11.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	80
Şekil 4.12.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	80
Şekil 4.13.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	85
Şekil 4.14.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	85
Şekil 4.15.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	85
Şekil 4.16.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	90
Şekil 4.17.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	90
Şekil 4.18.	Atrazin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	90
Şekil 4.19.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	95
Şekil 4.20.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	95
Şekil 4.21.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	95
Şekil 4.22.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	100
Şekil 4.23.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	100

Şekil 4.24.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	100
Şekil 4.25.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	105
Şekil 4.26.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	105
Şekil 4.27.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	105
Şekil 4.28.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	110
Şekil 4.29.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	110
Şekil 4.30.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	110
Şekil 4.31.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	115
Şekil 4.32.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	115
Şekil 4.33.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	115
Şekil 4.34.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	120
Şekil 4.35.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	120

Şekil 4.36.	Carbaryl uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	120
Şekil 4.37.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	125
Şekil 4.38.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. Günde kontrollerle olan karşılaştırması	125
Şekil 4.39.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	125
Şekil 4.40.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	130
Şekil 4.41.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	130
Şekil 4.42.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	130
Şekil 4.43.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	135
Şekil 4.44.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	135
Şekil 4.45.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	135
Şekil 4.46.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	140
Şekil 4.47.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	140
Şekil 4.48.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	140

Şekil 4.49.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	145
Şekil 4.50.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	145
Şekil 4.51.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	145
Şekil 4.52.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	150
Şekil 4.53.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	150
Şekil 4.54.	Diazinon uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	150
Şekil 4.55.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	155
Şekil 4.56.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	155
Şekil 4.57.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	155
Şekil 4.58.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	160
Şekil 4.59.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	160

Şekil 4.60.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	160
Şekil 4.61.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	165
Şekil 4.62.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	165
Şekil 4.63.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	165
Şekil 4.64.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	170
Şekil 4.65.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	170
Şekil 4.66.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	170
Şekil 4.67.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	175
Şekil 4.68.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması	175
Şekil 4.69.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması	175
Şekil 4.70.	Lambda-cyhalothrin uygulanan <i>O. niloticus</i> 'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması	180

- Şekil 4.71.** Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması 180
- Şekil 4.72.** Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması 180



KISLATMALAR VE SİMGELER

(n-3)	:Omega-3
(n-6)	:Omega-6
AA	: Arakidonik asit: C20:4(n-6)
ACh	: Asetilkolin
AChE	: Asetilkolin esterase
ALA	: Alfa Linolenik asit: C18:3(n-3)
C18 PUFA:	On sekiz karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri
C20 PUFA:	Yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri
DDT	: Diklorodifeniltri-kloroetan
DHA	: Dokosaheksaenoik asit: C22:6(n-3)
EPA	: Çevre Koruma Dairesi (U.S. Environmental Protection Agency)
EPA	: Eikosapentaenoik asit: C20:5(n-3)
FA	: Yağ asiti (Fatty acid)
HUFA	: Highly Unsaturated Fatty Acids: Çoklu doymamış yağ asitleri
KOK	: Kalıcı organik kirletici
LA	: Linoleik asit: C18:2(n-6)
LC ₅₀	:Test hayvanlarının yarısını öldürmek için gerekli konsantrasyon
m ³	:Metre küp
MUFA	: Monounsaturated Fatty Acids: Tekli doymamış yağ asitleri
<i>O. niloticus</i> :	<i>Oreochromis niloticus</i>
OC	:Organo Klorlu insektisitler
OP	:Organo Fosfat insektisitler

PCB	: Poliklorlu bifeniller
PL	: Fosfolipit
ppm	: Milyonda bir birim
PUFA	: Polyunsaturated Fatty Acids: Aşırı doymamış yağ asitleri
SFA	: Saturated Fatty Acids: Doymuş yağ asitleri
TAG	: Triaçilgliserol
TLC	: Thin Layer Chromatography: İnce tabaka kromatografisi
UFA	: Unsaturated Fatty Acids: Doymamış yağ asitleri
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

1. GİRİŞ

Çevre Koruma Ajansı'nın (U.S. EPA, Environmental Protection Agency) tanımlamasına göre, tarımsal üretimi olumsuz etkileyen haşereler, mantarlar, kemiriciler ve yabancı otlar gibi zararlılarla mücadele için kullanılmakta olan kimyasal ve biyolojik ajanlara pestisit denir (Klaassen, 2001). Hızla artan dünya nüfusu, beraberinde açlık sorununu da getirmiştir. Bunu çözmek için tarımsal üretimin artırılması gerekmektedir ve bu amaçla tarım ilaçları sıklıkla kullanılmaktadır. Zararlıları yok etmek için kullanılan pestisitler, hedef dışı canlılar için de tehlike arz etmekte ve diğer canlılar için büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Pestisitlerin hedef dışı canlıları da etkilemesi, organizmaların doğal populasyonlarında istem dışı düzensizliklere, ekosistemde dengesizliğe, besin ağının farklılaşmasına ya da besin zincirinin kırılmasına yol açabilmektedir (Dökmeci, 1988).

Pestisitler, belirli organizmalara özel olarak toksik olacak şekilde tasarlanmış kimyasallardır. Binlerce biyoaktif, toksik bileşik üretilir ve endüstriyel, tarımsal ve halk sağlığı uygulamaları için dünya çapında kullanılır. Sonuç olarak, insan populasyonunun önemli bir kısmı bu kimyasallara maruz kalmaktadır. Pestisitler genelde hedef organizmalara tamamen spesifik olmadıkları için, insan dahil diğer canlı türlerini de tehlikeye düşürür (Aprea ve ark. 2002; Hayes ve ark. 2002).

Kimyasal insektisitlerin hepsi nörotoksik olup, hedef organizmaların sinir sistemlerine toksik etki gösterirler. Böceklerin merkezi sinir sistemleri çok gelişmiş olup, memelilerinkine benzer. Aynı şekilde perifer sinir sistemleri de benzerlik gösterir. Bu nedenle insektisitlerin toksik etki mekanizmaları ve hedef aldıkları organlar, bütün türlerde aynıdır. Ancak bu toksik etkinin şiddeti maruziyet süresine, doza, biyotransformasyon hızına ve absorpsiyon yoluna bağlı olarak değişiklik gösterir. Sinir sisteminde sodyum, potasyum, klorür iyonlarının membran transportunu interfere ederek (organik klorlular, piretroidler gibi), spesifik enzimleri inhibe ederek veya sinir uçlarındaki kimyasal nörotransmitterleri etkileyerek (organik fosforlular, karbamatlar gibi) nörotoksitelerini gösterirler (<https://books.google>).

Pestisitler suda yaşayan ya da su kenarındaki bitkilerle ya da böceklerle mücadele sırasında, pestisitlerin direkt uygulanması, bitki ve toprak yüzeylerinden uygulanan ilaçların yağmur suları ile yıkanmasıyla, pestisit üretim tesislerinden çıkan

artıkların akar ve durgun sulara veya toprağa boşaltılması halinde; bunların topraktaki hareketleri, boş ambalaj kaplarının su kaynaklarında yıkanması suretiyle sulara karışması mümkündür. Bunun yanısıra uygulama esnasında atmosfere yayılan katı ve sıvı pestisit zerreciklerinin, su kaynaklarına taşınması sonucunda da sular etkilenir. Bu çeşit sularda, planktonik organizmalarda ve balıklarda pestisit birikmekte, buradan da bunları yiyen kuşlara ve diğer canlılarla insanlara geçmektedir (Öztürk, 1990).

Pestisitlerin büyük ölçekte uygulanması, çevrede toksik maddelerin varlığına katkıda bulunabilir. Bu kimyasallar, yer altı sularına, derelere ve nehirlerle doğru yol bulabilir, bu nedenle balıklar da dahil olmak üzere sucul biyotayı olumsuz etkiler (John ve Prakash, 2003).

Bu pestisitlerin yaygın olarak dağılımı ve toksik yapısı nedeniyle, su ortamında ciddi bir toksik etki olabilir ve ilişkili organizmalar üzerinde olumsuz etkiler bırakabilir.

Dünya nüfusunun yaklaşık beşte birinin güvenli suya erişimi yoktur. Beşte ikisi ise su kaynaklarının tarım, sanayi ve evsel faaliyetlerin atıklarından çıkan çeşitli sentetik bileşiklerle kontamine olması nedeniyle, kabul edilemez sıhhi koşulların sonuçlarına maruz kalmaktadır (He ve ark. 2011).

Bu nedenle, tatlı su rezervlerindeki kimyasal kirliliğin dünyanın neredeyse tüm bölgelerinde insanlığın karşılaştığı en önemli ekolojik kaygılardan biri olduğu açıktır. Tarım sektörü, su kirliliğinin en yaygın kaynaklarından biridir, Yılda birkaç milyon ton pestisit uygulanmaktadır (Schwarzenbach ve ark. 2006).

Anthropojenic faaliyetlerde doğrudan veya dolaylı olarak kullanılan hemen hemen her türlü kimyasal maddenin su kütlesine ulaşması nedeniyle, sucul ortamlar kirliliğe karşı potansiyel olarak savunmasızdır (Islam ve Tanaka, 2004).

Pestisitler, insan ve yaban hayatı popülasyonlarında olumsuz etkilere neden olabilecek potansiyel ile büyük miktarlarda çevreye salınan toksik maddelerdir (Galloway ve Handy, 2003).

Bu kimyasallar büyük katkılar sağlamış ama aynı zamanda düzensiz ve gelişigüzel uygulamaları ciddi çevre ve sağlık sorunlarıyla sonuçlanmıştır (Jeyasankar ve Jesudasan, 2005).

Uygulanan pestisitlerin sadece % 0,1'inin hedef canlılara ulaştığı ve kalan % 99,9'unun çevreye ait farklı bileşenlere gidecek bir yol bulduğu tahmin edilmektedir. Tarımsal veya endüstriyel alanlara yakın sucul ekosistemlerin, bu tehlikeli kimyasal maddeler tarafından kontamine olma olasılığı yüksektir (Todd ve Leuwen, 2002).

Dünyada en yaygın kullanılan pestisitler organofosforlu, karbamat ve sentetik piretroid maddelerdir.

Organofosforlu pestisitler, tarımdan evsel kullanıma kadar geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir (Grube ve ark. 2011). Pestisitler arasında, organofosforlu pestisitler, yüksek böcek öldürücü özelliği, düşük memeli toksisitesi, daha az kalıcılık ve çevre içindeki hızlı biyolojik bozunabilirlik nedeniyle, dünyada en yaygın kullanılan pestisitlerdir (Singh ve ark. 2010; Ren ve ark. 2012). Bu nedenle balık ve kabuklular gibi birçok hedef olmayan organizmaya tehdit oluşturabilirler (Fulton ve Key, 2001). Organofosforlu pestisit kullanımı, kullanım esnasındaki hatalı işlemler veya Organofosforlu pestisit ile kontamine olmuş gıda yoluyla istenmeyen maruz kalmalar nedeniyle, insanlara da tehdit oluşturmaktadır.

(İngiltere’de) Mevcut kullanımdaki pestisitlerin yaklaşık % 70’i, yılda 90 milyon pound civarında toplam tüketim oluşturan organofosforlu bileşikleridir (Ojha ve ark. 2011). Günümüzde kullanılmakta olan 200 farklı organofosfatlı insektisit bulunmaktadır.

Yaygın olarak kullanılan organofosforlu pestisitler toksisitelerini, organizmaların asetilkolinesteraz (AChE) aktivitesini inhibe ederek gösterirler (Kavitha ve Venkateswara Rao, 2007; Assis ve ark. 2012).

Organofosfatlı pestisitler, fosforik asit veya fosforotiyoik asit esterleridir. Organofosfatlı pestisitlerin ana toksisite mekanizması, asetilkolinesteraz enzim inhibisyonudur (Moretto, 1998; Klaassen, 2001). Organofosfatlı pestisitler, asetilkolinesteraz enziminin aktif bölgesinde yer alan serinin hidroksil grubuna, fosfat radikalleriyle kovalent olarak bağlanarak enzimi fosforile eder (Moretto, 1998).

Organikfosfor bileşiklerinin bir asetilkolinesteraz fosforilasyonu ve bunun sonucunda sinir uçlarında asetilkolin birikimi nedeniyle, akut zehirlenmeye neden olduğu iyi bilinmektedir (Khasawinah ve ark. 1978).

Nörotoksik etkilere ek olarak, organofosfatlı pestisitler immüno-toksik etkilere neden olabilir. Bununla birlikte, bu maddelerin muhtemel immünotoksik mekanizmalarıyla ilgili çok az bilgi bulunmaktadır. Organofosfatlı pestisitlerin, serin hidrolazların inhibisyonu, oksidatif hasar, sinyal iletim yollarının değiştirilmesi, bağışıklık sistemindeki hücrelerin proliferasyonu ve farklılaşması gibi doğrudan etkilere neden olabileceği bildirilmiştir (Galloway ve Handy, 2003; Li, 2007).

Organofosfatlı pestisitler için bir diğer önemli konu, karaciğerdeki aktivasyonlarıdır. Fosfotiyoatlar ($P=S$), fosfatlardan ($P=O$) daha lipofilik yapıdadır ve yağda daha çok depolanır. Fosfotiyoatlar, karaciğerdeki sitokrom P450 enzim sistemi aracılığıyla oksidatif desülfürasyona uğramak suretiyle daha aktif olan fosfat formuna metabolize edilir (Kwong, 2002; Costa, 2006).

Organofosfatlı pestisitlerin metabolizasyonları, yukarda bahsedildiği gibi aktivasyonla sonuçlanabildiği gibi detoksifikasyon şeklinde de olmaktadır. Detoksifikasyonları, A-esteraz olarak bilinen paraoksonaz enzimi aracılığıyla gerçekleşen hidroliz reaksiyonlarını ve B-esterazlar olarak bilinen asetilkolinesteraz, butirilkolinesteraz ve karboksilesteraz enzimleri aracılığıyla gerçekleşen bağlanma reaksiyonlarını kapsar (Karalliedde ve ark. 2003; Demirdöğen, 2010).

Diazinon(O,O-diethyl-O-[2-isopropyl-4-methyl-6-pyrimidinyl]phosphorothioate), tarımda ve evsel faaliyetlerde en çok kullanılan organofosforlu pestisitlerden biridir. Organofosfatlı pestisitler, asetilkolinesteraz (AChE) enziminin aktivitesini inhibe ettiği için güçlü nörotoksinlerdir. Diazinon, AChE'nin aktif bölgesindeki serin aminoasidinin hidroksil grubunu fosforile eden bir madde olan diazoksona metabolize olur. Bu fosforilasyon, enzimin asetilkolin (ACh) nörotransmitterini parçalama kabiliyetini bozarak, sinaptik sonrası hücrelerde bulunan muskarinik (mAChR) ve nikotinik (nAChR) reseptörlerini aşırı derecede uyaran ACh'nin aşırı birikmesine neden olur. Bu yolla, AChE'nin inhibisyonu davranış değişiklikleri olarak ortaya çıkan ve ölüme neden olan kontrolsüz sinir uyarılarını indükler (Costa, 2006; Fanta ve ark. 2003; Barbieri ve Alves Ferreira, 2011; Tilton ve ark. 2011).

Pyretroidler, *Chrysanthemum cinerariaefolium*'un çiçekleri tarafından üretilen piretrinlerin sentetik türevleridir (Luty ve ark. 2000). Piretroid pestisitler, güçlü böcek öldürücü özellikleri ve hedef olmayan hayvanlara ve özellikle memelilere karşı daha

düşük toksisiteye sahip olması nedeniyle tercih edilir. Piretroidler, kolayca metabolize olduğundan hayvanların çoğunda kısa süreli bir ömre sahiptirler. Bununla birlikte, balıkta farklı bir durum söz konusudur. Piretroidleri hidroliz eden enzim sistemi, balıklarda yetersiz gibi görünmektedir (Haya, 1989). Sentetik piretroidler, balığın vücudunda ne tamamen metabolize olur ne de toksik etkilerini hızla kaybeder. Bu nedenle, kalıntılar ve piretroid depolaması oldukça ciddi problemlere neden olmaktadır.

Lambda-cyhalothrin, zararlı böcekleri kontrol etmek için kullanılan, geniş spektrumlu bir piretroid pestisittir. Lambda-cyhalothrin, pamuk ekimi ve sebze üretiminde oldukça kullanılır. Aynı zamanda su kütlelerine doğrudan püskürtme ile sivrisinek kontrolünde de kullanılır.

Karbamat grubu insektisitler, karbamik (karbonik) asit esterleri olup, bu grup insektisitler organik fosforlu insektisitlere göre kullanım açısından daha az bir yer alırlar. Calabar fasulyesinden sentezlenir ve Neostigmine ya da kimyasal olarak N,N-dimethyl carbamate olarak adlandırılırlar. Kimyasal olarak asetilkolinesteraz enzimine bağlanarak sinir zehiri olarak davranır. Bunu organik fosforlu insektisitlere göre farklı bir şekilde yaparlar (Megep, 2012). Karbamatlı insektisitlerde de enzimin “karbamilasyonu” söz konusudur. Karbamilasyon sonrasında enzimin reaktif olma süresi kısadır. Bu nedenle karbamat grubu insektisitler ile gözlenen akut zehirlenmelerde gelişen kolinerjik sendrom kısa sürer. (Özkaya ve ark. 2013). Karbamatlar, halk sağlığı ve tarımda yaygın olarak kullanılmaktadır. Kedi ve köpeklerde pirelerin öldürülmesi, fare tifüs programıyla savaş amacıyla sıçan piresinin yok edilmesi ve kene kontrolü gibi çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Ancak karbamat grubu bileşikler, temas yoluyla etkili olabildikleri gibi sistemik etkili de olabilir (Megep, 2012).

Göreceli olarak düşük memeli oral ve dermal toksisitesi ve geniş spektrumunda kontrol sağladığından dolayı Carbaryl (1-naftil-N-metilkarbamat) en sık kullanılan karbamat grubu insektisittir (Kühr ve Dorough, 1976; Agrawal ve Sharma, 2010). Carbaryl, sinir sisteminde sinaptik kavşaklarda asetilkolinesteraz (AChE) aktivitesini inhibe eder ve sinir sinapslarında asetilkolin birikimine neden olur, böylece kontrol edilemeyen hareket, felç, konvülsiyonlar, tetani ve olası ölüm meydana gelir (Cox, 1993; Gruber ve Munn, 1998; Tomlin, 2000; Gunasekara ve ark. 2008).

Triazin, triazinin ($C_3H_3N_3$) temel kimyasal yapısına sahip geniş spektrumlu bir herbisittir. N atomunun, fenil halkasında eşit olarak dağılıp dağılmadığına bağlı olarak, hatta triazin ve triazin olmayan olarak iki kategoriye ayrılabilir. Uygulanan herbisitlerin çoğu nispeten suda çözünen ve dolayısıyla yüzey suyu bünyelerine taşınabilen veya yeraltı suyu kaynaklarına süzülen bileşiklerdir (D'Itri ve Wolfson, 1987). Herbisitler arasında özellikle kloro-s-triazin türevleri ve atrazin, dünya çapında en çok kullanılanlardır ve bu nedenle genellikle nehirler, göller ve yeraltı sularında tespit edilirler (Graymore ve ark. 2001). Triazin herbisitler, biyolojik ve kimyasal bozunmaya dirençli oldukları için kalıcı organik bileşikler olarak sınıflandırılırlar (Ritter ve ark. 1996).

1960'lardan beri, atrazin hem tarım hem de kentsel alanlarda geniş spektrumlu herbisitler olarak yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Atrazinin bildirilen biyolojik yarılanma ömrü 21 gün ila 1 yıl arasında olan orta derecede kalıcı bir herbisit olarak kabul edilmektedir (Barbash ve ark. 2001). Atrazin ve parçalanma ürünü olan dietil atrazin, yeraltı sularında yaygın olarak bildirilmiştir (Ahel ve ark. 1992; Readman ve ark. 1993). Atrazinin, mutajenik, teratojenik ve kanserojenik özellikleri iyi belgelenmiş ve bu nedenle halk ve çevre sağlığı için potansiyel bir risk faktörü teşkil etmektedir (Lopezdecerein ve ark. 1992; Sathiakumar ve ark. 1996).

Bu bileşiklerin kimyasal stabilitesi ve geniş kullanımı doğal sularda ciddi derecede kontaminasyona neden olmuştur (Fenner ve ark. 2013).

Balığın dış yüzey bölgesinin en geniş alanı, solungaçlarıdır. Sudan kanı ayıran, solungaçlar birkaç mikrometrelik inceliktedir. Bu birkaç mikrometrelik kısım gaz alışverişini kolaylaştırır, fakat solungaç dokusunu ortamın değişken faktörleriyle karşı karşıya bırakır. Ortamın değişkenleri olan pH (Wilkie ve Wood, 1994), tuzluluk (Avella ve ark. 1993), sıcaklık (Boyd ve ark. 1980), amonyak (Wajsbrodt ve ark. 1993), metaller ve pestisitlerin derişimlerdeki değişiklikler, solungaç epitelinin geçirgenliği ile ilgili (Laurent ve Perry, 1990) hücresel adaptasyonlar ya da morfolojik değişiklikler meydana getirirler.

Bunun dışında solungaçlar; respirasyon, osmoregulasyon ve azotlu atık ürünlerin ekskresyonunu ve asit baz dengesini sağlayan çok sayıda işlevi yürütür. Bu sebeple, çevredeki mevcut kirleticiler tarafından solungaçlarda meydana gelen fonksiyonel

bozukluklar, balığın sağılığına ciddi derecede zarar verebilir. Buna ek olarak balık solungaçları, su kirlilik düzeylerinin en uygun belirteçleri olarak düşünölmektedir.(Kirk ve Lewis, 1993).

Yüzey sularında bulunan pestisitler, balık solungaçlarının bütönlüğünü bozmakta ve balığın iç metabolizmasında değışiklikler meydana getirmektedir (Virtanen, 1986; Richmonds ve Dutta, 1989).

Çevresel kirleticilere karşı kanıtlanmış duyarlılığı ve metabolizmadaki merkezi fonksiyonlarından ötürü karaciğer; sadece memeliler değil, aynı zamanda balıklarda da organik ve inorganik kimyasalların letal ve subletal etkileriyle ilişkili toksikolojik araştırmalarda önemli oranda dikkat çekmiştir (Wester ve Canton, 1986). Pestisitlerin biotransformasyon, ekskresyon ve depo işlemlerinde balık karaciğeri önemli fonksiyonlar üstlenmektedir. Detoksifikasyon mekanizmalarındaki işlevlerinden ötürü, önemli bir metabolik organ olan karaciğer, pestisit etkisine maruz kalan balıkların yaşayabilmeleri için çok önemli görölmektedir (Arnold ve ark. 1995).

Lipitler, hücre membranındaki transport mekanizmalarında ve hücrenin yapısal dinamiğinde önemli bir rol oynamaktadır. Yapısal rollerinden başka lipitler, yüksek kalori değerine sahip olduklarından enerji üretimine de katkıda bulunurlar. Herhangi bir fizyolojik stresin, lipit sentezi ve lipitlerin membran yapılarındaki translokasyonu ile ilgili olayların gidişatını değıştireceğı ve bu yüzden lipit metabolizmasındaki değışikliklerin, bir hayvanın metabolik ve fizyolojik durumları üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğı bilinmektedir (Reddy ve ark. 1991; Goncalves ve ark. 2012; 2016).

Membranların fiziksel işlemleri, membranı oluşturan fosfolipitlere, kolesterole ve enzim fonksiyonuna sahip proteinlere bağılı olarak tayin edilmektedir. Yağ asitlerinin doymamışlık derecesi, membran fonksiyonları için uygun çevreyi sağlamada ve membranın akıcılığını tayin etmede önemlidir. Balık ve diğör poiklotermelerde, membranın yağ asitlerinin doymamışlık dereceleri, farklı çevresel sıcaklığa adaptasyon işlemlerinde de önemlidir. Bu yapısal fonksiyonlara ek olarak, bazı fosfolipitleri ve bu fosfolipitleri oluşturan yağ asitleri metabolik olarak çok aktiftir. Bu yağ asitleri, prostaglandin ve lökotrien üretimi için gerekli maddelerin sağlanmasında da önemli rollere sahiptirler (Bell ve ark. 1986).

Yağ asitleri, canlıların hücrel ve organel membranlarının temel bileşenidir ve bunların bileşimleri membranların akışkanlığını etkiler. Bu nedenle, biyomembranın yağ asidi bileşimi, zar enzim reaksiyonunu etkileyen önemli bir faktör olmaktadır.

Fosfolipitler; yapısal elementlerin sentezi, membranların perméabilité işlemlerinin düzenlenmesi ve enerji kaynağı olarak rol oynamaktadır. Acil durumlarda, dokular tarafından aşırı bir şekilde kullanılmaktadır; çünkü fosfolipitler farklı kimyasal reaksiyonlarda ihtiyaç duyulan fosfat radikallerinin vericileridir (Reddy ve ark. 1991). Fosfolipit seviyelerindeki azalmalar, membran bütünlüğü ve permeabilitesinde şiddetli zararlara sebep olmaktadır (Srinivas ve ark. 1991).

Balıklarda membran yapısı ve aşırı doymamış yağ asitlerinin fonksiyonu ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Yağ asit kompozisyonu; diyet, sıcaklık, tuzluluk ve pestisit gibi çevresel etkilere yanıt olarak değişmektedir (Daikoku ve ark. 1982; Di Constanzo ve ark. 1983; Farkas, 1984).

Yağ asitleri, bir organizmanın çevredeki değişikliklere adaptif ve preadaptif reaksiyonlarını harekete geçiren lipidlerin bileşenleridir (Tocher, 2003). Çoklu doymamış yağ asitleri, organizmalar için iki temel nedenden dolayı önemlidir. Öncelikle, biyomembranın fiziki yapısını değiştirir ve fiziksel durumunu düzenler. Bu nedenle, yağ asitleri, ortamdaki değişikliklere yanıt olarak ortaya çıkan adaptasyon veya adapte olma süreçlerinin bir parçasıdır. İkincisi ise oksidize türevler, hücre ve dokularda birçok fizyolojik süreci düzenler (Arts ve Kohler, 2009).

Triaçilgliseroller (TAG'ler, nötr yağlar, trigliseridler veya triaçilgliseridler olarak da bilinirler), bir gliserol molekülü tarafından birbirine bağlanan üç yağ asidinden sentezlenir. Gliserol, tek başına üç karbon içeren küçük bir alkol molekülüdür. Triaçilgliseroller, yağ enerjisinin adipoz dokuda depolandığı formdur. Triaçilgliseroller, gliserol ile esterleştirilmiş, üç uzun zincirli yağ asidinden oluşan yaygın ve basit bir lipid türüdür. Egzojen ve endojen trigliseridler bulunur. Karaciğerde, endojen trigliseridler oluşurken, ekzojen trigliseritler yiyeceklerden kaynaklanır. Triaçilgliseroller; yağ asidi oksidasyon hızını, serbest yağ asitlerinin plazma seviyelerini, diğer lipid moleküllerinin biyosentezi ve lipoproteinlerin metabolik kaderini belirleyen metabolik süreçlerde yer alırlar. Bu nedenle triaçilgliseroller, insan

vücudunun başlıca ve en güvenilir enerji rezervleri olmaktan öte vücut için ana enerji kaynağı oluşturmaktadırlar.

Birçok hücre tipi triaçilgliserol sentezleme özelliğine sahiptir. Ancak hayvanlarda karaciğer, bağırsaklar ve yağ dokusu en aktif olanlardır. Hücre içerisinde triaçilgliseroller, sitoplazmik lipid damlacıkları olarak depolanır (Dzoyem ve ark. 2014).

Serbest radikaller, pestisitlerin ve diğer çevresel kimyasalların toksik etkilerinin önemli bir bileşenidir. Pestisitlerin oksidatif stres oluşturduğu ve hücrelerde serbest radikal temizleme sisteminin etkilenmesine yol açtığı gösterilmiştir (Almeida ve ark. 1997).

Pestisitler, oksitleyici özelliğe sahip bileşiklerdir. Bu tür elektrofilik moleküller, hücre membranındaki lipitleri, hücrenin büyük ve önemli fonksiyonel molekülleri olan proteinleri ve DNA'yı oksitleyebilirler. Membran lipitlerinin oksidasyonu, membrandaki lipitlerin peroksidasyonuna neden olup, hücre membran permeabilitesini bozarak hücre metabolizmasını ve morfolojisini olumsuz yönde etkiler (Ames ve ark. 1993).

Pestisitlerin çoğu, biyolojik membrana, özellikle fosfolipid tabakaya aşırı derecede güçlü bağlanan hidrofobik moleküllerdir (Lee ve ark. 1991). Pestisitlerin lipofilik yapıları nedeniyle, biyolojik membranlar ve dokulardaki lipitler pestisitler tarafından zarar görebilir.

Pestisitlerin lipofilik özellikleri, hücre membranının çift lipit katmanı ve pestisit arasında belirgin bir ilişkinin olabileceğini göstermektedir. Pestisitlerin, hücre zarından rahatça geçişlerine sebep olan, sahip oldukları bu lipofilik özellikleridir. Bu pestistlerin balıklar tarafından alınımı, karaciğer gibi hassas dokularda birikmesi ve doku metobalizmasında olumsuzluklara sebep olması olağandır.

Tarımsal uygulamalarda kullanılan pestisitlerin, yüzey suları ve yer altı sularında bulunabileceği ve bu kontaminasyonun, bitki ve hayvanlar üzerinde ekotoksik etkilere ve insan sağlığına neden olabileceği bildirilmiştir (Carrasco ve ark. 2003; Macedo ve ark. 2005).

Lipid metabolizması ve yağ asidi (FA) profillerindeki değişikliklerin, sucul organizmalarda, kirleticiye maruz kalma sonucunda genel bir biyokimyasal tepki olarak

oluştugu bilinmektedir (Berge ve Barnathan, 2005; Dailianis, 2011). Hem fosfolipidlerde (PL) hem de trigliserit sentezinde değişikliklere neden olan (Viarengo ve ark. 2007) ve membran akışkanlığına da (Hannam ve ark. 2010) etki ettiği bilinen kontaminasyon olayı; doymamış (MUFA, PUFA), doymuş (SFA) ve esansiyel (EFA) yağ asitlerinde (Labarta ve ark. 2005; Rocchetta ve ark, 2014) meydana gelen değişiklikler olarak gözlemlenmiştir.

Bu araştırmada, organofosfat grubundan olan Diazinon, karbamat grubundan olan Carbaryl, triazin grubundan olan Atrazin ve pyrethroid grubundan olan Lambda cyhalothrin'nin subletal derişimlerine farklı sürelerde maruz bırakılan *Oreochromis niloticus*'un karaciğer ve solungaç dokularındaki total, fosfolipid (PL) ve triağılglicerol (TAG) yağ asidi fraksiyonundaki meydana gelebilecek değişikliklerin incelenmesi amaçlanmıştır.



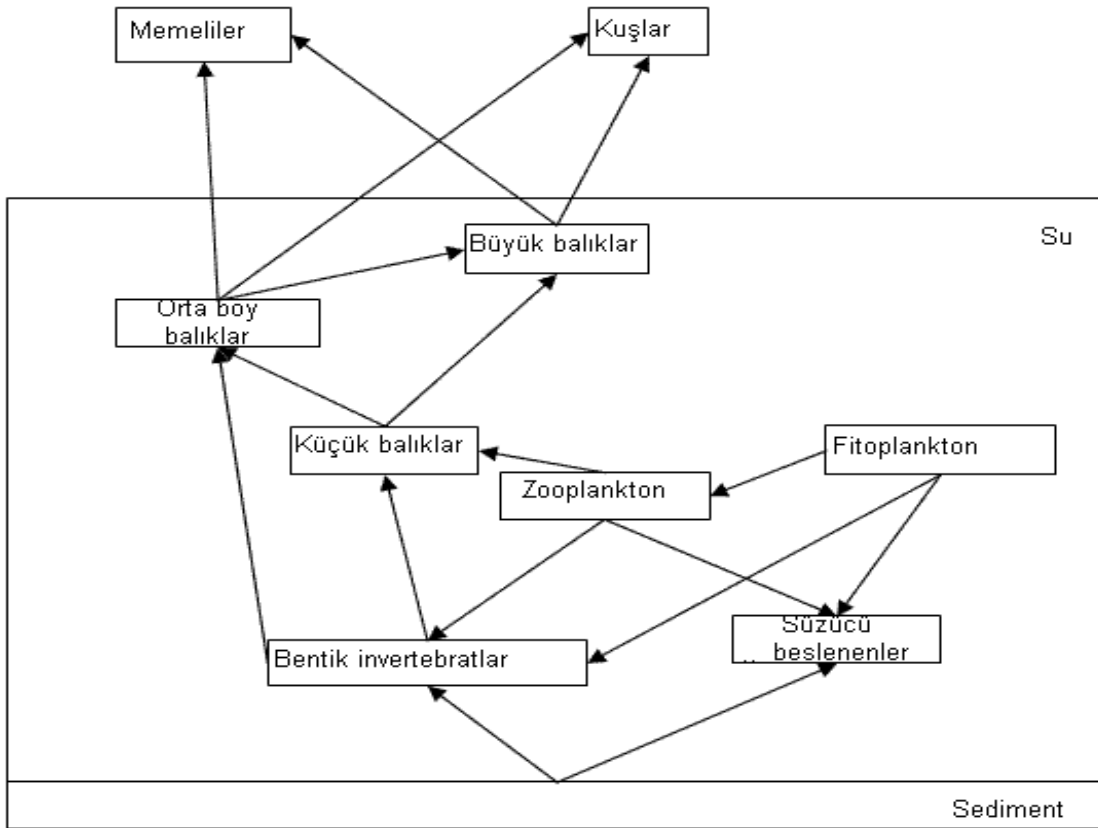
2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Pestisitler

Çevre Koruma Dairesi (U.S. Environmental Protection Agency, EPA) nin tanımlamasına göre, tarımsal üretimi sekteye uğratan haşereler, mantarlar, kemiriciler ve yabani otlar gibi zararlılarla mücadele için kullanılmakta olan kimyasal ve biyolojik ajanlara pestisit adı verilmektedir (Klaassen 2001). Zararlıları yok etmek için kullanılan pestisitler aynı zamanda hedef dışı canlılar için de tehlike arz etmektedir. Pestisitlerin hedef dışı canlıları da etkilemesi, organizmaların doğal popülasyonlarında istem dışı düzensizliklere, varolan ekosistemde dengesizliğe, besin ağının farklılaşmasına ya da besin zincirinin kırılmasına yol açabilmektedir (Dökmeci, 1988).

Hızla artan dünya nüfusu beraberinde açlık sorununu da getirmiştir. Bunu çözmek için tarımsal üretimim artırılması gerekmektedir ve bu amaçla tarım ilaçları sıklıkla kullanılmaktadır. Tarım ilaçlarının temel amacı, tarımsal üretime zarar veren haşereler, mantarlar, yabani otlar ve kemiriciler gibi zararlıları yok etmektir.

Suda yaşayan ya da su kenarındaki bitkilerle ya da böceklerle savaş sırasında, pestisitlerin direkt uygulanması, bitki ve toprak yüzeylerinden ilaçların yağmur suları ile yıkanmasıyla, ilaç endüstrisi artıklarının akar ve durgun sulara veya toprağa boşaltılması halinde; bunların topraktaki hareketleri, boş ambalaj kaplarının su kaynaklarında yıkanması suretiyle sulara karışır. Bunun yanısıra uygulama esnasında atmosfere yayılan katı ve sıvı pestisit zerrecilerinin, su kaynaklarına taşınması sonucunda da sular etkilenir. Bu çeşit sularda, planktonik organizmalarda ve balıklarda pestisit birikmekte, buradan da bunları yiyen kuşlara ve diğer canlılarla insanlara geçmektedir (Öztürk, 1990). Pestisitlerin insanlara kadar ulaşmış olması (organoklorlu pestisitler gibi) ve bu pestisitlerin metabolitleri; endokrin bozucu non-Hodgkin's lenfoması, lösemi, yumuşak-doku sarkoması, beyin tümörü, düşük sperm konsantrasyonu ve uterus kanseri gibi çeşitli hastalıklar için potansiyel risk faktörüdür (Vural, 1996). Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 1990) Dünya'da her yıl 20,000 insanın pestisit maruziyetine bağlı olarak ortaya çıkan hastalıklardan hayatını kaybettiğini bildirmiştir.



Şekil 2. 1. Pestisitlerin su ekosistemi besin zincirinde hareketi (EPA 2009)

Su ekosistemleri, pestisitlerin insanlara ulaşmasını kolaylaştırmaktadır. Suyu karışan pestisitler iki yolla insana geçmektedir. Bunlardan ilki kirlenmiş suyun doğrudan kullanımı, ikincisi ise suda yaşayan canlıların yenmesi şeklindedir. Böylelikle insan metabolizmasına karışan pestisitler, çeşitli dokularda birikerek zaman içerisinde çeşitli hastalıklara yol açmaktadır

2.1.1. Pestisit Kullanımının Tarihçesi

1930'lu yıllara kadar çoğunlukla bitkisel kökenli (*Nicotiana tabacum*, *Strychnos nux vomica* gibi) veya anorganik (bakır sülfat, kurşun arsenit, bakır arsenit gibi) maddeler, pestisit aktif maddesi olarak kullanılmıştır. 1930'lu yıllardan sonra modern sentez kimyasındaki devrimin etkisiyle alkil tiyosiyanat insektisitleri, ditiyokarbamat fungusitleri, etilen bromür, karbon sülfür fumiganları gibi birçok etken madde geliştirilmiştir. II. Dünya Savaşı başlarına gelindiğinde birçok kimyasal madde (DDT, klorofenoksiasetik asit grubu maddeler gibi) deneysel amaçlı araştırılmaya başlanmış ve savaş döneminde bu araştırmalar sır olarak kalmış ve gün yüzüne

çıkamamıştır. Bir Alman firması tarafından organik fosforlu bileşiklerin, böcek öldürücü etkisi ile ilgili bir çalışma yapılırken, sentetik insektisitler geliştirilmiştir. Bu çalışmalarda organofosfatlı (OPs) insektisitlerin insanlar gibi hedef olmayan organizmalardan ziyade böcekler üzerine toksik etkisi olduğu ortaya konulmuştur. Hegzoklorosiklohegzan gibi organoklorlu insektisitler ile organofosfatlıların üretim tarihi hemen hemen aynı dönemde gerçekleştirilmiştir.

DDT (diklorodifeniltrikloroetan) ise ilk olarak 1874 yılında sentezlenmiş olmasına karşın 1939 yılına gelinceye kadar insektisit özelliğinin farkına varılmamıştır (Brooks 1974). 1942 yılında İtalya'da askeri birliklerdeki bir tifüs salgınında DDT kullanımı, sonucunda salgın kısa sürede kontrol altına alınarak ortadan kaldırılmıştır. Rachel Carson'un 1962 yılında yayımladığı "Silent Spring (Sessiz Bahar)" kitabında pestisitlerle ilgili ilk ciddi eleştiri yer almaktadır. Carson kitabında DDT ve klorlu hidrokarbonların çevredeki dayanıklılığını, insan ve hayvanların yağ dokularında birikimini, hedef olmayan veya olmaması gereken türler üzerindeki toksik etkisiyle, ekolojik ve insan sağlığıyla ilgili yıkıcı etkilerini dile getirmiştir. DDT'ye karşı olan gruplar sıtma eradikasyon programının yürütüldüğü bölgelerde DDT'nin etkili olmadığını, buna ek olarak hızlı bir şekilde direnç geliştiğini belirlemiştir. Aynı zamanda DDT'nin sivrisineklerle beslenen çeşitli hayvan türlerinin de ölümüne yol açtığı gösterilmiştir.

1960'lı yıllara gelindiğinde yapılan birçok bilimsel araştırma, DDT'nin farelerde karsinogenik olduğunu ortaya koymuştur ve bununla doğru orantılı olarak DDT 1971 yılında ABD'de yasaklanmıştır. 1974-1984 yılları arasında İngiltere'de DDT'nin gönüllü olarak kullanımının terkedilmesi yoluna gidilmiş ve günümüzde tamamen yasaklanmıştır. Yaşanan bu gelişmeler pestisit kullanımıyla ilgili ikilemleri ortaya koymaktadır. Bir yandan pestisitlerin sağladığı yararları, öte yandan zararları savunan iki gurubun da geçerli verileri bulunmaktadır.

II. Dünya Savaşı sona erdikten sonra, tarımsal ilaçlarla ilgili yapılan çalışmalarda çok hızlı bir gelişme olmuştur. Tüm bu araştırma ve gelişmelerde en önemli amaç, pestisitlerin yok edilmesi istenen zararlıya karşı selektif (seçici) ve spesifik toksisite göstermesi ve başka canlılar için minimum toksik etkiyi barındırmasıdır. Böylece ilk sentez edilen pestisit aktif maddelerinin, *ikinci ve üçüncü jenerasyonları*

(nesilleri) olarak isimlendirilen daha güvenilir maddelerin sentezi yapılmıştır. Ancak her pestisit bir dereceye kadar toksisite bulundurmaktadır ve sağlık açısından "tamamen güvenilir" bir pestisit bulunmamaktadır. Bunun yanı sıra, belirli şekillerde ve ölçülerde kullanıldıkları zaman riskleri minimize edilebilmektedir (Vural, 1995, Güler ve Çobanoğlu, 1997).

2.1.2. Pestisitlerin Sınıflandırılması

Pestisitler farklı özelliklerine göre çeşitli gruplar altında sınıflandırılabilirler:

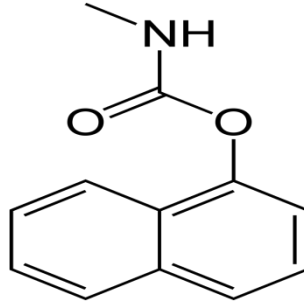
- Formülasyon şekillerine göre:
 - Toz ilaçlar: DP
 - Islanabilir toz ilaçlar: WP
 - Suda Çözünen toz ilaçlar: SP
 - Kuru tohum ilaçları: DS
 - Solüsyonlar ve sulu çözeltiler
 - Emülsiyon konsantre ilaçlar: EC
 - Akıcı konsantre ilaçlar: SC
 - Yağlar: GS
 - Tabletler: TB
 - Granüller: GR
 - Pelletler
 - Aerosoller: AE
 - Zehirli yemler: RB
 - Süspansiyonlar: CS
 - Gübre karışımları
 - Yağ konsantreleri ve yağ solüsyonları
 - Çok düşük hacimli ilaçlamaya uygun sulandırılmadan kullanılan sıvı ilaç formülasyonları
 - Gaz halinde olanlar: VP-GA
- Etkiledikleri zararlı gruplarına göre:
 - Böcek öldürücü: İnsektisit
 - Akar ve Örümcek öldürücü: Akarisit
 - Nematod öldürücü: Nematisit

- Yumuşakça öldürücü: Mollusisit
- Kemirgen öldürücü: Rodentisit
- Kuş öldürücü: Avisit
- Yaprak biti öldürücü: Afisit
- Mantar öldürücü: Fungusit
- Mantar faaliyetini durduran: Fungustatik
- Zararlı otları öldürücü: Herbisit
- Bakteri öldürücü: Bakterisit
- Alg öldürücü: Algisit
- Kaçırıcılar: Repellentler
- Çekiciler Atraktantlar
- Kullanma tekniğine göre:
 - Doğrudan doğruya uygulanan ilaçlar
 - Su veya organik çözücü ile seyreltme yoluyla kullanılan ilaçlar
- Etkilediği zararlının bulunduğu biyolojik döneme göre:
 - Larva öldürücü: Larvisit
 - Yumurta öldürücü: Ovisit
 - Hem yumurta hem de larva öldürücü: Ovalarvisit
 - Erişkin öldürücü: Maturisit
- Zararlılara etki ettikleri yollara göre:
 - Mide toksinleri
 - Kontak toksinler
 - Solunum toksinleri
- Toksik özelliklerine göre:
 - Fiziksel toksinler
 - Protoplazma toksinleri
 - Sinir sistemi toksinleri
 - Solunum toksinleri
 - Antiguagulantlar

2.1.2.1. Carbaryl

Carbaryl karbamat ailesinin bir üyesi olan insektisittir. Karbamatlar bahçe, tarım ve evde, oldukça sık kullanılan insektisitlerdir. Bu pestisitler, güçlü etkiye ve çevrede az kalıcılığa sahiptir, bu nedenle organoklorlular yerine sistemik ve kontak pestisitler olarak çoğunlukla tercih edilirler (Baron, 1991, Ribera ve ark. 2001). Karbamat insektisitler, asetilkolinesteraz (AChE) enziminin aktif bölgesini karbatlayarak (Watts ve Wilkinson 1977), bu enzimi geri dönüşümlü olarak inhibe ederler (Gruber ve Munn 1998, Mora, 2000). Literatürde, karbamat pestisitlerin çeşitli yollarla akuatik sistemlere karıştığına (Beyers ve ark. 1994) ve hedef olmayan sucul canlılara yüksek derecede toksik olduğuna ilişkin yapılmış çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Braman, 1997, Brewer ve Atchison. 1999, Weber ve Rosenberg 1984).

Carbaryl (1-naphthyl-N-methylcarbamate) meyve, narenciye, süs bitkisi, orman ağaçları, çim, fındık ve diğer zirai öneme sahip bitkiler için tehlike arzeden 100 kadar zararlı böceğin kontrolünde kullanılan karbamat ailesinden olan bir insektisittir (EPA 2004). Laboratuvar çalışmaları, bu kimyasalın doğada kalıcılığının kısa süreli olduğu göstermektedir, ancak yapılan bazı çalışmalarda belli koşullar altında bu pestisidin 1 yıl boyunca sucul ekosistemlerde kaldığı bildirilmiştir (Gibbs ve ark., 1984).



Şekil 2. 2. Carbarylin moleküler yapısı (Sandoza ve ark. 2000)

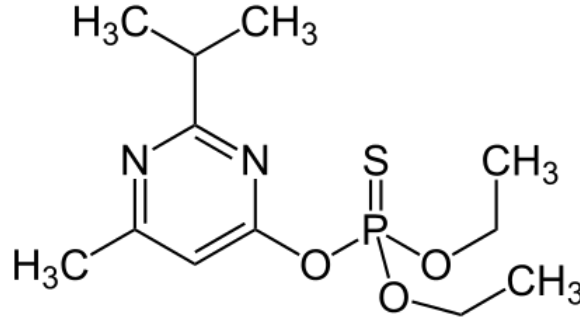
Carbaryl'in sucul canlılar üzerinde oluşturduğu etkilere dair çalışmalar literatürde yer almaktadır. Carbarylin *O. niloticus* için 96 saatlik LC₅₀ değeri 8500 µg/L bulunmuştur (Liong ve ark. 1988). Bu değer carbarylin *O. niloticus* için yüksek derecede toksik olduğunu göstermiştir (Kannan 1997).

Mattos ve arkadaşları (2007) Carbaryl'in karaciğerdeki oksidasyon sistemini bozduğunu bildirmişlerdir. Arthropodaların carbaryle hassas olduğuna dair literatürde yapılmış çalışmalar mevcuttur. Mora (2000), bir tatlı su salyangozu olan *Pomacea patula* için carbarylin 96 saat LC₅₀ değeri 14.6 µg/mL olduğunu bildirmiştir. Yapılan bir çalışmada, carbarylin tatlı su omurgasızları için 96 saat LC₅₀ değerinin 11.1 ve 61 µg/L aralığında olduğunu tespit edilmiştir (Peterson, 2001).

2.1.2.2. Diazinon

Diazinon bir organofosfat insektisittir. Organofosfat grubu insektisitler, içlerinde bulunan bir veya daha fazla fosfor atomları nedeniyle OP'lu bileşikler grubu olarak isimlendirilirler.

1940'lı yılların ortalarından günümüze kadar kullanılan insektisitler içinde, en önemli ve en yaygın sınıfı OP'lu insektisitler oluşturmaktadır (Gallo ve Lawryk 1991, Gültekin ve ark. 2001). Bu grup insektisitlerin organizmadaki öncelikli hedefi asetilkolin esterazlardır (AChE) (Hazarika, 2003, Rajdeep ve Sendhu, 2008). OP grubu insektisitler, AChE'nin geri dönüşümsüz inhibisyonu sonucu, kolinerjik sinapslarda asetilkolin (ACh) birikmesine neden olur. Buna bağlı olarak muskarinik ve nikotinik reseptörlerin aşırı uyarılmasına sebep olup, sonuçta kolinerjik sendroma neden olurlar (Giordano ve ark. 2007). OP'lu insektisitler içinde en sık olarak kullanılan diazionundur [O,O-diethyl-O-(2-isopropyl-6-methyl-pyrimidine-4-pyrimidinyl) phosphorothioate]. Diazinonun moleküler formülü C₁₂H₂₁N₂O₃PS'dir. Diazinon renksiz ve kokusuz bir maddedir. Tarımda kullanılanı koyu kahverengi / yeşil sıvı formda olanıdır. Sudaki çözünürlüğü zayıftır. Kaynama noktası 83-84 °C olup, 120 °C'de bozulur. Diazinon nötr ortamda stabil olmasına karşın, alkali ortamda yavaş hidroliz olur. Diazinon mikrozomal enzim sistemi ile okside olarak diazoxon, hidroksidiazoxon, hidroksidiazinona dönüşür. Maruz kalındıktan sonra vücutta oksijen analogu olan diazoksine dönüşerek kolinesteraz inhibisyonu yapar (Gallo ve Lawryk 1991).



Şekil 2. 3. Diazinonun moleküler yapısı (Wikipedia 2015a)

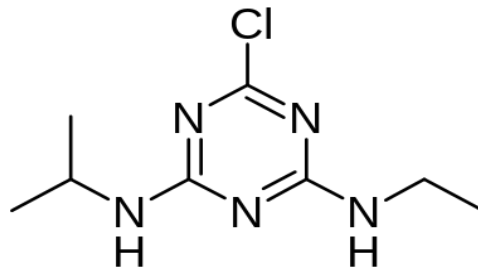
El-Sherif ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan bir çalışmada Diazinon'un *O.niloticus* için LC₅₀ değeri 2800 µg/L olarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre diazinon *O.niloticus* için son derece toksiktir (Kannan, 1997). Diazinon'un sucul canlılar üzerinde özellikle balıklar için oldukça toksik olduğu ve bu canlılarda birçok toksik etkiler oluşturduğu yönünde başka çalışmalar da mevcuttur. Keizer ve arkadaşları (1991), Diazinon'un 96 saatlik LC₅₀ değerini *Poecilia reticulata* için 0.8 mg/L ve *Brachydanio rerio* için yaklaşık olarak 8 mg/L olarak bildirmişlerdir. Diazinon için 96 saatlik LC₅₀ değerleri *C. mrigala*'da 8.15 mg/L (Rauf ve Arain 2013); *Cyprinodon variegatus*'de 1.47 mg/L ve *Pimephales promelas*'da 7.80 mg/L, *Brachydanio rerio*'da 8 mg/L ve *Poecilia reticulata*'da 0.8 mg/L, *Cyprinus carpio*'da 9.76 mg/L ve *Rutilus frisii kutum*'da 0.4 mg/L olarak belirlenmiştir.

Bu araştırmalar, Diazinon'un balıklar için yüksek derecede toksik olduğunu göstermektedir (Kannan 1997). Aydın ve Köprücü (2005), *Cyprinus carpio* embriyolarında Diazinon'un 48 saatlik LC₅₀ değerini, 0.999 mg/L olarak rapor etmişlerdir. Aynı araştırmacılar *C.carpio* larvaları için ise 96 saatlik LC₅₀ değerini 1.530 mg/L olarak bildirmişlerdir. Üner ve arkadaşları (2006), yaptıkları bir çalışmada Diazinon'un, *O. niloticus*' un beyin dokusunda asetilkolinesteraz (AChE: EC 3.1.1.7) aktivitesinde oluşturduğu değişiklikleri saptamışlardır. Bu araştırma sonucunda 30 gün süreyle 1 ve 2 mg/L konsantrasyonlara maruz kalan balıkların beyin dokusunda, AChE aktivitesinin, kontrol grubundakilere göre %93 azaldığını rapor etmişlerdir.

2.1.2.3. Atrazin

Pestisitler tarımsal alanda yalnızca insektisit olarak kullanılmazlar. Diğer canlılara etki eden pestisitler olarakta kullanılmaktadır. Bu pestisitlerin en başında herbisitler yer almaktadır. Tarımsal alanlarda istenmeyen otlarla mücadele etmenin rahat ve etkili yolu herbisitleri kullanmaktır. Ülkemizde de bu pestisitler sıklıkla kullanılmaktadır. Kullanılan kimyasalların çoğu sentetik olduğu için uzun yıllar doğada parçalanmadan varlıklarını sürdürebilmekte, toprakta birikmekte ve topraktan suya geçerek yayılmaktadır. Bu durum çevrenin kirlenmesine ve canlılara toksik etkilerle ciddi zararlar vermektedir (Topal, 2011). Çalışmamızda triazin bir herbisit olan Atrazin kullanılmıştır. Atrazin, 1950'li yıllardan bu yana üretilen, ormancılıkta ve tarımda sıklıkla kullanılan bir pestisitdir. Bağlarda, meyve, narenciye bahçelerinde, çim alanlarda, geniş yapraklı yabancı otların kontrolünde, şeker kamışı bulunan alanlarda ve çayırılık alanlarda kullanıldığı görülmektedir. Dünya geneline bakıldığında yıllık 70.000-90.000 tonluk kullanımıyla en fazla kullanılan pestisittir.

Atrazin (6-chloro-N-ethyl-N'-(1-methylethyl)-1,3,5-triazine-2,4-diamine), tersinir olarak fotosentezi inhibe ederek zararlı bitkilerin gelişimini sonlandırır. Oda sıcaklığında kristal yapıda sert ve beyaz bir kimyasal olan bu herbisitinin sudaki çözünürlüğü litrede 28 mg/L, erime sıcaklığı 176 °C ve buhar basıncı 0.04 mPa'dır (Kidd ve James 1991).



Şekil 2. 4. Atrazin'in moleküler yapısı (Wikipedia 2015b)

Son birkaç yıldır sucul alanlara ve yeraltı sularına sürekli atrazin girişiyle ilgili kaygılar çoğalmaktadır. Atrazin dünyada çokça kullanılmasına karşın, bu herbisitinin sucul komüniteler ve ekosistemler üzerindeki etkisine yönelik çok az araştırma yapılmıştır. Yapılan bu az sayıdaki araştırmalardan birinde, Christopher ve Bird (1992),

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Chesapeake körfezindeki balıkların sayısında oluşan azalmanın su altı bitkilerinin azalmasından dolayı meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Su bitkilerinde oluşan bu azalma ise sedimentte fazla miktarda tesbit ettikleri atrazin seviyesinden kaynaklanmıştır.

Atrazi'nin uygulanmasının ardından, topraktaki hareketliliği nedeniyle su kaynaklarına ulaşabilir (Waring ve Moore 2004). Hussein ve ark. (1996), atrazinin sucul ekosistemlere karışmasının başlıca nedeninin, su kaynaklarının tarım arazilerine yakın oluşu ya da tarım alanlarında gelişigüzel uygulamalar nedeniyle olduğunu rapor etmişlerdir. Atrazin'in, yüzey suyunda fotoliz ve mikroorganizmalar tarafından degrade edilebilir olduğu WHO (1996) tarafından rapor edilmiştir.

Atrazin'in *O.niloticus* için 96 saatlik LC₅₀ değeri 9,35 mg/L olarak bildirilmiştir (Hussein ve ark, 1996). Atrazin'in sucul canlılarda meydana getirdiği toksik etkiler ile ilgili başka araştırmalar da bulunmaktadır. Ramesh ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada Atrazin'in *C. carpio* için 24 saatlik LC₅₀ değeri 18.5 ppm olarak bildirilmiştir.

2.1.2.4. Lambda-cyhalothrin

Çalışmamızda etkisini incelediğimiz bir diğer pestisit, piretroid grubundan bir insektisit olan Lambda-cyhalothrin'dir. Piretroid pestisitler, kuvvetli insektisit özelliklerinden ve çoğu hedef alınmayan hayvanlara özellikle memelilere non toksik olmalarından ötürü organoklorlu ve organofosfatlı pestisitlere oranla daha tercih edilen pestisitlerdir. Piretroidler basit bir şekilde metabolize edilmelerinden ötürü çoğu hayvanda oldukça kısa bir ömre sahiptir. Sularda pestisitlerin ağır kontaminasyonları, oksijen azalmasından dolayı zehirlenmelere öncülük eder ve balıkların kitlesel ölümlerine sebep olur (David ve Somasundram 1985, Venkatramesh ve Agnihothrudu 1988, Brandbury ve Coats 1989). *Chrysanthemum cinerariaefolium* bitkisinden elde edilen piretroidler, özellikle pamuk ve diğer bitki zararlılarına ve insanlarda ektoparazitlere karşı sıklıkla kullanılmaktadır (Dökmeci 1988).

Piretroid pestisitlerin öncelikli hedefleri, sinir membranlarının sodyum kanallarıdır (Eells ve ark. 1993). Bununla beraber, kalsiyum transport sisteminin farklılaşmasına sebep olurlar. Nöromuskular bağlantılarda ya da merkezi sinir sistemindeki nörotransmitter düzeylerinde değişiklikler sebep olurlar (Matsumura,

1987). Bir piretroid insektisit olan Cypermethrin, sinir filamentlerinin sodyum kanallarını bloke ederek depolarizasyon fazının uzamasına sebep olur. Ayrıca sinir filamentlerindeki GABA reseptörlerini de etkiler (Bradbury ve Coats 1989, Hayes ve ark., 1994).

Sentetik bir insektisit ve akarisit olan Lambda-cyhalothrin (Λ -cyano-3-phenoxybenzyl-3-(2-chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enyl) -2,2-dimethyl cyclopropane carboxylate) 1977 yılında geliştirilmiştir. Lambda-cyhalothrin oldukça lipofilik bir insektisittir; bu nedenle dokularda birikimi fazladır. Balık ve memelilerde bu kimyasalın toksik etkileriyle ilgili çalışmalar son derece fazladır.

Lambda-cyhalothrin ve diğer pretiroid pestisitler balıklara yüksek oranda toksiktir. Yapılan bir araştırmada, Piner ve Üner (2012), lambda-cyhalothrinin *O.niloticus* için LC_{50} değerini 2,901 $\mu\text{g/L}$ olarak bildirmişlerdir. Bu değer, bu kimyasalın *O.niloticus* için yüksek oranda toksik olduğunu göstermektedir (Kannan, 1997). Bu gruptaki pestisitlerin balıklarda oluşturduğu toksik etkilere karşı literatürde başka veriler de mevcuttur.

Lambda-cyhalothrin 96 saatlik LC_{50} değerleri, *Lepomis macrochirus*'da 63.1 ve 35.4 ng/L (Marino and Rick 2001a, 2001 b), *Oncorhynchus mykiss*'de farklı araştırmacılar tarafından 170 ve 72 ng/L (Machado, 2001a, Marino and Rick 2001a), *Pimephales promelas*'da 340 ng/L (Sewell and McKenzie, 2006a), *Poecilia reticulata*'da 170 ng/L (Sewell and McKenzie, 2006b), *Brachydanio rerio*'da 279 ng/L (Sewell and McKenzie, 2006c) olarak bulunmuştur.



Şekil 2. 5. Lambda-cyhalothrinin moleküler yapısı

2.2. Deneysel Bir Model Olarak *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

Balıkların toksikolojik kirlenmeye karşı verdikleri yanıt, memelilerin verdikleri yanıtla oldukça benzerdir. Bu nedenle sucul kirlenmenin etkilerinin belirlenmesinde balıklar, iyi birer indikatördürler (Mishra ve Shukla 2003). Bu organizmalar, bu sebepten sucul ekosistemlerin sağlığını ve kirleticili yüzünden meydana gelmiş toksikolojik patolojiyi tespit etmek amacıyla, dünya genelinde çoğunlukla kullanılan deneysel modellerdir (Garcia-Santos ve ark. 2006). Besin ağında önemli rol oynadığı, toksik bileşikleri biriktirdiği ve düşük dozda bile mutajenlere cevap verdiği için balıklar, deneysel çalışmalarda öncelikli olarak tercih edilen canlılardır (Çavaş ve Ergene-Gözükara 2005). Bu nedenle, deneysel çalışmalarda balık biyobelirteçlerinin kullanılması, bir kirlenmenin etkisini tespit etmek için gittikçe artan bir öneme sahiptir ve sucul çevre sorunlarının önceden tespit edilmesine imkan vermektedir (Lopez-Barea 1996, Van der Oost ve ark. 2003).

O. niloticus (Linnaeus, 1758) kültür koşullarında bakım ve beslenmeye elverişli olmaları, üremelerinin basit olması, kirlenme ve farklı hastalıklara karşı dirençli olmaları sebebiyle, iyi biyolojik model olarak bilinen balıkların en önemli gruplarından birine aittir. Son zamanlarda *O. niloticus*, akuatik alanlarda bulunan kirleticilerin biyolojik etkilerini araştırmak için indikatör organizmalar olarak kullanılmaktadır (Almedia ve ark., 2002). Cichlidae familyası ve *Oreochromis* cinsine ait olan *O. niloticus*, tropikal bölgelerde 14-33 °C sıcaklıkta ve genellikle Nil Nehri'nde yaşayabilen bir balık türüdür. Maksimum boy 60 cm, maksimum ağırlık 4.324 kg olabilir. Kanalizasyon suyu, sulama suyu, göl, nehir gibi tatlı su habitatlarında geniş çeşitliliğe sahiptir. Çoğunlukla gündüz hareketlidirler. Besinleri genelde fitoplankton ve bentik alglerdir. Ovipardırlar. Ağız kuluçkası dişi tarafından yapılır (Fishbase 2015). Bu çalışmada kullanılan *O. niloticus* (Linnaeus, 1758)' un taksonomisi aşağıdaki gibidir:

- **Phylum:** Chordata
- **Classis:** Actinopterygii
- **Ordo:** Cichliformes
- **Familia:** Cichlidae
- **Genus:** *Oreochromis*
- *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)



Şekil 2. 6. *Oreochromis niloticus* (Wikipedia 2015c)

Balık biyobelirteçleri, risk belirleme sürecinin etki, maruziyet ve tehlike değerlendirmeleri, risk sınıflandırması ya da sucul ekosistemlerin çevresel kalitesinin izlenmesi ve sınıflandırması gibi bazı basamakları kullanılan bir araçtır (Depledge ve Fossi 1994). Birçok farklı nedenden ötürü balık türleri, çevresel kirleticilere karşı oluşturulan biyolojik ve biyokimyasal yanıtların tespit edilmesinde, araştırmacıların ilgisini çekmektedir (Powers 1989). Balıklar sucul çevrede her alanda bulunabilir ve enerjiyi alt trofik seviyeden üst trofik seviyeye taşıma özellikleri sayesinde, sucul besin ağında ciddi bir ekolojik rollere sahiptirler (Beyer 1996). Bu özelliklerinden ötürü balıklar, sucul sistemlerde kirlilik tespiti için en elverişli canlılar olarak kabul edilmektedir (Velmurugan 2011).

2.3. Lipidler: Yapı ve Fonksiyonları

2.3.1. Lipitler (Yağlar)

Lipitler (Wilhelm Bloor, Almanya, 1943) suda çözünmeyen fakat eter, benzen ve kloroform vb. gibi polar olmayan çözücüler içinde çözünen kompleks organik bileşiklerdir. Lipitler, su içinde küçük damlacıklar şeklinde muntazam olarak dağılır. Böyle bir kompleks emülsiyon olarak adlandırılır.

Kimyasal olarak, lipitler yüksek yağ asitlerinin esterleridir. Lipitler, yağlar, mumlar, fosfolipitler, glikolipitler, doğal kauçuk, karoten (havuç), lycopene (domates), vitaminler (A, D, E ve K) ve steroidler vb. kapsar.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Lipitler son derece enerjiktir. Kalorifik değeri yaklaşık 9.4 kcal'dir. Hidrolizde, lipitler yağ asitleri ve alkol (esas olarak gliserol) üretir. Yağ asitleri, asetil koenzim A molekülleri sağlamak için mitokondri içinde beta oksidasyon denilen bir işlemde geçirilir. Bu moleküller, sonunda büyük miktarda enerji üretmek için Krebs döngüsüne girerler.

Biyolojik öneme sahip lipitlerin başlıca fonksiyonları vardır.

1. Biyolojik zarların yapısal bileşenleri olarak hizmet ederler.
2. Esas olarak triaçilgliserol formunda enerji rezervleri olarak hareket ederler.
3. Hem lipidler hem de lipid türevleri vitaminler ve hormonlar veya bunların öncülleri olarak hizmet eder.
4. Lipitler termal izolatörler gibi davranır.

2.3.1.1. Lipitlerin Sınıflandırılması

Lipitler üç ana kategoride sınıflandırılır

- **Basit Lipitler** - Çeşitli alkollerle yağ asitlerinin esterleri.
- **Karmaşık Lipidler** - Alkol ve yağ asidine ek olarak, bazı grupları içeren yağ asitlerinin esterleri.
- **Öncü ve Türetilmiş Lipidler** - Basit veya kompleks lipidlerden elde edilen lipidler (Agrawal ve Sharma, 2010).

a) Basit Lipitler

Bunlar sadece yağ asitleri ve alkolden oluşurlar. Başka grupları bulundurmazlar. Bunlar yağlar ve mumlar vb. içerir.

Lipitler ve Yağlar (Nötr veya Gerçek Lipitler)

Bu lipitlerde bulunan alkol gliseroldür. Bu nedenle bunlar, yağ asitleri ve gliserol esterleridir. Bir gliserol, üç yağ asiti molekülü ile birleşir, dolayısıyla bu lipitlere trigliseritler (veya triaçilgliserol) denir. Trigliseritler, tüm lipitlerin en bol (çok) olanıdır (diyet lipitlerinin yaklaşık % 98'i).

Mumlar

Mumlar basit lipidlerdir, ancak yağ asitleri ile esterleştirilmiş uzun zincirli veya daha yüksek alkollere (kolesterol gibi) sahiptirler. Örnekler - Lanolin, hayvan kürkünde bulunan yaygın bir balmumdur. Spermacetti aynı zamanda balinadaki 'blumber' (balina yağı) içinde bulunan bir balmumu türüdür. Lepra (cüzam) ve tüberküloza neden olan bazı bakteriler, patojenisiteleri için gerekli olan Wax-D üretirler. Balmumu, bal arısı (Apis spp.) tarafından üretilen yaygın balmumu (mum) türüdür (Agrawal ve Sharma 2010).

b) Karmaşık Lipidler

Bu lipidler, yağ asidi ve bir alkolün yanı sıra, bir fosfat grubu veya bir karbonhidrat veya protein kalıntısı gibi başka maddeleri de içerir. Kompleks lipidler aşağıdaki tiptedir.

Fosfolipitler

Bunlar ayrıca fosfo-gliseralehidler olarak da adlandırılır. Bu lipidler, yağ asiti ve gliserole ek olarak, bir fosfat grubu içerir. Bazı fosfolipitler ayrıca azotlu bir baz içerebilir. Önemli fosfolipitler; lesitinler, sefalinler, plazmalojenler, sfingomiyelin vb.

Glikolipidler veya glikosifingolipidler

Bu lipidler fosfat grubu içermez, ancak bir karbonhidrat kalıntısı içerir. Ayrıca sülfür içerebilirler. Bunlar, tüm vücut dokularında, özellikle beyin ve hücre zarlarında yaygın olarak bulunur (Agrawal ve Sharma, 2010).

c) Öncü veya Türetilmiş Lipitler

Basit veya kompleks lipidler hidrolize edildiğinde, daha sonra türetilmiş veya öncü lipidler oluşur. Bunlar başlıca yağ asitleri ve steroidleri içerir.

Steroidler

Bunlar düz zincirli lipidler değildir. Bu lipidler, karakteristik olarak siklik hidrokarbonların kaynaşmasını temsil eden bir steran çekirdeği (siklo-pentano-perhidro-fenantren çekirdek) içerir. Vücuttaki en önemli steroid kolesteroldür.

Yağ asitleri

Bunlar, tüm lipidlerin ve türevlerinin temel bileşenleri olan uzun zincirli, karbon açısından zengin karboksilik asitlerdir.

Yağ asitleri, her tip lipitin önemli ve ayrılmaz bir parçasıdır (Agrawal ve Sharma, 2010).

2.4. Yağ Asitleri

Yağ asitleri, çok sayıda karbon atomuna (4 ila 30) sahip uzun zincirli alifatik karboksilik asitlerdir. Tek bir karboksilik grubu ve uzun bir hidrokarbon zinciri vardır. Bu zincir hidrofobiktir. Hidrokarbon zinciri düz veya siklik olabilir (halka yapısı).

Doğal yağlardaki yağ asitleri genellikle düz zincirli türevlerdir. İki karbon biriminden sentezlendiklerinden, çift sayıda karbon atomu içerirler. Yaygın karbon atomu sayısı 16 ila 24 arasındadır.

Hidrofobik zincir, doymuş (çift bağ içermeyen) veya doymamış olabilir (bir veya daha fazla çift bağ ile).

2.4.1. Yağ Asitlerinin İsimlendirilmesi

Yağ asitleri, Cenevre adlandırma sistemine göre aynı sayıda karbon atomu bulunan hidrokarbonlara göre adlandırılabilir. Bu sistemde hidrokarbonun adındaki son “-e” yerine “-oik” konur. Bu nedenle doymuş yağ asitleri “-anoik” (10 karbonlu doymuş bir yağ asidi; dekanolik asit = kaprik asit veya 18 karbonlu doymuş bir yağ asidi; oktadekanoik asit = stearik asit gibi) ve çift bağlı doymamış yağ asitleri de “-enoik” ile (18 karbonlu, doymamış, bir çift bağlı ve çift bağın yeri zincirde 9. ve 10. karbonlar arasında olan; 9,oktadekaenoik = oleik asit veya 18 karbonlu, 3 çift bağı bulunan ve çift bağların yeri 9-10, 12-13 ve 15-16 arasında olan; 9,12,15 oktadekatrienoik = α - Linolenik asit) sonlanırlar.

9,12,15 oktadekatrienoik yada α -Linolenik asit örneğinde, doymamış bağın yerini göstermek için çift bağın başladığı karbon atomunun numarası ve çift bağın sayısını söylemek için de “en” hecesinin başına sayıyı gösteren terim getirilmiştir. Diğer çok sayıda çift bağ içeren doymamış yağ asitlerinde de dien, trien, tetraen, pentaen, hekzaen, ... yada polien (çok sayıda) takıları getirilir.

Doymamış yağ asitleri durumunda, çift bağların sayısı ve konumu, karbon atomu sayısı, çift bağ sayısı, çift bağların konumu, asit adının altında yazılarak belirtilir.

Örneğin - Oleik asitte, 18 karbon atomu ve C9 ve C10 arasında bir çift bağ vardır. Yani 18: 1Δ9 olarak yazılmıştır.

Benzer şekilde, araşidonik asit 20 karbon atomuna sahiptir ve 5 ila 6. karbon, 8 ve 9. karbon, 11 ve 12. karbon, 14 ve 15. karbon atomu arasında toplam 4 çift bağ içerir. Yani, 20: 4; 5, 8, 11, 14 olarak adlandırılır.

Doymamışlık yerinin Δ sembolü ve çift bağın ilk karbonunun sayısı ile belirtildiği bir başka yöntem daha vardır. (örneğin, palmitoleik asit, 9 ve 10. karbonlar arasında bir doymamışlık yerine sahip 16 karbonlu bir yağ asididir ve 16: 1Δ9 ile tanımlanır.)

2.4.2. Doymuş ve Doymamış Yağ Asitleri

Yağ asitleri, hidrokarbon uzunluğunda çift bağların varlığı ve yokluğu temelinde doymuş ve doymamış olarak adlandırılmışlardır.

2.4.2.1. Doymuş Yağ Asitleri

Doymuş yağ asitleri, hidrokarbon zincirinde herhangi bir çift bağa sahip olmayanlardır. Bu tür asitler için genel formül $C_nH_{2n+1}COOH$ 'dir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çizelge 2. 1. Doymuş yağ asitleri

Sistematik Adı	Trivial (Genel) Adı	Yapısal Formülü	Kısa yazılım
Etanoik	Asetik Asit	CH ₃ COOH	2:0
Propiyonik	Propiyonik Asit	CH ₃ CH ₂ COOH	3:0
Bütanoik	Bütirik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	4:0
Pentanoik	Valerik Asit	(CH ₂) ₄ COOH	5:0
Hekzanoik	Kaproik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH	6:0
Oktanoik	Kaprilik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₆ COOH	8:0
Nonanoik	Pelargonik	(CH ₂) ₈ COOH	9:0
Dekanoik	Kaprik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH	10:0
Dodekanoik	Lavrik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	12:0
Tridekanoik	-	(CH ₂) ₁₂ COOH	13:0
Tetradekanoik	Miristik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	14:0
Pentadekanoik	-	(CH ₂) ₁₄ COOH	15:0
Hekzadekanoik	Palmitik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	16:0
Heptadekanoik	Margarik Asit	(CH ₂) ₁₆ COOH	17:0
Oktadekanoik	Stearik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	18:0
Eikosanoik	Arakidik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH	20:0
Henikosanoik	-	(CH ₂) ₂₀ COOH	21:0
Dokosanoik	Behenik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂₀ COOH	22:0
Trikosanoik	-	(CH ₂) ₂₂ COOH	23:0
Tetrakosanoik	Lignoserik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂₂ COOH	24:0
Hekzakosanoik	Serotik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂₄ COOH	26:0
Heptakosanoik	Karboserik Asit	(CH ₂) ₂₆ COOH	27:0
Oktakosanoik	Montanik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂₆ COOH	28:0
Triakontasanoik	Melisik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂₈ COOH	30:0

Bu yağ asitleri hayvanlarda ve bitkilerde yaygın olarak dağıtılır. Palmitik asit (C16) ve stearik asit (C18), hayvansal ve bitkisel yağlarda çok yaygın yağ asitleridir.

2.4.2.2. Doymamış Yağ Asitleri

Hidrokarbon zincirlerinde bir veya daha fazla çift veya üçlü bağa sahip olan yağlı asitlere doymamış yağ asitleri denir.

Tekli çift bağlı yağ asitleri, tekli doymamış veya monoetanoid veya monoenoik yağ asitleri olarak adlandırılırken, iki veya daha fazla çift bağa sahip olan yağ asitleri, çoklu doymamış veya polietanoid veya polioenoik yağ asitleri olarak adlandırılır.

Çizelge 2. 2. Tek doymamış yağ asitleri

Sistematik Adı	Trivial (Genel) Adı	Yapısal Formülü	Kısa yazılım
Cis-9-hekzadekenoik	Palmitoleik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5 \text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$	16:1(n-7)
Cis-6-oktadekenoik	Petroselinik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10} \text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_4 \text{COOH}$	18:1(n-12)
Cis-9-oktadecenoik	Oleik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7 \text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$	18:1(n-9)
Cis-11-eikosenoik	Gondoik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7 \text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_9 \text{COOH}$	20:1(n-9)
Cis-13-dokosenoik	Örisik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7 \text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_{11} \text{COOH}$	22:1(n-9)

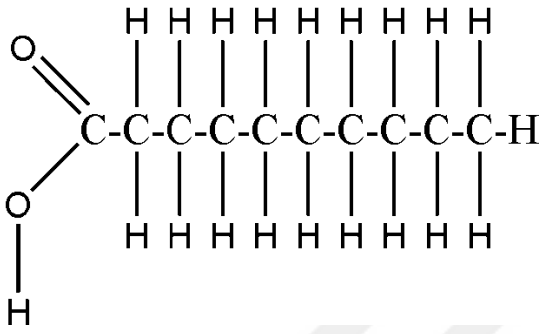
Çizelge 2. 3. Aşırı doymamış yağ asitleri

Sistematik Adı	Trivial (Genel) Adı	Yapısal Formülü	Kısa yazılım
9,12-oktadecadienoik	Linoleik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4 \text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$	18:2(n-6)
9,12,15-octadekatrienoik	α -Linolenik Asit	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$	18:3(n-3)
6,9,12-oktadekatrienoik	γ -Linolenik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_4 \text{COOH}$	18:3(n-6)
8,11,14-eikosatrienoik	Dihomo- γ -Linolenik Asit	$\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	20:3(n-6)
5,8,11,14-eikosatetraenoik	Arakidonik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	20:4(n-6)
5,8,11,14,17-eikosapentaenoik	EPA	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2 = \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	20:5(n-3)

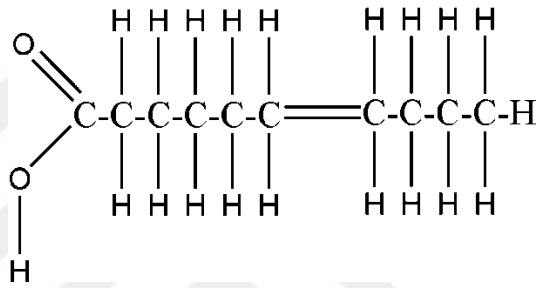
2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çizelge 2. 4. Doymamış yağ asitlerinin omega sınıflandırması

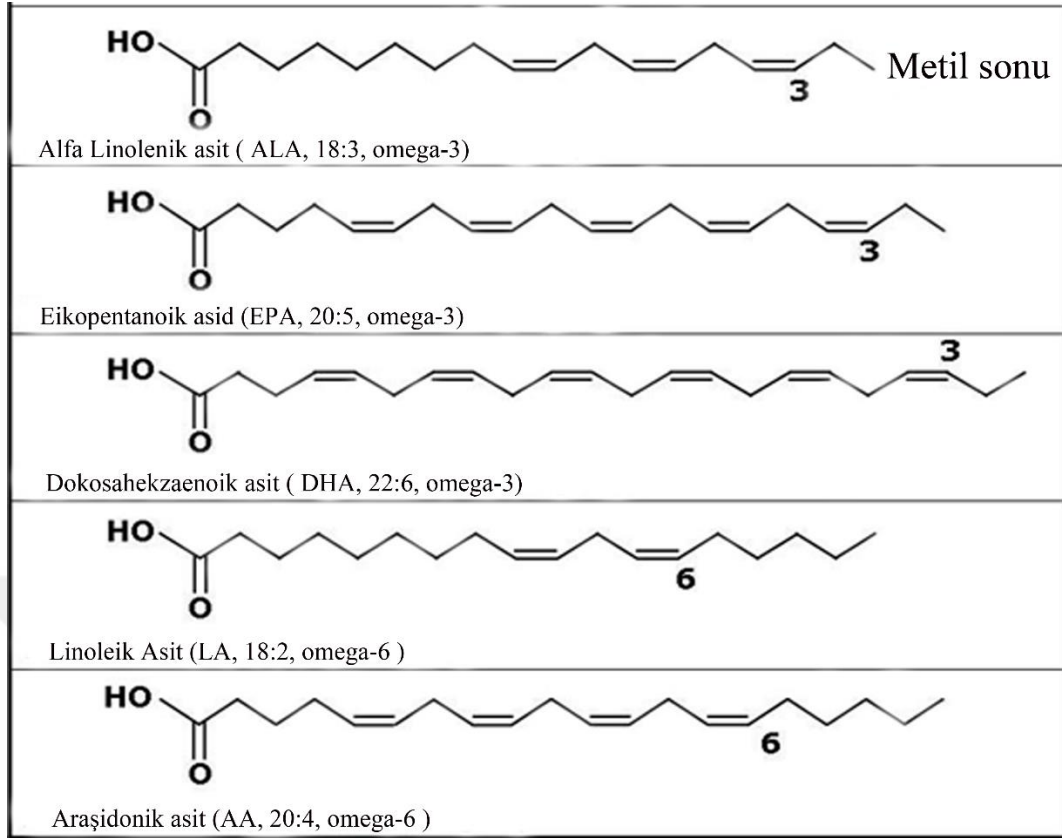
n -3	n -6	n -9
α -Linolenik Asit	Linoleik Asit	Oleik Asit
9,12,15-Oktadekatrienoik asit	γ -linolenik Asit	11-eikosenoik Asit
6,9,12,15-Oktadekatetraenoik asit	Arakidonik Asit	13-docosenoik Asit
8,11,14,17-Eikosatetraenoik asit	7,10,13,16-Dokosatetraenoik asit	Palmitoleik Asit
5,8,11,14,17-Eikosapentaenoik asit		
7,10,13,16,19-Dokosapentaenoik asit		



Şekil 2. 7. Doymuş yağ asidi



Şekil 2. 8. Doymamış yağ asidi



Şekil 2. 9. Omega-3 ve omega-6 yağ asitleri

Sekiz karbon atomundan daha az doymuş yağ asitleri fizyolojik sıcaklıkta sıvı iken, ondan fazla içerenler katıdır. Yağ asitlerindeki çift bağların varlığı, erime noktasını doymuş bir yağ asidine göre önemli ölçüde düşürmektedir.

Yağ asitlerinin karbon zinciri uzatıldığında zikzak desenini gösterir. Yüksek sıcaklıkta, zincir bazı bağların dönmesine bağlı olarak kısalır. Bu sebepten dolayı, biyolojik membranlar sıcaklıktaki artışla birlikte inceler.

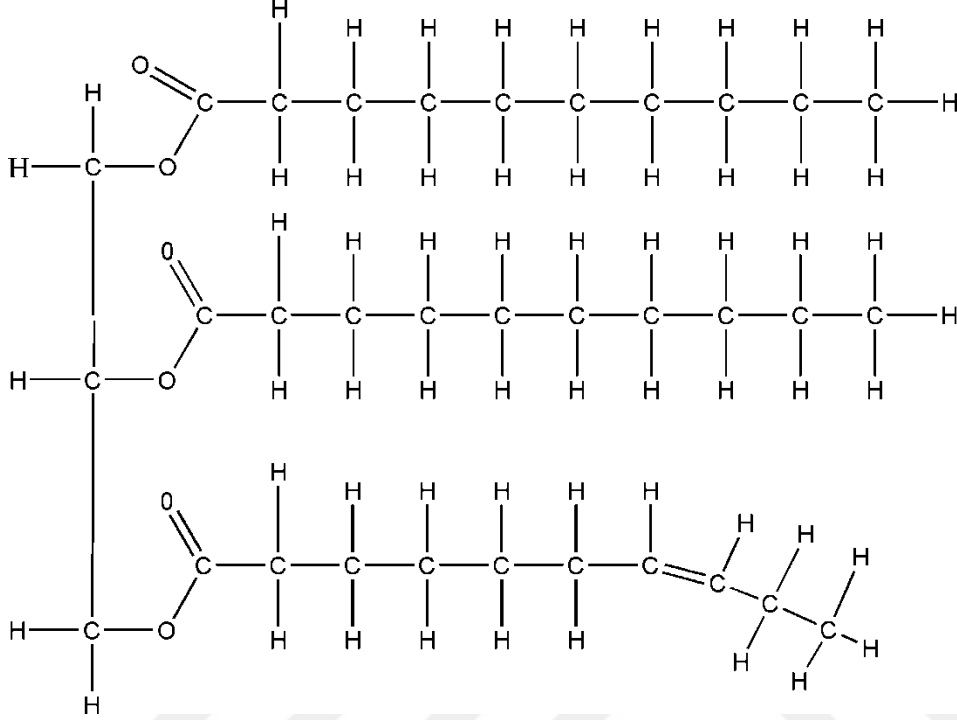
2.5. Lipidlerin Çeşitli Sınıfları

2.5.1. Triaçilgliseroller (veya Trigliseridler)

Bunlar en bol ve yaygın lipidlerdir. Bunlar genellikle basit lipidler veya yağlar olarak adlandırılır. Bunlar vücutta depolanan yağların ana bileşenidir (Bununla birlikte, normal olarak hücre zarlarında (membranında) mevcut değildir), özellikle vücudun yağ dokularında bulunurlar.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kimyasal olarak triaçilgliseroller (TAG), yağ asitleri ve gliserol esterleridir. Gliserol bir tri hidroksi alkol olduğu için, bir TAG molekülü ile sonuçlanan üç yağ asit molekülü ile birleşir.



Şekil 2. 10. Triaçilgliserol gösterimi

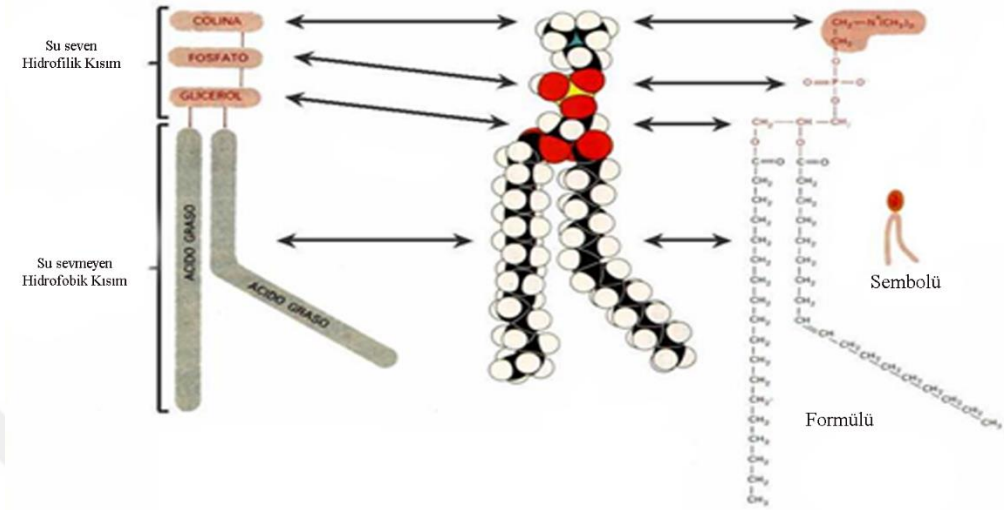
Üç yağ asit molekülü benzer veya farklı olabilir. Üç yağ asidinin tümü benzer ise, moleküle basit veya simetrik TAG denir, ancak yağ asitleri birbirine benzemez ise, moleküle karışık veya asimetrik TAG denir. Doğada bulunan triaçil gliserollerin çoğu asimetriktir.

Tüm üç yağ asidi farklı olduğunda, gliserolün C2 karbonu, kiral atom (asimetrik atom) olur. Sonuç olarak, bileşik optik olarak aktif hale gelir, D ve L formlarını gösterir.

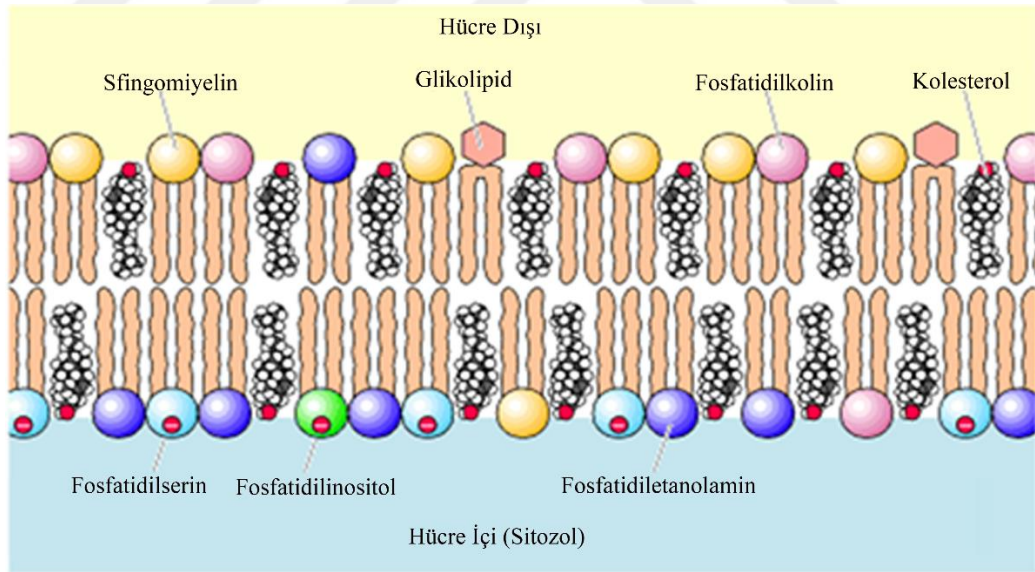
2.5.2. Fosfolipidler (veya Fosfatidler)

Fosfolipidler, bir fosfat grubu içeren lipidlerdir. Bunlar hücre membranı lipidlerinin ana bileşenleridir. Esas olarak tüm biyolojik zarların yapısal bileşenleri olarak hizmet ederler. Ayrıca, biyo-membranların bileşenleri olan fosfolipitler de beyin ve kalp dokularında bulunur. Aynı zamanda akciğerlerde pulmoner sürfaktan olarak da hareket ederler. Bazı fosfolipidler ayrıca sinir dokularının etrafındaki yalıtım kılıfını oluştururlar.

Fosfolipidler, bir hidrofilik polar baş grubuna ve iki hidrofobik hidrokarbon kuyruğuna sahip olmak üzere triaçilgliserollerden farklıdır. Bu nedenle fosfolipitler polar moleküllerdir ve amfipatiktir.



Şekil 2. 11. Fosfolipid yapısı



Şekil 2. 12. Hücre zarındaki bazı fosfolipitlerin dağılışı

2.6. Yağ Asitleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Jacquot 'un 1961 yılında yaptığı çalışmada yağsız balıkların, kendi yağlarının %50-80'nini karaciğerde TAG (triasilgliserol) yapısında depoladığını ve yağda eriyen vitaminler, özellikle A ve D vitamini açısından iyi bir kaynak olduğunu belirtmiştir.

Acipenser oxyrhynchus'un karaciğer yağ asit bileşiminin % 25.1' inin doymuş yağ asitlerinden meydana geldiği tespit edilmiştir (Ackman ve ark. 1975).

Yapılan araştırmalarda karaciğer yağ asidi bileşiminin Tuna balığında % 88.2 sinin (Bishop ve ark. 1976), Mersin balığında % 74.9 unun (Ackman ve ark. 1975) doymamış yağ asitlerinden meydana geldiği saptanmıştır.

Akpınar (1986), *C. carpio* üzerinde yaptığı çalışmada beslenmenin fazla olduğu mevsimlerde karaciğer ağırlığının arttığını bildirmiştir.

Depo lipitlerinde en fazla bulunan yağ asitleri 16:0, 16:1(n-7), 18:1(n-9) gibi yağ asitleridir. Palmitoleik asit oranının yüksek olması, tatlısu balıklarının nötral lipitleri için ayırıcı bir özelliktir (Ackman ve Takeuchi 1986).

Perca fluviatilis'in karaciğer yağ asidi içeriğinde, SFA, % 25.2; MUFA, % 12.5; PUFA, % 62.3; (n-3), % 4.3; (n-6), % 14.0; *Coregenus albula*'da SFA, % 22.5; MUFA, % 14.8; PUFA, % 62.7; (n-3), % 49.3; (n-6), % 13.4; *Salmo gairdneri*'de SFA, % 22.1; MUFA, % 19.3; PUFA, % 58.6; (n-3), % 52.0; (n-6), % 6.9 olarak tespit edilmiştir (Agren ve ark. 1987).

Balıkların karaciğerindeki lipit içeriğinin mevsim ve beslenmeye bağlı olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Balıklarda, besinin bolluğuna bağlı olarak lipit varyasyonunun değişiklik gösterdiği, besinin bol olduğu mevsimlerde bu değişikliğin daha fazla olduğu ileri sürülmüştür (Kinsella ve ark. 1977, Mute ve ark. 1989).

Takama ve arkadaşları (1994), deniz balıklarındaki karaciğer PL de major yağ asitlerinin 16:0, 18:1(n-9), 20:5(n-3) (EPA) ve 22:6(n-3) (DHA) olduğunu tespit etmiştir.

Bir sazan balığı türü olan, *Ctenopharyngodon idella*'da karaciğer yağ asidi fraksiyonu; 16:0, % 19.5; 16:1, % 8.5; 18:0, % 3.9; 18:1(n-9), % 25.4; 18:2(n-6), % 5.1; 18:3(n-3), % 7.2; 20:4(n-6), % 4.3; 20:5(n-3), % 5.0; 22:5(n-3), % 2.6; 22:6(n-3), %

11.6; (n-3) PUFA, % 27.2; (n-6) PUFA, % 10.6; (n-3)/(n-6), 2.6 olarak bulunmuştur (Steffens ve Wirth 1997).

C. carpio'nun kas TAG yağ asiti kompozisyonu: % 15.9 oranında 16:0; % 11.7 oranında 16:1(n-7); % 27.8 oranında 18:1(n-9); % 15.2 oranında 18:2(n-6); % 8.7 oranında 18:3(n-3); % 2.2 oranında AA; % 3.3 oranında EPA; % 1.0 oranında DHA; % 15.3 oranında Σ (n-3) ÇDYA; % 19.4 oranında Σ (n-6) ÇDYA bulunmuştur (Steffens ve Wirth 1997).

Baykal Gölü'ndeki yetişkin dişi *Comephorus dybowski* ile *Coregonus baicalensis* karaciğer yağ asiti analizi yapılmıştır. *C. baicalensis*'in, karaciğer nötral lipidlerinde % 64 oranla en çok MUFA, bunu takiben % 17oranla SFA en az ise %11.3 oranla PUFA'lar tespit edilmiştir. Karaciğerde tekli doymamış yağ asitleri içinde en çok 18:1(n-9) bulunmuştur. *C. baicalensis*'in polar lipidlerinde tekli doymamış yağ asitlerinin oranı % 19 olarak tespit edilmiştir. Aynı balığın nötral lipidlerinde tüm dokularda en çok 16:0 gözlemlenmiştir. Diğer major yağ asitlerinin 16:1(n-7), 18:1(n-7), 20:5(n-3) olduğu tespit edilmiştir (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Karaciğer, özellikle dipte yaşayan balıklarda lipidlerin depo edildiği doku olmasından dolayı, kaslara oranla çok daha fazla lipid içeriğine sahiptir (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Baykal Gölü'nde yaşayan *Comephorus dybowski*'de total lipid miktarı, karaciğerde % 8.7, kasta % 2.6 olarak Kozlova ve Khotimchenko (2000) tarafından tespit edilmiştir.

Acipenser oxyrhynchus'un karaciğer dokusundaki lipidlerin % 25.1 oranında SFA içerdiği Ackman ve arkadaşları (1975) tarafından tespit edilmiştir. *Stizostedion lucioperca* (Uysal, 2000), Tuna balığı (Bishop ve ark. 1976) ve Mersin balığının (Ackman ve ark. 1975), karaciğer yağ asitlerinin yarısından fazlasını doymamış yağ asitleri oluşturmuştur.

Balıkların karaciğer dokularındaki PL ve TAG fraksiyonundaki yağ asiti analizleri ile ilgili çalışmalarda mevcuttur. Örneğin, *C. dybowski* ile *C. baicalensis*'te karaciğerin nötral lipidlerinde yüzde olarak, en fazla MUFA, ardından SFA, en az da

2. KAYNAK ÖZETLERİ

PUFA tespit edilmiştir. Karaciğer dokusunda 16:1(n-7), 18:1(n-9) ve EPA dominant olarak saptanmıştır (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Kminkova ve arkadaşları (2001), Çek Cumhuriyeti'nde havuzlarda yaşayan balıklardan alınan *C. carpio* karaciğerinde; yüzde dağılım açısından en fazla bulunan yağ asitlerinin 16:0, 16:1(n-7), 18:1(n-9), 18:3(n-3), 20:5(n-3) ve 22:6(n-3) asitlerinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Sazan karaciğerinde 16:0, 16:1(n-7), 18:1(n-9), 18:2(n-6), 20:5(n-3) ve 22:6(n-3) en çok bulunan yağ asitleri iken linolenik asit ile 20:4(n-6) çok daha az oranda tespit edilmiştir (Kminkova ve ark. 2001).

Shirai ve ark. (2001), yumurtlama ve mevsimin lipid içeriği, lipid sınıfları ve yağ asidi kompozisyonu üzerindeki etkilerini, yabani ve kültür Japon yayınbalığı'nın (*Silurus asotus*) yumurtalık ve karaciğerinde değerlendirmişlerdir. Yumurtlamadaki yabani yayın balıklarından elde edilen yumurtalıkların lipid içeriği (7.3 ± 1.6 g / 100 g yaş ağırlık), yumurtlama sonrası olandan daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, üremenin karaciğerin lipid içeriği üzerinde hiçbir etkisi görülmemiştir. Yumurtalık lipidlerinde dokosaheksaenoik asit [DHA, C22:6(n-3)], toplam yağ asitlerinin% 12.3 $\pm$ 0.5'i olarak saptanmıştır. Yumurtlama mevsiminde yumurtalık ve karaciğerdeki triaçilgliserol içindeki n-1 tekli doymamış yağ asitlerinin yüzdesi yüksek bulunmuştur. Yumurtalıktaki fosfatidilkolin ve fosfatidiletanolamin içindeki C22:6(n-3) yüzdelерinin yumurtlama sırasında, yumurtlama sonrasında daha yüksek bir değerde olduğu tespit edilmiştir. Mevsimler arasında (kış ve yaz ayları arasında) kültüre alınmış yayın balığının yumurtalık ve karaciğerinin lipid içeriğinde, önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Kültürde yetiştirilen yayın balıklarının yumurtalık ve karaciğerinden elde edilen arakidonik asidin (C20: 4(n-6)) içeriği, yaz mevsiminde kış mevsiminden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Yumurtalık ve karaciğerin lipid sınıflarında, yumurtlama ve mevsimsel olarak farklılıkların var olduğu rapor edilmiştir. Bu sonuçlar, Japon yayın balığındaki lipid metabolizmasının, yumurtlama ve mevsim etkilerinden büyük ölçüde etkilendiğini göstermektedir.

Ackman ve arkadaşları (2002)'de Hindistan'da beş sazan türü üzerinde yaptıkları çalışmada, karaciğerdeki lipid miktarının kastan yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Ackman yine Hindistan'da beş tatlısu balığı ile yaptıkları başka bir çalışmada karaciğer TAG'sinde en fazla SFA belirlemişken bunu MUFA ve PUFA izlediğini göstermişlerdir.

Njinkoué ve arkadaşlarının 2002 yılında Senegal kıyılarında yaptıkları araştırmaya göre; *Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita* ve *Cephalopholis taeniops*'ın karaciğer total yağ asiti içeriğinde 16:0, % 20-33 oranında, 18:1(n-9) ise *S. maderensis*'in karaciğerinde % 27.2 ve *S. aurita*'da % 44.7 olarak tespit edilmiştir. Bu balıklarda arakidonik asit yüzdesi ise çok düşük miktarda bulunmuştur.

Ackman ve arkadaşlarının (2002) yılında yaptıkları bir çalışmada *Labeo rohita*, *L. bata*, *L. calbasu*, *C. catla*, *Cirrhinus mrigala* türlerinin karaciğer TAG'sinde SFA, % 32.5-65.2; MUFA, % 20.8-41.6; PUFA, % 21-29 arasında kaydedilmiştir. En bol bulunan yağ asitleri 16:0, 18:0 SFA'da; 18:1(n-9), 16:1(n-7) MUFA'da; 18:2(n-6), 18:3(n-3), 20:4(n-6), 20:5(n-3), 22:6(n-3) PUFA'da tespit edilmiştir. Bu balıkların fosfolipitlerinde majör yağ asitleri 16:0, 18:0, 18:1(n-9), 16:1(n-7), 18:2(n-6), 18:3(n-3), 20:4(n-6), 20:5(n-3) ve 22:6(n-3) olarak kaydedilmiştir. Triaçilgliserol fraksiyonunda SFA'lar ilk sırada bulunmakta bunu MUFA daha sonrada PUFA'lar izlemektedir.

Japon ve Tayvan kedibalığının TAG kompozisyonunda 16:0, 18:1(n-9) ve 18:2(n-6) fazla bulunurken, 20:4(n-6), 20:5(n-3), 22:6(n-3) yüzdeleri ise düşük olarak saptanmıştır (Shirai ve ark. 2002).

Pakistan sularında yaşayan *Eusphyra blochii* ve *Carcharhinus bleekeri* köpek balıklarının karaciğer yağ asidi fraksiyonu üzerine araştırma yapılmıştır. *E. blochii*'nin karaciğerinde SFA'lar, % 56-70.12; 16:0, % 36.63-46.97; 18:0, % 9.34-17.49 aralığında tespit edilmiştir. Doymamış yağ asitlerinden MUFA'lar major olarak bulunmuştur. Oleik asit, % 11.10-26.45 olarak bulunmuştur. Dienoik ve trienoikler çok az düzeyde saptanmıştır. Doymamış yağ asitleri % 4.25-15.21; EPA; % 0.41-1.65, DHA ise % 0.24-3.07 oranında tespit edilmiştir. *C. bleekeri*'nin karaciğerinde SFA'lar, % 34.77- 68.24 aralığında olup, 16:0 ve 18:0 başlıca yağ asitleridir. Tekli doymamış yağ asitlerinde, 18:1(n-9), major olarak bulunmuştur. PUFA'lar, % 1.08-7.38 civarında olup EPA ve DHA, majör lipitlerdir (Saify ve ark. 2003).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Karaciğer lipit metabolizması bakımından önemli bir organ olup yağ asitlerinin sentezi ve birbirlerine dönüşümünün gerçekleştiği yerdir. Bunun yanı sıra karaciğer, vücudun diğer yapılarına lipit sağlamaktadır. Bu sebeple karaciğerin yağ asiti analizi önemli bilgiler sağlamaktadır (Kiesling ve ark. 2001, Rodriguez ve ark. 2004). Karaciğer yağ asitlerinin alımının yanı sıra, oksidasyonu ve dönüşümü ile uzun zincirli MUFA'ların diğer dokulara sağlanması gibi, önemli bir rolü de gerçekleştirmektedir (Rincon-Sanchez ve ark. 1992). Doğal olarak kendi ekosistemlerinde yaşayan balıkların karaciğer yağ asidi profilinin analizi; önemli bilgiler sağlamaktadır (Kiesling ve ark. 2001, Rodriguez ve ark. 2004).

İklim koşulları, mevsim, üreme durumu, balığın doğal veya çiftlik balığı olması, eşey, yaş ve coğrafik özellikler gibi faktörler balıkların total lipit miktarına etki ederler (Nettleton ve Exler 1992, George ve Bhopal 1995, Berg ve ark. 2000, Osaka ve ark. 2002, Uysal ve Aksoylar 2005).

S. lucioperca'nın karaciğerinde MUFA oranı PUFA'dan daha yüksek saptanmıştır. En fazla bulunan yağ asitleri DHA, EPA ve AA'dır (Uysal ve ark. 2006).

Kıssal (2008) yapmış olduğu çalışmada, *Vimba vimba tenella*'nın kas total lipitini % 1.59, karaciğerin total lipitini ise % 3.59 olarak tespit etmiştir.

Görgün ve Akpınar (2007) *Oncorhynchus mykiss*'te 16:0, 18:2(n-6) ve DHA'nın; Akpınar ve arkadaşları (2009) *Salmo trutta macrostigma*'da 16:0, 18:1(n-9), EPA ve DHA'nın; Kminkova ve arkadaşları (2001) ise *C. carpio*'da 16:1(n-7), 18:1(n-9), 18:2(n-6), EPA ve DHA'nın dominant olduğunu tespit etmişlerdir.

Cyprinidlerden *Labeo rohita*'da en çok bulunan yağ asitleri; SFA'dan 16:0 ve 18:0, MUFA'dan 18:1(n-9), PUFA'dan ise DHA olarak bulunmuştur. Bu balıkta en çok SFA, daha sonra PUFA VE en az da MUFA tespit edilmiştir (Sharma ve ark. 2009).

Sharma ve arkadaşları (2009), hem doğal hem de kültüre alınan bir Cyprinid türü olan *Labeo rohita*'nın karaciğerinde 16:0, % 31; 18:0, % 16; 18:1(n-9), % 11; 18:2(n-6), % 5; 18:3(n-3), % 1.05; 20:4(n-6), % 6; 20:5(n-3), % 1.56; 22:6(n-3), % 10; SFA, % 54; MUFA, % 15.7; PUFA, %31.1; (n-6)/(n-3), 1.16 olarak tespit etmişlerdir.

Bir başka çalışmada sudak balığında lipit içeriği % 0.39-0.77 aralığında belirlenmiştir (Uysal ve Aksoylar 2005). Aras ve arkadaşları (2009), *C. umbla* dışı balıklarındaki yağ miktarının erkeklerden daha fazla olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kaçar ve ark. (2010), *C. trutta*'nın karaciğerindeki total lipit miktarını, kasta bulunana oranla daha yüksek bulmuşlardır.

Araştırmalarda, karaciğerde bulunan total lipitlerin yağ asidi fraksiyonu dışında, bazı balıklarda total lipitteki yapısal lipitler olan PL ve depo lipitleri olan TAG'lerin yağ asidi analizi de çalışılmıştır.

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan Cyprinid türlerinden dışı *C. trutta*'nın karaciğer TAG kompozisyonunda, MUFA, % 43.13; SFA, % 40.3; PUFA, % 16.47; (n-3)/(n-6) oranı, 2.36; PL kompozisyonunda, SFA, % 44.24; PUFA, % 35.71; MUFA, % 19.95; (n-3)/(n-6) oranı, 2.86 olarak tespit edilmiştir (Kaçar ve ark. 2010).

Dicle Nehri'nden yakalanan dokuz tatlı su balığının kas dokularında, total lipitlerin yağ asidi bileşimi Cengiz ve ark. (2010) tarafından incelenmiştir. Balık türlerinin kas dokularında bulunan total lipidlerin yağ asidi kompozisyonları gaz kromatografisi kullanılarak belirlenmiştir. Analiz edilen bütün türlerde baskın olan doymuş (SFA) ve tekli doymamış yağ asitleri (MUFA); palmitik asit ve oleik asit olarak bulunmuştur. Toplam SFA'nın en yüksek değeri *Liza abu*'da, toplam MUFA'nın en yüksek değeri *Alburnus mossulensis*'de tespit edilmiştir. Analiz edilen tüm türlerde eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) en çok bulunan PUFA'lardır. *Chondrostoma regium*, *Barbus rajonorum*, *Carasobarbus luteus*, *Leuciscus lepidus*, *Acanthobrama marmid*, *C. macrostomus* ve *Silurus triostegus*, yüksek C20:5n3 ve C22:6n3 içermekteydi. Bu nedenle sağlıklı bir diyet için tercih edilebilir olduğu tespit edilmiştir (Cengiz ve ark. 2010).

Satar ve ark. (2012), total lipit, triağılglicerol ve fosfolipitin yağ asiti kompozisyonu üzerinde mevsimsel değişimin etkileri gaz kromatografik yöntem ile *Capoeta trutta*'nın dorsal kasında değerlendirmişlerdir. *C. trutta*'da 18 farklı yağ asidi saptanmıştır. Total lipit, triağılglicerol ve fosfolipitin yağ asiti kompozisyonundaki değişiklikler, mevsimler boyunca kaydedilmiştir. PUFA ve MUFA total lipitin en önemli grupları olarak tespit edilmiştir. Total SFA ve MUFA'nın ilkbahardan yaza

2. KAYNAK ÖZETLERİ

arttığı bulunmuştur. Diğer taraftan total PUFA'nın üreme periyodunun sırasıyla başlangıç ve bitimini temsil eden ilkbahardan yaz azaldığı saptanmıştır. Her mevsimde total lipitin en önemli yağ asitleri C16:0, C18:1(n-9), C20:4(n-6), C20:5(n-3) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. Bu çalışmada, total lipitin (n-3)/(n-6) oranı bahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde sırasıyla 3.20, 4.11, 1.69 ve 1.45 olarak tespit edilmiştir. MUFA ve PUFA triaçilgliserolün en önemli grupları olarak görülmüştür. Triaçilgliserolün temel yağ asitleri C16:0, C16:1(n-7), C18:1(n-9) ve C20:5(n-3) olarak bulunmuştur. PUFA fosfolipitin en önemli grubu görülmüştür. Tüm mevsimlerde, fosfolipitte tayin edilen en önemli yağ asitleri C16:0, C18:1(n-9), C20:5(n-3), C22:5(n-3) ve C22:6(n-3) olarak tayin edilmiştir. Araştırma sonucunda, *Capoeta trutta*'nın kasındaki yağ asiti kompozisyonlarının sezonlar tarafından önemli bir şekilde etkilendiği ve (n-3)/(n-6) oranının seviyeleri göz önüne alındığında *C. trutta*'nın insan diyetinde önemli bir besin olduğu gösterilmiştir.

Cengiz ve ark. (2012), Dicle Nehri'nde *S. triostegus*'un dorsal kasında total lipid, fosfolipid ve triaçilgliserolün yağ asidi kompozisyonu üzerine, mevsimsel değişimlerin etkilerini incelemişlerdir. *S. triostegus*'un dorsal kasındaki toplam lipid, triaçilgliserol ve fosfolipidin yağ asidi bileşimi üzerindeki mevsimsel etkilerini gaz kromatografisi yöntemi ile belirlemişlerdir. Total çoklu doymamış (PUFA) ve tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA), total lipid açısından en önemli gruplar olduğunu ve istatistiksel olarak sırasıyla % 33.88'den % 55.85'e ve % 23.37'den % 38.71'e kadar değiştiğini ($P < 0.05$) bildirmişler. Her mevsimdeki total yağ lipidinin başlıca yağ asitleri, SFA'da palmitik asit (16:0), MUFA'da oleik asit (18:1), (n-6) PUFA'da linoleik asit (18: 2) ve (n-3) PUFA'da dokosaheksanoik asit (22:6, DHA) olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada, bahar, yaz, sonbahar ve kış aylarında (n-3)/(n-6) total lipid oranları sırasıyla 2.47, 1.20, 1.03 ve 1.40 olarak belirtilmiştir. MUFA ve PUFA'nın triaçilgliserolün en önemli grupları olduğu ve istatistiksel olarak sırasıyla % 34.09'den % 47.02 ve % 33.13'den % 46.12'ye ($P < 0.05$) değiştiği saptanmıştır. Triaçilgliserolün ana yağ asitleri, SFA'da palmitik asit, MUFA'da oleik asit ve PUFA'da linoleik asit olarak kayda geçmiştir. PUFA, yaz hariç tüm fosfolipidin en önemli grubu olarak görülmüştür. Fosfolipidin total PUFA yüzdeleri istatistiksel olarak % 38.12 ila % 65.75 arasında değişmiştir ($P < 0.05$). Fosfolipitte tespit edilen başlıca yağ asitleri, SFA'da palmitik asit, MUFA'da oleik asit, (n-6) PUFA'da araşidonik asit (20: 4, AA) ve (n-3) PUFA'da DHA olarak

saptanmıştır. DHA'nın kışın çok yüksek (% 30.41) olduğu belirtilmiştir. Balık kasındaki yağ asidi bileşimlerinin mevsimlere göre önemli derecede etkilenmiş olduğu gösterilmiştir.

V. vimba'da karaciğer dokusundaki nötral lipitte bulunan dominant bileşenlerin değerleri, total SFA % 53.77; total MUFA % 38.71; total PUFA % 7.51; total (n-3) PUFA % 4.29 ve total (n-6) PUFA % 3.22 olarak tespit edilmiştir. Total SFA'da 16:0, 18:0; total PUFA'da 18:2(n-6), 18:3(n-3), 20:5(n-3), 22:6(n-3) olarak belirlenmiştir (Görgün ve ark. 2013).

V. vimba'da karaciğer dokusundaki PL de major bileşenler 16:0, 18:0, total SFA'da; 16:1(n-7), 18:1(n-9) total MUFA'da; 18:2(n-6), 18:3(n-3), 20:4(n-6), 20:5(n-3), 22:6(n-3) total PUFA'da saptanmıştır (Gorgun ve ark. 2013).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. regium*'da kas total lipit yüzdesi % 0.92, *C. trutta*'da ise % 2.51 olarak bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010). Munzur Nehri'nin endemik türü Kırmızı Benekli Alabalık dişilerinde total lipit miktarı % 1.44-1.90 arasında saptanmıştır (Kayhan ve ark. 2015).

Sardenne ve arkadaşları (2017), yabancı tropikal ton balıklarında, doku yağ asidi bileşimleri üzerinde biyolojik ve çevresel etkileri araştırmışlar. Bu çalışmada, 2013 yılında Batı Hint Okyanusu'ndan örneklenen üç tropikal ton balığı türünün (iri gözlü *Thunnus obesus*, sarı yüzgeçli *T. albacares* ve kızıl orkinos ton balığı *Kastuwonus pelamis*) yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Sırasıyla enerji depolaması ve hücre membranı yapısında yer alan nötr ve polar lipidlerin yağ asit kompozisyonları, biyolojik (boyut, cinsiyet ve olgunluk) ve çevresel (mevsim ve alan) faktörlere göre dört dokuda (kırmızı ve beyaz kaslar, karaciğerler ve gonadlar) araştırılmış ve karşılaştırılmıştır. Karaciğer ve kırmızı kas, tüm türlerde depo lipidlerini yüksek oranda içermiştir ve polar yağlar beyaz kasda en düşük olarak bulunmuştur. Türler ve doku türleri, yağ asidi kompozisyonlarındaki en çok farklılıkları açıklarken çevresel faktörlerin yağ asidi kompozisyonunu değiştirmede karaciğer hücre membranı dışında sınırlı etkilere sahip olduğu saptanmıştır. Dokosaheksaenoic asit (22: 6(n-3)), özellikle kaslardaki polar ve nötr lipid fraksiyonlarındaki major yağ asidi olarak bulunmuştur. Eikosapentaenoik asit (20:5(n-3)) ve oleik asit (18: 1(n-9)), nötr olarak polar lipidlerden daha yüksek oranda

olduğu kaydedilmiş. Dokosapentaenoik asit (22:5(n-6)), stearik asit (18:0), araşidonik asit (20:4(n-6)) ve 22:6(n-3) polar lipidlerde öncelikli birikim göstermiştir.

2.7. Pestisitler İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Total lipidler, serbest yağ asitleri, kolesterol ve lipaz aktivitesi düzeyleri, *Channa punctatus*'un bazı dokularında, Carbaryl ve fentoatın bireysel ve kombine şekilde maruz kalmaları sırasında incelenmiştir. Tüm lipid seviyeleri, tüm maruziyetler sırasında lipaz aktivitesi ve serbest yağ asitlerinin seviyelerindeki yükselme ile azalmıştır. Bu da pestisit stresine mücadele etmek için lipid hidrolizini arttırdığını göstermiştir. Kolesterol seviyeleri yüksek bir eğilim göstermiştir. Bu sonuçlar, pestisit maruziyeti sırasında indüklenmiş glikoneogenez ve asetil-coA'nın kolesterol sentezi ile ilişkili olarak tartışılmıştır. Carbaryl + fentoat muamelesi ile meydana gelen etki, tek uygulanan pestisitlerden daha yüksek bulunmuştur ve bu da bir katkı etkisinin ortaya çıkışını göstermektedir (Prasada Rao ve ark., 1985).

Clarias batrachus'ta 1,2,3,4,5,6-Heksaklorosikloheksan ve Cythion maruziyetine yanıt olarak yağ asitleri ve gliserid metabolizmasının *in vivo* modifikasyonu araştırılmıştır. *C. batrachus*'un her iki cinsiyeti olan numuneler, yıllık üreme döngüsünün farklı fazlarında 4 hafta boyunca, γ -BHC (2 ve 8 ppm) ve cythion'un (1 ve 4 ppm) subletal konsantrasyonlarına maruz bırakılmıştır. Serbest yağ asitleri (FFA) ve açıl gliseritler, yani monogliseritler (MG), digliseritler (DG) ve trigliseritler (TAG) üzerindeki etkiler karaciğer, plazma, gonadlar ve kasta incelenmiştir. Hazırlık safhasında, her iki pestisit, her iki cinsiyetten de karaciğerde FFA ve açılgliseritlerin (MG, DG ve TAG) seviyelerini bastırdığı; fakat plazma, yumurtalık ve kastaki seviyeleri üzerinde hiçbir etkisi olmadığı; bununla birlikte, testiste FFA ve TAG'nin indirgenmiş olduğu belirtilmiştir. Hazırlık fazından farklı olarak, yumurtlamadan önceki evrede farklı lipidler her iki Cythion ve γ -BHC'nin konsantrasyonlarına farklı şekilde cevap verdiği belirtilmiştir. Dişilerde, karaciğer ve plazmada FFA yükseldiği ancak yumurtalık ve kasta azaldığı saptanmıştır. Çalışılan dokulardaki açılgliseritler, her iki pestisit tarafından güvenli konsantrasyonlarda arttırılan yumurtalık TAG'si dışında da azaltılmıştır. Bunun tersine, erkeklerde bu lipidler karaciğerde ve testiste

yükseltilmiştir. Üstelik, yumurtlama evresinde, bu pestisitler, dışıde açılgliseritler ile birlikte hepatik FFA'yı arttırmış, ancak erkeklerde herhangi bir değişikliğe yol açamamışlardır. Dişilerde FFA ve TAG plazma seviyeleri azalmıştır; ancak erkek FFA'da yükselmiş ve TAG değişmeden kalmıştır. Ovaryumdaki FFA ve TAG sırasıyla azalmış ve artmıştır. Yumurtlama sonrası fazı sırasında, lipit fraksiyonlarının hiç biri, karaciğerde azalmış olan hepatik FFA hariç, erkeklerde etkilenmemiştir; Bununla birlikte, dişilerde TAG'de FFA ile birlikte azalmış olduğu rapor edilmiştir (Lal ve Singh, 1985).

Tatlı su yayın balığı *C. batrachus*'ta yıllık üreme döngüsünün vitellojenik evresi sırasında, pestisitlerin lipit metabolizması üzerine etkisi incelenmiştir. Tatlısu balığı *C. batrachus*'un her iki cinsiyetinin örnekleri, yıllık üreme döngüsünün vitellogenik fazı sırasında, 4 hafta boyunca bir organoklorin, γ -BHC (2 ve 8 ppm) ve bir organofosfor bileşiği olan Malathion'un (1 ve 4 ppm) güvenli ve subletal konsantrasyonlara maruz bırakılmıştır. Karaciğer, plazma, gonad ve kasta total lipid, serbest yağ asitleri, monogliseritler, digliseritler, trigliseritler, fosfolipitler, serbest kolesterol ve esterleştirilmiş kolesterol üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Malathion'a yanıt olarak erkekteki yüksek karaciğer lipiti dışında, pestisit maruziyetinden sonra total lipidde önemli bir değişiklik gözlenememiştir. Bununla birlikte, çeşitli lipit fraksiyonları, pestisitlerin iki konsantrasyonuna farklı cevap verdiği bulunmuştur. Araştırmada her iki böcek ilacı, polar olmayan ve daha az polar lipidlerin metabolizmasını etkilediği saptanmıştır. Malathion, sadece hepatik fosfolipitin gonadlara mobilizasyonunu engellemiş ama hepatik biyosentez üzerinde etkisi olmamıştır. Halbuki γ -BHC ise karaciğerdeki sentezini de azaltmıştır. Bu pestisitlerin, kolesterolün biyosentezini etkilemeden, kolesterol esterlerinin serbest kolesterole dönüşümünü azalttığı tespit edilmiştir. Her iki cinste de, serbest yağ asitlerinin açıl gliseridlere esterlenmesi ve karaciğerden gonadlara mobilizasyonunun pestisitlerin etkisiyle sınırlı kaldığı rapor edilmiştir (Lal ve Singh, 1986).

Yapılan bir çalışmada, bir tatlı su yayın balığı olan *C. batrachus*'ta, yıllık üreme döngüsünün farklı fazlarında, lipid metabolizmasında γ -BHC ve Cythion kaynaklı değişikliklerin incelenmesi amaçlanmıştır. Tatlı su balığı *C. batrachus*'un her iki cinsiyetinin örnekleri, yıllık üreme döngüsünün farklı fazlarında, 4 hafta boyunca γ - BHC (2 ve 8 ppm) ve Cythion (1 ve 4 ppm)'nun güvenli ve subletal konsantrasyonlara

maruz bırakılmıştır. Bu ilaçların, trigliseritler (TAG), fosfolipitler, serbest kolesterol ve kolesterol esterleri gibi çeşitli lipit fraksiyonları üzerindeki etkileri karaciğer, plazma, gonad ve kasta incelenmiştir. Bu pestisitler, yumurtlama öncesi ve yumurtlama sonrası aşamaları sırasında dişilerde hepatik TAG düzeylerini azaltmış, yumurtlama evresinde ise seviyede bir artışa neden olmuştur. Bununla birlikte, erkeklerde, bu pestisitler, karaciğer TAG'si üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmamakta, fakat hazırlık aşamasında, dişide olduğu gibi, seviyelerini artırdığı, yumurtlama öncesi evresinde karaciğer TAG düzeylerini ise düşürdüğü görülmüştür. Hepatik fosfolipid biyosentezinin γ -BHC tarafından bozulmuş olduğu, ancak Cythion'un hiçbir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Kolesterol biyosentezinin, bu pestisitler tarafından etkilenmemiş gibi görüldüğü, ancak serbest ve kolesterol esterleri seviyelerinin, Cythion ve γ -BHC'ye tepki olarak bozulduğu saptanmıştır. Bu pestisitler, hepatik lipitlerin gonadlara mobilizasyonunu büyük ölçüde azaltmıştır. Kas lipitleri ise böcek ilaçlarından en az etkilenen kısım olarak kayda geçmiştir (Lal ve Singh, 1986).

Lal ve Singh (1987), Malathion ve γ -BHC'nin *C. batrachus*'ta üreme ile ilişkili olarak lipit metabolizması üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu çalışmada dişi *C. batrachus*, üreme döngüsünün farklı fazları sırasında 4 hafta boyunca iki subletal γ -BHC (2 ve 8 $\mu\text{g litre}^{-1}$) ve Malathion (1 ve 4 $\mu\text{l litre}^{-1}$) konsantrasyonlarına maruz bırakılmıştır. Bu pestisitlerin karaciğer, plazma, yumurtalık ve kasta; serbest yağ asitleri, monogliseritler, digliseritler, trigliseritler, fosfolipitler, serbest ve esterleşmiş kolesterol üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Vitellojenik öncesinde karaciğerdeki yağ asitleri ve gliserid düzeylerinin baskılandığı, fakat plazma, yumurtalık ve kastaki seviyeler üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Bununla birlikte, vitellojenik fazda, karaciğer ve plazmadaki yağ asitleri artmış, fakat yumurtalık ve kasta azalmıştır. Çalışılan dokularda gliseritler azalmıştır. Post-vitellojenik fazda, bu pestisitler, karaciğer ve yumurtalıktaki yağ asitleri ve gliserid düzeylerini arttırdığı, ancak plazmadaki seviyelerini azalttığı kayda geçmiştir. Her iki pestisit, vitellojenik öncesi fazda hepatik fosfolipitleri azaltırken, vitellojenik fazda sadece γ -BHC, karaciğerdeki seviyeleri azaltmıştır. Kolesterol biyosentezi etkilenmemiş gibi görünse de, esterleşmiş kolesterolün serbest kolesterole hidrolizi, östrojen biyosentezi sırasında olumsuz yönde etkilenmiş olarak rapor edilmiştir.

Bir triazin herbisit olan atrazinin, *Sarotherodon mossambica* balığının lipit metabolizması üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Karaciğer ve kasın lipit profillerinde, maruz kalma süresinin bir fonksiyonu olarak önemli değişiklikler bildirilmiştir (Srinivas ve ark., 1991).

Dişi *Heteropneustes fossilis*, yıllık üreme döngülerinin farklı fazları 4 hafta boyunca malathion ve γ -BHC'nin subletal konsantrasyonlarına maruz bırakılarak etkisi araştırılmıştır. Bu pestisitlerin karaciğer, plazma ve yumurtalıktaki serbest yağ asitleri (FFA), monogliseritler (MG), digliseritler (DG), trigliseritler (TAG), fosfolipitler (PL), serbest kolesterol (CF) ve esterleşmiş kolesterol (CE) üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Hazırlık aşamasında her iki pestisit de, yüksek hepatik CE ile tüm hepatik ve yumurtalık lipidlerin seviyelerini azaltmıştır. Yumurtlama öncesi fazında bu pestisitler, hepatik FFA ve CE yükselmesi ile karaciğer, plazma ve yumurtalıktaki tüm lipitleri azaltmıştır. Yumurtlama evresinde hepatik MG ve CF'nin azalması, plazma ve yumurtalık seviyelerinin FFA ve PL seviyelerinde azalması ile kaydedilmiş, buna karşılık her iki pestisite yanıt olarak yumurtalık TAG ve CE düzeyleri yükselmiştir. Yumurtlama sonrası ve dinlenme aşamaları sırasında, tüm karaciğer lipitlerinin, maruz kalmaya tepki olarak CE yükselmesiyle indirgendiği tespit edilmiştir. Bu pestisitlerin de yumurtalıklara mobilizasyonunu kısıtladığı görülmüştür. Kolesterol biyosentezi etkilenmemiş gibi görünse de, CE'nin CF'ye hidrolizi, eşey steroid hormon biyosentezi periyodu olan hazırlık ve yumurtlama öncesi fazlarında olumsuz yönde etkilenmiştir (Singh, 1992).

Bir tatlısu balığı olan *Tilapia mossambica*'nın lipit metabolizmasında Cypermethrin'in meydana getirdiği değişiklikler incelenmiştir. Cypermethrin'in subletal konsantrasyonlarının kronik maruziyetine bırakılan *T. mossambica*'nın beyin, karaciğer ve solungaç dokularındaki, lipit metabolik profillerinde önemli değişiklikler gözlenmiştir. Gliserol içeriğinde azalma ile birlikte total lipit, lipaz ve serbest yağ asitlerinde artış, Cypermethrin stresinde lipogenez ve lipolizin eşzamanlı çalışmasını göstermiştir. Fosfolipid seviyeleri düşerken, kolesterol içeriğinin tüm dokularda Cypermethrin toksisitesinin bir sonucu olarak arttığı tespit edilmiştir (Reddy ve ark., 1991).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Singh ve ark. (1993), yaptıkları bir çalışmada salyangoz *Lymnea acuminata*'da Cypermethrin, Meksakarbate ve Phorate'ın fosfolipid ve lipit peroksidasyonu üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada Cypermethrin, Mexacarbate ve Phorate'ın *L. acuminata*'nın sinir dokusunda, lipit peroksidasyon hızına ve fosfolipid düzeylerine etkisini gözlemlemişlerdir.

Fukushima ve ark. (1997), yaptıkları bir çalışmada, organofosforlu bileşiklerin sıçanların beynindeki yağ asidi bileşimleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Organofosforlu bileşiklerin, O, O-dimetil 0-4-nitro-m-tolil fosforotioat (MEP), O-etil O-p-nitrofenil fenilfosfonotioat (EPN) ve O- (4-siyanofenil) O-etil fenilfosfonotioatın (CYP), yağ asidi bileşimi üzerindeki etkileri çalışılmıştır. Pestisitlere 6 gün maruz kaldıktan sonra, CYP ile muamele edilen sıçanların beyinde, serbest yağ asidi fraksiyonlarındaki çoklu doymamış yağ asitlerinin azaldığı ve bunların içindeki doymamışlık oranının, kontrol grubuna göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. CYP uygulanan sıçanların beyin total lipitlerinde çoklu doymamış / doymuş oranı (P / S oranı), kontrolde olduğundan daha düşük bulunmuştur. EPN ile muamele edilmiş sıçanların beynindeki yağ asidi bileşimi, CYP ile muamele edilmiş sıçanlarınkine benzer özelliğe sahip olduğu rapor edilmiştir. Serumdaki P / S oranı ve doymamışlık oranlarında CYP ile muamele edilen sıçanlar ve kontrol grup arasında hiçbir fark gözlenmemiştir. EPN ve CYP uygulanan sıçanların beynindeki serbest yağ asidi içerikleri, 6 gün maruz kaldıktan sonra azalmıştır. Bu sonuçlar EPN ve CYP'nin serbest yağ asidi içeriğini, özellikle çoklu doymamış yağ asidi içeriğini etkileyebileceğini düşündürmüştür. Ancak, bu bulgular, pestiside 28 gün maruz kaldıktan sonra gözlenmemiştir, bu nedenle bu etkilerin, akut bir aşamada geçen bir bulgu olabileceğini belirtmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada, pestisit kalıntılarının ve ağır metallerin, Kızıldeniz'in bazı deniz ürünlerinin lipitleri ve yağ asitleri bileşimleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Deniz ürünleri, beslenme uzmanları tarafından, kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde rol oynayan omega 3 yağ asitleri ((n-3) LC-PUFAs) kaynağıdır. Bu çalışmanın amacının, Kızıldeniz'in taze deniz ürünlerinde organik klorlu böcek öldürücülerin ve ağır metallerin varlığını tespit etmek olduğu belirtilmiştir. Taze örneklerde, yağ asitlerinden 18:2(n-6), 18:3(n-6), 18:3(n-9)'un; dondurulmuş (p <0.05), füme (p <0.01) ve konserve balıklardan (p <0.01) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde

daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Konserve ve fûme balıkların total lipid ve kolesterol içeriği, taze ve dondurulmuş örneklerden anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.01$, < 0.05 ve $p < 0.01$, < 0.05). D vitamini; dondurulmuş örneklerde, taze, fûme ve konserve örneklerden daha düşük bulunmuştur (her biri için $p < 0.05$). Halbuki A vitamini; taze ve fûme olarak, dondurulmuş ve konserve örnekleri ile karşılaştırıldığında daha yüksek olarak tespit edilmiş. Taze veya işlenmiş numunelerde (fûme, dondurulmuş ve konserve) organoklorinin test edilmediği belirtilmiştir. Ağır metaller arasında, dondurulmuş ve konserve edilmiş örneklere kıyasla taze ve fûme numunelerde en yüksek kurşun seviyesine rastlanmıştır. Balıklardaki organik klorlu bileşikler ile yağ asitlerindeki ilgili seviyeler arasında bir korelasyon bulunmamıştır. Tüm balıkların kullanım için güvenli olduğunu, ancak PUFA içeriğinin ve kurşun seviyesinin düşük olması nedeniyle taze örneklerin kullanılması tercih edilmiştir (Al-Malki and Moselhy, 2011).

Cengiz ve ark. (2012), yaptıkları bir çalışmada, *Oreochromis niloticus*'taki solungaç ve karaciğer dokularında, deltamethrin'in fosfolipid yağ asidi kompozisyonunda değişiklikler meydana getirip getirmediğini ve vitamin E'nin deltametrine karşı olası koruyucu etkisini araştırmışlardır. Balık hiçbir böcek ilacı olmaksızın + kontrol diyeti, zirai ilaç + vitamin E destekli diyet, $1.45 \mu\text{g} / \text{l}$ deltamethrin + kontrol diyeti, $1.45 \mu\text{g} / \text{l}$ deltametrin + vitamin E takviyeli diyet grupları olmak üzere yirmi gün boyunca beslenmiştir. Pestisit ve diyet kalitesinin, fosfolipid yağ asidi bileşimi üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Deltamethrin tedavisinde, kontrol diyeti ile beslenen grup, vitamin E destekli diyetle beslenen grupta karşılaştırıldığında çok daha fazla hasar göstermiş olduğu bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, deltametrinin solungaç dokularında toplam SFA (doymuş yağ asitleri) ve toplam MUFA (tekli doymamış yağ asitleri) yüzdesinde bir artışa ve toplam PUFA larda (poli doymamış yağ asitleri) bir düşüşe neden olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, deltamethrin ve E vitamininin birlikte uygulanması, solungaç dokularında doymuş yağ asitlerinin yüzdesinde azalma ve çoklu doymamış yağ asitlerinin yüzdesinde artış göstermiştir. Kontrol diyetiyle beslenen grupta deltametrin, SFA'ların yüzdesinde bir düşüşe ve karaciğerdeki toplam MUFA'larda bir artışa neden olmuştur. Deltamethrin ve vitamin E'nin birlikte uygulanması, karaciğer dokularındaki çoklu doymamış yağ asitlerinin yüzdesinde artışa işaret etmiştir. Araştırmacılar bu sonuçlarla, deltametrin ile birlikte

2. KAYNAK ÖZETLERİ

vitamin E'nin verilmesinin doymamış yağ asitlerinin peroksidasyonunu azalttığını ve böylece hücre zarlarını koruduğunu saptamışlardır.

Yapılan bir çalışmada, tropikal balıklarda pestisitlerin beyin asetilkolinesterazı üzerindeki karşılaştırmalı etkisi araştırılmıştır. *In vitro* olarak asetilkolinesteraz (AChE; EC 3.1.1.7) inhibisyonuna dayalı böcek ilacının izlenmesi, hedef olmayan dokulardaki bazı bileşiklerin detoksifikasyon savunmalarının ve biyolojik aktivasyonunun müdahalesini (girişimini) önlediği belirtilmiştir. Ayrıca, çevre sıcaklığı, yaş ve stres, *in vivo* çalışmalar yapılırken spesifik enzim aktivitelerini etkileyebildiği bildirilmiştir. Balıklarda AChE aktivitesindeki spesifik farklılıkları araştıran az sayıdaki karşılaştırmalı çalışma bulunmaktadır. Tarama çalışmaları, belirli bir durumda böcek ilacı tespit etmek için AChE kaynağı olarak uygun türlerin seçilmesine izin vermektedir. Tropikal balıklardan (pirarucu (*Arapaima gigas*), cobia (*Rachycentron canadum*) ve Nil tilapia (*O. niloticus*)) beyin AChE karakterize edilmiş ve faaliyetleri böcek ilacı varlığında (organofosfatlar: diklorvos, diazinon, klorpirifos, temefos, tetraetil pirofosfat-TEPP ve karbamatlar: Carbaryl ve karbofuran) test edilmiştir. Her tür için inhibisyon parametreleri (IC₅₀ ve Ki) bulunmuş ve elektrikli yılan balığı (*Electrophorus electricus*) ticari AChE ile karşılaştırılmıştır. Optimal pH ve sıcaklık sırasıyla 8.0 ve 35–45 °C olarak bulunmuştur. *A. gigas* AChE, 30 dakika boyunca 50 °C'de inkübasyondan sonra aktivitenin % 81'ini korumuştur. Elektrikli yılan balığı enzimi, TEPP inhibisyonu altında (9 nM'lik IC₅₀) *A. gigas*'tan biri hariç olmak üzere bileşiklere (esas olarak 5 nM'lik IC₅₀ karbofuran) karşı daha duyarlı bulunmuştur. Bu sonuçlar, pestisitler için rutin çevresel ve gıda izleme programlarında, organofosfor ve karbamat tespiti için biyobelirteçler olarak düşünülen, saflaştırılmış ve saflaştırılmamış enzimler arasında karşılaştırılabilir bir hassaslık göstermiştir (Assis ve ark. 2012).

Bir tatlı su balığı *Corydoras paleatus* (Callichthyidae) üzerinde insektisitlerin biyobelirteç yanıtları incelenmiştir. Bu çalışma, üç farklı sınıf böcek ilacının (karbamat, organofosfat ve pirethroid bileşiklerinin) sublethal konsantrasyonlarının tatlısu balığı *C. paleatus* üzerindeki etkilerini araştırmak için yapılmıştır. Bu amaçla, balıklar ticari pestisitlere 96 saat maruz bırakılmıştır. Farklı biyolojik belirteçler, lipid peroksidasyon (LPO), balık mikronukleus testi, katalaz enzim aktiviteleri (CAT), glutatyon S-transferaz (GST) ve asetilkolinesteraz (AChE) düzeyleri analiz edilmiştir. Beyin AChE, Carbaryl ve metil parathion ile inhibe edilmiş, ancak deltametrin ile inhibisyon

gözlenmemiştir. İnsektisitler test edilen konsantrasyonlarda oksidatif strese veya genotoksik etkilere neden olmamıştır. *C. paleatus*'da böcek ilaçlarının biyotransformasyonunu ve muhtemel bir direnç mekanizmasını aydınlatmak için ileri çalışmalara ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir (Guiloski ve ark. 2013).

Diazinon ve Profenfos pestisitlerine maruz bırakılan *Biomphalaria alexandrina* salyangozlarının yağ asidi profilindeki değişiklikler incelenmiştir. Araştırmacılar bu çalışmada, Diazinon ve Profenfos'un LC₁₀'una 4 hafta boyunca maruz bırakılan, salyangoz dokularındaki yağ asidi profilini, değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Diazinon ve Profenfos ile muamele edilen salyangoz dokularındaki yağ asidi bileşiminin tanımlanması, gaz-sıvı kromatografisi (GLC) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, yağ asidi profilinde değişiklik, doymuş yada doymamış olanlar gibi uzun zincirli ve kısa zincirli yağ asitlerinde dalgalanma ve bu zehirli maddelerle muamele edilen salyangoz dokularında total lipid içeriğinde bir azalma olduğunu göstermiştir. Su ortamlarındaki diazinon ve profenfos böcek ilacı kalıntılarının, *B. alexandrina* salyangozları üzerinde toksik etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Bakry ve ark. 2016).

PUFA'larda meydana gelen değişikliklerin başlıca nedeni, metallerin veya diğer bileşiklerin yol açtığı oksidatif stres koşulları altında okside olabilmeleridir (Gabryelak ve ark., 2000). Kahverengi alabalık *Salmo trutta*, 30 gün boyunca 10 ve 20 mgL⁻¹ konsantrasyonlarında glifosat bazlı herbisit Roundup®'a maruz bırakıldığında, EPA ve DHA'nın miktarında düşüş gözlenmiştir. Bu olay yüksek oksidasyondan kaynaklanmıştır (Bayir ve ark., 2013). *Sparus aurata* pestisit Diuron ile maruz bırakıldığında buna benzer bir tablo gözlemlendi: (n-3) yağ asidi miktarı, 60 gün boyunca 0,20 mgL⁻¹ Diurona maruz bırakıldıktan sonra azalmıştır (Sanchez-Muros ve ark. 2013).

Başka bir çalışmada, SFA'ların ve MUFA'ların artışı FA sintazı (FAS) aktivitesi ile ilgilidir. Böylece, kaya balığı *Sebastiscus marmoratus*'taki palmitik asit (16:0) ve oleik asit (18:1(n-9)) seviyeleri, 50 günlük maruz kalma sonrasında 1000 ng/L konsantrasyonda triazol pestisit Paclobutrazol (PBZ) tarafından yukarı regüle edilen FAS ile yükselmiştir (Sun ve ark. 2013).

Triazin herbisit Irgarol 1051'in 96 saatlik LC₅₀ değerinin % 10, % 30 ve % 50'sine 21 gün boyunca maruz kalmış olan Asya levreklerinin (*Lates calcarifer*) FA

2. KAYNAK ÖZETLERİ

profili; doymuş (SFA) ve doymamış FA'ların (MUFA'lar ve PUFA'lar) her ikisinde düşük maruz kalma seviyeleri olan LC₅₀'nin % 10 ve % 30'da bile azalma şeklinde yanıt vermiştir (Ali ve ark. 2015).

Atlantik mavi yüzgeçli orkinosun KOK (kalıcı organik kirletici)'lara maruz kalması ile yapılan çalışmada, SFA 22:0 ve PUFA, 18:4(n-3) ve 16:3(n-3) miktarının dioksin benzeri poliklorlu bifenillerin miktarı ile pozitif korelasyon gösterdiği saptanmıştır (DL-PCB). 22:0, 18:4(n-3), 16:3(n-3) ve 18:3(n-6) poliklorlu dibenzo-p-dioksinler ve dibenzofuranlar (PCDD / Fs) için aynı tablo daha yüksek miktarlarda incelendi; 16:0, 20:2(n-6) ve 20:4(n-6)'dan daha düşük miktarda bulunur; burada sonuncusu, oldukça (başlıca, temel) yüksek doymamış arakidonik FA'dır (Sprague ve ark., 2012). Benzer sonuçlar, iki deniz balığı *Pseudosciaena crocea* ve *Pampus argenteus* ile yapılan çalışmada elde edilmiştir. Burada iki temel FA olan EPA ve DHA'nın miktarı, araştırılan POP miktarı ile pozitif korelasyon göstermiştir (Geng ve ark., 2015).

Bir tatlı su balığı olan *C. carpio*'da oksidatif stres ve antioksidan yanıtları üzerine quinalphos'un sublethal toksisitesi araştırılmıştır. Bir organofosforlu pestisit olan quinalphos'un yaygın kullanımından dolayı su ortamına erişebildiği ve bu nedenle suda yaşayan organizmalar için bir sağlık endişesi oluşturabildiği bildirilmiştir. Oksidatif stres ve antioksidan yanıtların, su organizmalarında pestisit kirliliğinin iyi bir göstergesi olabileceği belirtilmiştir. Sazanlarda quinalphos kaynaklı oksidatif stres ve antioksidan yanıtlarla ilgili verilerin yetersiz olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, 20 günlük bir süre boyunca *C. carpio*'nun oksidatif stres ve antioksidan yanıtları üzerine iki sublethal quinalphos konsantrasyonunu değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Karaciğerde malondialdehit seviyesinin her iki konsantrasyonda da belirgin şekilde arttığı bulunmuştur. Elde edilen antioksidan parametrelerin sonuçları, balıkların karaciğerinde süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon-S-transferaz aktivitesinde belirgin bir artış olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, çevreye zararlı insektisit quinalphos düzeylerinin *C. carpio*'da oksidatif hasara neden olabileceğini ve antioksidan atma kapasitesini artırabildiğini göstermiştir. Bu da, bu parametrelerin böcek ilacı kontaminasyonunun değerlendirilmesi için yararlı biyolojik belirteç olarak potansiyel rolünü yansıtmıştır (Hemalatha ve ark. 2015).

Bir çalışmada araştırmacılar, diazinonun (OP) immün hücrelerin kolinerjik sistemine etkisini, olası bir OP immüno-toksisite hedefi olarak değerlendirmişler. Bu çalışmada ACh düzeyleri ve kolinerjik (nikotinik ve muskarinik) reseptör konsantrasyonu değerlendirilmiştir. Ek olarak, AChE aktivitesi, çoğunlukla dünyanın tropikal bölgelerinde yetiştirilen Nil tilapia'nın (*O. niloticus*) mononükleer hücrelerinde değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, diazinona akut maruziyetin, ACh konsantrasyonunda bir artışa ve balık immün hücrelerinde nAChR ve mAChR konsantrasyonlarında ve AChE aktivitesinde bir düşüşe neden olduğunu göstermiş; bunun, nöronal olmayan lenfositik kolinerjik sistemin OP immüno-toksisitesi mekanizmasının ana hedefi olabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmanın, kirleticilerin immüno-toksisite mekanizmalarının anlaşılmasına katkıda bulunabileceğini ve hayvan sağlığı iyileştirmesi için harekete geçmeye yardımcı olabileceğini bildirmişlerdir (Toledo-Ibarra ve ark. 2016).

Deltametrin'in, *O. niloticus*'un (Perciformes: Cichlidae) solungaç dokusunda ki fosfolipid alt sınıflarının (fosfatidilkolin (PC), fosfatidiletanolamin (PE), fosfatidilinositol (PI) ve fosfatidilserin (PS)) yağ asidi bileşimi üzerindeki etkileri ve Deltametrin'e karşı E vitamininin olası koruyucu etkisi araştırılmış ve gaz kromatografisi ile belirlenmiştir. Yağ asidi profilindeki değişiklikler 14 günlük maruziyet sonrasında analiz edilmiştir. Uygulamalar, Grup I (sadece temel diyetle beslenen), Grup II (E vitamini ile takviye edilmiş diyetle beslenen), Grup III (temel diyetle beslenen ve deltametrine maruz kalan) ve Grup IV (E vitamini ile takviye edilmiş diyetle beslenen ve deltametrine maruz kalan) olarak belirlenmiştir. Deltametrinin PI, PE ve PS üzerindeki etkileri, toplam doymuş yağ asitleri (SFA), tekli doymamış yağ asitleri (MUFA'lar) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar) için geçerli olduğu belirtilmiştir. PC üzerindeki etki total SFA'larda ve total PUFA'larda tespit edilmiştir. E vitamini ile takviye edilen diyet, deltametrine maruz kalan balıkların yağ asidi bileşimi üzerinde tam koruyucu etki göstermediği bulunmuştur. Bununla birlikte, PC'deki total SFA'larda, total MUFA'larda ve total PUFA'larda koruyucu etki tespit edilmiştir. PI'da koruyucu etki sadece total PUFA üzerinde kaydedilmiştir. PS ve PE'de koruyucu bir etki bulunmamıştır. Bu çalışmanın sonunda, deltametrin maruziyetinin hücre zarı üzerinde zararlı etkileri olduğunu ve E vitamini ile

2. KAYNAK ÖZETLERİ

muamelenin sadece balık solungaçlarını kısmen koruyabildiğini rapor etmişlerdir (Cengiz ve ark. 2016).

İki deniz bivalvi türleri olan *Cerastoderma edule* (Linnaeus, 1758) ve *Scrobicularia plana* (da Costa, 1778) üzerinde, yaygın bir herbisit tarafından indüklenen stres göstergeleri olarak yağ asitleri profilleri Gonçalves ve arkadaşları (2016) tarafından incelenmiştir. Avrupa'da, son 30 yılda, Avrupa Birliği tarafından yetkilendirilen kontaminasyon limitlerini aşan gübre ve zirai ilaçların yoğun kullanımı kaydedilmiştir. Mondego vadisindeki mısır tarlalarında en çok kullanılan herbisit Primextra'dır. Yağ asitleri gibi biyolojik belirteçler, kontaminasyon tehlikelerine maruz kalma ve bunun etkilerini tespit etmek, göstermek ve değerlendirmek için yeni ve potansiyel olarak kullanılan güçlü araçlar olarak ortaya çıkmıştır. Organizmaların biyokimyasal ve fizyolojik tepkilerde, sinirsel tepkilerin oluşturulmasında önemli roller oynarlar, stresin ve biyolojik-ekosistem sağlığının göstergelerinin biyolojik göstergesi olarak kabul edilirler. Bivalvialar ekolojik önemi, yaygın coğrafi dağılımı, laboratuarda kolaylıkla yaşayabilmeleri ve büyük miktarda su, tortu parçacıklarını filtreleme ve emme kabiliyeti nedeniyle ekotoksikolojik biyolojik testlerde kullanılırlar.

Filimonova ve ark. (2016) tarafından deniz organizmalarında kimyasal stresin biyoindikatörü olarak yağ asidi profilini çıkarmak için çalışma yapılmıştır. Endüstriyel, antropojenik ve tarımsal faaliyetlerin gelişimi, kirleticilerin deniz ekosistemlerinde artmasına neden olan başlıca faktördür. Kirleticiler çok çeşitli, pestisit ve ağır metal kirleticiler içerir. Herbisitler ve ağır metal kirliliği en büyük çevresel kaygılardan biridir. Son yıllarda, biyokimyasal belirteçlerin kullanılması kontaminasyon tehlikelerinin değerlendirilmesine önemli ölçüde katkı sağlamıştır. Yağ asidi bileşimi, kontaminasyon düzeylerini değerlendirmek için iyi bir biyoindikatör olmuştur. Bu çalışmada, organik ve inorganik kirleticiler, özellikle pestisitler ve ağır metaller de dahil olmak üzere, kimyasal stres kaynaklarına maruz kalındıktan sonra, deniz türlerinde yağ asitleri tepkisi ile ilgili mevcut bilgilerin bir incelemesi sunulmuştur. Bu çalışmada, doymuş yağ asitleri, tekli doymamış yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitlerinde değişikliklere yol açan etki mekanizmalarının olası sonuçları özetlenmiştir.

Olivares-Rubio ve Vega-Lopez (2016) bir çalışmada, çevresel izleme için bir biyobelirteç olarak balık türlerinde yağ asidi metabolizmasını incelemişlerdir. Yağ

asitlerinden (FA) oluşan lipitlerin, balıkların fizyolojisi ve yaşam öyküsünde önemli birçok rol oynadığı bilinmektedir. OC'nin toksik etkileri, fizikokimyasal özelliklerinden dolayı su organizmalarının lipidlerindeki biyoakümülyasyonuna bağlıdır. Çevresel veya balık sağlığının izlemesi için biyolojik belirteçlerin uygunluğunu doğrulamak veya çürütmek için, OC karışımları ile işleme tabi tutulan balıkların ve kirlenmiş bölgelerdeki yabani balık türündeki reaksiyonların araştırılması ihtiyacını vurgulamışlardır.

Deltametrin, sucul ekosistemleri kirleten bir piretroid pestisittir. Cengiz ve ark. (2017) yaptıkları bir çalışmada, Nil tilapianın karaciğer ve solungaçlarındaki fosfolipid (PL) sınıflarının yağ asitleri üzerinde, deltametrinin akut toksisitesini araştırmışlardır. PL sınıflarının yağ asitleri, gaz kromatografisi ile analiz edilmiştir. Deltametrinin, karaciğer ve solungaçtaki PL sınıflarının yağ asitlerinde farklılıklar meydana getirdiği görülmüştür. Maruz kalan balıkların karaciğerinde, fosfatidilkolin (PC) 'de 16:0, 18:2(n-6), 22:6(n-3); 16:0, 18:1(n-9), 18:2(n-6), 20:4(n-6), 22:6(n-3) fosfatidiletanolamin (PE) içinde; 16:0, 18:0, 18:1(n-9), 20:4(n-6), 22:6(n-3) fosfatidilinositol (PI) ve fosfatidilserin (PS)'de 16:0, 18:1(n-9), 20:4(n-6), 22:6(n-3), etkilenmiş yağ asitleri olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada PC'deki MUFA'larda, Σ (n-3) PUFA'larda ve Σ (n-6)PUFA'larda, PE'de SFA'larda, MUFA'larda, PUFA'larda, Σ (n-3)PUFA'larda ve Σ (n-6)PUFA'larda, PI'da SFA'larda, MUFA, Σ (n-3)PUFA'larda ve Σ (n-6)PUFA'larda ve PS'de SFA'larda, MUFA'larda, PUFA'larda ve Σ (n-3)PUFA' larında önemli değişiklikler tespit edilmiştir. Solungaçta, PC'de 18:2(n-6), 20:4(n-6), 22:6(n-3); PE'de 16:0, 18:1(n-9), 20:4(n-6), 22:6(n-3); PI'da 16:0, 18:0, 18:1(n-9), 18:2(n-6) ve PS'de 16:0, 18:0, 18:1(n-9), 20:3(n-6), 20:5(n-3), 22:6(n-3) etkilendiği görülmüştür. PC'de SFA, MUFA, PUFA ve Σ (n-6) PUFA'ları; PE'de SFA, MUFA, PUFA, Σ (n-3) PUFA ve Σ (n-6) PUFA'ları; PI'da Σ (n-3) PUFA'ları ve Σ (n-6) PUFA'ları; PS'de SFA, MUFA, PUFA, Σ (n-3) PUFA ve Σ (n-6) PUFA'larındaki değişiklikler solungaçta anlamlı bulunmuştur. Deltametrine yanıt olarak PL sınıflarının yağ asitlerindeki değişiklikler, membran sistemlerinin yapısını ve işlevlerini etkileyebildiğini göstermiştir . Yağ asitlerindeki bu değişikliklerin, deltametrin'e karşı bir savunma mekanizması olabileceği belirtilmiştir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Deney Balıklarının Temini ve Laboratuvara Adaptasyonu

Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi yetiştirme havuzlarından sağlanan *O. niloticus* örnekleri, laboratuvar çalışmalarında deney materyali olarak kullanılmıştır. Balıklar Dicle Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji ve Akuatik Toksikoloji Araştırma laboratuvarına getirilmiştir. Getirilme aşamasında balıklara anestezik madde uygulanmıştır. Balık örneklerinin boy ve ağırlık değerleri bakımından olabildiğince birbirlerine yakın olmasına dikkat edilmiştir. Bu şekilde balık dokularında, yaşa ve ağırlığa bağlı olabilecek varyasyonların mümkün olduğu kadar minimize edilmesi amaçlanmıştır. Cinsiyetin sebep olabileceği değişiklikleri ortadan kaldırmak için de dişi balık örnekleri tercih edilmiştir.

O. niloticus örnekleri, balıklar için özel olarak yapılmış iklimlendirme odasına alınmıştır. İklimlendirme odasına, içerisinde dinlendirilmiş musluk suyu bulunan ve merkezi havalandırma sistemi ile devamlı havalandırılan 40×35×40 cm boyutlarında 6 adet akvaryum konulmuştur. Akvaryumların her birine 15'er balık bırakılarak, 15 gün boyunca laboratuvar şartlarına adaptasyonları sağlanmıştır. İklimlendirme odasındaki foto periyod, dört adet floresan lamba (Daylight 36W/54) kullanılarak yapılmıştır. Foto periyodun bir günlük döngüsü; 14 saat aydınlık / 10 saat karanlık olacak şekilde ayarlanmıştır. İklimlendirme odasının sıcaklığı, adaptasyon ve deney aşamalarında, termostatlı klima ile 26 ± 1 °C olacak şekilde sabit tutulmuştur. Canlılar üzerinde 15 gün boyunca hiçbir çalışma yapılmamak suretiyle, balıkların laboratuvar koşullarına tam adaptasyonu sağlanmaya çalışılmıştır. Adaptasyon süresi boyunca, balıklar her defasında kontrollü ve izlenebilen koşullarda doyuncaya kadar olacak şekilde, günde 1 kez ticari pellet diyetlerle beslenmiştir. Adaptasyon süreci boyunca balıklar, gözlenerek herhangi bir hastalık belirtisine sahip olduğu düşünülen bireyler derhal ortamdan alınmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

Çizelge 3. 1. Laboratuvar şartlarında kurulan akvaryumdaki suyun kimyasal özellikleri

Kimyasal Parametreler	
PH	7.8
Çözülmüş oksijen	6.7 mg/L
Total klor	0.05 mg/L
CaCO ₃ Ca	167 mg/L
CaCO ₃ Mg	221 mg/L

3.2. Deney Gruplarının Hazırlanması

Organofosfat grubundan olan Diazinon, karbamat grubundan olan Carbaryl, triazin grubundan olan Atrazin ve pyrethroid grubundan olan Lambda cyhalothrin yaygın şekilde kullanılan pestisitlerdir. Deneylerde kullanılan bu pestisitlerin %99 saflıktaki teknik formülasyonları, Sigma-Aldrich firmasından temin edilmiştir. Uygulanacak konsantrasyonlar hazırlanırken, akvaryumda bulunan suyun her bir litresine göre, LC₅₀ değerlerinin 1/10'u dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kimyasallar, asetonda çözülmüş ve çözücünün canlıda herhangi bir etkiye neden olmaması için, asetonun en düşük değerinin kullanılmasına dikkat edilmiştir. Deneylerde kullanılan dört pestisit için birer grup, kontrol ve aseton kontrol olmak üzere toplam 6 grup belirlenmiştir. Grupların her birinde 15 canlı olmak üzere toplamda 90 canlı kullanılarak sub-akut çalışma gerçekleştirilmiştir. Deney süresi 7, 14, ve 21. günlerdeki etkiyi izleyebilmek amacıyla 21 gün olarak belirlenmiştir. Pestisitlerin LC₅₀ değerinin 1/10'u uygulanarak bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, El-Sherif ve ark. (2009), Diazinon'un *O. niloticus* için 96 saatlik LC₅₀ değerini 2800 µg/L olarak bildirdiklerinden dolayı bu gruptaki canlılara 280 µg/L Diazinon verilmiştir. Carbaryl'in bu balık için 96 saatlik LC₅₀ değeri, 8500 µg/L rapor edilmiştir (Liong ve ark., 1988). Bu sebepten dolayı bu gruptaki canlılara 850 µg/L Carbaryl uygulanmıştır. Atrazin'in *O. niloticus* için 96 saatlik LC₅₀ değeri, 9,35 mg/L olarak bulunmuştur (Hussein ve ark., 1996). Bundan dolayı Atrazin grubundaki canlılar, 0,935 mg/L'ye maruz bırakılmıştır. Lambda-cyhalothrin'in *O. niloticus* için LC₅₀ değeri, 2,901 µg/L olarak bulunmuştur (Piner ve Üner, 2012). Bu sebepten dolayı bu gruptaki canlılara, 0,29 µg/L Lambda-cyhalothrin uygulanmıştır.

Çalışma İçin Belirlenen Gruplar Şunlardır

- I. Grup: Kontrol (pestisit ve aseton ilavesi olmayan grup) (n=15)
- II. Grup: Sadece aseton ilavesi olan grup (n=15)
- III. Grup: 850 µg/L Carbaryl'e maruz bırakılmış olan grup (n=15)
- IV. Grup: 280 µg/L Diazinon'a maruz bırakılmış olan grup (n=15)
- V. Grup: 0.29 µg/L Lambda-cyhalothrin'e maruz bırakılmış olan grup (n=15)
- VI. Grup: 0.935 mg/L Atrazin'e maruz bırakılmış olan grup (n=15)

3.3. Doku Örneklerinin Alınması ve Yağ Asidi Analizi İçin Balıklara Uygulanan İşlemler

Toksikolojik değişiklikleri saptamak amacıyla, farklı akvaryumlarda bulunan 6 deney grubunun her birinden; 7., 14. ve 21. günlerde 3'er balık alınarak, yağ asitlerinde meydana gelecek değişikliklerin belirlenmesi amaçlandı.

Alınan balık örnekleri, sudan çıkarıldı. İçinde karanfil yağı solüsyonu bulunan başka bir akvaryuma alındı ve bu akvaryumun içerisinde yaklaşık 2-3 dakika bırakılarak balıkların hareketsiz hale gelmesi sağlandı. Karanfil yağı, balıklar için doğal anestezi madde olarak kullanıldı.

Karanfil yağı solüsyonu; % 94'lük etil alkol ve saf karanfil yağının 9:1 oranında karıştırılmasıyla hazırlandı. Hazırlanan bu karışım kahverengi şişeye bırakılarak 15 °C'den düşük sıcaklıkta muhafaza edildi. Balıkların anestezi işlemlerinde bu solüsyondan 2 mL, 5 L su üzerine ilave edildi. Buda litre başına 40 mg karanfil yağına karşılık gelmektedir.

Daha sonra balıklar kurban edildi. Kurban işlemine tabi tutulan balıkların solungaç ve karaciğer dokuları alındı. Alınan dokular kloroform-metanol (2:1) karışımına konularak analiz işlemine kadar derin dondurucuda saklandı.

3.4. Total Lipitlerin Fraksiyonlandırılması ve Yağ Asidi Metil Esterlerinin (FAME) Hazırlanması

Total lipitlerin fraksiyonlandırılması ve yağ asidi metil esterlerinin elde edilmesi için alınan karaciğer ve solungaç dokuları; kloroform-metanol (2:1 v/v) karışımında yüksek devirli IKA (Ultra-Turrax T25) marka homojenizatörde, yaklaşık 5 dk süre ile parçalandı (Folch ve ark., 1957). Whatman No: 1 süzgeç kağıdı ile süzölmüş olan homojenata, çoklu

3. MATERYAL VE METOT

doymamış yağ asitlerinin otooksidasyonunu önlemek için, kloroformda % 2 oranında hazırlanan 50 µl bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ilave edildi. Ayırma hunisine alınan karışımdan sulu fazın ayrılması için, total hacminin 1/4 'i kadar % 0.88'lik KCl çözeltisi eklenerek çalkalamak iyice karıştırıldı.

Berrak iki faz oluşuncaya kadar beklendi. Faz ayırımından sonra alt tabakadaki kloroform fazı, ikinci bir ayırma hunisine alınarak hacminin 1/4'i kadar metanol-su ile (1:1 v/v) yıkanmış ve faz ayırımı için tekrar bekletildi. İkinci faz ayırımından sonra alttaki kloroform tabakası temiz bir erlen içine alınarak susuz sodyum sülfat (Na₂SO₄) ile muamele edilmek suretiyle, kloroform içinde bulunan eser miktardaki suyun uzaklaştırılması sağlandı. Saf lipid bileşenlerinden oluşan kloroform fazı, darası alınmış bir tartı kabı içerisine Whatman No: 1 süzgeç kağıdı ile süzüldü ve tartı kabı içerisindeki ekstraktın çözücüsü, evaporatörde tamamen uçuruldu. Bu işlemin ardından hassas terazide tartılarak, % lipid miktarı gr olarak hesaplandı. Örneklerdeki total ve fosfolipitlerin fraksiyonlanmasında ince tabaka kromatografi tekniği (TLC) kullanıldı. Bunun için Silica Gel 60G (Merck) kullanıldı.

İnce tabaka kromatografisi plakalarının hazırlanması için, 100 gr Silica Gel ile 250 mL saf su karıştırılarak yumuşak bulamaç haline getirildikten sonra, 20 X 20 cm boyutundaki pleytler üzerine ince bir tabaka halinde sürülerek, önce havada kurutuldu. Plakalar daha sonra etüvde 100 °C'de bir saat boyunca kurutulmaya bırakılarak aktifleşmeleri sağlandı ve daha sonra etüvden çıkarılan pleytler havada soğumaya bırakıldı.

Plakaların üzerine tek sıra halinde spot edilen lipid ekstraktları; petrol eteri-dietil eter-asetik asit (80:20:1) karışımında yürütülmüştür. Yürütme tanklarından çıkarılan bütün plakalar, havada kurutulduktan sonra, 2'7' dikloroflorosseine püskürtülmesi suretiyle hem PL hem de TAG fraksiyonlarının UV lambası altında görülür hale getirilmesi sağlanmıştır. Standartlar yardımıyla saptanan fosfolipit (PL) ve triaçilgliserol (TAG) fraksiyonuna ait bantlar kazılarak reaksiyon tüplerine aktarılmıştır. Her fraksiyona, ayrı ayrı 4 mL metanol ve 4-5 damla sülfürik asit damlatılarak 2 saat süreyle geri soğutucu altında 85 °C'de ısıtılmak suretiyle yağ asitlerinin, yağ asidi metil esterlerine dönüşümü sağlanmıştır. Çözelti soğuduktan sonra, üç kez beşer ml hekzan kullanılarak metil esterleri ekstrakte edilmiştir. Yağ asidi metil esterlerinin analizi için alev iyonizasyon dedektörü'ne (FID) sahip gaz kromatografi aleti kullanılmıştır.

3.5. Gaz kromatografisi koşulları

Metil esterleri haline getirilen yağ örneklerinin yağ asit analizleri, SHIMADZU GC 2010 PLUS model Gaz Kromatografisi cihazında. Alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve DB-23 (Bonded 50 % cyanopropyl) (J & W Scientific, Folsom, CA, USA) kapiller kolon (30m X 0.25mm iç çapı X 0.25µm film kalınlığı) kullanılarak analizler yapılmıştır. Dedektör sıcaklığı: 250°C; enjektör sıcaklığı: 250°C; enjeksiyon: Split-model 1/20.

Yağ asidi metil esterlerinin analizi yapılırken, gaz kromatografisi koşulları şu şekildedir. Gaz akış hızları: Taşıyıcı gaz: 30m'lik kolon için helyum 0.5 mL / dk; hidrojen: 30 mL / dk; kuru hava: 400 mL / dk. Kolon (fırın) sıcaklığı: 170°C de, bekleme süresi, 2 dakika: 210°C'ye 2°C / dakika, bekleme süresi 20 dakika; toplam analiz süresi: 42 dakika. Örnek alete 1 µL enjekte edilmiştir. Yağ asitlerinin teşhisinde, standart olarak yağ asitlerinin metil esterleri karışımı (Sigma-Aldrich Chemicals) kullanılmıştır. Yağ asitleri metil esterlerinin kromatogramları ve toplam yağ asitleri miktarları, bilgisayarda GC Solution (Versiyon 2.4) bilgisayar programı ile elde edilmiştir. Analiz edilen örneklerin kromatogramındaki pikler, standarttaki bütün yağ asitlerinin metil esterlerinin alıkonma zamanları ile karşılaştırılarak teşhis edilmiştir. Sonuçlar kalitatif değer olarak % yağ asidi üzerinden verilmiştir

3. MATERYAL VE METOT

Çizelge 3. 2. Otuz m’lik DB–23 kapiller kolonlarda yağ asitlerinin çıkış zamanları (dk).

Yağ asitleri metil esteri	Çıkış zamanı (30 m)
Hekzan (Çözücü)	2.80
14:0 (Miristik Asit)	6.43
15:0 (Pentadekanoik Asit)	7.70
16:0 (Palmitik Asit)	9.46
16:1(n-7) (Palmitoleik Asit)	9.94
17:0 (Heptadekanoik Asit)	11.74
18:0 (Stearik asit)	13.56
18:1(n-9) (Oleik asit)	14.34
18:2(n-6) (Linoleik asit)	15.20
18:3(n-3) (Linolenik asit)	16.71
20:1(n-9) (Eikosenoik Asit)	18.50
20:2(n-6) (Eikosadienoik Asit)	20.55
20:3(n-6) (Eikosatrienoik Asit)	21.34
20:4(n-6) (Arakidonik asit)	21.87
20:5(n-3) (eikosapentaenoik asit)	23.86
22:5(n-3) (dokosapentaenoik asit)	32.29
22:6(n-3) (dokosaheksaenoik asit)	33.19

3.6. Verilerin İstatiksel Değerlendirilmesi

İstatistiksel analizlerdeki bütün hesaplamalar, SPSS 16 bilgisayar programı ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi;

- 1- Kontrol grubuna göre,
- 2- 7., 14. ve 21. günlere göre yapılmıştır

7., 14., 21. günlerde kontroller ile pestisit uygulamaları ve 7, 14, 21. günler arasındaki farklılıkları varyans analizi (ANOVA), farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için ise TUKEY HSD testi kullanılmıştır. Tablolarda farklı harflerle gösterilen veriler $P < 0.05$ düzeyinde olduğu zaman farkların önemli olduğu kabul edilmiştir

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Atrazin Grubunda Meydana Gelen Değişiklikler

4.1.1. Atrazin Uygulanan *O. niloticus*'un Karaciğer Total Lipid Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7, 14, ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının karaciğer dokusundaki total yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Atrazin'in subletal konsantrasyonuna maruz bıraktığımız balıkların karaciğer dokularındaki total yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:0'da % 3.05, C18:0'da % 24.05, oranında artış; C18:1'de % 8.94, C18:2(n-6)'da % 54.93 ve C22:6(n-3)'te % 11.12 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C16:1(n-7) ve C20:4(n-6)'da ki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

0.935 µg/L Atrazin uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 9.00 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 12.42 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 14.79 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 10.58 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 19.17 oranında azalış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki azalış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 10.58 oranında bir artış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Atrazin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki total yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C18:1'de % 3.33,

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

C18:2(n-6)'da % 7.20 oranında artış; C16:0'da % 28.73, C18:0'da % 8.60 ve C22:6(n-3)'te % 28.80 oranında azalış kayda değerdir. Bunun yanında C16:1(n-7)'de ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

Atrazin uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 16.75 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 20.44 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 2.19 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. (n-3) PUFA'da % 13.40 oranında azalma kaydedilirken, (n-6) PUFA'da % 11.37 oranında artış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki Σ (n-6) PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 22.31 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

0.935 µg/L Atrazin'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin karaciğer dokularında 21. günün sonunda, total yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C18:0'da % 41.71 oranında artış; C16:0'da % 23.45, C18:1'de % 13.97, C18:2(n-6)'da % 40.73 ve C22:6(n-3)'te % 4.23 oranında azalış önemli sayılmaktadır. Bunun yanında C16:1(n-7) ve C20:4(n-6)'da ki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Atrazin uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 4.83 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 0.69 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7)'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 3.03 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C20:4(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 5.78 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 13.80 oranında artış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki artış C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 17.21 oranında bir azalış tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4. 1. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	1.54±0.18ax	0.31±0.05bx	1.14±0.27cx
	Atrazin	2.08±0.21ay	1.87±0.21ay	1.92±0.10ay
C15:0	Kontrol	0.49±0.04ax	0.09±0.03bx	0.46±0.15ax
	Atrazin	0.57±0.01ay	0.32±0.05by	0.56±0.04ay
C16:0	Kontrol	19.33±1.11ax	21.80±0.38bx	21.96±1.11bx
	Atrazin	19.92±1.37ax	15.54±0.56by	16.81±1.08by
C17:0	Kontrol	0.91±0.33ax	0.11±0.02bx	0.35±0.02cx
	Atrazin	0.59±0.06ay	0.29±0.01by	0.63±0.09ay
C18:0	Kontrol	7.40±0.79ax	6.82±0.73ax	6.09±0.88bx
	Atrazin	9.18±0.91ay	6.23±0.92bx	8.63±1.16ay
SFA	Kontrol	29.66±1.29ax	29.13±1.25ax	30.00±1.39ax
	Atrazin	32.33±1.33ax	24.25±1.29by	28.55±1.20cx
C16:1	Kontrol	1.88±0.18ax	0.94±0.12bx	2.05±0.27ax
	Atrazin	7.45±0.77ay	4.03±0.43by	6.07±0.55cy
C18:1	Kontrol	25.72±1.33ax	27.29±1.20ax	25.48±1.30ax
	Atrazin	23.42±0.19ax	28.20±1.28bx	21.92±1.12ay
C20:1	Kontrol	0.82±0.07ax	0.24±0.04bx	1.27±0.21cx
	Atrazin	1.09±0.28ay	2.06±0.10by	1.00±0.09ay
MUFA	Kontrol	28.42±1.54ax	28.48±2.96ax	28.79±2.05ax
	Atrazin	31.95±1.21ax	34.30±3.00ay	28.99±1.29ax
C18:2(n-6)	Kontrol	14.82±0.63ax	15.27±0.67ax	14.56±1.06ax
	Atrazin	6.68±0.66ay	16.37±1.05bx	8.63±1.16cy
C18:3(n-6)	Kontrol	1.30±0.85ax	1.56±0.09bx	0.46±0.15cx
	Atrazin	1.81±0.25ay	0.78±0.15by	0.67±0.07cy
C18:3(n-3)	Kontrol	0.41±0.07ax	1.95±0.16bx	1.98±0.17bx
	Atrazin	0.53±0.19ay	3.57±0.92by	0.79±0.17cy
C20:2(n-6)	Kontrol	0.87±0.09ax	0.15±0.01bx	0.62±0.05cx
	Atrazin	0.51±0.04ay	0.87±0.07by	0.94±0.09by
C20:3(n-6)	Kontrol	0.72±0.03ax	0.11±0.03bx	0.34±0.02cx
	Atrazin	0.43±0.04ay	0.56±0.05by	1.59±0.16cy
C20:4(n-6)	Kontrol	1.34±0.01ax	1.88±0.11bx	1.88±0.16bx
	Atrazin	5.12±0.10ay	1.93±0.04bx	7.55±1.39cy

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4.1. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.62±0.12ax	0.14±0.01bx	0.92±0.12cx
	Atrazin	0.64±0.10ax	0.67±0.18ay	0.92±0.63bx
C22:4(n-6)	Kontrol	0.65±0.06ax	0.10±0.02bx	0.26±0.02cx
	Atrazin	0.83±0.07ay	0.43±0.08by	0.51±0.04cy
C22:5(n-6)	Kontrol	0.84±0.14ax	0.13±0.05bx	0.43±0.01cx
	Atrazin	1.22±0.14ay	0.42±0.03by	1.21±0.19ay
C22:5(n-3)	Kontrol	1.81±0.22ax	1.43±0.20bx	1.09±0.28cx
	Atrazin	1.48±0.32ay	1.84±0.11by	1.75±0.11by
C22:6(n-3)	Kontrol	18.53±1.08ax	19.69±1.35ax	18.68±1.08ax
	Atrazin	16.47±1.06ay	14.02±1.04by	17.89±1.20ax
PUFA	Kontrol	41.92±2.60ax	42.39±1.44ax	41.21±1.56ax
	Atrazin	35.72±3.30ay	41.46±1.44bx	42.46±1.65bx
Σ(n-3)	Kontrol	21.37±2.61ax	23.21±1.95ax	22.66±1.22ax
	Atrazin	19.11±4.02ay	20.10±1.64ay	21.35±2.18ax
Σ(n-6)	Kontrol	20.55±1.22ax	19.18±1.75ax	18.55±1.28ax
	Atrazin	16.61±1.08ay	21.36±1.17by	21.11±1.21by
(n-3)/(n-6)	Kontrol	1.04	1.21	1.22
	Atrazin	1.15	0.94	1.01

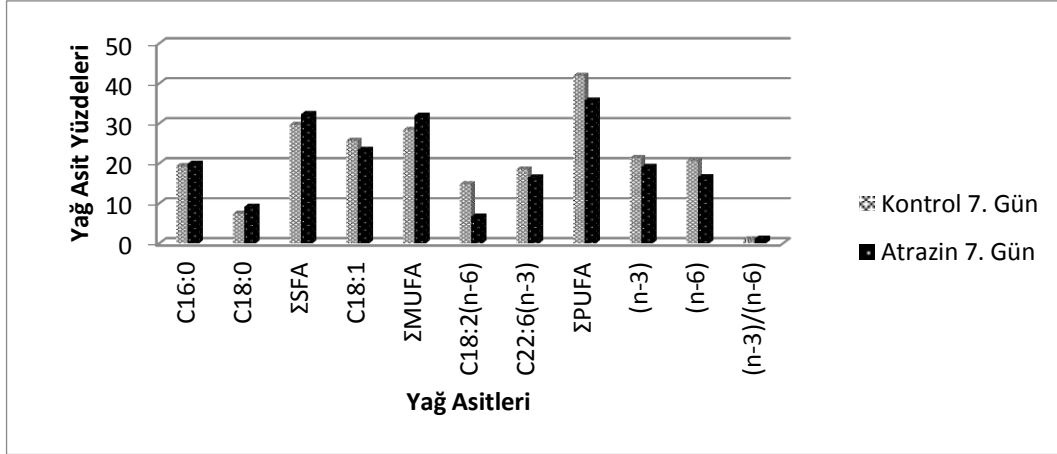
*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

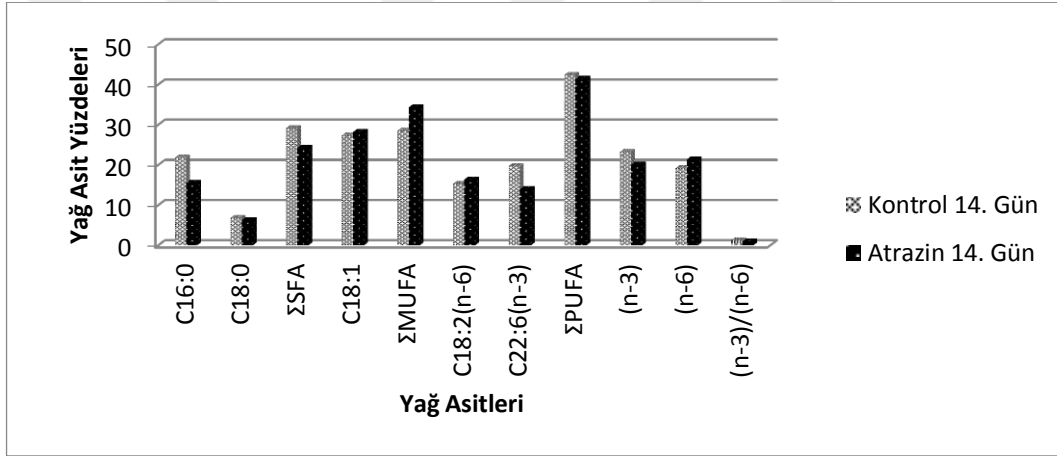
a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

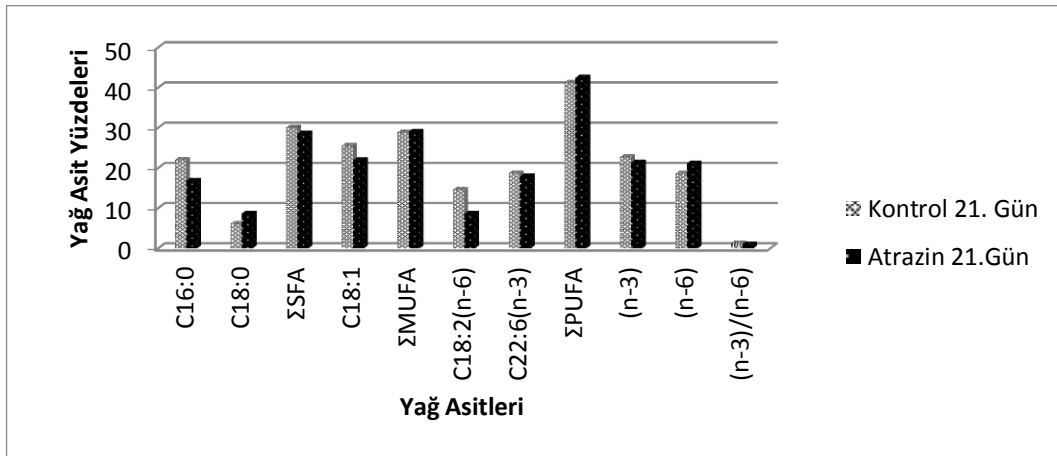
S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.



Şekil 4. 1. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 2. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 3. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. Günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.1.2. Atrazin Uygulanan *O. niloticus*'un Karaciğer Fosfolipid (PL) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7, 14, ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının karaciğer dokusundaki fosfolipidlerde (PL) ki yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Atrazin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki fosfolipidlerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:0'da % 1.86, C18:1'de % 4.50, C18:2(n-6)'da % 19.44 oranında artış; C18:0'da % 23.51, C20:4(n-6)'da % 4.77 ve C22:6(n-3)'te 8.17 oranında azalış önemli görülmüştür.

0.935 µg/L Atrazin uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 3.43 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 15.87 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 0.83 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C20:4(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 8.15 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 9.78 oranında azalış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki azalış C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 16.55 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Atrazin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki fosfolipidlerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:0'da % 32.07, C18:0'da % 18.11, C18:2(n-6)'da % 21.31, C20:4(n-6)'da % 105.29 oranında artış; C18:1'de % 11.80 ve C22:6(n-3)'te 85.50 oranında azalış kayda değerdir. Bunun yanında C16:1(n-7)'de ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

Atrazin uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 25.84 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 15.91 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 26.84 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C20:4(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 83.13 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 63.97 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 89.44 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

0.935 µg/L Atrazin'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin karaciğer dokularında 21. günün sonunda, fosfolipidlerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C18:1'de % 27.13, C18:2(n-6)'da % 96.27, C20:4(n-6)'da % 470.73 oranında artış; C16:0'da % 39.78, C18:0'da % 39.72 ve C22:6(n-3)'te 69.03 oranında azalış önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Atrazin uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 36.29 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalışın C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 35.87 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 38.68 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 61.10 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 182.73 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 86.11 oranında bir azalış tespit edilmiştir (Tablo 4.2.).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4. 2. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	2.74±0.09ax	2.94±0.46ax	2.65±0.15ax
	Atrazin	2.99±0.23ax	3.61±0.31by	3.36±0.36aby
C15:0	Kontrol	0.79±0.06ax	0.99±0.51bx	0.89±0.29cx
	Atrazin	1.15±0.26ay	0.50±0.07by	0.68±0.03cy
C16:0	Kontrol	33.92±1.35ax	31.37±0.67ax	36.48±1.38bx
	Atrazin	34.55±1.29ax	41.43±1.44by	21.97±1.19cy
C17:0	Kontrol	0.88±0.58ax	0.80±0.07ax	0.89±0.36ax
	Atrazin	0.63±0.39ay	0.84±0.07bx	0.42±0.04cy
C18:0	Kontrol	11.57±0.68ax	12.37±1.12ax	10.17±0.41bx
	Atrazin	8.85±0.65ay	14.61±1.65by	6.13±0.54cy
SFA	Kontrol	49.89±1.38ax	48.46±1.61ax	51.09±1.48ax
	Atrazin	48.18±1.80ax	60.98±1.72by	32.55±2.14cy
C16:1	Kontrol	1.28±0.34ax	0.61±0.06bx	1.45±0.15cx
	Atrazin	2.93±0.12ay	0.70±0.04by	4.10±0.71cy
C18:1	Kontrol	11.12±1.03ax	10.51±1.05ax	11.13±0.99ax
	Atrazin	11.62±0.98ax	9.27±1.50by	14.15±1.14cy
C20:1	Kontrol	0.39±0.03ax	0.96±0.10bx	0.94±0.06bx
	Atrazin	0.27±0.06ay	0.17±0.06by	0.12±0.03cy
MUFA	Kontrol	12.79±0.71ax	12.07±0.68ax	13.52±1.15ax
	Atrazin	14.82±0.63ay	10.15±1.15by	18.37±1.08cy
C18:2(n-6)	Kontrol	7.82±0.56ax	6.71±0.33bx	7.23±0.72ax
	Atrazin	9.34±0.91ay	8.14±0.66by	14.19±0.60cy
C18:3(n-6)	Kontrol	0.17±0.06ax	0.25±0.06ax	0.17±0.06ax
	Atrazin	0.16±0.01ax	0.12±0.01by	0.15±0.04ax
C18:3(n-3)	Kontrol	0.73±0.18ax	0.25±0.02bx	0.28±0.01bx
	Atrazin	0.73±0.06ax	0.07±0.02by	0.69±0.06ay
C20:2(n-6)	Kontrol	1.01±0.13ax	0.47±0.08bx	1.22±0.14cx
	Atrazin	0.80±0.07ay	3.19±0.42by	0.23±0.11cy
C20:3(n-6)	Kontrol	0.39±0.02ax	0.22±0.02bx	0.15±0.04cx
	Atrazin	0.86±0.14ay	0.22±0.02bx	0.23±0.05by
C20:4(n-6)	Kontrol	4.40±0.41ax	5.86±0.57bx	4.10±0.28ax
	Atrazin	4.19±0.14ax	12.03±1.05by	23.40±0.64cy

Çizelge 4.2. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.69±0.05ax	0.72±0.14ax	0.57±0.05bx
	Atrazin	0.47±0.08ay	0.18±0.01by	1.18±0.11cy
C22:4(n-6)	Kontrol	0.48±0.05ax	0.48±0.05ax	0.68±0.08bx
	Atrazin	0.91±0.08ay	0.51±0.04bx	0.82±0.07ay
C22:5(n-6)	Kontrol	0.96±0.10ax	1.11±0.92bx	0.94±0.24ax
	Atrazin	0.45±0.10ay	0.55±0.08by	1.91±0.57cy
C22:5(n-3)	Kontrol	1.70±0.15ax	1.53±0.09bx	1.73±0.06ax
	Atrazin	1.68±0.61ax	0.69±0.32by	0.60±0.14cy
C22:6(n-3)	Kontrol	18.97±0.62ax	21.86±1.01bx	18.31±2.09ax
	Atrazin	17.42±1.53ax	3.17±0.30by	5.67±0.79cy
PUFA	Kontrol	37.32±3.23ax	39.46±1.33ax	35.39±1.39ax
	Atrazin	37.01±1.36ax	28.87±1.25by	49.08±1.47cy
$\Sigma(n-3)$	Kontrol	22.09±1.32ax	24.36±1.27ax	20.90±1.21ax
	Atrazin	20.29±1.17ax	4.11±0.24by	8.13±1.46cy
$\Sigma(n-6)$	Kontrol	15.23±1.35ax	15.10±1.06ax	14.48±0.42ax
	Atrazin	16.72±1.05ax	24.76±1.45by	40.94±4.69cy
(n-3)/(n-6)	Kontrol	1.45	1.61	1.44
	Atrazin	1.21	0.17	0.20

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

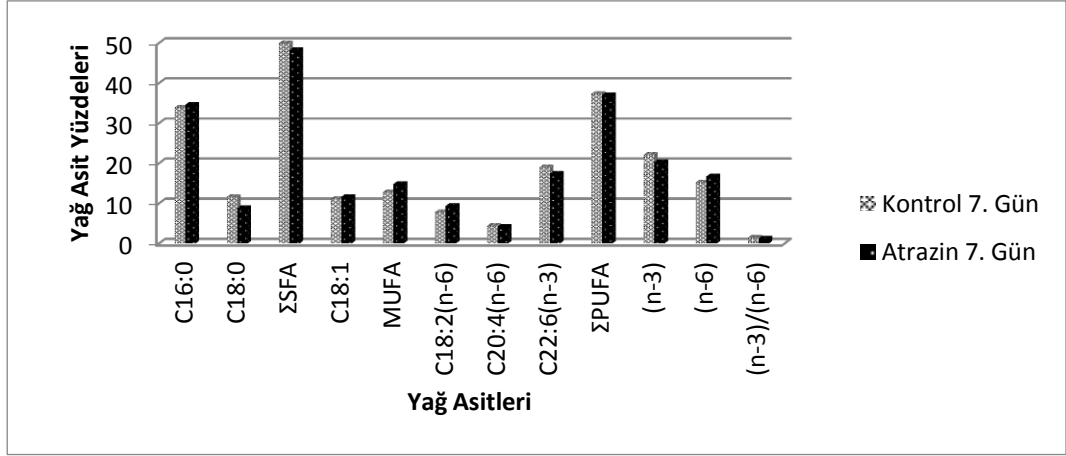
a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

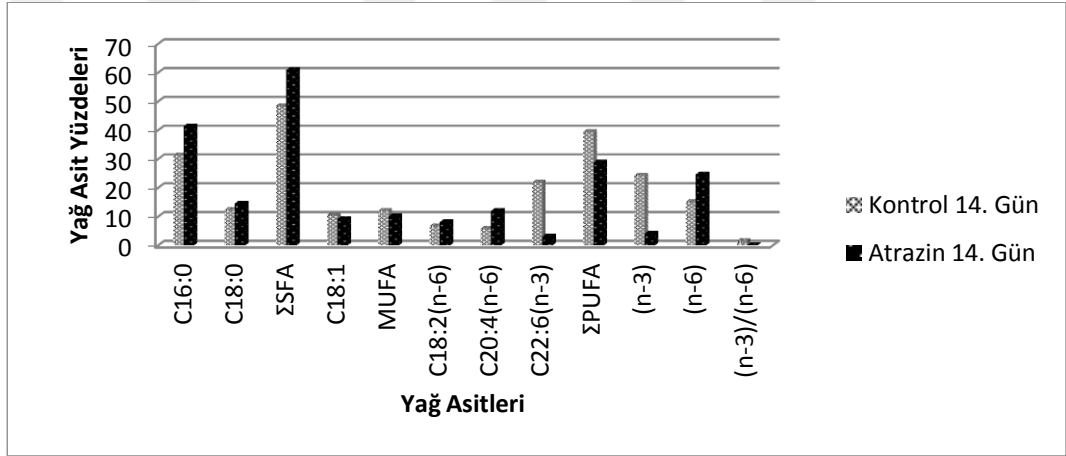
S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı

Doymamış Yağ Asitleri.

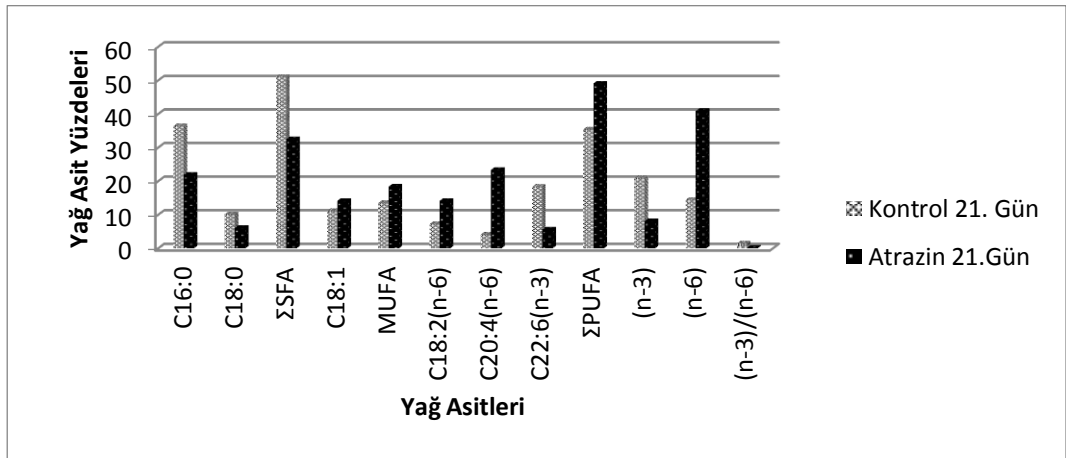
4. ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4. 4. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asityüzdelelerinin 7. günde kontrollere olan karşılaştırması



Şekil 4. 5. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asityüzdelelerinin 14. günde kontrollere olan karşılaştırması



Şekil 4. 6. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asityüzdelelerinin 21. günde kontrollere olan karşılaştırması

4.1.3. Atrazin Uygulanan *O. niloticus*'un Karaciğer Triaçilgliserol (TAG) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7, 14, ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının karaciğer dokusundaki triaçilgliserollerde (TAG) ki yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C16:1(n-7), C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Atrazin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki triaçilgliserollerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C18:1'de % 16.51 oranında artış; C16:0'da % 0.33, C18:0'da % 38.18, C18:2(n-6)'da % 24.63, C20:4(n-6)'te % 67.90 ve C22:6(n-3) % 31.76 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C16:1(n-7)'deki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

0.935 µg/L Atrazin uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 4.61 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalışın C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 23.24 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 31.27 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 32.64 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 30.72 oranında azalış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki azalış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 3.03 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Atrazin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki triaçilgliserollerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C16:0'da % 34.00, C18:1'de % 0.87, C22:6(n-3)'te % 139.42 oranında artış; C18:0'da % 34.12, C18:2(n-6)'da % 20.46 ve C20:4(n-6)'te % 44.93 oranında azalış kayda

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

değerdir. Bunun yanında C16:1(n-7) ve C20:1'deki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

Atrazin uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 10.99 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artış C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 6.22 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C16:1(n-7) ve C20:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 4.91 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 90.23 oranında artma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 31.13 oranında azalış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki artma C18:3(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki azalış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 171.43 oranında bir artış tespit edilmiştir.

0.935 µg/L Atrazin'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin karaciğer dokularında 21. günün sonunda, triaçilgliserollerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C16:0'da % 59.56, C18:0'da % 137.85, C20:4(n-6)'te % 141.58 oranında artış; C18:1'de % 57.25, C18:2(n-6)'da % 56.42 ve C22:6(n-3)'te % 41.56 oranında azalış önemli sayılmaktadır. Bunun yanında C14:0 ve C16:1(n-7)'deki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Atrazin uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 74.49 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 55.81 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 20.12 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 34.26 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 16.91 oranında azalış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki azalış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 21.74 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 3. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	3.36±0.36ax	4.53±0.40bx	5.66±1.42cx
	Atrazin	5.41±0.42ay	4.73±0.53bx	6.45±1.38cy
C15:0	Kontrol	0.59±0.06ax	0.56±0.04ax	0.68±0.13bx
	Atrazin	0.39±0.04ay	0.87±0.07by	2.43±0.26cy
C16:0	Kontrol	21.47±1.20ax	19.50±1.09ax	21.07±0.97ax
	Atrazin	21.40±1.20ax	26.13±1.14by	33.62±1.23cy
C17:0	Kontrol	0.39±0.03ax	0.51±0.09bx	0.81±0.05cx
	Atrazin	0.32±0.07ay	0.37±0.04by	0.85±0.11cx
C18:0	Kontrol	8.67±0.74ax	9.38±0.88ax	9.30±0.91ax
	Atrazin	5.36±0.43ay	6.18±0.63by	22.12±1.95cy
SFA	Kontrol	34.47±1.30ax	34.48±1.29ax	37.52±1.37bx
	Atrazin	32.88±0.76ay	38.27±1.35by	65.47±1.82cy
C16:1	Kontrol	5.21±0.46ax	7.65±0.55bx	7.38±0.65bx
	Atrazin	9.55±0.89ay	7.18±0.74bx	3.92±0.22cy
C18:1	Kontrol	33.14±1.33ax	32.20±2.44ax	35.23±2.95ax
	Atrazin	38.61±1.98ay	32.48±2.45bx	15.06±1.61cy
C20:1	Kontrol	2.15±0.25ax	3.86±0.54bx	0.49±0.03cx
	Atrazin	1.75±0.53ay	1.33±0.14by	0.07±0.02cy
MUFA	Kontrol	40.49±2.08ax	43.71±1.83ax	43.11±1.38ax
	Atrazin	49.90±1.47ay	40.99±1.95by	19.05±1.10cy
C18:2(n-6)	Kontrol	12.95±0.86ax	9.14±1.30bx	11.45±1.16cx
	Atrazin	9.76±0.53ay	7.27±0.56by	4.99±0.35cy
C18:3(n-6)	Kontrol	0.28±0.01ax	0.44±0.09bx	0.21±0.01ax
	Atrazin	0.19±0.01ay	0.23±0.10by	0.19±0.01ax
C18:3(n-3)	Kontrol	1.28±0.13ax	0.40±0.07bx	0.44±0.08bx
	Atrazin	0.84±0.50ay	0.49±0.04by	0.44±0.03cx
C20:2(n-6)	Kontrol	0.39±0.07ax	0.51±0.08bx	0.52±0.11bx
	Atrazin	0.32±0.02ay	0.39±0.09by	0.26±0.02cy
C20:3(n-6)	Kontrol	0.29±0.01ax	0.32±0.02ax	0.26±0.01bx
	Atrazin	0.29±0.02ax	0.22±0.04by	0.10±0.04cy
C20:4(n-6)	Kontrol	4.33±1.27ax	5.92±0.42bx	3.03±0.38cx
	Atrazin	1.39±0.13ay	3.26±0.22by	7.32±0.58cy

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4.3. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.39±0.04ax	0.29±0.01bx	0.18±0.01cx
	Atrazin	0.10±0.03ay	0.22±0.02by	0.19±0.01bx
C22:4(n-6)	Kontrol	0.27±0.03ax	0.40±0.11bx	0.18±0.01cx
	Atrazin	0.71±0.06ay	0.25±0.06by	0.19±0.01cx
C22:5(n-6)	Kontrol	0.28±0.02ax	0.36±0.01bx	0.16±0.03cx
	Atrazin	0.34±0.02ay	0.15±0.06by	0.07±0.02cy
C22:5(n-3)	Kontrol	0.77±0.10ax	0.91±0.25bx	0.55±0.07cx
	Atrazin	0.66±0.43ay	0.78±0.05by	0.30±0.03cy
C22:6(n-3)	Kontrol	3.81±0.41ax	3.12±0.76bx	2.43±0.32cx
	Atrazin	2.60±0.43ay	7.47±0.7by	1.42±0.25cy
PUFA	Kontrol	25.04±1.92ax	21.80±1.01bx	19.38±1.10bx
	Atrazin	17.21±1.07ay	20.73±1.12bx	15.48±1.05ay
(n-3)	Kontrol	6.25±0.62ax	4.71±0.52bx	3.59±0.19bx
	Atrazin	4.21±0.50ay	8.96±0.49by	2.36±0.25cy
(n-6)	Kontrol	18.78±0.52ax	17.09±1.08ax	15.79±1.91bx
	Atrazin	13.01±1.95ay	11.77±1.01by	13.12±0.98ay
(n-3)/(n-6)	Kontrol	0.33	0.28	0.23
	Atrazin	0.32	0.76	0.18

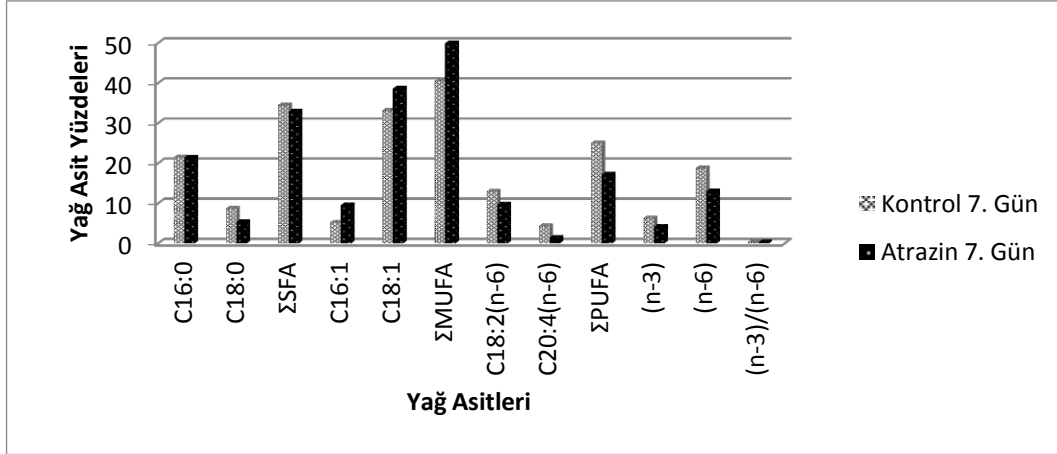
*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

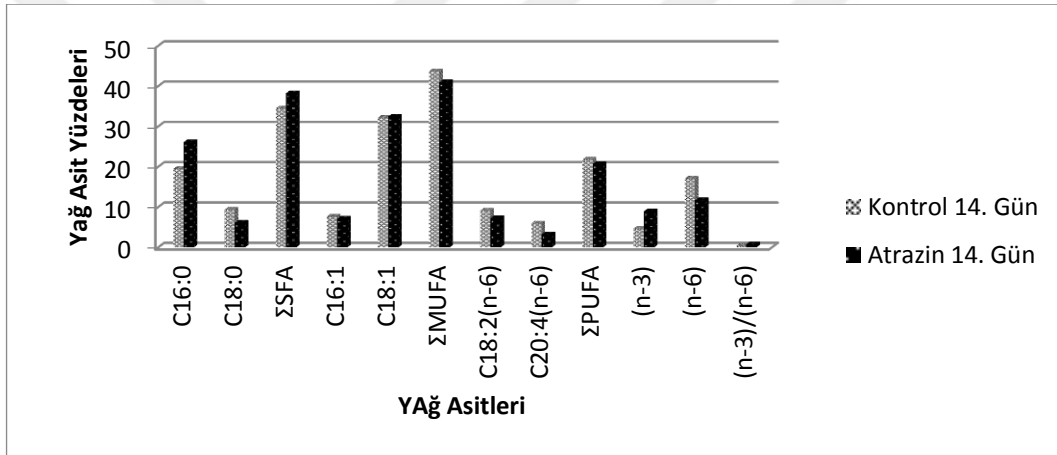
a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

Sütündeki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

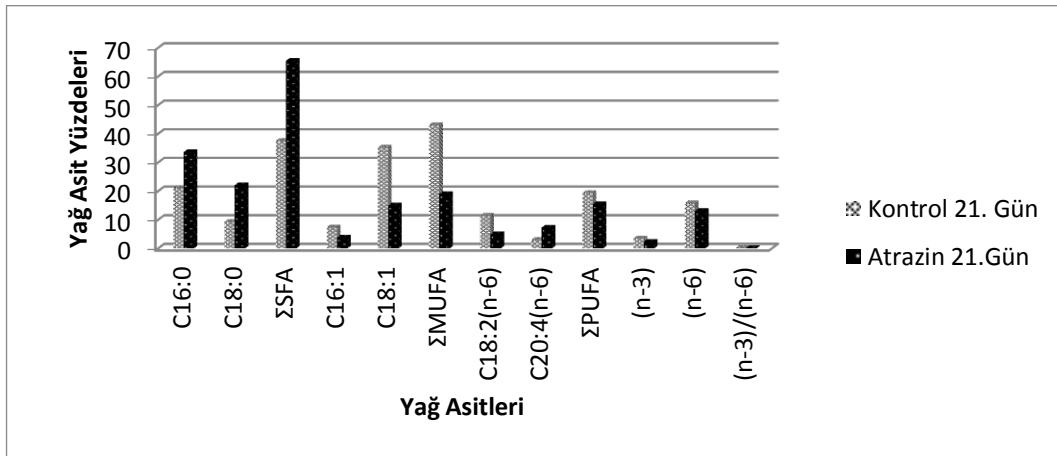
S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.



Şekil 4. 7. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 8. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 9. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.1.4. Atrazin Uygulanan *O. niloticus*'un Solungaç Total Lipid Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının Solungaç dokusundaki total yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C16:1(n-7), C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6), C18:3(n-3) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Atrazin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki total yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:0'da % 11.53, C16:1(n-7)'de % 82.61, C18:2(n-6)'da % 81.79 oranında artış; C18:0'da % 57.30, C18:1'de % 6.64, C18:3(n-3)'te % 39.73 ve C22:6(n-3)'te % 38.94 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C18:3(n-6)'da ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

0.935 µg/L Atrazin uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 20.41 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalışın C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 0.50 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 9.45 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 41.00 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 56.54 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C18:3(n-3) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 62.37 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Atrazin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki total yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C16:0'da % 80.53, C16:1(n-7)'de % 146.75, C18:2(n-6)'da % 42.73, C22:6(n-3)'te % 6.19 oranında artış; C18:0'da % 96.90, C18:1'de % 38.19 ve C18:3(n-3)'te % 55.93 oranında azalış kayda değerdir.

Atrazin uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 6.03 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artış C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 24.82 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 13.20 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 3.22 oranında artma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 22.42 oranında artış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki artma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 16.30 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

0.935 $\mu\text{g/L}$ Atrazin'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin solungaç dokularında 21. günün sonunda, total yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C16:0'da % 54.91, C16:1(n-7)'de % 64.53, C18:1'de % 13.63, C22:6(n-3)'te % 23.58 oranında artış; C18:0'da % 25.51, C18:2(n-6)'da % 40.48 ve C18:3(n-3)'te % 87.11 oranında azalış önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Atrazin uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 14.27 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 19.16 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 23.06 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C18:3(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 23.96 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 22.19 oranında azalış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C18:3(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki azalış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 3.19 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4. 4. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç total lipid fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelерinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	0.86±0.07ax	1.91±0.36bx	3.10±0.11cx
	Atrazin	1.59±0.18ay	4.90±0.55by	2.86±0.23cy
C15:0	Kontrol	0.16±0.01ax	0.32±0.04bx	0.43±0.07cx
	Atrazin	0.22±0.02ay	0.50±0.05by	0.53±0.19by
C16:0	Kontrol	9.54±0.85ax	11.97±2.22bx	11.11±1.03bx
	Atrazin	10.64±0.45ax	21.61±0.72by	17.21±1.07cy
C17:0	Kontrol	0.18±0.01ax	0.56±0.07bx	0.26±0.02cx
	Atrazin	0.15±0.01ay	0.25±0.02by	0.55±0.13cy
C18:0	Kontrol	10.96±1.34ax	11.29±1.01ax	10.31±1.01ax
	Atrazin	4.68±0.30ay	0.35±0.02by	7.68±1.01cy
SFA	Kontrol	21.70±0.39ax	26.04±1.28bx	25.22±2.11bx
	Atrazin	17.27±0.59ay	27.61±1.26bx	28.82±1.25by
C16:1	Kontrol	1.61±0.18ax	2.46±0.30bx	3.58±0.58cx
	Atrazin	2.94±0.46ay	6.07±0.60by	5.89±0.56by
C18:1	Kontrol	26.34±5.51ax	25.69±1.09ax	26.34±1.13ax
	Atrazin	24.59±0.92ax	15.88±1.04by	29.93±1.12cy
C20:1	Kontrol	1.90±0.93ax	1.66±0.10bx	2.38±0.11cx
	Atrazin	2.17±0.28ay	0.47±0.25by	2.68±0.27cy
MUFA	Kontrol	29.85±6.08ax	29.81±4.42ax	32.30±1.33ax
	Atrazin	29.70±2.27ax	22.41±1.13by	38.49±1.44cy
C18:2(n-6)	Kontrol	17.52±1.07ax	16.85±1.08ax	16.38±2.26ax
	Atrazin	31.85±2.78ay	24.05±1.22by	9.75±1.28cy
C18:3(n-6)	Kontrol	3.96±0.04ax	0.87±0.17bx	0.40±0.01cx
	Atrazin	3.21±0.58ay	0.11±0.03by	1.20±0.51cy
C18:3(n-3)	Kontrol	8.76±0.88ax	7.76±0.54bx	7.76±0.54bx
	Atrazin	5.28±0.61ay	3.42±0.15by	1.00±0.10cy
C20:2(n-6)	Kontrol	0.26±0.03ax	0.65±0.06bx	0.95±0.06cx
	Atrazin	0.59±0.05ay	0.17±0.06by	0.80±0.07cy
C20:3(n-6)	Kontrol	0.20±0.07ax	0.41±0.07bx	0.56±0.04cx
	Atrazin	0.34±0.03ay	0.85±0.07by	0.44±0.03cy
C20:4(n-6)	Kontrol	2.37±0.19ax	2.45±0.32ax	2.44±0.43ax
	Atrazin	2.25±0.62ax	1.76±0.16by	3.10±0.19cy

Çizelge 4.4. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	1.24±0.61ax	1.08±0.50bx	0.93±0.09cx
	Atrazin	0.62±0.06ay	1.28±0.34by	0.65±0.05ay
C22:4(n-6)	Kontrol	0.30±0.03ax	0.91±0.33bx	0.70±0.04cx
	Atrazin	0.54±0.14ay	0.80±0.07by	0.87±0.07by
C22:5(n-6)	Kontrol	0.47±0.02ax	0.89±0.07bx	0.53±0.06cx
	Atrazin	0.45±0.08ax	0.43±0.04ay	0.93±0.09by
C22:5(n-3)	Kontrol	3.99±0.29ax	2.42±0.41bx	3.36±0.36cx
	Atrazin	2.18±0.35ay	6.64±0.33by	3.48±0.19cx
C22:6(n-3)	Kontrol	9.40±0.95ax	9.86±0.83ax	8.48±0.71ax
	Atrazin	5.74±0.15ay	10.47±1.01bx	10.48±0.52by
PUFA	Kontrol	48.45±1.64ax	44.15±2.29bx	42.49±1.40bx
	Atrazin	53.03±1.47ay	49.98±1.47by	32.69±1.27cy
$\Sigma(n-3)$	Kontrol	23.39±0.86ax	21.13±1.20bx	20.53±0.27bx
	Atrazin	13.80±0.60ay	21.81±1.10bx	15.61±1.96cy
$\Sigma(n-6)$	Kontrol	25.06±1.22ax	23.02±1.40bx	21.95±1.19cx
	Atrazin	39.23±2.81ay	28.18±0.96by	17.08±1.04cy
(n-3)/(n-6)	Kontrol	0.93	0.92	0.94
	Atrazin	0.35	0.77	0.91

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

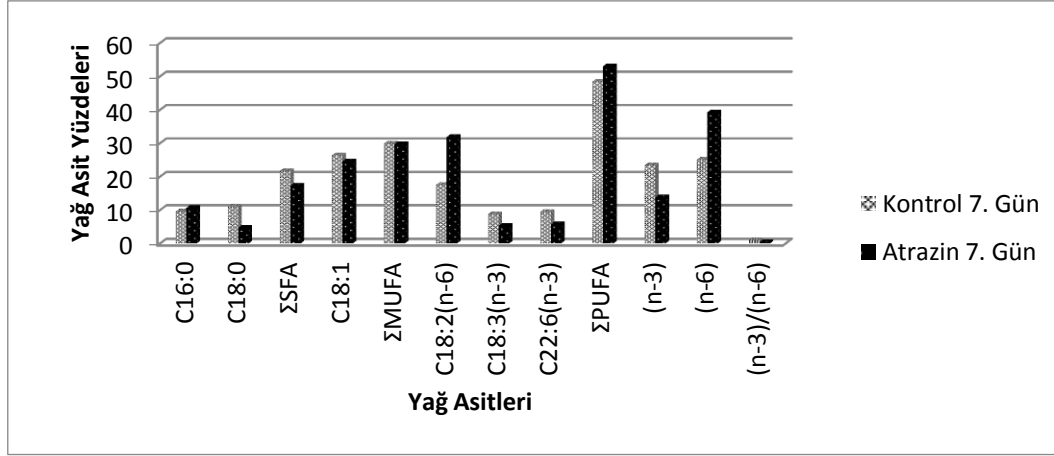
§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P>0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

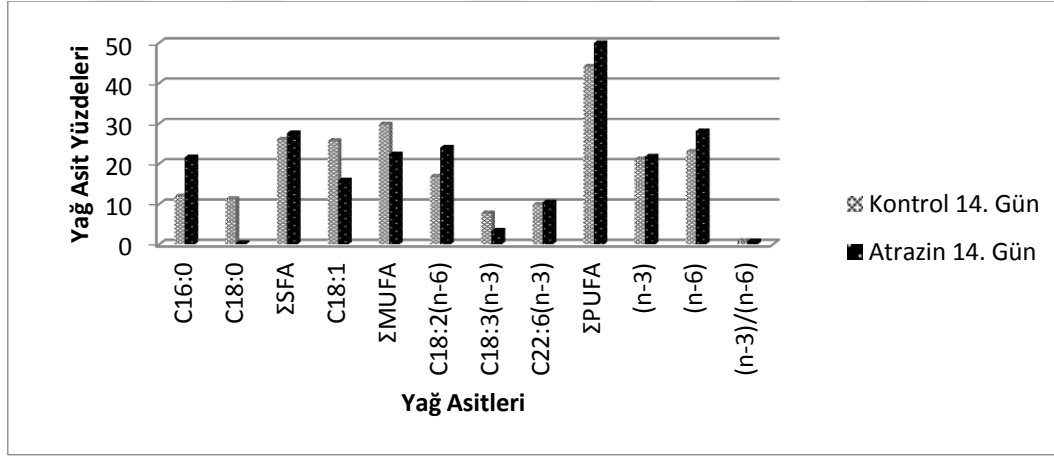
Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

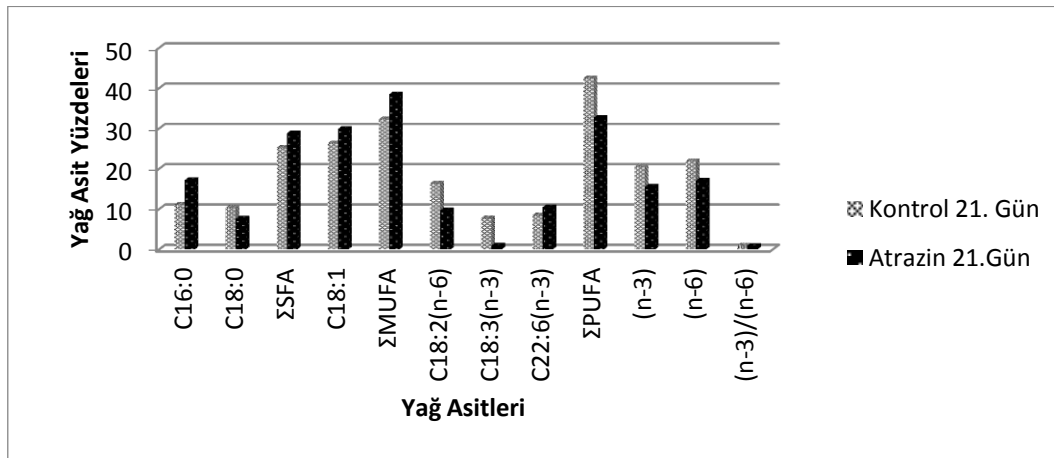
4. ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4. 10. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 11. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 12. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.1.5. Atrazin Uygulanan *O. niloticus*'un solungaç Fosfolipid (PL) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının Solungaç dokusundaki fosfolipidlerde (PL) ki yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Atrazin'nin subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki fosfolipidlerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:0'da % 0.20, C18:0'da % 39.98, C18:2(n-6)'da % 44.42 oranında artış; C18:1'de % 21.47, C20:4(n-6)'da % 27.66 ve C22:6(n-3)'te 44.40 oranında azalış önemli görülmüştür.

0.935 µg/L Atrazin uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 14.68 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 14.77 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 9.16 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C20:4(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 32.16 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 15.92 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 41.28 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Atrazin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki fosfolipidlerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C18:1'de % 1.97, C18:2(n-6)'da % 40.81, C20:4(n-6)'da % 1.29 oranında artış; C16:0'da % 3.28, C18:0'da % 10.47 ve C22:6(n-3)'te % 31.99 oranında azalış kayda değerdir.

Atrazin uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 1.14 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 9.15 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 4.46 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 25.64 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 18.96 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 37.84 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

0.935 µg/L Atrazin'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin solungaç dokularında 21. günün sonunda, fosfolipidlerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C18:0'da % 8.37, C18:1'de % 4.49, C18:2(n-6)'da % 2.36 oranında artış; C16:0'da % 5.91, C20:4(n-6)'da % 18.83 ve C22:6(n-3)'te % 1.60 oranında azalış önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Atrazin uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 1.18 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalışın C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 8.01 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 3.44 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C20:4(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 1.59 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 5.51 oranında azalış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki azalış C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 3.57 oranında bir artış tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 5. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelерinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	1.48±1.14ax	1.24±0.61bx	1.68±0.61cx
	Atrazin	2.46±0.30ay	3.07±0.14by	2.03±0.19cy
C15:0	Kontrol	0.16±0.01ax	0.65±0.05bx	0.76±0.19cx
	Atrazin	0.55±0.13ay	0.50±0.27by	0.56±0.21ay
C16:0	Kontrol	30.56±1.21ax	29.86±1.19ax	29.09±1.34ax
	Atrazin	30.62±0.73ax	28.88±0.95ax	27.37±1.14ax
C17:0	Kontrol	0.11±0.03ax	0.45±0.10bx	0.37±0.04cx
	Atrazin	0.58±0.33ay	0.48±0.14bx	0.55±0.03ay
C18:0	Kontrol	11.28±0.99ax	11.75±1.01ax	10.51±1.05ax
	Atrazin	15.79±1.91ay	10.52±1.08bx	11.39±0.99bx
SFA	Kontrol	43.60±1.40ax	43.95±1.19ax	42.40±1.65ax
	Atrazin	50.00±1.47ay	43.45±0.95bx	41.90±1.41bx
C16:1	Kontrol	0.59±0.05ax	0.62±0.12ax	0.93±0.18bx
	Atrazin	1.56±0.09ay	2.21±0.29by	1.75±0.11by
C18:1	Kontrol	21.24±3.70ax	20.84±1.08ax	20.48±1.22ax
	Atrazin	16.68±0.44ay	21.25±3.70bx	21.40±1.20bx
C20:1	Kontrol	0.30±0.03ax	0.50±0.27bx	0.44±0.03bx
	Atrazin	0.63±0.06ay	0.51±0.18bx	0.45±0.02bx
MUFA	Kontrol	22.14±1.29ax	21.96±1.11ax	21.85±1.36ax
	Atrazin	18.87±0.46ay	23.97±1.11bx	23.60±1.23bx
C18:2(n-6)	Kontrol	8.06±0.83ax	7.18±0.74ax	7.63±0.57ax
	Atrazin	11.64±0.99ay	10.11±1.38ay	7.81±0.77bx
C18:3(n-6)	Kontrol	0.71±0.06ax	0.35±0.04bx	0.38±0.02bx
	Atrazin	0.40±0.02ay	0.32±0.02bx	0.41±0.06bx
C18:3(n-3)	Kontrol	0.60±0.14ax	0.26±0.02bx	0.16±0.01cx
	Atrazin	1.17±0.14ay	0.55±0.05bx	0.35±0.18cy
C20:2(n-6)	Kontrol	0.21±0.01ax	0.49±0.04bx	0.61±0.46cx
	Atrazin	0.38±0.02ay	0.76±0.07by	0.02±0.01cy
C20:3(n-6)	Kontrol	0.22±0.02ax	0.67±0.07bx	0.53±0.06cx
	Atrazin	0.52±0.06ay	0.54±0.07ay	0.63±0.09by
C20:4(n-6)	Kontrol	6.29±0.34ax	5.42±0.55bx	6.16±0.61ax
	Atrazin	4.55±0.85ay	5.49±0.56bx	5.00±0.53aby

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4.5. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.44±0.15ax	1.06±0.15bx	1.32±0.63cx
	Atrazin	0.52±0.06ay	0.87±0.07by	0.96±0.05cy
C22:4(n-6)	Kontrol	0.36±0.13ax	0.95±0.06bx	0.68±0.05cx
	Atrazin	0.70±0.06ay	0.81±0.06by	0.84±0.10by
C22:5(n-6)	Kontrol	0.53±0.06ax	1.12±0.21bx	0.90±0.25cx
	Atrazin	0.82±0.07ay	1.23±0.30bx	1.24±0.61by
C22:5(n-3)	Kontrol	0.77±0.10ax	1.68±0.61bx	2.34±0.22cx
	Atrazin	1.51±0.14ay	1.76±0.16bx	2.45±0.41cx
C22:6(n-3)	Kontrol	16.08±1.48ax	14.91±1.04ax	15.03±1.04ax
	Atrazin	8.94±0.22ay	10.14±0.99by	14.79±1.06cx
PUFA	Kontrol	34.27±1.15ax	34.09±0.16ax	35.74±1.34ax
	Atrazin	31.13±2.64ax	32.57±1.30ax	34.51±1.14ax
Σ(n-3)	Kontrol	17.88±1.07ax	17.90±1.46ax	18.85±0.30ax
	Atrazin	12.13±1.04ay	13.31±0.35ay	18.55±1.08bx
Σ(n-6)	Kontrol	16.39±1.06ax	16.19±1.16ax	16.89±1.08ax
	Atrazin	19.00±1.07ay	19.26±1.08ay	15.96±1.04bx
(n-3)/(n-6)	Kontrol	1.09	1.11	1.12
	Atrazin	0.64	0.69	1.16

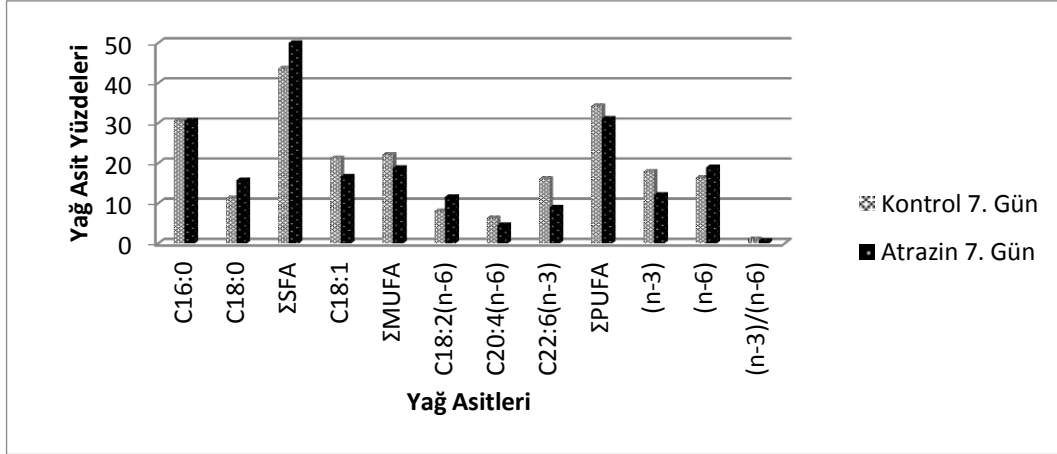
*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

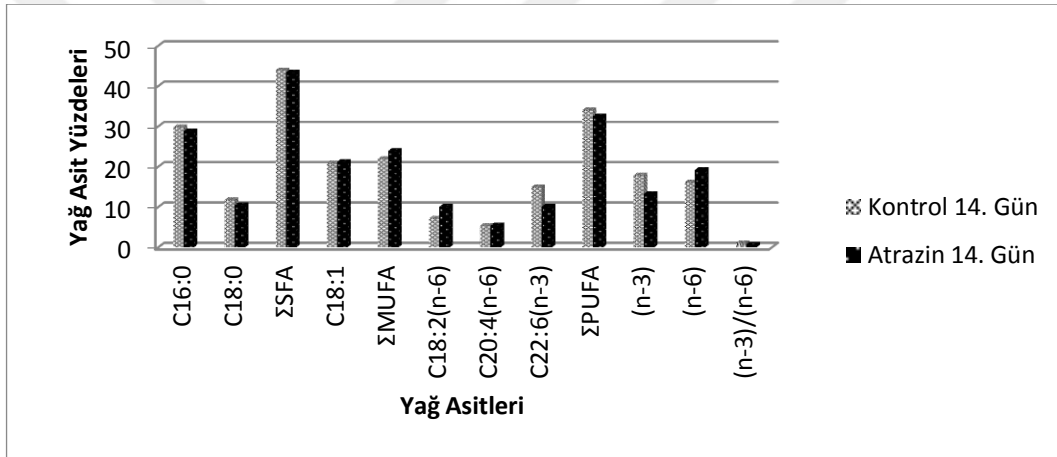
a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

Sütündeki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

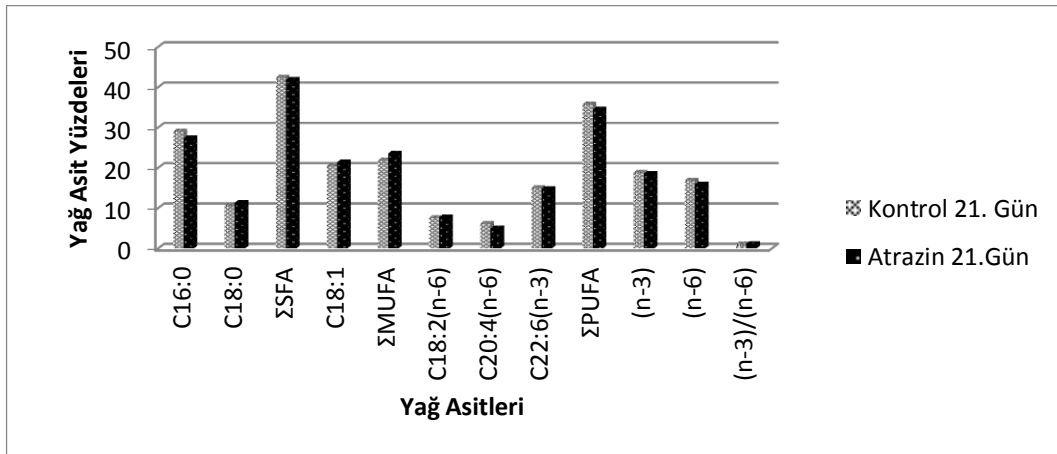
S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.



Şekil 4. 13. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 14. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 15. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.1.6. Atrazin Uygulanan *O. niloticus*'un Solungaç Triaçilgliserol (TAG) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının Solungaç dokusundaki triaçilgliserollerde (TAG) ki yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C14:0, C16:0, C18:0, MUFA'dan C16:1(n-7), C18:1, C20:1 PUFA'dan C18:2(n-6), C22:5(n-3) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Atrazin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki triaçilgliserollerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:1(n-7)'de % 46.78, C18:2(n-6)'da % 49.91 oranında artış; C16:0'da % 4.60, C18:0'da % 47.00, C18:1'de % 8.57, ve C22:6(n-3)'te % 27.49 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C14:0, C20:1 ve C22:5(n-3)'te ki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

0.935 µg/L Atrazin uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA incelendiğinde, SFA'da % 6.23 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalışın C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 4.03 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1 ve C20:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 16.31 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 16.53 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 39.69 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 39.44 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Atrazin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki triaçilgliserollerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C18:2(n-6)'da % 205.81 oranında artış; C16:0'da % 12.29, C18:0'da % 97.06, C16:1(n-7)'de % 7.52, C18:1'de % 73.95, C20:1'de % 90.64 ve C22:6(n-3) % 7.08 oranında azalış

kayda değerdir. Bunun yanında C14:0 ve C22:5(n-3)'te ki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

Atrazin uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA incelendiğinde, SFA'da % 26.07 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 66.08 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 175.89 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın özellikle C18:2(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 19.50 oranında artış kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 275.84 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki artış C18:3(n-3) ve C22:5(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 68.75 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

0.935 $\mu\text{g/L}$ Atrazin'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin solungaç dokularında 21. günün sonunda, triaçilgliserollerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C18:0'da % 54.18, C16:1(n-7)'de % 6.92, C18:1'de % 2.13, C18:2(n-6)'da % 1.85, C22:6(n-3)'te 16.58 oranında artış; C16:0'da % 14.94, ve C20:1'de % 86.92 oranında azalış önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Atrazin uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 0.45 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 4.01 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C20:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 6.95 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 14.93 oranında artış kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 2.09 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki artış C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 13.11 oranında bir artış tespit edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4. 6. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelерinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	3.44±0.25ax	4.83±0.44bx	3.94±0.35cx
	Atrazin	4.48±0.42ay	3.89±0.25by	5.75±0.56cy
C15:0	Kontrol	0.44±0.14ax	0.59±0.06bx	0.78±0.03cx
	Atrazin	0.57±0.05ay	0.37±0.06by	0.75±0.06cy
C16:0	Kontrol	24.56±1.15ax	23.68±0.64ax	25.64±3.12ax
	Atrazin	23.43±1.27ax	20.77±1.29by	21.81±1.10aby
C17:0	Kontrol	0.29±0.01ax	0.17±0.03bx	0.49±0.03cx
	Atrazin	0.56±0.04ay	0.47±0.03by	0.30±0.02cy
C18:0	Kontrol	5.17±0.27ax	5.45±0.53ax	4.43±0.32bx
	Atrazin	2.74±0.94ay	0.16±0.01by	6.83±0.32cy
SFA	Kontrol	33.89±1.33ax	34.71±1.22ax	35.28±2.37ax
	Atrazin	31.78±1.97ax	25.66±1.09by	35.44±1.66cx
C16:1	Kontrol	4.66±0.27ax	6.12±0.55bx	5.35±0.44cx
	Atrazin	6.84±0.62ay	5.66±0.55bx	5.72±0.33bx
C18:1	Kontrol	34.64±1.34ax	33.86±1.62ax	33.86±0.49ax
	Atrazin	31.67±1.39ax	8.82±0.95by	34.58±1.39ax
C20:1	Kontrol	3.39±0.34ax	3.74±0.09ax	3.21±0.40ax
	Atrazin	2.47±0.13ay	0.35±0.10by	0.42±0.03cy
MUFA	Kontrol	42.69±2.49ax	43.72±1.83ax	42.42±1.44ax
	Atrazin	40.97±1.95ax	14.83±0.63by	40.72±1.59ax
C18:2(n-6)	Kontrol	11.02±0.25ax	10.84±0.27ax	11.92±1.01ax
	Atrazin	16.52±1.21ay	33.15±1.33by	12.14±1.02cx
C18:3(n-6)	Kontrol	0.51±0.03ax	0.20±0.07bx	0.22±0.02bx
	Atrazin	0.20±0.05ay	13.71±0.63by	0.16±0.01cy
C18:3(n-3)	Kontrol	0.81±0.06ax	1.00±0.22bx	0.98±0.09bx
	Atrazin	1.70±0.11ay	1.66±1.13ay	1.39±0.13by
C20:2(n-6)	Kontrol	0.80±0.04ax	0.59±0.06bx	0.45±0.02cx
	Atrazin	0.51±0.04ay	0.11±0.03by	0.16±0.05cy
C20:3(n-6)	Kontrol	0.41±0.07ax	0.37±0.01ax	0.16±0.01bx
	Atrazin	0.32±0.02ay	0.82±0.07by	0.38±0.02cy
C20:4(n-6)	Kontrol	0.24±0.02ax	0.71±0.02bx	0.66±0.07bx
	Atrazin	1.17±0.14ay	0.40±0.04by	0.73±0.06cx

Çizelge 4.6. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.67±0.07ax	0.46±0.16bx	0.82±0.07cx
	Atrazin	0.61±0.05ax	1.02±0.12by	0.54±0.14cy
C22:4(n-6)	Kontrol	0.43±0.10ax	0.33±0.01bx	0.31±0.05bx
	Atrazin	0.23±0.10ay	0.58±0.04by	0.36±0.13cy
C22:5(n-6)	Kontrol	0.29±0.01ax	0.12±0.01bx	0.12±0.02bx
	Atrazin	0.17±0.04ay	0.68±0.05by	0.22±0.04cy
C22:5(n-3)	Kontrol	3.23±0.06ax	2.43±0.32bx	2.96±0.10ax
	Atrazin	2.18±0.35ay	3.17±0.30by	3.48±0.19by
C22:6(n-3)	Kontrol	5.02±0.52ax	4.52±0.39ax	3.68±0.26bx
	Atrazin	3.64±0.35ay	4.20±0.45bx	4.29±0.33by
PUFA	Kontrol	23.42±0.19ax	21.57±1.22ax	22.29±1.09ax
	Atrazin	27.24±1.25ay	59.51±1.46by	23.84±2.05cy
$\Sigma(n-3)$	Kontrol	9.74±0.70ax	8.41±0.21bx	8.44±0.71bx
	Atrazin	8.13±1.46ay	10.05±0.98by	9.70±1.22by
$\Sigma(n-6)$	Kontrol	13.68±1.63ax	13.16±0.79ax	13.85±1.03ax
	Atrazin	19.11±4.02ay	49.46±1.43by	14.14±1.05cx
(n-3)/(n-6)	Kontrol	0.71	0.64	0.61
	Atrazin	0.43	0.20	0.69

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

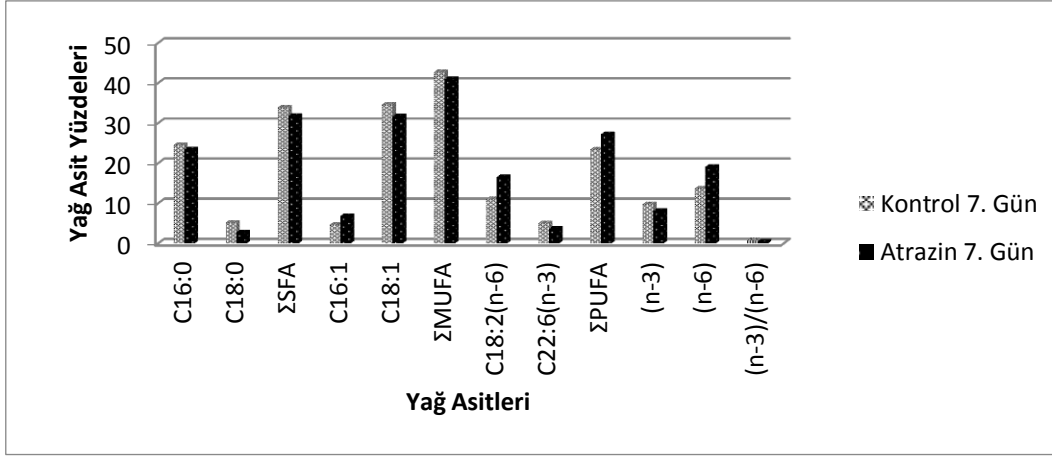
§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P>0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

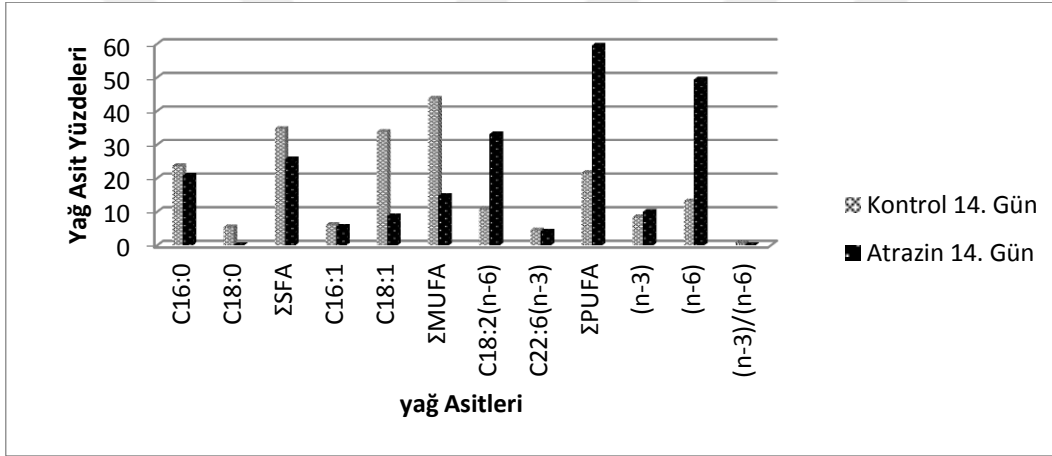
Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri

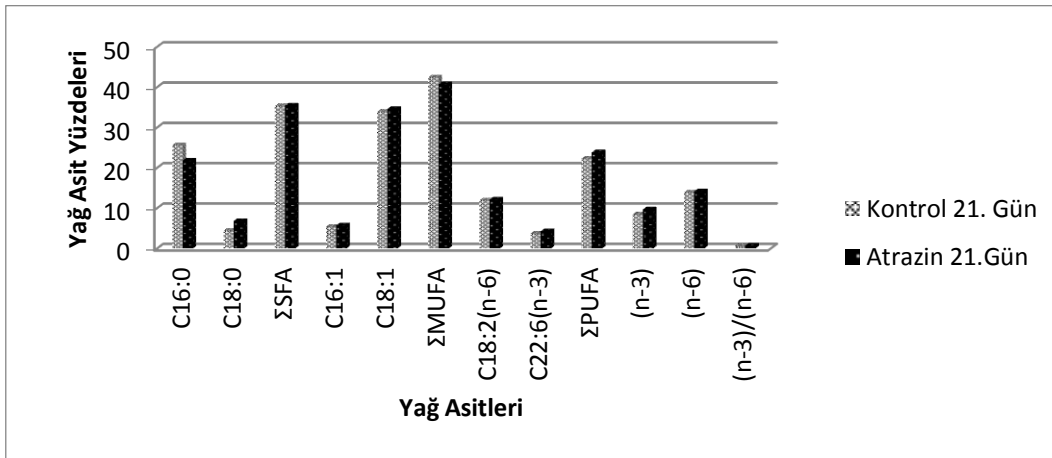
4. ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4. 16. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 17. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 18. Atrazin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.2. Carbaryl Grubunda Meydana Gelen Değişiklikler

4.2.1. Carbaryl Uygulanan *O. niloticus*'un Karaciğer Total Lipid Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının karaciğer dokusundaki total yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. ünde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Carbaryl'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki total yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:0'da % 2.07, C18:0'da % 27.70, C16:1(n-7)'de % 66.49 oranında artış; C18:1'de % 14.54, C18:2(n-6)'da % 6.68 ve C22:6(n-3)'te % 14.36 oranında azalış önemli görülmüştür.

850 µg/L Carbaryl uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 10.52 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 9.50 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 1.03 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 4.49 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 2.58 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 6.73 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Carbaryl'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki total yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. C18:2(n-6)'da % 105.24 günde oranında artış; C16:0'da % 41.06, C18:0'da % 23.17, C18:1'de % 15.68, ve C22:6(n-3)'te % 49.42 oranında azalış kayda değerdir. Bunun yanında C18:3(n-3)'te ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Carbaryl uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 32.92 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 11.03 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 30.01 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 13.66 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 82.85 oranında artış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 52.89 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

850 µg/L Carbaryl'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin karaciğer dokularında 21. günün sonunda, total yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C18:0'da % 25.94, C22:6(n-3)'te % 11.51 oranında artış; C16:0'da % 12.70, C18:1'de % 26.53 ve C18:2(n-6)'da % 40.25 oranında azalış önemli sayılmaktadır. Bunun yanında C20:4(n-6)'da ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Carbaryl uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 0.97 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 22.99 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 16.74 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C20:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 15.40 oranında artma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 18.38 oranında artış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki artma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki artış C20:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 2.46 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 7. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	1.54±0.18ax	0.31±0.05bx	1.14±0.27cx
	Carbaryl	1.88±0.21ay	1.03±0.09by	1.85±0.53ay
C15:0	Kontrol	0.49±0.04ax	0.09±0.03bx	0.46±0.15ax
	Carbaryl	0.52±0.06ax	0.17±0.06by	0.51±0.03ax
C16:0	Kontrol	19.33±1.11ax	21.80±0.38bx	21.96±1.11bx
	Carbaryl	19.73±0.71ax	12.85±1.00by	19.17±1.09ay
C17:0	Kontrol	0.91±0.33ax	0.11±0.02bx	0.35±0.02cx
	Carbaryl	1.20±0.10ay	0.25±0.02by	0.50±0.07cy
C18:0	Kontrol	7.40±0.79ax	6.82±0.73ax	6.09±0.88bx
	Carbaryl	9.45±0.46ay	5.24±0.54by	7.67±0.71cy
SFA	Kontrol	29.66±1.29ax	29.13±1.25ax	30.00±1.39ax
	Carbaryl	32.78±2.05ay	19.54±1.09by	29.71±2.27cx
C16:1	Kontrol	1.88±0.18ax	0.94±0.12bx	2.05±0.27ax
	Carbaryl	3.13±0.29ay	1.81±0.38by	2.10±0.22bx
C18:1	Kontrol	25.72±1.33ax	27.29±1.20ax	25.48±1.30ax
	Carbaryl	21.98±1.19ay	23.01±2.89ay	18.72±1.63by
C20:1	Kontrol	0.82±0.07ax	0.24±0.04bx	1.27±0.21cx
	Carbaryl	0.62±0.05ay	0.52±0.13by	1.35±0.16cx
MUFA	Kontrol	28.42±1.54ax	28.48±2.96ax	28.79±2.05ax
	Carbaryl	25.72±1.13ay	25.34±1.20ay	22.17±1.29by
C18:2(n-6)	Kontrol	14.82±0.63ax	15.27±0.67ax	14.56±1.06ax
	Carbaryl	13.83±1.18ax	31.34±0.72by	8.70±0.90cy
C18:3(n-6)	Kontrol	1.30±0.85ax	1.56±0.09bx	0.46±0.15cx
	Carbaryl	0.42±0.03ay	0.42±0.03ay	0.31±0.02by
C18:3(n-3)	Kontrol	0.41±0.07ax	1.95±0.16bx	1.98±0.17bx
	Carbaryl	2.55±0.75ay	8.67±0.81by	1.02±0.12cy
C20:2(n-6)	Kontrol	0.87±0.09ax	0.15±0.01bx	0.62±0.05cx
	Carbaryl	0.58±0.34ay	0.43±0.08by	4.76±0.44by
C20:3(n-6)	Kontrol	0.72±0.03ax	0.11±0.03bx	0.34±0.02cx
	Carbaryl	0.43±0.06ay	0.28±0.01by	0.80±0.04cy
C20:4(n-6)	Kontrol	1.34±0.01ax	1.88±0.11bx	1.88±0.16bx
	Carbaryl	2.13±0.72ay	1.91±0.57bx	5.31±1.68cy

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4.7. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.62±0.12ax	0.14±0.01bx	0.92±0.12cx
	Carbaryl	0.49±0.05ay	0.30±0.03by	1.72±0.06cy
C22:4(n-6)	Kontrol	0.65±0.06ax	0.10±0.02bx	0.26±0.02cx
	Carbaryl	1.85±0.11ay	0.24±0.02by	0.72±0.11cy
C22:5(n-6)	Kontrol	0.84±0.14ax	0.13±0.05bx	0.43±0.01cx
	Carbaryl	1.85±0.11ay	0.46±0.02by	1.38±0.11cy
C22:5(n-3)	Kontrol	1.81±0.22ax	1.43±0.20bx	1.09±0.28cx
	Carbaryl	1.49±1.14ay	1.11±0.10by	2.57±0.27cy
C22:6(n-3)	Kontrol	18.53±1.08ax	19.69±1.35ax	18.68±1.08ax
	Carbaryl	15.87±1.04ay	9.96±0.55by	20.83±1.08cy
PUFA	Kontrol	41.92±2.60ax	42.39±1.44ax	41.21±1.56ax
	Carbaryl	41.49±1.44ax	55.11±1.46by	48.11±1.61cy
Σ(n-3)	Kontrol	21.37±2.61ax	23.21±1.95ax	22.66±1.22ax
	Carbaryl	20.41±1.14ax	20.04±1.20ay	26.15±1.14by
Σ(n-6)	Kontrol	20.55±1.22ax	19.18±1.75ax	18.55±1.28ax
	Carbaryl	21.08±3.51ax	35.07±1.27by	21.96±1.11ay
(n-3)/(n-6)	Kontrol	1.04	1.21	1.22
	Carbaryl	0.97	0.57	1.19

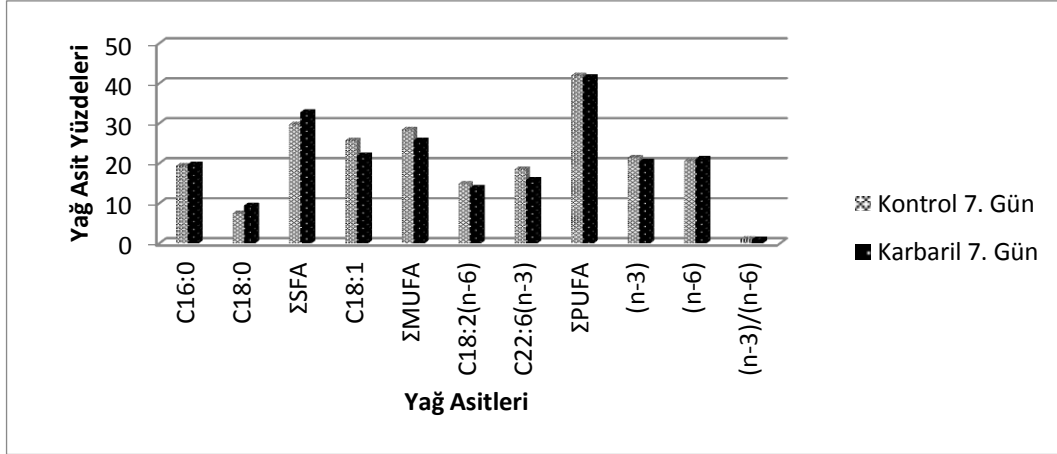
*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

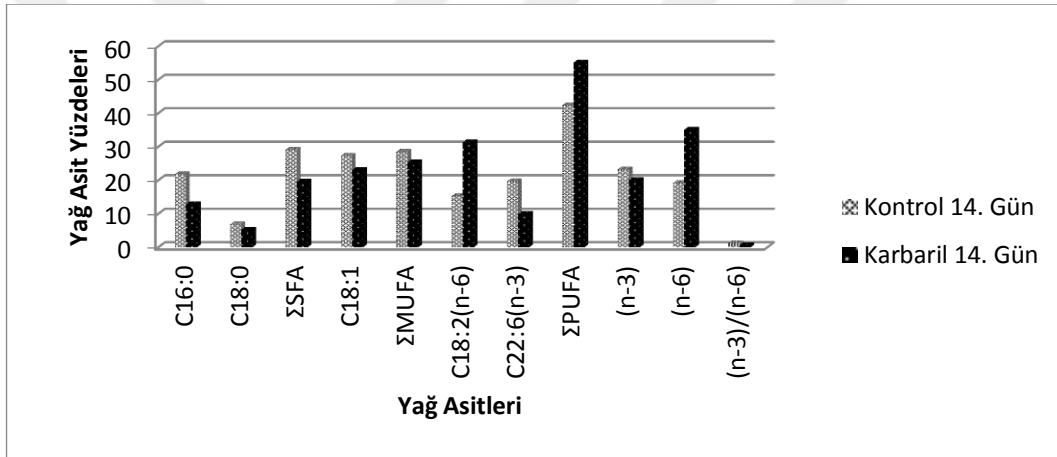
a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

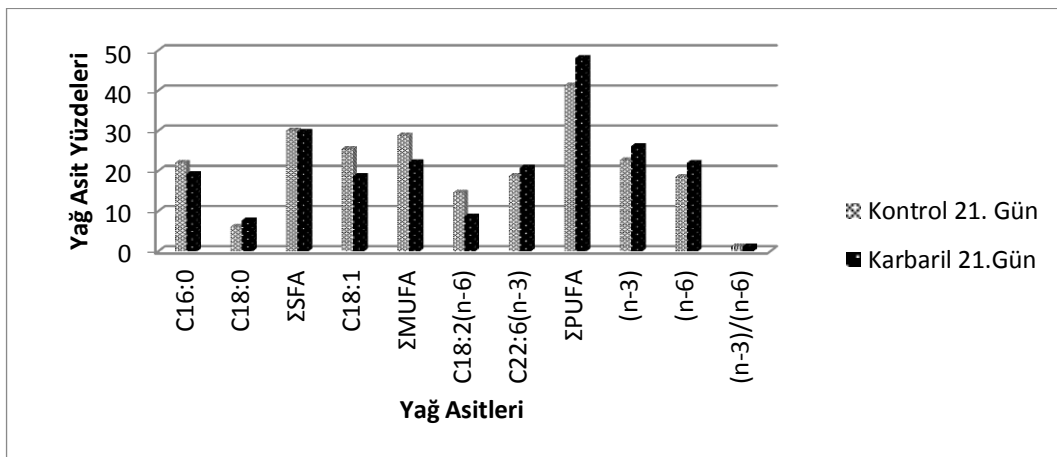
S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.



Şekil 4. 19. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 20. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 21. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.2.2. Carbaryl Uygulanan *O. niloticus*'un Karaciğer Fosfolipid (PL) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının karaciğer dokusundaki fosfolipidlerde (PL) ki yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Carbaryl'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki fosfolipidlerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C18:0'da % 61.19, C20:4(n-6)'da % 185.45 oranında artış; C16:0'da % 20.75, C18:1'de % 19.06, C18:2(n-6)'da % 19.05 ve C22:6(n-3)'te 44.23 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C16:1(n-7)'de ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

850 µg/L Carbaryl uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 0.72 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 13.84 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7)'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 3.78 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 38.89 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 47.14 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 58.62 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Carbaryl'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki fosfolipidlerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C18:1'de % 24.64, C18:2(n-6)'da % 6.26, C22:6(n-3)'te 8.78 oranında artış; C16:0'da % 17.63, C18:0'da % 23.52 ve C20:4(n-6)'da % 49.32 oranında azalış kayda değerdir. Bunun yanında C16:1(n-7)'de ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

Carbaryl uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 18.49 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 49.88 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 7.48 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 20.24 oranında artma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 13.11 oranında azalış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki artma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki azalış C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 38.51 oranında bir artış tespit edilmiştir.

850 µg/L Carbaryl'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin karaciğer dokularında 21. günün sonunda, fosfolipidlerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C16:0'da % 1.92, C18:0'da % 57.13, C20:4(n-6)'da % 25.85 oranında artış; C18:1'de % 26.50, C18:2(n-6)'da % 30.43 ve C22:6(n-3)'te 2.68 oranında azalış önemli sayılmaktadır. Bunun yanında C16:1(n-7)'de ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Carbaryl uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 13.68 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 32.17 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 7.46 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 4.40 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 11.81 oranında azalış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki azalış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 8.33 oranında bir artış tespit edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4. 8. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelерinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	2.74±0.09ax	2.94±0.46ax	2.65±0.15ax
	Carbaryl	1.95±0.16ay	2.85±0.32bx	3.09±0.21cy
C15:0	Kontrol	0.79±0.06ax	0.99±0.51bx	0.89±0.29cx
	Carbaryl	0.63±0.09ay	0.64±0.06ay	0.72±0.14by
C16:0	Kontrol	33.92±1.35ax	31.37±0.67ax	36.48±1.38bx
	Carbaryl	26.88±1.27ay	25.84±1.03ay	37.18±1.31bx
C17:0	Kontrol	0.88±0.58ax	0.80±0.07ax	0.89±0.36ax
	Carbaryl	1.44±0.12ay	0.72±0.14bx	1.12±0.21cy
C18:0	Kontrol	11.57±0.68ax	12.37±1.12ax	10.17±0.41bx
	Carbaryl	18.65±1.08ay	9.46±0.46by	15.98±1.05cy
SFA	Kontrol	49.89±1.38ax	48.46±1.61ax	51.09±1.48ax
	Carbaryl	49.53±1.43ax	39.50±2.90by	58.08±1.66cy
C16:1	Kontrol	1.28±0.34ax	0.61±0.06bx	1.45±0.15cx
	Carbaryl	5.31±1.68ay	4.13±0.41by	0.62±0.05cy
C18:1	Kontrol	11.12±1.03ax	10.51±1.05ax	11.13±0.99ax
	Carbaryl	9.00±0.99ay	13.10±0.76by	8.18±0.83ay
C20:1	Kontrol	0.39±0.03ax	0.96±0.10bx	0.94±0.06bx
	Carbaryl	0.25±0.05ay	0.85±0.27by	0.36±0.13cy
MUFA	Kontrol	12.79±0.71ax	12.07±0.68ax	13.52±1.15ax
	Carbaryl	14.56±1.05ay	18.09±0.39by	9.17±1.67cy
C18:2(n-6)	Kontrol	7.82±0.56ax	6.71±0.33bx	7.23±0.72ax
	Carbaryl	6.33±0.87ay	7.13±1.26bx	5.03±0.98cy
C18:3(n-6)	Kontrol	0.17±0.06ax	0.25±0.06ax	0.17±0.06ax
	Carbaryl	0.16±0.01ax	0.07±0.02by	0.03±0.01cy
C18:3(n-3)	Kontrol	0.73±0.18ax	0.25±0.02bx	0.28±0.01bx
	Carbaryl	0.57±0.06ay	0.96±0.10by	0.21±0.01cy
C20:2(n-6)	Kontrol	1.01±0.13ax	0.47±0.08bx	1.22±0.14cx
	Carbaryl	0.91±0.08ax	1.22±0.14by	0.73±0.12cy
C20:3(n-6)	Kontrol	0.39±0.02ax	0.22±0.02bx	0.15±0.04cx
	Carbaryl	0.87±0.07ay	0.41±0.07by	0.42±0.03by
C20:4(n-6)	Kontrol	4.40±0.41ax	5.86±0.57bx	4.10±0.28ax
	Carbaryl	12.56±1.33ay	2.97±0.47by	5.16±0.33cy

Çizelge 4.8. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.69±0.05ax	0.72±0.14ax	0.57±0.05bx
	Carbaryl	0.94±0.12ay	1.98±0.17by	0.60±0.14cx
C22:4(n-6)	Kontrol	0.48±0.05ax	0.48±0.05ax	0.68±0.08bx
	Carbaryl	0.13±0.05ay	0.65±0.05by	0.43±0.08cy
C22:5(n-6)	Kontrol	0.96±0.10ax	1.11±0.92bx	0.94±0.24ax
	Carbaryl	1.46±0.14ay	0.67±0.15by	0.97±0.26cx
C22:5(n-3)	Kontrol	1.70±0.15ax	1.53±0.09bx	1.73±0.06ax
	Carbaryl	1.41±0.37ay	2.56±0.25by	1.35±0.10ay
C22:6(n-3)	Kontrol	18.97±0.62ax	21.86±1.01bx	18.31±2.09ax
	Carbaryl	10.58±0.90ay	23.78±1.26bx	17.82±1.18cx
PUFA	Kontrol	37.32±3.23ax	39.46±1.33ax	35.39±1.39ax
	Carbaryl	35.91±1.37ax	42.41±1.44bx	32.75±2.05ax
$\Sigma(n-3)$	Kontrol	22.09±1.32ax	24.36±1.27ax	20.90±1.21ax
	Carbaryl	13.50±0.33ay	29.29±1.20by	19.98±1.19cx
$\Sigma(n-6)$	Kontrol	15.23±1.35ax	15.10±1.06ax	14.48±0.42ax
	Carbaryl	22.41±1.23ay	13.12±0.28by	12.77±3.04by
(n-3)/(n-6)	Kontrol	1.45	1.61	1.44
	Carbaryl	0.60	2.23	1.56

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P>0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

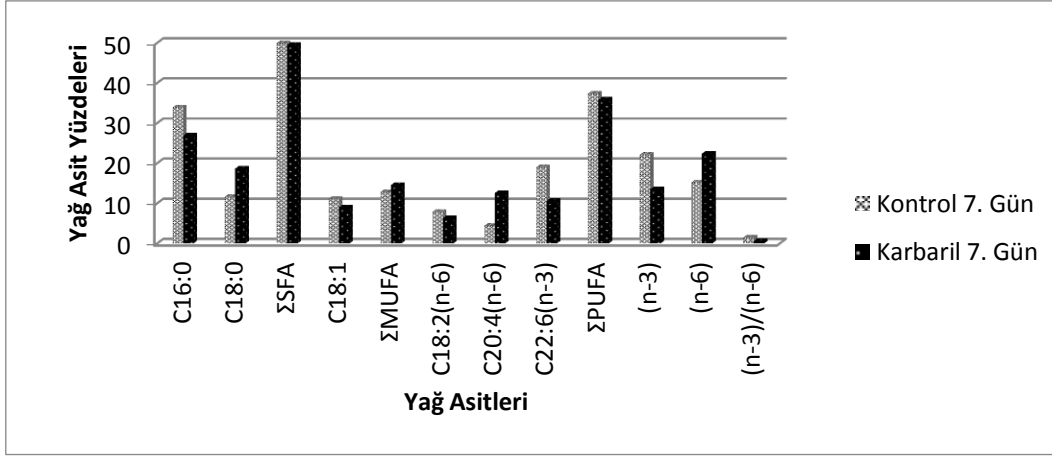
a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

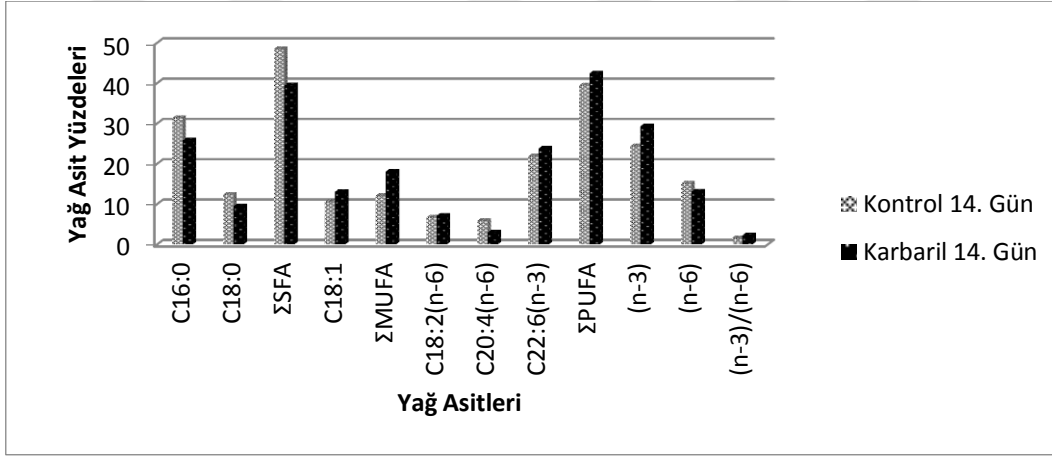
S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı

Doymamış Yağ Asitleri.

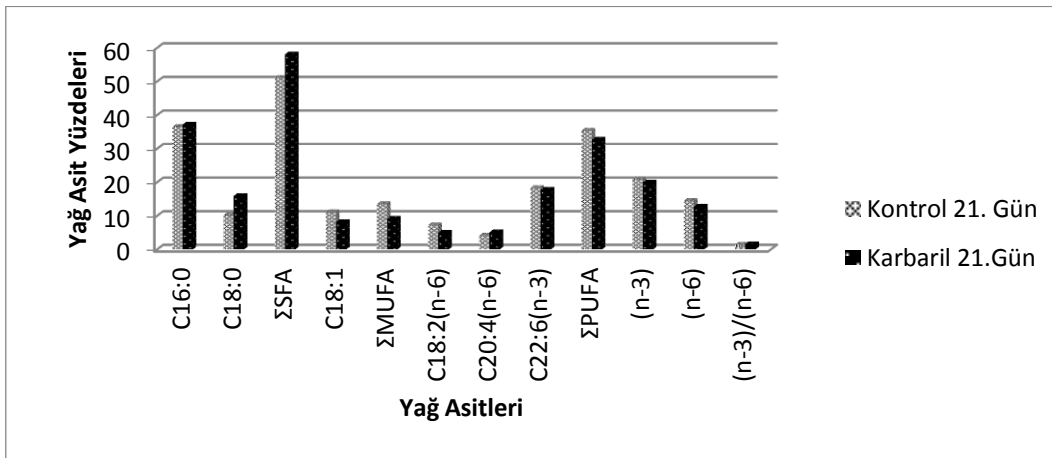
4. ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4. 22. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 23. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 24. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.2.3. Carbaryl Uygulanan *O. niloticus*'un Karaciğer Triaçilgliserol (TAG) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının karaciğer dokusundaki triaçilgliserollerde (TAG) ki yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C16:1(n-7), C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Carbaryl'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki triaçilgliserollerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:0'da % 21.52, C18:0'da % 60.67, C20:4(n-6)'te % 100.69, C22:6(n-3) % 68.77 oranında artış; C16:1(n-7)'de % 23.99, C18:1'de % 40.13 ve C18:2(n-6)'da % 45.56 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C14:0'daki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

850 $\mu\text{g/L}$ Carbaryl uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 35.80 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 38.65 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 13.22 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C20:4(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 52.32 oranında artma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 0.27 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki artma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 54.55 oranında bir artış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Carbaryl'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki triaçilgliserollerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C16:0'da % 1.28, C18:1'de % 6.21, C18:2(n-6)'da % 1.75, C22:6(n-3)'te % 121.79 oranında artış; C18:0'da % 6.40, C16:1(n-7)'de % 38.69 ve C20:4(n-6)'te %

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

27.70 oranında azalış kayda değerdir. Bunun yanında C14:0'deki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

Carbaryl uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 7.69 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 3.87 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C16:1(n-7)'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 19.95 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6) ve özellikle C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 108.92 oranında artma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 4.62 oranında azalış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki artma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki azalış C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 114.29 oranında bir artış tespit edilmiştir.

850 µg/L Carbaryl'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin karaciğer dokularında 21. günün sonunda, triaçilgliserollerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C16:0'da % 47.46, C20:4(n-6)'te % 47.85, C22:6(n-3)'te % 159.26 oranında artış; C18:0'da % 23.01, C16:1(n-7)'de % 37.26, C18:1'de % 23.79 ve C18:2(n-6)'da % 41.92 oranında azalış önemli sayılmaktadır. Bunun yanında C14:0'deki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Carbaryl uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 17.62 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 21.69 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 14.09 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C20:4(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 148.19 oranında artma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 16.40 oranında azalış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki artma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki azalış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 195.65 oranında bir artış tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 9. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelерinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	3.36±0.36ax	4.53±0.40bx	5.66±1.42cx
	Carbaryl	4.09±0.92ay	2.52±0.33by	4.41±0.30ay
C15:0	Kontrol	0.59±0.06ax	0.56±0.04ax	0.68±0.13bx
	Carbaryl	1.63±0.34ay	0.39±0.09by	0.81±0.51cy
C16:0	Kontrol	21.47±1.20ax	19.50±1.09ax	21.07±0.97ax
	Carbaryl	26.09±1.15ay	19.75±1.14bx	31.07±1.15cy
C17:0	Kontrol	0.39±0.03ax	0.51±0.09bx	0.81±0.05cx
	Carbaryl	1.06±0.15ay	0.39±0.03by	0.68±0.05cy
C18:0	Kontrol	8.67±0.74ax	9.38±0.88ax	9.30±0.91ax
	Carbaryl	13.93±1.67ay	8.78±0.71bx	7.16±0.06cy
SFA	Kontrol	34.47±1.30ax	34.48±1.29ax	37.52±1.37bx
	Carbaryl	46.81±1.30ay	31.83±1.22by	44.13±2.29ay
C16:1	Kontrol	5.21±0.46ax	7.65±0.55bx	7.38±0.65bx
	Carbaryl	3.96±0.34ay	4.69±0.27by	4.63±0.97by
C18:1	Kontrol	33.14±1.33ax	32.20±2.44ax	35.23±2.95ax
	Carbaryl	19.84±1.08ay	34.20±3.56bx	26.85±1.22cy
C20:1	Kontrol	2.15±0.25ax	3.86±0.54bx	0.49±0.03cx
	Carbaryl	1.04±0.12ay	3.13±0.29by	2.27±0.78cy
MUFA	Kontrol	40.49±2.08ax	43.71±1.83ax	43.11±1.38ax
	Carbaryl	24.84±1.20ay	42.02±1.43bx	33.76±1.22cy
C18:2(n-6)	Kontrol	12.95±0.86ax	9.14±1.30bx	11.45±1.16cx
	Carbaryl	7.05±0.71ay	9.30±0.91bx	6.65±1.05ay
C18:3(n-6)	Kontrol	0.28±0.01ax	0.44±0.09bx	0.21±0.01ax
	Carbaryl	0.20±0.07ay	0.14±0.01by	0.18±0.01ay
C18:3(n-3)	Kontrol	1.28±0.13ax	0.40±0.07bx	0.44±0.08bx
	Carbaryl	0.97±0.18ay	0.85±0.07by	0.56±0.03cy
C20:2(n-6)	Kontrol	0.39±0.07ax	0.51±0.08bx	0.52±0.11bx
	Carbaryl	0.61±0.46ay	0.62±0.06ay	0.70±0.03by
C20:3(n-6)	Kontrol	0.29±0.01ax	0.32±0.02ax	0.26±0.01bx
	Carbaryl	0.34±0.03ay	0.30±0.03ax	0.44±0.09by
C20:4(n-6)	Kontrol	4.33±1.27ax	5.92±0.42bx	3.03±0.38cx
	Carbaryl	8.69±0.89ay	4.28±1.06by	4.48±0.42by

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4.9. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.39±0.04ax	0.29±0.01bx	0.18±0.01cx
	Carbaryl	1.04±0.12ay	0.62±0.04by	0.56±0.03by
C22:4(n-6)	Kontrol	0.27±0.03ax	0.40±0.11bx	0.18±0.01cx
	Carbaryl	0.86±0.14ay	0.99±0.14by	0.36±0.03cy
C22:5(n-6)	Kontrol	0.28±0.02ax	0.36±0.01bx	0.16±0.03cx
	Carbaryl	1.08±0.50ay	0.67±0.05by	0.39±0.02cy
C22:5(n-3)	Kontrol	0.77±0.10ax	0.91±0.25bx	0.55±0.07cx
	Carbaryl	1.09±0.28ay	1.46±0.14by	1.50±0.14by
C22:6(n-3)	Kontrol	3.81±0.41ax	3.12±0.76bx	2.43±0.32cx
	Carbaryl	6.43±0.44ay	6.92±0.66ay	6.30±0.57ay
PUFA	Kontrol	25.04±1.92ax	21.80±1.01bx	19.38±1.10bx
	Carbaryl	28.35±2.49ay	26.15±1.14ay	22.11±0.23by
Σ(n-3)	Kontrol	6.25±0.62ax	4.71±0.52bx	3.59±0.19bx
	Carbaryl	9.52±1.47ay	9.84±0.74ay	8.91±1.61ay
Σ(n-6)	Kontrol	18.78±0.52ax	17.09±1.08ax	15.79±1.91bx
	Carbaryl	18.83±0.63ax	16.30±2.26bx	13.20±1.57cy
(n-3)/(n-6)	Kontrol	0.33	0.28	0.23
	Carbaryl	0.51	0.60	0.68

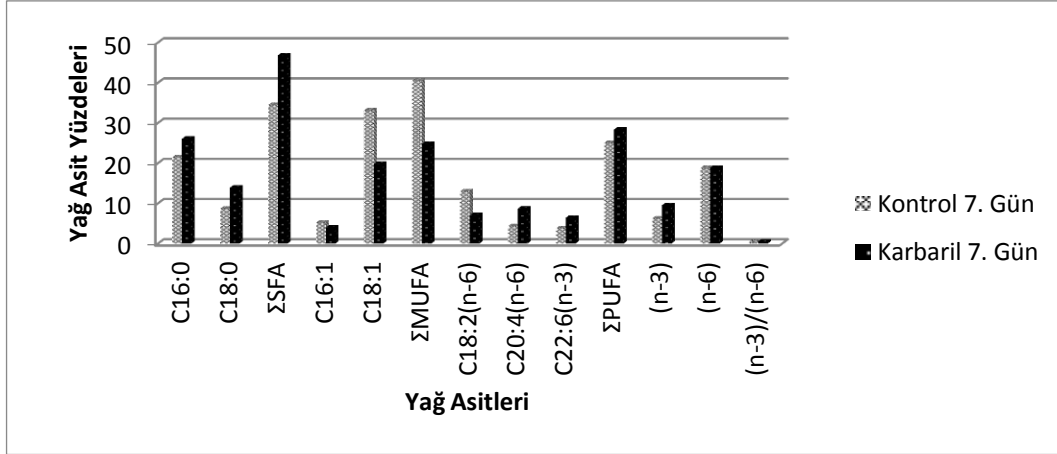
*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

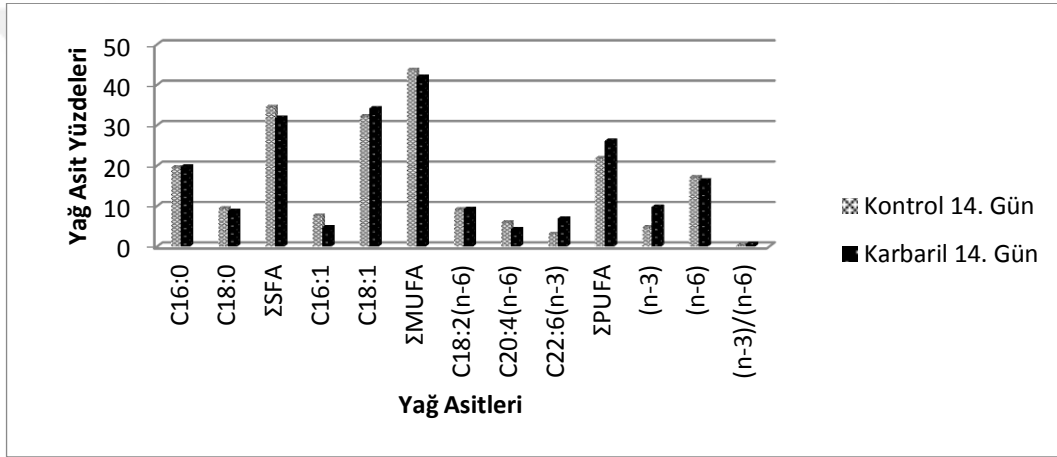
a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

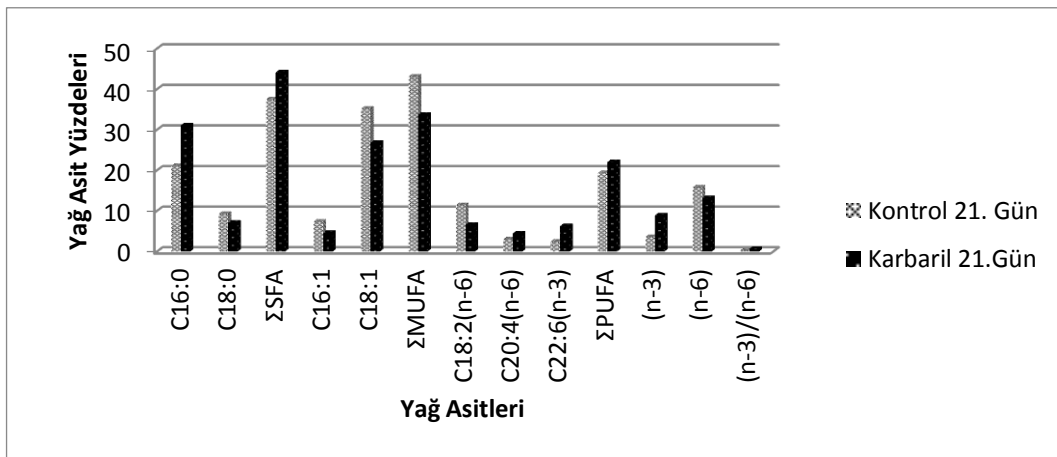
S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.



Şekil 4. 25. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 26. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 27. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.2.4. Carbaryl Uygulanan *O. niloticus*'un Solungaç Total Lipid Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının Solungaç dokusundaki total yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C16:1(n-7), C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6), C18:3(n-3) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Carbaryl'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki total yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:0'da % 26.62, C18:2(n-6)'da % 134.13 oranında artış; C18:0'da % 53.19, C18:1'de % 18.64, C18:3(n-3)'te % 0.23 ve C22:6(n-3)'te % 60.11 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C18:3(n-6) ve C22:5(n-3)'te ki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

850 µg/L Carbaryl uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 13.32 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalışın C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 19.77 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 18.14 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 38.95 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 71.43 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C18:3(n-3) ve özellikle C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 64.52 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Carbaryl'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki total yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C16:0'da % 1.67, C16:1(n-7)'de % 38.21, C18:1'de % 21.18, C18:2(n-6)'da % 23.38 oranında artış; C18:0'da % 52.79, C18:3(n-3)'te % 58.38 ve C22:6(n-3)'te % 26.47 oranında

azalış kayda değerdir. Bunun yanında C20:1'de ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

Carbaryl uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 20.24 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 28.41 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 7.25 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:3(n-3) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 29.48 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 13.12 oranında artış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C18:3(n-3) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 38.04 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

850 μ g/L Carbaryl'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin solungaç dokularında 21. günün sonunda, total yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C16:0'da % 48.24, C18:1'de % 2.81, C22:6(n-3)'te % 53.30 oranında artış; C18:0'da % 16.59, C18:2(n-6)'da % 27.53 ve C18:3(n-3)'te % 79.25 oranında azalış önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Carbaryl uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 11.18 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 1.70 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 7.95 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C18:3(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 6.67 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 9.11 oranında azalış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C18:3(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki azalış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 2.13 oranında bir artış tespit edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4. 10. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un solungaç total lipid fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelерinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	0.86±0.07ax	1.91±0.36bx	3.10±0.11cx
	Carbaryl	1.18±0.11ay	2.82±0.27by	2.21±0.29cy
C15:0	Kontrol	0.16±0.01ax	0.32±0.04bx	0.43±0.07cx
	Carbaryl	0.23±0.01ay	0.33±0.02bx	0.41±0.16cx
C16:0	Kontrol	9.54±0.85ax	11.97±2.22bx	11.11±1.03bx
	Carbaryl	12.08±0.68ay	12.17±0.50ax	16.47±1.06by
C17:0	Kontrol	0.18±0.01ax	0.56±0.07bx	0.26±0.02cx
	Carbaryl	0.19±0.01ax	0.13±0.04by	0.36±0.02cy
C18:0	Kontrol	10.96±1.34ax	11.29±1.01ax	10.31±1.01ax
	Carbaryl	5.13±0.60ay	5.33±0.55ay	8.60±0.83by
SFA	Kontrol	21.70±0.39ax	26.04±1.28bx	25.22±2.11bx
	Carbaryl	18.81±1.10ay	20.77±1.29ay	28.04±6.02by
C16:1	Kontrol	1.61±0.18ax	2.46±0.30bx	3.58±0.58cx
	Carbaryl	1.77±0.20ax	3.40±0.45by	3.03±0.38by
C18:1	Kontrol	26.34±5.51ax	25.69±1.09ax	26.34±1.13ax
	Carbaryl	21.43±1.20ay	31.13±2.64by	27.08±1.16cx
C20:1	Kontrol	1.90±0.93ax	1.66±0.10bx	2.38±0.11cx
	Carbaryl	0.76±0.13ay	3.74±0.09by	2.73±1.02cy
MUFA	Kontrol	29.85±6.08ax	29.81±4.42ax	32.30±1.33ax
	Carbaryl	23.95±0.65ay	38.28±1.35by	32.85±1.52cx
C18:2(n-6)	Kontrol	17.52±1.07ax	16.85±1.08ax	16.38±2.26ax
	Carbaryl	41.02±1.40ay	20.79±1.12by	11.87±1.19cy
C18:3(n-6)	Kontrol	3.96±0.04ax	0.87±0.17bx	0.40±0.01cx
	Carbaryl	0.15±0.03ay	1.21±0.19by	0.21±0.05cy
C18:3(n-3)	Kontrol	8.76±0.88ax	7.76±0.54bx	7.76±0.54bx
	Carbaryl	8.74±0.83ax	3.23±0.29by	1.61±0.40cy
C20:2(n-6)	Kontrol	0.26±0.03ax	0.65±0.06bx	0.95±0.06cx
	Carbaryl	0.27±0.02ax	0.86±0.14by	0.95±0.06bx
C20:3(n-6)	Kontrol	0.20±0.07ax	0.41±0.07bx	0.56±0.04cx
	Carbaryl	0.11±0.03ay	0.40±0.01bx	0.56±0.09cx
C20:4(n-6)	Kontrol	2.37±0.19ax	2.45±0.32ax	2.44±0.43ax
	Carbaryl	0.97±0.21ay	1.66±0.65by	4.32±0.26cy

Çizelge 4.10. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	1.24±0.61ax	1.08±0.50bx	0.93±0.09cx
	Carbaryl	0.45±0.08ay	0.59±0.06by	1.14±0.10cy
C22:4(n-6)	Kontrol	0.30±0.03ax	0.91±0.33bx	0.70±0.04cx
	Carbaryl	0.20±0.03ay	0.67±0.07by	0.91±0.08cy
C22:5(n-6)	Kontrol	0.47±0.02ax	0.89±0.07bx	0.53±0.06cx
	Carbaryl	0.25±0.02ay	0.45±0.02by	1.12±0.21cy
C22:5(n-3)	Kontrol	3.99±0.29ax	2.42±0.41bx	3.36±0.36cx
	Carbaryl	1.33±0.12ay	3.83±0.38by	3.41±0.37bx
C22:6(n-3)	Kontrol	9.40±0.95ax	9.86±0.83ax	8.48±0.71ax
	Carbaryl	3.75±0.66ay	7.25±0.73by	13.00±1.03cy
PUFA	Kontrol	48.45±1.64ax	44.15±2.29bx	42.49±1.40bx
	Carbaryl	57.24±1.72ay	40.95±4.69bx	39.11±1.55bx
$\Sigma(n-3)$	Kontrol	23.39±0.86ax	21.13±1.20bx	20.53±0.27bx
	Carbaryl	14.28±1.14ay	14.90±0.14ay	19.16±1.09bx
$\Sigma(n-6)$	Kontrol	25.06±1.22ax	23.02±1.40bx	21.95±1.19cx
	Carbaryl	42.96±1.55ay	26.04±0.79by	19.95±1.37cy
(n-3)/(n-6)	Kontrol	0.93	0.92	0.94
	Carbaryl	0.33	0.57	0.96

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

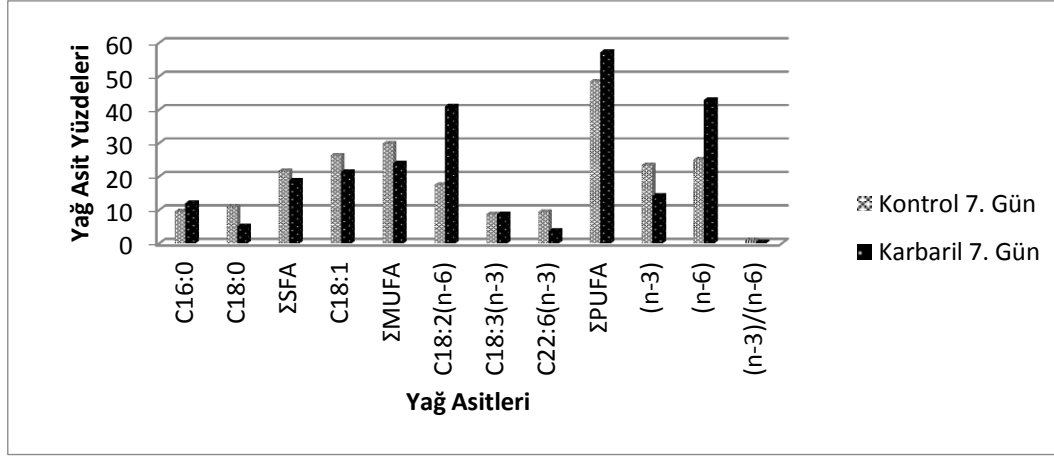
§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P>0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

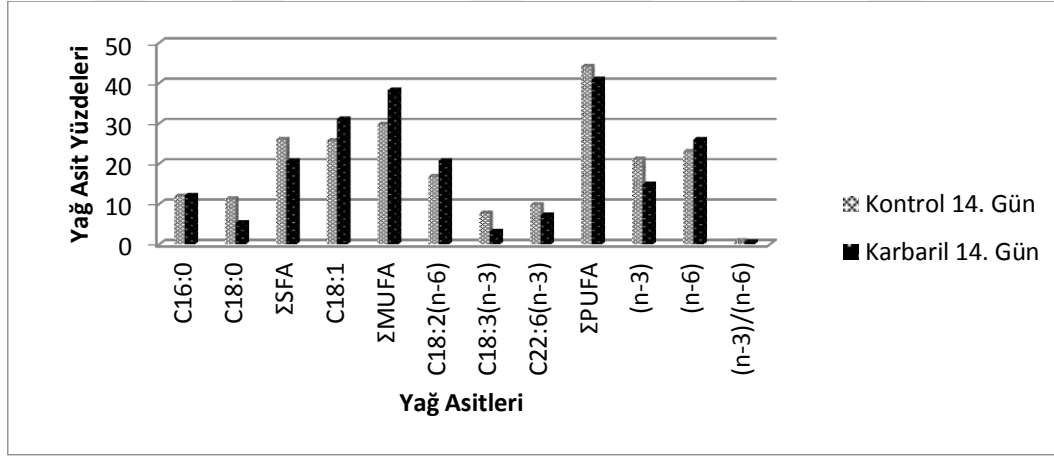
Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

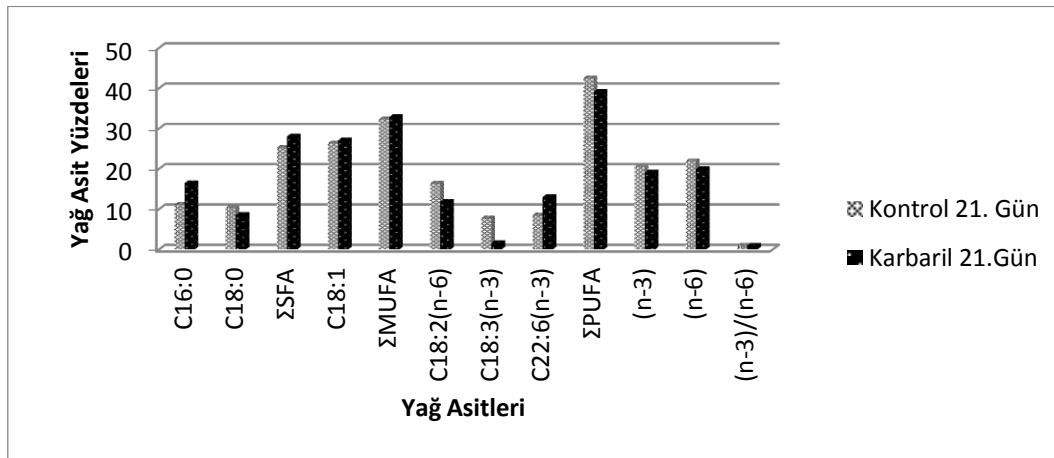
4. ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4. 28. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdeleminin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 29. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdeleminin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 30. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdeleminin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.2.5. Carbaryl Uygulanan *O. niloticus*'un Solungaç Fosfolipid (PL) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının Solungaç dokusundaki fosfolipidlerde (PL) ki yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Carbaryl'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki fosfolipidlerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C18:2(n-6)'da % 262.41 oranında artış; C16:0'da % 39.63, C18:0'da % 26.51, C18:1'de % 0.33, C20:4(n-6)'da % 42.93 ve C22:6(n-3)'te 74.19 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C16:1(n-7)'de ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

850 µg/L Carbaryl uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 33.26 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 11.74 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7)'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 34.70 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 36.97 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 112.81 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 70.64 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Carbaryl'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki fosfolipidlerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C18:1'de % 6.24, C18:2(n-6)'da % 9.19 oranında artış; C16:0'da % 3.08, C18:0'da % 7.06, C20:4(n-6)'da % 38.01 ve C22:6(n-3)'te % 30.38 oranında azalış kayda değerdir. Bunun yanında C14:0 ve C16:1(n-7)'de ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Carbaryl uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 1.32 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artış C14:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 18.99 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 13.93 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C20:4(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 18.38 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 9.02 oranında azalış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki azalış C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 10.81 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

850 µg/L Carbaryl'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin solungaç dokularında 21. günün sonunda, fosfolipidlerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C18:2(n-6)'da % 80.21, C20:4(n-6)'da % 258.28 oranında artış; C16:0'da % 30.59, C18:0'da % 30.07, C18:1'de % 11.13 ve C22:6(n-3)'te % 63.07 oranında azalış önemli sayılmaktadır. Bunun yanında C16:1(n-7)'de ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Carbaryl uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 27.00 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalışın C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 4.44 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7)'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 29.35 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 55.86 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 124.45 oranında artış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki artış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 80.36 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 11. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	1.48±1.14ax	1.24±0.61bx	1.68±0.61cx
	Carbaryl	1.69±0.81ay	3.17±0.30by	2.32±0.07cy
C15:0	Kontrol	0.16±0.01ax	0.65±0.05bx	0.76±0.19cx
	Carbaryl	0.30±0.03ay	0.79±0.12by	0.60±0.14cy
C16:0	Kontrol	30.56±1.21ax	29.86±1.19ax	29.09±1.34ax
	Carbaryl	18.45±1.08ay	28.94±1.71bx	20.19±1.20cy
C17:0	Kontrol	0.11±0.03ax	0.45±0.10bx	0.37±0.04cx
	Carbaryl	0.38±0.07ay	0.72±0.47by	0.50±0.27cy
C18:0	Kontrol	11.28±0.99ax	11.75±1.01ax	10.51±1.05ax
	Carbaryl	8.29±0.68ay	10.92±1.01bx	7.35±0.39cy
SFA	Kontrol	43.60±1.40ax	43.95±1.19ax	42.40±1.65ax
	Carbaryl	29.10±1.25ay	44.53±1.81bx	30.95±1.30ay
C16:1	Kontrol	0.59±0.05ax	0.62±0.12ax	0.93±0.18bx
	Carbaryl	3.30±0.31ay	3.31±0.20ay	4.01±0.38by
C18:1	Kontrol	21.24±3.70ax	20.84±1.08ax	20.48±1.22ax
	Carbaryl	21.17±1.21ax	22.14±1.29ay	18.20±1.08by
C20:1	Kontrol	0.30±0.03ax	0.50±0.27bx	0.44±0.03bx
	Carbaryl	0.28±0.05ax	0.68±0.09by	0.61±0.46by
MUFA	Kontrol	22.14±1.29ax	21.96±1.11ax	21.85±1.36ax
	Carbaryl	24.74±2.14ay	26.13±1.14ay	22.82±1.12ax
C18:2(n-6)	Kontrol	8.06±0.83ax	7.18±0.74ax	7.63±0.57ax
	Carbaryl	29.21±1.22ay	7.84±0.70bx	13.75±0.94cy
C18:3(n-6)	Kontrol	0.71±0.06ax	0.35±0.04bx	0.38±0.02bx
	Carbaryl	0.25±0.06ay	0.32±0.06bx	0.14±0.05cy
C18:3(n-3)	Kontrol	0.60±0.14ax	0.26±0.02bx	0.16±0.01cx
	Carbaryl	5.57±0.35ay	0.81±0.05by	0.81±0.06by
C20:2(n-6)	Kontrol	0.21±0.01ax	0.49±0.04bx	0.61±0.46cx
	Carbaryl	0.43±0.03ay	0.64±0.06by	0.20±0.05cy
C20:3(n-6)	Kontrol	0.22±0.02ax	0.67±0.07bx	0.53±0.06cx
	Carbaryl	0.30±0.08ay	0.52±0.01by	0.21±0.04cy
C20:4(n-6)	Kontrol	6.29±0.34ax	5.42±0.55bx	6.16±0.61ax
	Carbaryl	3.59±0.30ay	3.36±0.36ay	22.07±1.12by

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4.11. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.44±0.15ax	1.06±0.15bx	1.32±0.63cx
	Carbaryl	0.67±0.07ay	1.22±0.14by	1.22±0.14bx
C22:4(n-6)	Kontrol	0.36±0.13ax	0.95±0.06bx	0.68±0.05cx
	Carbaryl	0.58±0.08ay	1.05±0.10bx	0.77±0.17cy
C22:5(n-6)	Kontrol	0.53±0.06ax	1.12±0.21bx	0.90±0.25cx
	Carbaryl	0.54±0.03ax	0.98±0.09bx	0.78±0.04cy
C22:5(n-3)	Kontrol	0.77±0.10ax	1.68±0.61bx	2.34±0.22cx
	Carbaryl	0.88±0.10ay	2.20±0.41by	0.73±0.12cy
C22:6(n-3)	Kontrol	16.08±1.48ax	14.91±1.04ax	15.03±1.04ax
	Carbaryl	4.15±0.45ay	10.38±0.19by	5.55±0.56ay
PUFA	Kontrol	34.27±1.15ax	34.09±0.16ax	35.74±1.34ax
	Carbaryl	46.16±1.53ay	29.34±1.26by	46.23±1.52ay
Σ(n-3)	Kontrol	17.88±1.07ax	17.90±1.46ax	18.85±0.30ax
	Carbaryl	11.27±0.49ay	14.61±1.65by	8.32±0.84cy
Σ(n-6)	Kontrol	16.39±1.06ax	16.19±1.16ax	16.89±1.08ax
	Carbaryl	34.88±1.21ay	14.73±2.06by	37.91±1.64cy
(n-3)/(n-6)	Kontrol	1.09	1.11	1.12
	Carbaryl	0.32	0.99	0.22

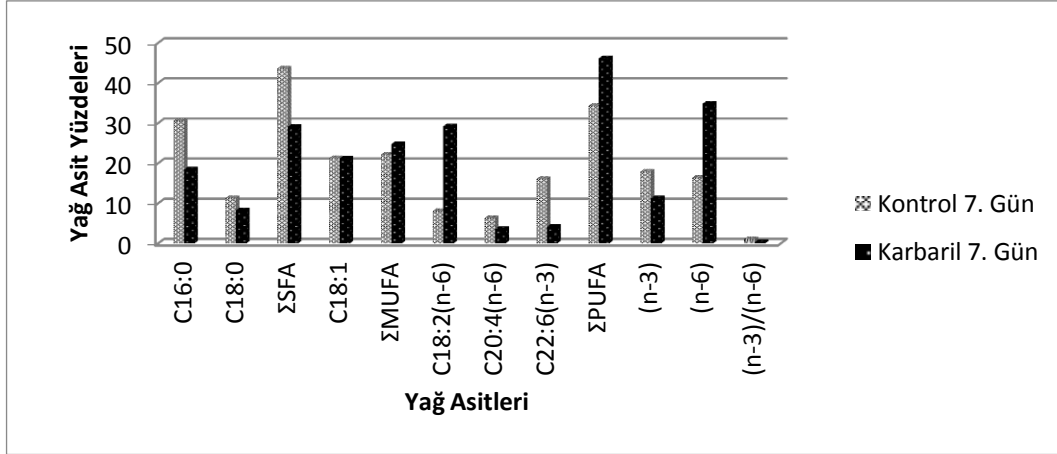
*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

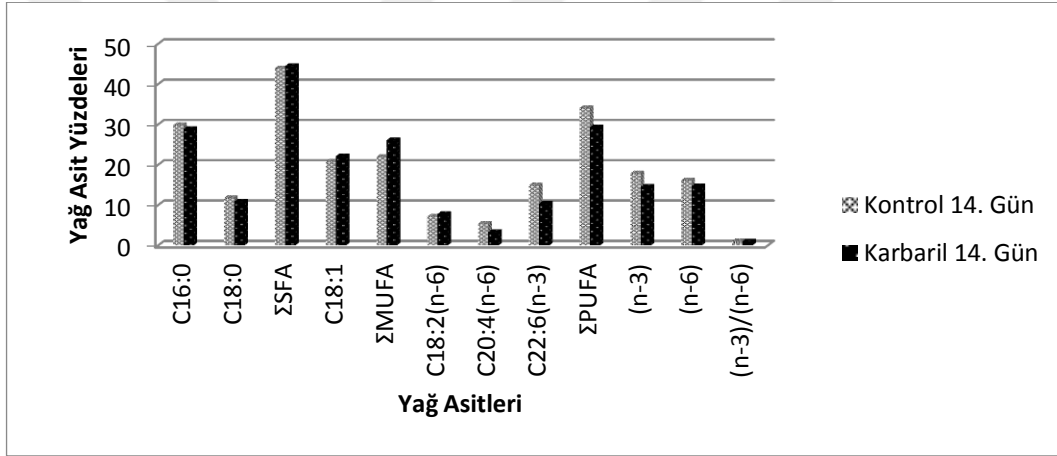
a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

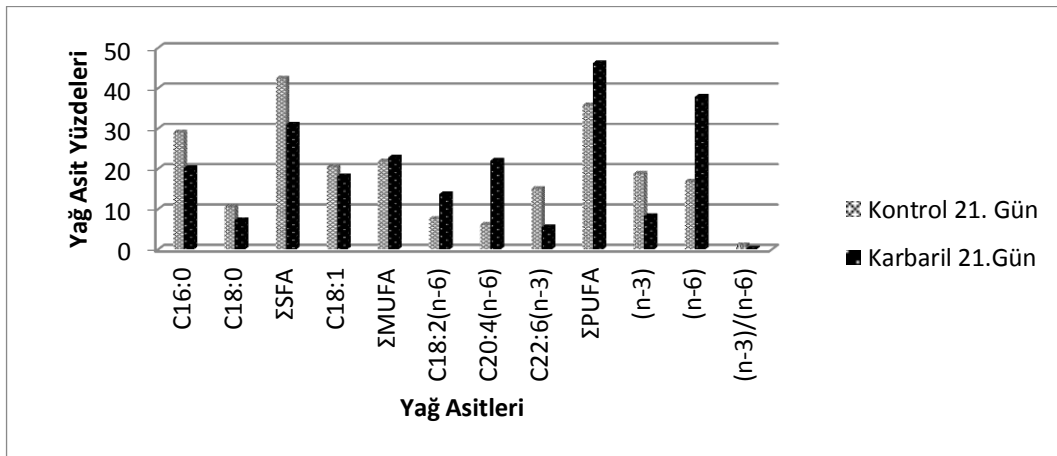
S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.



Şekil 4. 31. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 32. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 33. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.2.6. Carbaryl Uygulanan *O. niloticus*'un Solungaç Triaçilgliserol (TAG) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının Solungaç dokusundaki triaçilgliserollerde (TAG) ki yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C14:0, C16:0, C18:0, MUFA'dan C16:1(n-7), C18:1, C20:1 PUFA'dan C18:2(n-6), C22:5(n-3) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Carbaryl'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki triaçilgliserollerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:1(n-7)'de % 20.17, C18:1'de % 6.21, C18:2(n-6)'da % 95.46 oranında artış; C16:0'da % 38.56, C18:0'da % 46.23, C20:1'de % 38.64 ve C22:6(n-3)'te % 32.87 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C14:0 ve C22:5(n-3)'te ki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

850 µg/L Carbaryl uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA incelendiğinde, SFA'da % 34.67 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalışın C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 4.15 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 42.61 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6) ve C18:3(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 2.77 oranında artma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 70.98 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki artma C18:3(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 39.44 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Carbaryl'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki triaçilgliserollerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C18:0'da % 29.17, C16:1(n-7)'de % 21.24, C18:2(n-6)'da % 31.92 oranında artış; C16:0'da % 11.87, C18:1'de % 17.81, C20:1'de % 26.74 ve C22:6(n-3) % 3.76 oranında

azalış kayda değerdir. Bunun yanında C14:0 ve C22:5(n-3)'te ki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

Carbaryl uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA incelendiğinde, SFA'da % 2.13 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 13.11 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1 ve C20:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 30.04 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın özellikle C18:2(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 21.28 oranında artış kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 35.64 oranında artış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki artış C18:3(n-3) ve C22:5(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 10.94 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

850 μ g/L Carbaryl'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin solungaç dokularında 21. günün sonunda, triaçilgliserollerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C16:0'da % 30.11, C18:0'da % 279.23 oranında artış; C16:1(n-7)'de % 21.68, C18:1'de % 42.11, C20:1'de % 91.28, C18:2(n-6)'da % 26.01 ve C22:6(n-3)'te 37.23 oranında azalış önemli sayılmaktadır. Bunun yanında C14:0, C20:4(n-6) ve C22:5(n-3)'te ki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Carbaryl uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 63.69 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 43.26 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C16:1(n-7), C18:1 ve C20:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 18.44 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 61.26 oranında azalış kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 7.65 oranında artış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalış C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki artış C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 63.93 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4. 12. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	3.44±0.25ax	4.83±0.44bx	3.94±0.35cx
	Carbaryl	3.49±0.37ax	4.90±0.55bx	4.68±0.30by
C15:0	Kontrol	0.44±0.14ax	0.59±0.06bx	0.78±0.03cx
	Carbaryl	0.38±0.07ay	0.62±0.12bx	2.15±0.25cy
C16:0	Kontrol	24.56±1.15ax	23.68±0.64ax	25.64±3.12ax
	Carbaryl	15.09±1.05ay	20.87±3.60by	33.36±1.87cy
C17:0	Kontrol	0.29±0.01ax	0.17±0.03bx	0.49±0.03cx
	Carbaryl	0.40±0.02ay	0.55±0.03by	0.76±0.07cy
C18:0	Kontrol	5.17±0.27ax	5.45±0.53ax	4.43±0.32bx
	Carbaryl	2.78±0.22ay	7.04±0.70by	16.80±1.08cy
SFA	Kontrol	33.89±1.33ax	34.71±1.22ax	35.28±2.37ax
	Carbaryl	22.14±1.29ay	33.97±1.32bx	57.75±1.63cy
C16:1	Kontrol	4.66±0.27ax	6.12±0.55bx	5.35±0.44cx
	Carbaryl	5.60±0.19ay	7.42±0.12by	4.19±0.14cy
C18:1	Kontrol	34.64±1.34ax	33.86±1.62ax	33.86±0.49ax
	Carbaryl	36.79±1.37ay	27.83±1.23by	19.60±1.20cy
C20:1	Kontrol	3.39±0.34ax	3.74±0.09ax	3.21±0.40ax
	Carbaryl	2.08±0.03ay	2.74±0.94by	0.28±0.01cy
MUFA	Kontrol	42.69±2.49ax	43.72±1.83ax	42.42±1.44ax
	Carbaryl	44.46±1.44ay	37.99±1.64by	24.07±1.29cy
C18:2(n-6)	Kontrol	11.02±0.25ax	10.84±0.27ax	11.92±1.01ax
	Carbaryl	21.54±1.21ay	14.30±0.63by	8.82±0.95cy
C18:3(n-6)	Kontrol	0.51±0.03ax	0.20±0.07bx	0.22±0.02bx
	Carbaryl	0.26±0.01ay	0.18±0.07bx	0.28±0.01ay
C18:3(n-3)	Kontrol	0.81±0.06ax	1.00±0.22bx	0.98±0.09bx
	Carbaryl	3.72±0.81ay	2.16±0.25by	0.59±0.06cy
C20:2(n-6)	Kontrol	0.80±0.04ax	0.59±0.06bx	0.45±0.02cx
	Carbaryl	0.58±0.09ay	0.70±0.04by	0.33±0.02cy
C20:3(n-6)	Kontrol	0.41±0.07ax	0.37±0.01ax	0.16±0.01bx
	Carbaryl	0.25±0.01ay	0.31±0.02by	0.20±0.07cy
C20:4(n-6)	Kontrol	0.24±0.02ax	0.71±0.02bx	0.66±0.07bx
	Carbaryl	0.42±0.01ay	0.58±0.04by	4.43±0.32cy

Çizelge 4.12. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.67±0.07ax	0.46±0.16bx	0.82±0.07cx
	Carbaryl	0.60±0.19ax	0.73±0.06by	0.25±0.02cy
C22:4(n-6)	Kontrol	0.43±0.10ax	0.33±0.01bx	0.31±0.05bx
	Carbaryl	0.27±0.01ay	1.45±0.15by	0.60±0.14cy
C22:5(n-6)	Kontrol	0.29±0.01ax	0.12±0.01bx	0.12±0.02bx
	Carbaryl	0.08±0.02ay	0.33±0.12by	0.25±0.02cy
C22:5(n-3)	Kontrol	3.23±0.06ax	2.43±0.32bx	2.96±0.10ax
	Carbaryl	2.31±0.05ay	2.95±0.46by	0.12±0.02cy
C22:6(n-3)	Kontrol	5.02±0.52ax	4.52±0.39ax	3.68±0.26bx
	Carbaryl	3.37±0.11ay	4.35±0.41bx	2.31±0.27cy
PUFA	Kontrol	23.42±0.19ax	21.57±1.22ax	22.29±1.09ax
	Carbaryl	33.40±1.19ay	28.05±1.02by	18.18±1.08cy
$\Sigma(n-3)$	Kontrol	9.74±0.70ax	8.41±0.21bx	8.44±0.71bx
	Carbaryl	10.01±0.40ax	10.20±0.98ay	3.27±0.97by
$\Sigma(n-6)$	Kontrol	13.68±1.63ax	13.16±0.79ax	13.85±1.03ax
	Carbaryl	23.39±1.22ay	17.85±1.07by	14.91±1.04by
(n-3)/(n-6)	Kontrol	0.71	0.64	0.61
	Carbaryl	0.43	0.57	0.22

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

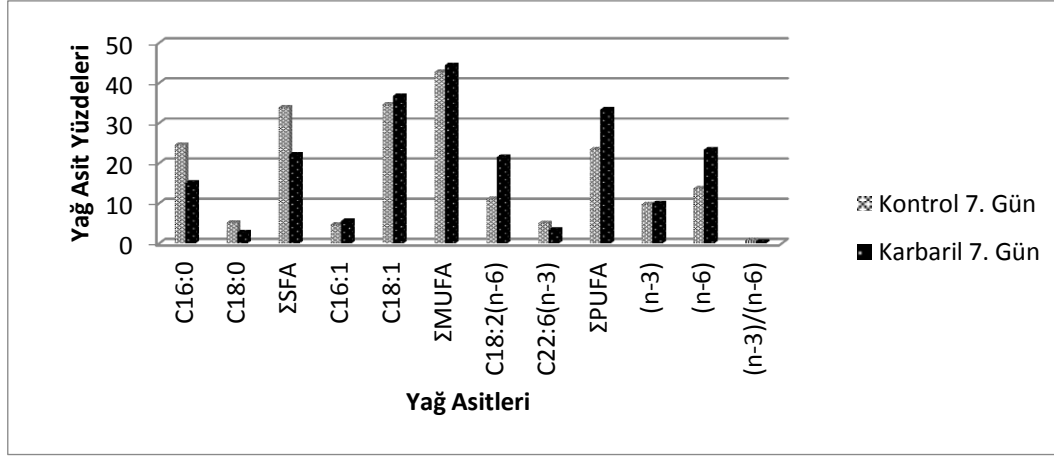
§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P>0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

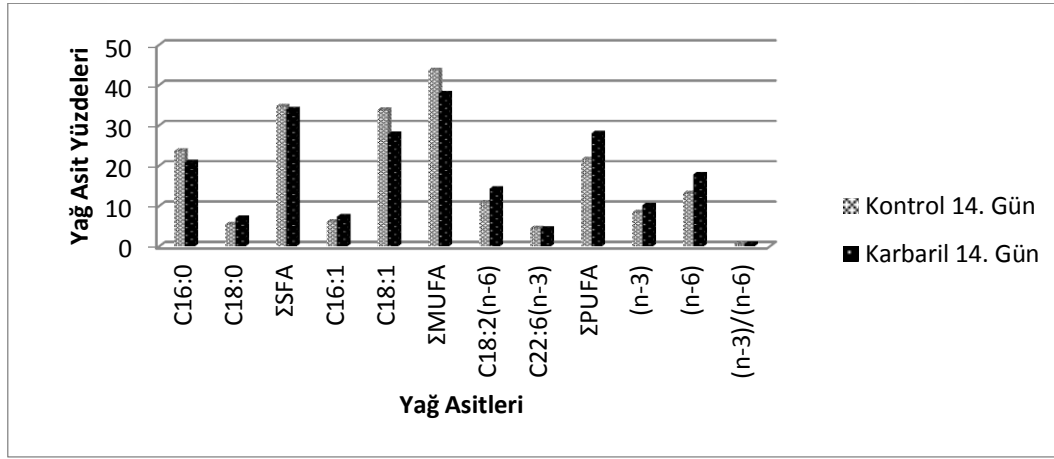
Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

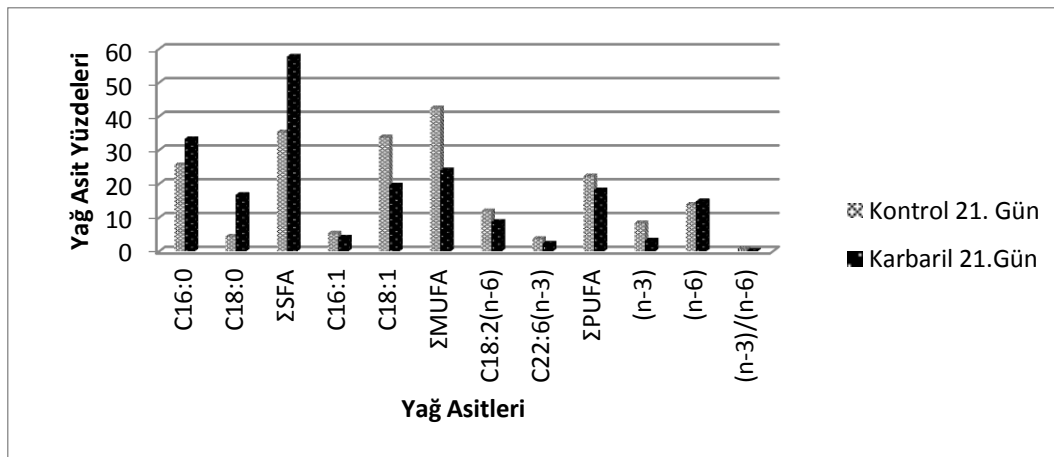
4. ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4. 34. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 35. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 36. Carbaryl uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.3. Diazinon Grubunda Meydana Gelen Değişiklikler

4.3.1. Diazinon Uygulanan *O. niloticus*'un Karaciğer Total Lipid Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının karaciğer dokusundaki total yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. ünde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Diazinon'un subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki total yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:1(n-7)'de % 180.32, C18:1'de % 20.49 oranında artış; C16:0'da % 2.53, C18:0'da % 45.53, C18:2(n-6)'da % 23.89 ve C22:6(n-3)'te % 42.63 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C20:1 ve C20:4(n-6)'da ki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

280 µg/L Diazinon uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 0.81 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalışın C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 34.62 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 22.90 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 32.85 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 12.55 oranında azalış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki azalış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 23.08 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Diazinon'un subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki total yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C18:1'de % 17.74, C18:2(n-6)'da % 14.93 oranında artış; C16:0'da % 17.29, C18:0'da % 26.10 ve C22:6(n-3)'te % 64.80 oranında azalış kayda değerdir. Bunun yanında C16:1(n-7)'de ki değişiklik de önemli sayılmaktadır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Diazinon uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 9.10 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 37.78 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 19.11 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 48.99 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 17.05 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 56.20 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

280 µg/L Diazinon'a maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin karaciğer dokularında 21. günün sonunda, total yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C18:1'de % 26.57 oranında artış; C16:0'da % 19.67, C18:2(n-6)'da % 18.06, C18:0'da % 16.09 ve C22:6(n-3)'te % 43.42 oranında azalış önemli sayılmaktadır. Bunun yanında C16:1(n-7)'de ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Diazinon uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 10.17 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 40.64 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 20.99 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 28.02 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 12.45 oranında azalış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki azalış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 18.03 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 13. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	1.54±0.18ax	0.31±0.05bx	1.14±0.27cx
	Diazinon	2.11±0.22ay	2.91±0.46by	3.53±0.25cy
C15:0	Kontrol	0.49±0.04ax	0.09±0.03bx	0.46±0.15ax
	Diazinon	0.40±0.01ay	0.32±0.02by	0.53±0.01cy
C16:0	Kontrol	19.33±1.11ax	21.80±0.38bx	21.96±1.11bx
	Diazinon	18.84±0.30ax	18.03±3.04ax	17.64±2.28ax
C17:0	Kontrol	0.91±0.33ax	0.11±0.02bx	0.35±0.02cx
	Diazinon	0.22±0.02ay	0.17±0.04by	0.15±0.04cy
C18:0	Kontrol	7.40±0.79ax	6.82±0.73ax	6.09±0.88bx
	Diazinon	7.86±0.48ax	5.04±0.30by	5.11±0.51bx
SFA	Kontrol	29.66±1.29ax	29.13±1.25ax	30.00±1.39ax
	Diazinon	29.42±1.76ax	26.48±1.19ax	26.95±1.85ax
C16:1	Kontrol	1.88±0.18ax	0.94±0.12bx	2.05±0.27ax
	Diazinon	5.27±0.69ay	6.20±0.31by	5.54±0.48ay
C18:1	Kontrol	25.72±1.33ax	27.29±1.20ax	25.48±1.30ax
	Diazinon	30.99±1.30ay	32.13±1.31ay	32.25±1.38ay
C20:1	Kontrol	0.82±0.07ax	0.24±0.04bx	1.27±0.21cx
	Diazinon	2.00±0.19ay	0.90±0.23by	2.70±0.21cy
MUFA	Kontrol	28.42±1.54ax	28.48±2.96ax	28.79±2.05ax
	Diazinon	38.26±1.35ay	39.24±2.81ay	40.49±2.08ay
C18:2(n-6)	Kontrol	14.82±0.63ax	15.27±0.67ax	14.56±1.06ax
	Diazinon	11.28±0.49ay	17.55±0.47by	11.93±1.80ay
C18:3(n-6)	Kontrol	1.30±0.85ax	1.56±0.09bx	0.46±0.15cx
	Diazinon	0.40±0.01ay	0.89±0.11by	0.98±0.09by
C18:3(n-3)	Kontrol	0.41±0.07ax	1.95±0.16bx	1.98±0.17bx
	Diazinon	1.49±0.12ay	3.59±0.19by	1.91±0.57cx
C20:2(n-6)	Kontrol	0.87±0.09ax	0.15±0.01bx	0.62±0.05cx
	Diazinon	0.96±0.10ax	0.71±0.02by	1.08±0.50ay
C20:3(n-6)	Kontrol	0.72±0.03ax	0.11±0.03bx	0.34±0.02cx
	Diazinon	0.54±0.07ay	0.62±0.12by	0.38±0.14cy
C20:4(n-6)	Kontrol	1.34±0.01ax	1.88±0.11bx	1.88±0.16bx
	Diazinon	3.76±0.09ay	2.01±0.04by	1.18±0.11cy

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4.13. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.62±0.12ax	0.14±0.01bx	0.92±0.12cx
	Diazinon	0.37±0.14ay	0.26±0.02by	0.88±0.06cx
C22:4(n-6)	Kontrol	0.65±0.06ax	0.10±0.02bx	0.26±0.02cx
	Diazinon	0.40±0.01ay	0.22±0.07by	0.33±0.02cy
C22:5(n-6)	Kontrol	0.84±0.14ax	0.13±0.05bx	0.43±0.01cx
	Diazinon	0.63±0.06ay	0.45±0.02by	0.37±0.06cy
C22:5(n-3)	Kontrol	1.81±0.22ax	1.43±0.20bx	1.09±0.28cx
	Diazinon	1.87±0.21ax	1.06±0.30by	2.95±0.47cy
C22:6(n-3)	Kontrol	18.53±1.08ax	19.69±1.35ax	18.68±1.08ax
	Diazinon	10.63±0.96ay	6.93±1.40by	10.57±0.95ay
PUFA	Kontrol	41.92±2.60ax	42.39±1.44ax	41.21±1.56ax
	Diazinon	32.32±1.33ay	34.29±1.99ay	32.56±1.16ay
Σ(n-3)	Kontrol	21.37±2.61ax	23.21±1.95ax	22.66±1.22ax
	Diazinon	14.35±1.04ay	11.84±0.94by	16.31±1.06cy
Σ(n-6)	Kontrol	20.55±1.22ax	19.18±1.75ax	18.55±1.28ax
	Diazinon	17.97±1.09ay	22.45±1.23by	16.24±1.17ay
(n-3)/(n-6)	Kontrol	1.04	1.21	1.22
	Diazinon	0.80	0.53	1.00

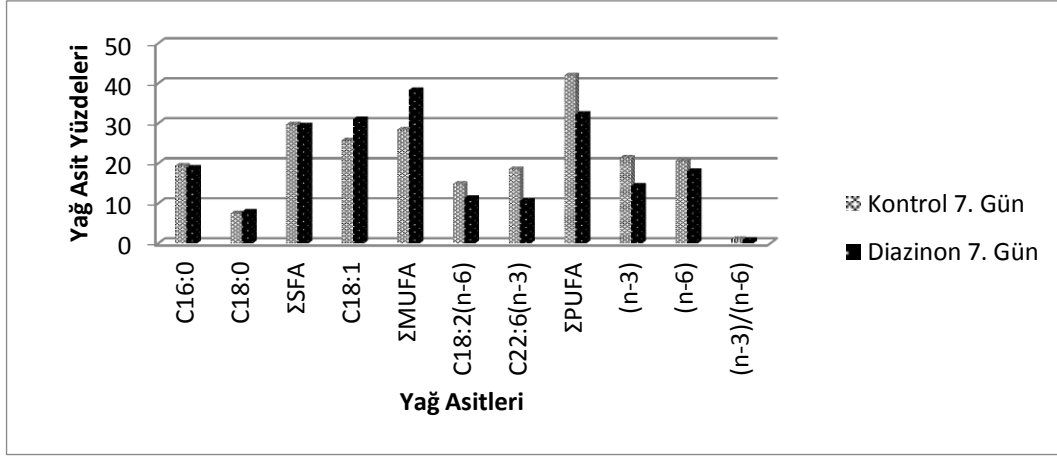
*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

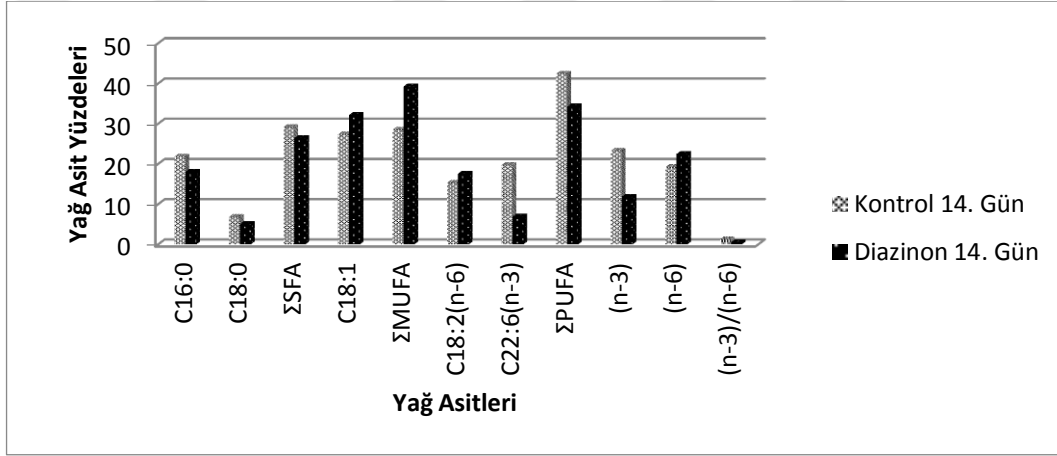
a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

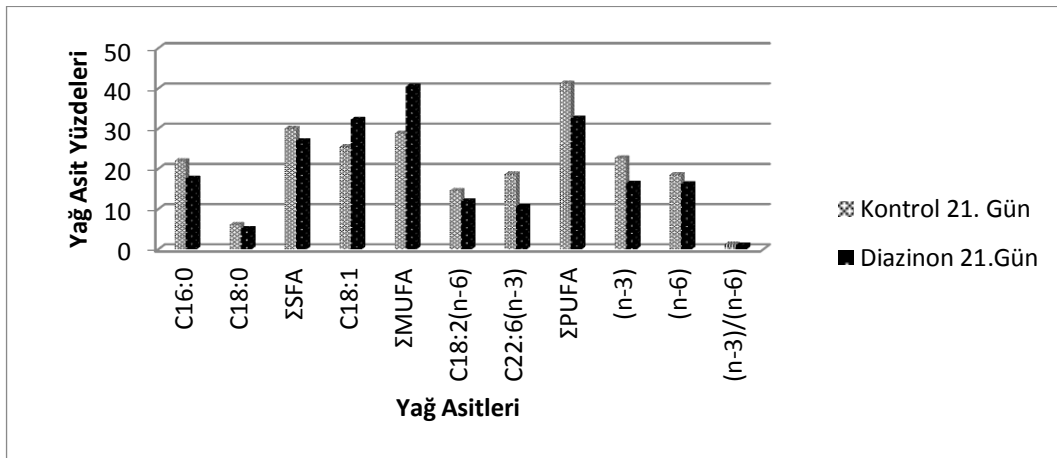
S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.



Şekil 4. 37. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 38. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. Günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 39. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.3.2. Diazinon Uygulanan *O. niloticus*'un Karaciğer Fosfolipid (PL) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının karaciğer dokusundaki fosfolipidlerde (PL) ki yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Diazinon'un subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki fosfolipidlerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C18:1'de % 62.86, C18:2(n-6)'da % 58.06, C20:4(n-6)'da % 17.72 oranında artış; C16:0'da % 3.69, C18:0'da % 8.04, ve C22:6(n-3)'te 48.76 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C16:1(n-7)'de ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

280 µg/L Diazinon uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 5.73 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 69.19 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 16.02 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 45.00 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 26.00 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 56.55 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Diazinon'un subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki fosfolipidlerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:0'da % 1.34, C18:1'de % 62.51, C18:2(n-6)'da % 34.43 oranında artış; C18:0'da % 38.00, C20:4(n-6)'da % 12.63, ve C22:6(n-3)'te 29.78 oranında azalış kayda değerdir. Bunun yanında C16:1(n-7)'de ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

Diazinon uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 10.61 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 76.55 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 10.36 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 29.15 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 19.93 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 40.99 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

280 µg/L Diazinon'a maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin karaciğer dokularında 21. günün sonunda, fosfolipidlerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C18:0'da % 17.50, C18:1'de % 98.47, C20:4(n-6)'da % 82.44 oranında artış; C16:0'da % 17.27, C18:2(n-6)'da % 6.50 ve C22:6(n-3)'te 35.99 oranında azalış önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Diazinon uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 10.86 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalışın C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 80.62 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 15.12 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 38.47 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 18.65 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 47.92 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4. 14. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	2.74±0.09ax	2.94±0.46ax	2.65±0.15ax
	Diazinon	2.63±0.22ax	3.09±0.32bx	2.58±0.58ax
C15:0	Kontrol	0.79±0.06ax	0.99±0.51bx	0.89±0.29cx
	Diazinon	0.61±0.05ay	0.46±0.02by	0.41±0.15by
C16:0	Kontrol	33.92±1.35ax	31.37±0.67ax	36.48±1.38bx
	Diazinon	32.67±1.33ax	31.79±1.19ax	30.18±1.26ay
C17:0	Kontrol	0.88±0.58ax	0.80±0.07ax	0.89±0.36ax
	Diazinon	0.48±0.03ay	0.32±0.02by	0.42±0.05cy
C18:0	Kontrol	11.57±0.68ax	12.37±1.12ax	10.17±0.41bx
	Diazinon	10.64±0.45ax	7.67±0.71by	11.95±1.04ax
SFA	Kontrol	49.89±1.38ax	48.46±1.61ax	51.09±1.48ax
	Diazinon	47.03±1.48ax	43.32±3.00ay	45.54±1.46ay
C16:1	Kontrol	1.28±0.34ax	0.61±0.06bx	1.45±0.15cx
	Diazinon	3.15±0.52ay	3.88±0.15by	1.28±0.34cx
C18:1	Kontrol	11.12±1.03ax	10.51±1.05ax	11.13±0.99ax
	Diazinon	18.11±0.79ay	17.08±1.07ay	22.09±1.32by
C20:1	Kontrol	0.39±0.03ax	0.96±0.10bx	0.94±0.06bx
	Diazinon	0.37±0.12ax	0.36±0.01ay	1.05±0.45bx
MUFA	Kontrol	12.79±0.71ax	12.07±0.68ax	13.52±1.15ax
	Diazinon	21.64±0.72ay	21.31±1.17ay	24.42±0.93by
C18:2(n-6)	Kontrol	7.82±0.56ax	6.71±0.33bx	7.23±0.72ax
	Diazinon	12.36±0.72ay	9.02±0.99by	6.76±0.63cx
C18:3(n-6)	Kontrol	0.17±0.06ax	0.25±0.06ax	0.17±0.06ax
	Diazinon	0.28±0.01ay	1.38±0.54by	0.04±0.01cy
C18:3(n-3)	Kontrol	0.73±0.18ax	0.25±0.02bx	0.28±0.01bx
	Diazinon	0.90±0.11ay	0.29±0.10by	0.19±0.03cy
C20:2(n-6)	Kontrol	1.01±0.13ax	0.47±0.08bx	1.22±0.14cx
	Diazinon	0.68±0.06ay	0.97±0.26by	0.55±0.11cy
C20:3(n-6)	Kontrol	0.39±0.02ax	0.22±0.02bx	0.15±0.04cx
	Diazinon	0.24±0.16ay	1.00±0.09by	0.50±0.07cy
C20:4(n-6)	Kontrol	4.40±0.41ax	5.86±0.57bx	4.10±0.28ax
	Diazinon	5.18±0.20ay	5.12±0.60ay	7.48±1.44by

Çizelge 4.14. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.69±0.05ax	0.72±0.14ax	0.57±0.05bx
	Diazinon	0.55±0.11ay	0.55±0.03ay	0.24±0.16by
C22:4(n-6)	Kontrol	0.48±0.05ax	0.48±0.05ax	0.68±0.08bx
	Diazinon	0.25±0.02ay	0.23±0.01ay	0.68±0.02bx
C22:5(n-6)	Kontrol	0.96±0.10ax	1.11±0.92bx	0.94±0.24ax
	Diazinon	0.20±0.01ay	0.39±0.02by	1.17±0.14cy
C22:5(n-3)	Kontrol	1.70±0.15ax	1.53±0.09bx	1.73±0.06ax
	Diazinon	0.97±0.18ay	1.06±0.15ay	0.71±0.20by
C22:6(n-3)	Kontrol	18.97±0.62ax	21.86±1.01bx	18.31±2.09ax
	Diazinon	9.72±0.81ay	15.35±1.54by	11.72±1.01cy
PUFA	Kontrol	37.32±3.23ax	39.46±1.33ax	35.39±1.39ax
	Diazinon	31.34±1.32ay	35.37±1.29by	30.04±1.21ay
$\Sigma(n-3)$	Kontrol	22.09±1.32ax	24.36±1.27ax	20.90±1.21ax
	Diazinon	12.15±0.50ay	17.26±1.15by	12.86±1.71ay
$\Sigma(n-6)$	Kontrol	15.23±1.35ax	15.10±1.06ax	14.48±0.42ax
	Diazinon	19.19±1.75ay	18.11±0.79ay	17.18±1.19ay
(n-3)/(n-6)	Kontrol	1.45	1.61	1.44
	Diazinon	0.63	0.95	0.75

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

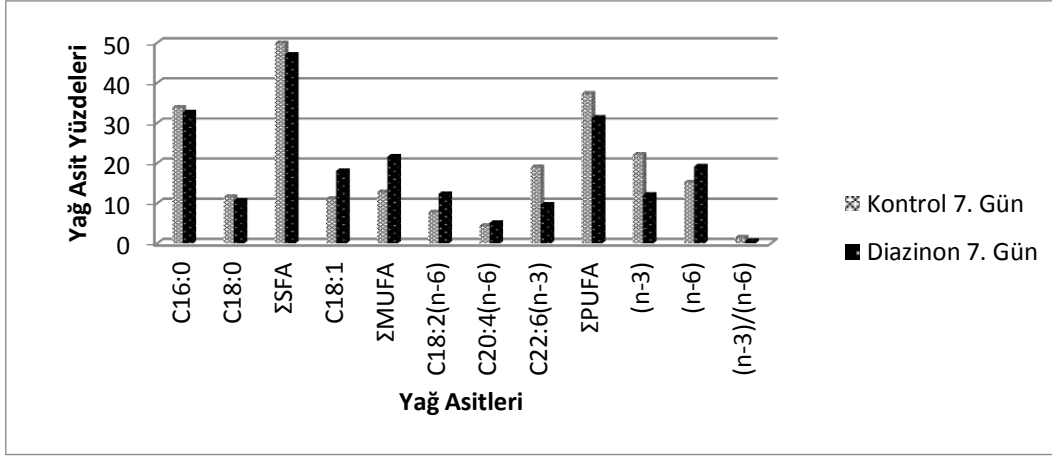
§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P>0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

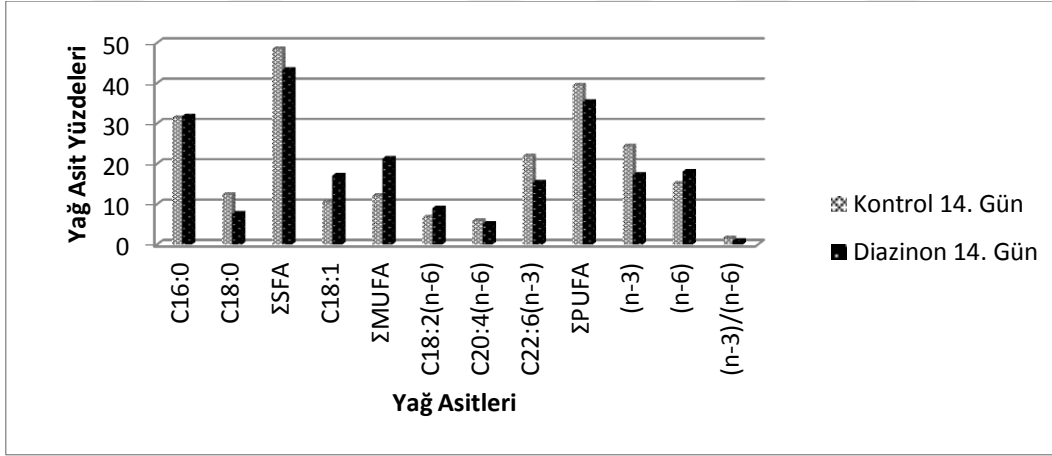
Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

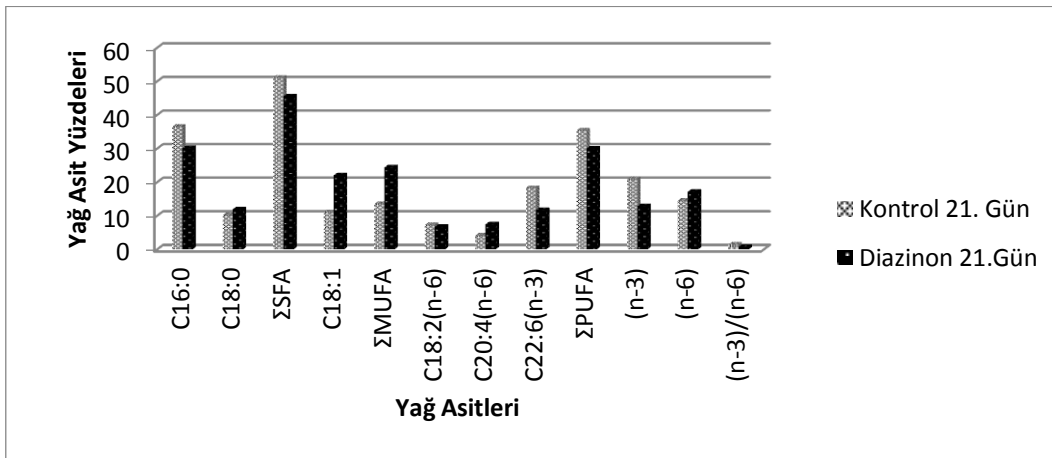
4. ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4. 40. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 41. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 42. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.3.3. Diazinon Uygulanan *O. niloticus*'un Karaciğer Triaçilgliserol (TAG) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının karaciğer dokusundaki triaçilgliserollerde (TAG) ki yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C16:1(n-7), C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Diazinon'un subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki triaçilgliserollerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C18:2(n-6)'da % 109.65 oranında artış; C16:0'da % 17.14, C18:0'da % 38.41, C18:1'de % 9.38 ve C20:4(n-6)'te % 95.84 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C14:0, C16:1(n-7) ve C22:6(n-3)'teki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

280 µg/L Diazinon uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 23.93 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalışın C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 6.96 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 44.21 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 19.68 oranında artma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 52.45 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki artma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 21.21 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Diazinon'un subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki triaçilgliserollerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C16:0'da % 31.33, C18:1'de % 27.27 oranında artış; C18:0'da % 39.23, C18:2(n-6)'da % 17.51 ve C20:4(n-6)'te % 93.07 oranında azalış kayda değerdir. Bunun yanında C14:0, C16:1(n-7) ve C22:6(n-3)'teki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Diazinon uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 10.49 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artış C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 16.95 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 50.50 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın özellikle C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 56.90 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 48.74 oranında azalış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki azalış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 17.86 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

280 µg/L Diazinon'a maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin karaciğer dokularında 21. günün sonunda, triaçilgliserollerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C16:0'da % 42.71 oranında artış; C18:0'da % 30.75, C18:1'de % 10.90, C18:2(n-6)'da % 27.34 ve C20:4(n-6)'te % 14.52 oranında azalış önemli sayılmaktadır. Bunun yanında C14:0 ve C22:6(n-3)'teki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Diazinon uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 18.74 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 4.85 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 25.54 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın özellikle C18:2(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 30.64 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 24.38 oranında azalış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki azalış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 8.70 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 15. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer triačilgliserol (TAG) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	3.36±0.36ax	4.53±0.40bx	5.66±1.42cx
	Diazinon	2.35±1.89ay	5.95±0.55by	7.13±1.20cy
C15:0	Kontrol	0.59±0.06ax	0.56±0.04ax	0.68±0.13bx
	Diazinon	0.40±0.01ay	0.51±0.05bx	0.50±0.05by
C16:0	Kontrol	21.47±1.20ax	19.50±1.09ax	21.07±0.97ax
	Diazinon	17.79±1.04ay	25.61±2.54by	30.07±1.21cy
C17:0	Kontrol	0.39±0.03ax	0.51±0.09bx	0.81±0.05cx
	Diazinon	0.35±0.10ay	0.32±0.01ay	0.41±0.08by
C18:0	Kontrol	8.67±0.74ax	9.38±0.88ax	9.30±0.91ax
	Diazinon	5.34±1.27ay	5.70±0.44ay	6.44±1.44by
SFA	Kontrol	34.47±1.30ax	34.48±1.29ax	37.52±1.37bx
	Diazinon	26.22±4.04ay	38.10±1.38by	44.55±3.21cy
C16:1	Kontrol	5.21±0.46ax	7.65±0.55bx	7.38±0.65bx
	Diazinon	6.44±2.19ay	8.27±0.39bx	7.99±0.77bx
C18:1	Kontrol	33.14±1.33ax	32.20±2.44ax	35.23±2.95ax
	Diazinon	30.03±2.14ax	40.98±1.95by	31.39±1.32ay
C20:1	Kontrol	2.15±0.25ax	3.86±0.54bx	0.49±0.03cx
	Diazinon	1.20±0.10ay	1.87±0.21by	1.63±0.12cy
MUFA	Kontrol	40.49±2.08ax	43.71±1.83ax	43.11±1.38ax
	Diazinon	37.67±1.26ax	51.12±1.47by	41.02±1.40ax
C18:2(n-6)	Kontrol	12.95±0.86ax	9.14±1.30bx	11.45±1.16cx
	Diazinon	27.15±1.22ay	7.54±1.39by	8.32±0.89by
C18:3(n-6)	Kontrol	0.28±0.01ax	0.44±0.09bx	0.21±0.01ax
	Diazinon	0.38±0.09ay	0.32±0.02by	0.14±0.01cy
C18:3(n-3)	Kontrol	1.28±0.13ax	0.40±0.07bx	0.44±0.08bx
	Diazinon	3.54±0.42ay	0.40±0.09bx	0.65±0.24cy
C20:2(n-6)	Kontrol	0.39±0.07ax	0.51±0.08bx	0.52±0.11bx
	Diazinon	0.41±0.07ax	0.25±0.02by	0.31±0.05cy
C20:3(n-6)	Kontrol	0.29±0.01ax	0.32±0.02ax	0.26±0.01bx
	Diazinon	0.19±0.04ay	0.14±0.01by	0.18±0.01ay
C20:4(n-6)	Kontrol	4.33±1.27ax	5.92±0.42bx	3.03±0.38cx
	Diazinon	0.18±0.03ay	0.41±0.14by	2.59±0.66cy

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4.15. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.39±0.04ax	0.29±0.01bx	0.18±0.01cx
	Diazinon	0.32±0.02ay	0.49±0.12by	0.10±0.01cy
C22:4(n-6)	Kontrol	0.27±0.03ax	0.40±0.11bx	0.18±0.01cx
	Diazinon	0.18±0.01ay	0.08±0.02by	0.20±0.03ax
C22:5(n-6)	Kontrol	0.28±0.02ax	0.36±0.01bx	0.16±0.03cx
	Diazinon	0.15±0.04ay	0.02±0.01by	0.20±0.02cy
C22:5(n-3)	Kontrol	0.77±0.10ax	0.91±0.25bx	0.55±0.07cx
	Diazinon	1.08±0.50ay	0.31±0.02by	0.58±0.04cx
C22:6(n-3)	Kontrol	3.81±0.41ax	3.12±0.76bx	2.43±0.32cx
	Diazinon	2.54±0.15ay	0.83±0.06by	1.15±0.26cy
PUFA	Kontrol	25.04±1.92ax	21.80±1.01bx	19.38±1.10bx
	Diazinon	36.11±0.83ay	10.79±1.16by	14.43±1.92cy
Σ(n-3)	Kontrol	6.25±0.62ax	4.71±0.52bx	3.59±0.19bx
	Diazinon	7.48±1.31ay	2.03±0.15by	2.49±0.12cy
Σ(n-6)	Kontrol	18.78±0.52ax	17.09±1.08ax	15.79±1.91bx
	Diazinon	28.63±1.48ay	8.76±1.31by	11.94±1.71cy
(n-3)/(n-6)	Kontrol	0.33	0.28	0.23
	Diazinon	0.26	0.23	0.21

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

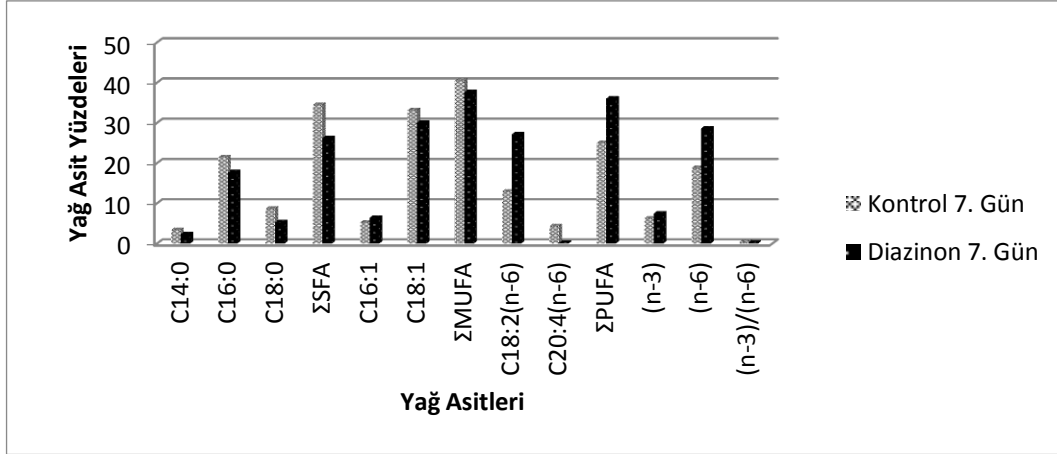
§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

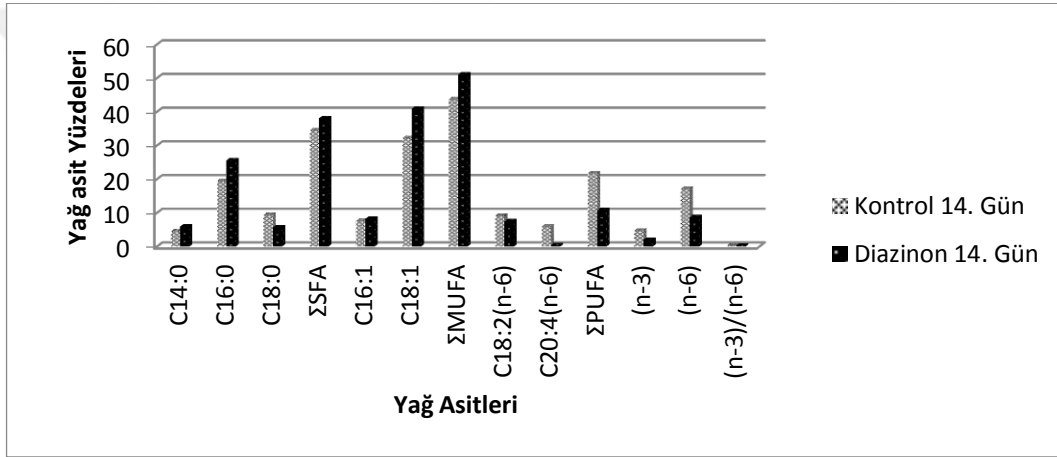
Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı

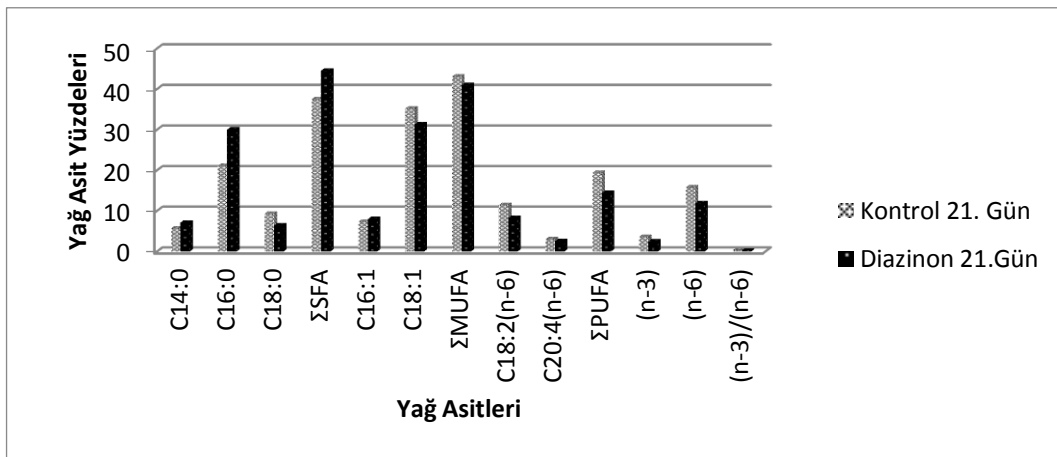
Doymamış Yağ Asitleri.



Şekil 4. 43. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 44. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 45. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.3.4. Diazinon Uygulanan *O. niloticus*'un Solungaç Total Lipid Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelelerinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının Solungaç dokusundaki total yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C16:1(n-7), C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6), C18:3(n-3) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Diazinon'un subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki total yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:0'da % 73.58, C16:1(n-7)'de % 158.39, C18:1'de % 22.70 oranında artış; C18:0'da % 45.53, C18:2(n-6)'da % 11.99, C18:3(n-3)'te % 65.98 ve C22:6(n-3)'te % 14.68 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C20:4(n-6) ve C20:1'de ki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

280 µg/L Diazinon uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 18.71 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 30.79 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 27.35 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6), C18:3(n-3) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 32.58 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 22.47 oranında azalış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C18:3(n-3) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki azalış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 12.90 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Diazinon'un subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki total yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C16:0'da % 40.27, C16:1(n-7)'de % 119.51, C18:1'de % 18.26, C18:2(n-6)'da % 6.47 oranında artış; C18:0'da % 57.30, C18:3(n-3)'te % 61.34 ve C22:6(n-3)'te % 21.20 oranında

azalış kayda değerdir. Bunun yanında C14:0 ve C20:1'de ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

Diazinon uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 5.34 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 27.61 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 15.49 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:3(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 27.97 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 4.04 oranında azalış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C18:3(n-3) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki azalış C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 25.00 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

280 µg/L Diazinon'a maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin solungaç dokularında 21. günün sonunda, total yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C16:0'da % 55.27, C16:1(n-7)'de % 40.22, C18:1'de % 26.01 oranında artış; C18:0'da % 50.92, C18:2(n-6)'da % 19.11 ve C18:3(n-3)'te % 86.22 oranında azalış önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Diazinon uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 4.36 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 25.82 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 22.22 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C18:3(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 24.06 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 20.46 oranında azalış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C18:3(n-3) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki azalış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 5.32 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4. 16. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un solungaç total lipid fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	0.86±0.07ax	1.91±0.36bx	3.10±0.11cx
	Diazinon	2.64±0.15ay	2.44±0.43ay	3.14±0.33bx
C15:0	Kontrol	0.16±0.01ax	0.32±0.04bx	0.43±0.07cx
	Diazinon	0.44±0.09ay	0.39±0.07by	0.50±0.07cy
C16:0	Kontrol	9.54±0.85ax	11.97±2.22bx	11.11±1.03bx
	Diazinon	16.56±1.19ay	16.79±0.76ay	17.25±1.07ay
C17:0	Kontrol	0.18±0.01ax	0.56±0.07bx	0.26±0.02cx
	Diazinon	0.15±0.01ay	0.22±0.02by	0.36±0.03cy
C18:0	Kontrol	10.96±1.34ax	11.29±1.01ax	10.31±1.01ax
	Diazinon	5.97±0.60ay	4.82±0.27by	5.06±1.00by
SFA	Kontrol	21.70±0.39ax	26.04±1.28bx	25.22±2.11bx
	Diazinon	25.76±1.33ay	24.65±1.33ax	26.32±1.13ax
C16:1	Kontrol	1.61±0.18ax	2.46±0.30bx	3.58±0.58cx
	Diazinon	4.16±0.35ay	5.40±0.54by	5.02±0.31by
C18:1	Kontrol	26.34±5.51ax	25.69±1.09ax	26.34±1.13ax
	Diazinon	32.32±0.29ay	30.38±1.30ay	33.19±1.33ay
C20:1	Kontrol	1.90±0.93ax	1.66±0.10bx	2.38±0.11cx
	Diazinon	2.56±0.65ay	2.27±0.21ay	2.43±0.32ax
MUFA	Kontrol	29.85±6.08ax	29.81±4.42ax	32.30±1.33ax
	Diazinon	39.04±1.28ay	38.04±1.38ay	40.64±2.08ay
C18:2(n-6)	Kontrol	17.52±1.07ax	16.85±1.08ax	16.38±2.26ax
	Diazinon	15.42±1.05ay	17.94±1.46bx	13.25±0.28cy
C18:3(n-6)	Kontrol	3.96±0.04ax	0.87±0.17bx	0.40±0.01cx
	Diazinon	0.33±0.02ay	0.96±0.10bx	0.71±0.07cy
C18:3(n-3)	Kontrol	8.76±0.88ax	7.76±0.54bx	7.76±0.54bx
	Diazinon	2.98±0.71ay	3.00±0.07ay	2.26±1.06by
C20:2(n-6)	Kontrol	0.26±0.03ax	0.65±0.06bx	0.95±0.06cx
	Diazinon	0.91±0.10ay	0.75±0.24by	0.76±0.04by
C20:3(n-6)	Kontrol	0.20±0.07ax	0.41±0.07bx	0.56±0.04cx
	Diazinon	0.39±0.07ay	0.43±0.01ax	0.50±0.03by
C20:4(n-6)	Kontrol	2.37±0.19ax	2.45±0.32ax	2.44±0.43ax
	Diazinon	1.52±0.87ay	1.15±0.29by	1.33±0.14cy

Çizelge 4.16. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	1.24±0.61ax	1.08±0.50bx	0.93±0.09cx
	Diazinon	1.16±0.04ax	1.04±0.30ax	0.84±0.03bx
C22:4(n-6)	Kontrol	0.30±0.03ax	0.91±0.33bx	0.70±0.04cx
	Diazinon	0.43±0.06ay	0.46±0.15ay	0.47±0.02ay
C22:5(n-6)	Kontrol	0.47±0.02ax	0.89±0.07bx	0.53±0.06cx
	Diazinon	0.42±0.02ay	0.40±0.01ay	0.45±0.24ay
C22:5(n-3)	Kontrol	3.99±0.29ax	2.42±0.41bx	3.36±0.36cx
	Diazinon	3.61±0.31ax	3.42±0.15ay	3.80±0.16ax
C22:6(n-3)	Kontrol	9.40±0.95ax	9.86±0.83ax	8.48±0.71ax
	Diazinon	8.02±0.71ay	7.77±0.94ay	8.69±0.89ay
PUFA	Kontrol	48.45±1.64ax	44.15±2.29bx	42.49±1.40bx
	Diazinon	35.20±5.59ay	37.31±3.23ay	33.05±1.37ay
$\Sigma(n-3)$	Kontrol	23.39±0.86ax	21.13±1.20bx	20.53±0.27bx
	Diazinon	15.77±1.91ay	15.22±1.07ay	15.59±0.29ay
$\Sigma(n-6)$	Kontrol	25.06±1.22ax	23.02±1.40bx	21.95±1.19cx
	Diazinon	19.43±0.37ay	22.09±1.32bx	17.46±0.82ay
(n-3)/(n-6)	Kontrol	0.93	0.92	0.94
	Diazinon	0.81	0.69	0.89

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

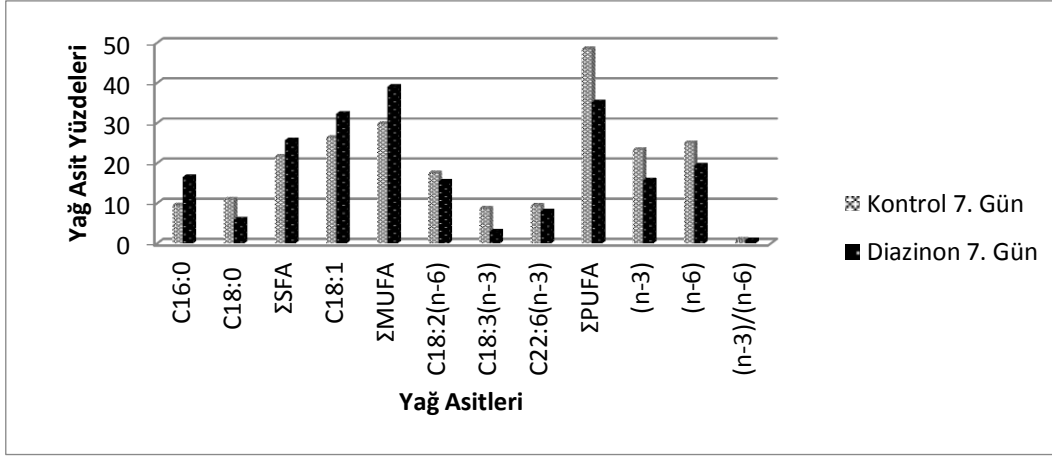
§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

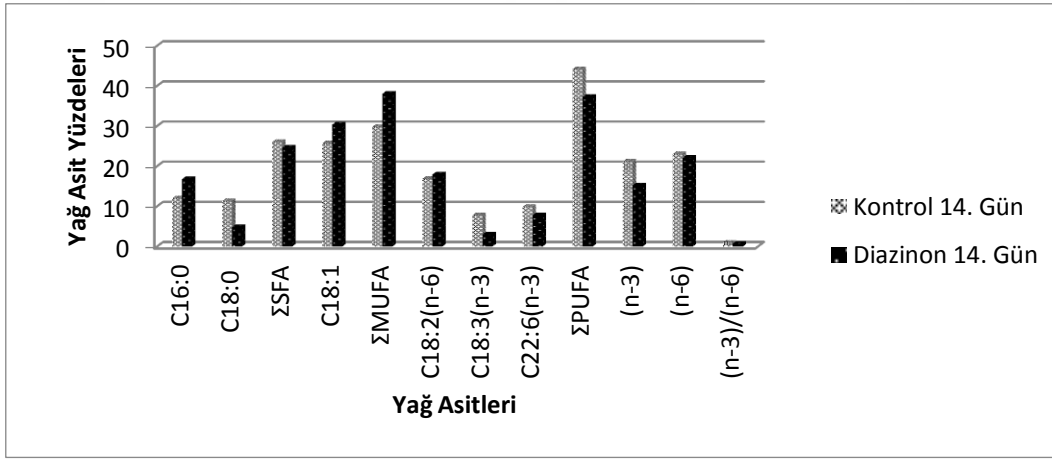
Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

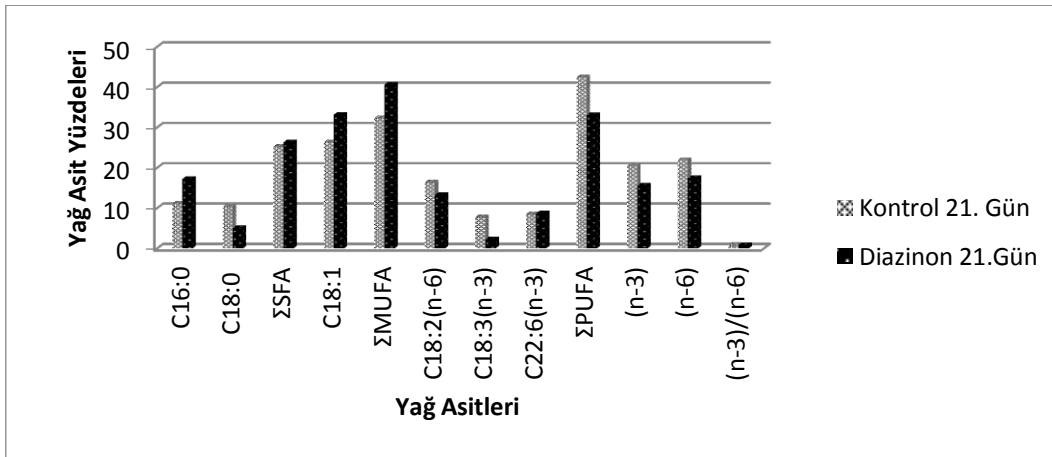
4. ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4. 46. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 47. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 48. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.3.5. Diazinon Uygulanan *O. niloticus*'un Solungaç Fosfolipid (PL) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının Solungaç dokusundaki fosfolipidlerde (PL) ki yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Diazinon'un subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki fosfolipidlerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C18:0'da % 8.95, C18:2(n-6)'da % 78.41, C20:4(n-6)'da % 67.09 oranında artış; C16:0'da % 21.17 ve C22:6(n-3)'te 66.79 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C16:1(n-7)'de ki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

280 µg/L Diazinon uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 8.80 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 10.30 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 4.52 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 55.15 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 69.62 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 73.39 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Diazinon'un subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki fosfolipidlerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C14:0'da % 148.39, C16:1(n-7)'de % 298.39, C18:1'de % 5.81, C18:2(n-6)'da % 36.63 oranında artış; C18:0'da % 6.47 ve C22:6(n-3)'te % 36.69 oranında azalış kayda değerdir. Bunun yanında C16:0'da ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Diazinon uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 2.91 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 14.07 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 5.31 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 25.98 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 17.54 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 36.94 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

280 µg/L Diazinon'a maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin solungaç dokularında 21. günün sonunda, fosfolipidlerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C18:0'da % 22.84, C16:1(n-7)'de 123.66, C18:2(n-6)'da % 10.22 oranında artış; C18:1'de % 10.21 ve C22:6(n-3)'te % 17.76 oranında azalış önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Diazinon uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 6.30 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 4.40 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 4.76 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 17.35 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 9.30 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 25.00 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 17. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelерinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	1.48±1.14ax	1.24±0.61bx	1.68±0.61cx
	Diazinon	2.30±0.23ay	3.08±0.45by	1.61±0.18cx
C15:0	Kontrol	0.16±0.01ax	0.65±0.05bx	0.76±0.19cx
	Diazinon	0.58±0.04ay	0.53±0.01ay	0.54±0.09ay
C16:0	Kontrol	30.56±1.21ax	29.86±1.19ax	29.09±1.34ax
	Diazinon	24.09±1.29ay	27.67±1.26bx	29.64±1.16bx
C17:0	Kontrol	0.11±0.03ax	0.45±0.10bx	0.37±0.04cx
	Diazinon	0.50±0.27ay	0.40±0.02by	0.38±0.02bx
C18:0	Kontrol	11.28±0.99ax	11.75±1.01ax	10.51±1.05ax
	Diazinon	12.29±1.01ax	10.99±1.89ax	12.91±1.02ay
SFA	Kontrol	43.60±1.40ax	43.95±1.19ax	42.40±1.65ax
	Diazinon	39.76±1.35ax	42.67±2.49ax	45.07±4.67bx
C16:1	Kontrol	0.59±0.05ax	0.62±0.12ax	0.93±0.18bx
	Diazinon	1.87±0.21ay	2.47±0.13by	2.08±0.21cy
C18:1	Kontrol	21.24±3.70ax	20.84±1.08ax	20.48±1.22ax
	Diazinon	21.97±1.19ax	22.05±1.12ax	18.39±2.09by
C20:1	Kontrol	0.30±0.03ax	0.50±0.27bx	0.44±0.03bx
	Diazinon	0.58±0.34ay	0.52±0.04bx	0.42±0.08cx
MUFA	Kontrol	22.14±1.29ax	21.96±1.11ax	21.85±1.36ax
	Diazinon	24.42±1.24ax	25.05±1.32ay	20.89±1.08bx
C18:2(n-6)	Kontrol	8.06±0.83ax	7.18±0.74ax	7.63±0.57ax
	Diazinon	14.38±0.88ay	9.81±0.99by	8.41±0.55cx
C18:3(n-6)	Kontrol	0.71±0.06ax	0.35±0.04bx	0.38±0.02bx
	Diazinon	0.42±0.03ay	0.68±0.06by	0.40±0.11ax
C18:3(n-3)	Kontrol	0.60±0.14ax	0.26±0.02bx	0.16±0.01cx
	Diazinon	1.03±0.09ay	0.94±0.06ay	0.26±0.07by
C20:2(n-6)	Kontrol	0.21±0.01ax	0.49±0.04bx	0.61±0.46cx
	Diazinon	0.24±0.16ay	0.59±0.08by	0.01±0.01cy
C20:3(n-6)	Kontrol	0.22±0.02ax	0.67±0.07bx	0.53±0.06cx
	Diazinon	0.39±0.03ay	0.69±0.06bx	0.82±0.07cy
C20:4(n-6)	Kontrol	6.29±0.34ax	5.42±0.55bx	6.16±0.61ax
	Diazinon	10.51±0.56ay	5.98±0.57bx	6.66±0.42cx

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4.17. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.44±0.15ax	1.06±0.15bx	1.32±0.63cx
	Diazinon	0.44±0.05ax	0.93±0.06bx	1.05±0.10by
C22:4(n-6)	Kontrol	0.36±0.13ax	0.95±0.06bx	0.68±0.05cx
	Diazinon	0.86±0.07ay	0.63±0.09by	1.01±0.28cy
C22:5(n-6)	Kontrol	0.53±0.06ax	1.12±0.21bx	0.90±0.25cx
	Diazinon	1.01±0.33ay	0.64±0.10by	1.16±0.37ay
C22:5(n-3)	Kontrol	0.77±0.10ax	1.68±0.61bx	2.34±0.22cx
	Diazinon	1.22±0.14ay	1.95±0.19by	1.91±0.57by
C22:6(n-3)	Kontrol	16.08±1.48ax	14.91±1.04ax	15.03±1.04ax
	Diazinon	5.34±1.27ay	9.44±0.98by	12.36±0.72cy
PUFA	Kontrol	34.27±1.15ax	34.09±0.16ax	35.74±1.34ax
	Diazinon	35.82±0.80ax	32.28±2.44ax	34.04±1.70ax
Σ(n-3)	Kontrol	17.88±1.07ax	17.90±1.46ax	18.85±0.30ax
	Diazinon	8.02±0.71ay	13.25±1.03by	15.58±1.26cy
Σ(n-6)	Kontrol	16.39±1.06ax	16.19±1.16ax	16.89±1.08ax
	Diazinon	27.80±1.23ay	19.03±1.19by	18.46±1.03bx
(n-3)/(n-6)	Kontrol	1.09	1.11	1.12
	Diazinon	0.29	0.70	0.84

Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

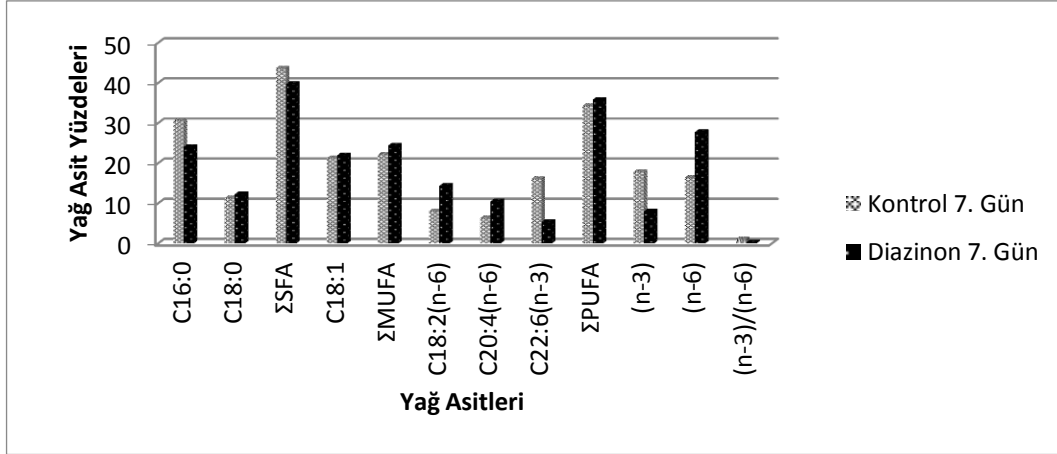
§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

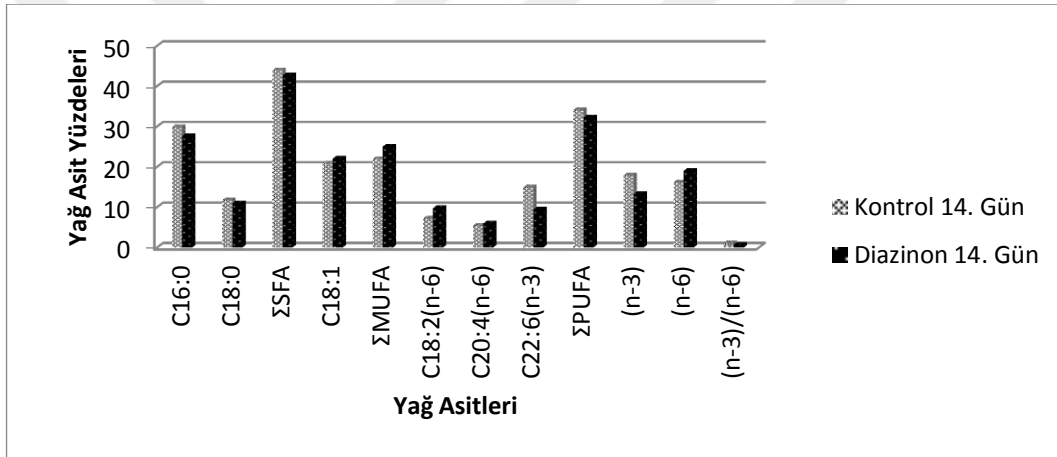
Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

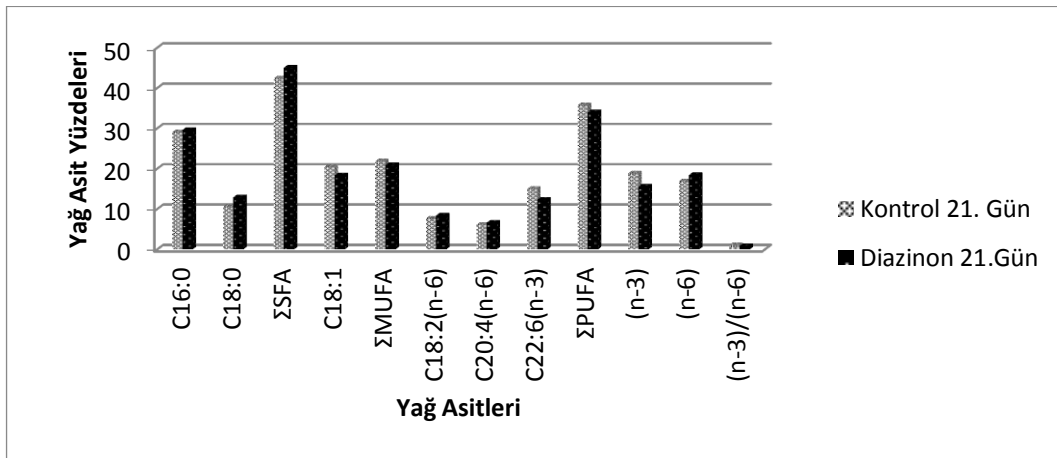
*



Şekil 4. 49. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 50. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 51. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.3.6. Diazinon Uygulanan *O. niloticus*'un Solungaç Triaçilgliserol (TAG) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının Solungaç dokusundaki triaçilgliserollerde (TAG) ki yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C14:0, C16:0, C18:0, MUFA'dan C16:1(n-7), C18:1, C20:1 PUFA'dan C18:2(n-6), C22:5(n-3) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Diazinon'un subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki triaçilgliserollerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C14:0'da % 40.11, C16:1(n-7)'de % 59.87, C18:2(n-6)'da % 33.94 oranında artış; C16:0'da % 3.18, C18:0'da % 7.35, C18:1'de % 6.84, C20:1'de % 90.56, C22:5(n-3)'te % 37.77 ve % C22:6(n-3)'te 29.28 oranında azalış önemli görülmüştür.

280 µg/L Diazinon uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA incelendiğinde, SFA'da % 2.86 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C14:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 6.23 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1 ve C20:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 7.22 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 15.20 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 23.25 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 30.99 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Diazinon'un subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki triaçilgliserollerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C18:2(n-6)'da % 193.82 oranında artış; C16:0'da % 34.08, C18:0'da % 97.25, C18:1'de % 52.63 ve C20:1'de % 90.91 oranında azalış kayda değerdir. Bunun yanında C14:0 C22:6(n-3)'te ki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

Diazinon uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA incelendiğinde, SFA'da % 40.71 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 50.16 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1 ve C20:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 167.18 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın özellikle C18:2(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 0.48 oranında artış kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 273.71 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki artış C22:5(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 73.44 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

280 µg/L Diazinon'a maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin solungaç dokularında 21. günün sonunda, triaçilgliserollerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C14:0'da % 28.68, C16:1(n-7)'de % 63.18, C18:2(n-6)'da % 99.08, C22:6(n-3)'te 76.36 oranında artış; C16:0'da % 16.58, C18:0'da % 96.39, C18:1'de % 57.41 ve C20:1'de % 92.83 oranında azalış önemli sayılmaktadır. Bunun yanında C22:5(n-3)'te ki değişiklik te önemli görülmektedir.

21. gün sonunda Diazinon uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 21.37 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalışın C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 44.88 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1 ve C20:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 119.29 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın özellikle C18:2(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 39.70 oranında artış kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 167.80 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki artış C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 47.54 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4. 18. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelерinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	3.44±0.25ax	4.83±0.44bx	3.94±0.35cx
	Diazinon	4.82±0.27ay	4.16±1.05by	5.07±0.51ay
C15:0	Kontrol	0.44±0.14ax	0.59±0.06bx	0.78±0.03cx
	Diazinon	0.77±0.03ay	0.34±0.04by	0.63±0.11cy
C16:0	Kontrol	24.56±1.15ax	23.68±0.64ax	25.64±3.12ax
	Diazinon	23.78±1.26ax	15.61±1.05by	21.39±1.17ay
C17:0	Kontrol	0.29±0.01ax	0.17±0.03bx	0.49±0.03cx
	Diazinon	0.71±0.07ay	0.32±0.07by	0.49±0.06cx
C18:0	Kontrol	5.17±0.27ax	5.45±0.53ax	4.43±0.32bx
	Diazinon	4.79±0.82ax	0.15±0.06by	0.16±0.01by
SFA	Kontrol	33.89±1.33ax	34.71±1.22ax	35.28±2.37ax
	Diazinon	34.86±1.24ax	20.58±1.22by	27.74±1.26cy
C16:1	Kontrol	4.66±0.27ax	6.12±0.55bx	5.35±0.44cx
	Diazinon	7.45±0.77ay	5.42±0.55by	8.73±0.82cy
C18:1	Kontrol	34.64±1.34ax	33.86±1.62ax	33.86±0.49ax
	Diazinon	32.27±0.55ax	16.04±1.88by	14.42±1.08by
C20:1	Kontrol	3.39±0.34ax	3.74±0.09ax	3.21±0.40ax
	Diazinon	0.32±0.04ay	0.34±0.05ay	0.23±0.05by
MUFA	Kontrol	42.69±2.49ax	43.72±1.83ax	42.42±1.44ax
	Diazinon	40.03±1.44ax	21.79±1.16by	23.38±1.03by
C18:2(n-6)	Kontrol	11.02±0.25ax	10.84±0.27ax	11.92±1.01ax
	Diazinon	14.76±1.02ay	31.85±2.78by	23.73±1.12cy
C18:3(n-6)	Kontrol	0.51±0.03ax	0.20±0.07bx	0.22±0.02bx
	Diazinon	0.15±0.03ay	13.07±1.95ay	10.95±0.99by
C18:3(n-3)	Kontrol	0.81±0.06ax	1.00±0.22bx	0.98±0.09bx
	Diazinon	2.17±0.28ay	0.29±0.10by	0.19±0.05cy
C20:2(n-6)	Kontrol	0.80±0.04ax	0.59±0.06bx	0.45±0.02cx
	Diazinon	0.56±0.07ay	0.88±0.06by	0.80±0.04by
C20:3(n-6)	Kontrol	0.41±0.07ax	0.37±0.01ax	0.16±0.01bx
	Diazinon	0.25±0.02ay	0.46±0.06by	0.35±0.10cy
C20:4(n-6)	Kontrol	0.24±0.02ax	0.71±0.02bx	0.66±0.07bx
	Diazinon	0.68±0.09ay	2.31±0.05by	0.61±0.13ax

Çizelge 4.18. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.67±0.07ax	0.46±0.16bx	0.82±0.07cx
	Diazinon	0.53±0.01ay	1.03±0.09by	1.15±0.29cy
C22:4(n-6)	Kontrol	0.43±0.10ax	0.33±0.01bx	0.31±0.05bx
	Diazinon	0.31±0.01ay	0.31±0.05ax	0.38±0.06by
C22:5(n-6)	Kontrol	0.29±0.01ax	0.12±0.01bx	0.12±0.02bx
	Diazinon	0.15±0.03ay	0.29±0.02by	0.27±0.03by
C22:5(n-3)	Kontrol	3.23±0.06ax	2.43±0.32bx	2.96±0.10ax
	Diazinon	2.01±0.25ay	2.98±0.30by	3.95±0.48cy
C22:6(n-3)	Kontrol	5.02±0.52ax	4.52±0.39ax	3.68±0.26bx
	Diazinon	3.55±0.05ay	4.14±0.44bx	6.49±0.61cy
PUFA	Kontrol	23.42±0.19ax	21.57±1.22ax	22.29±1.09ax
	Diazinon	25.11±1.25ax	57.63±1.63by	48.88±1.64cy
$\Sigma(n-3)$	Kontrol	9.74±0.70ax	8.41±0.21bx	8.44±0.71bx
	Diazinon	8.26±0.67ay	8.45±0.71ax	11.79±0.99by
$\Sigma(n-6)$	Kontrol	13.68±1.63ax	13.16±0.79ax	13.85±1.03ax
	Diazinon	16.86±1.08ay	49.18±1.47by	37.09±1.81cy
(n-3)/(n-6)	Kontrol	0.71	0.64	0.61
	Diazinon	0.49	0.17	0.32

Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P>0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

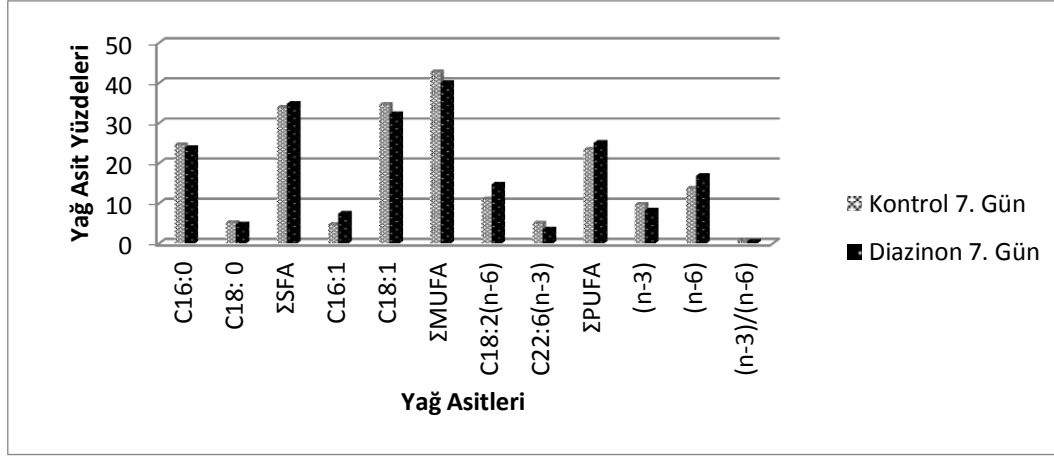
a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

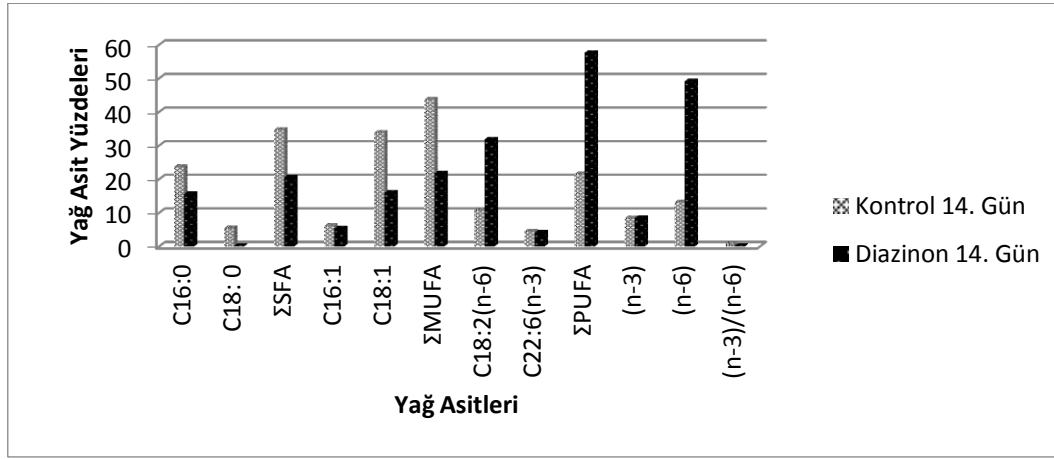
S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

*

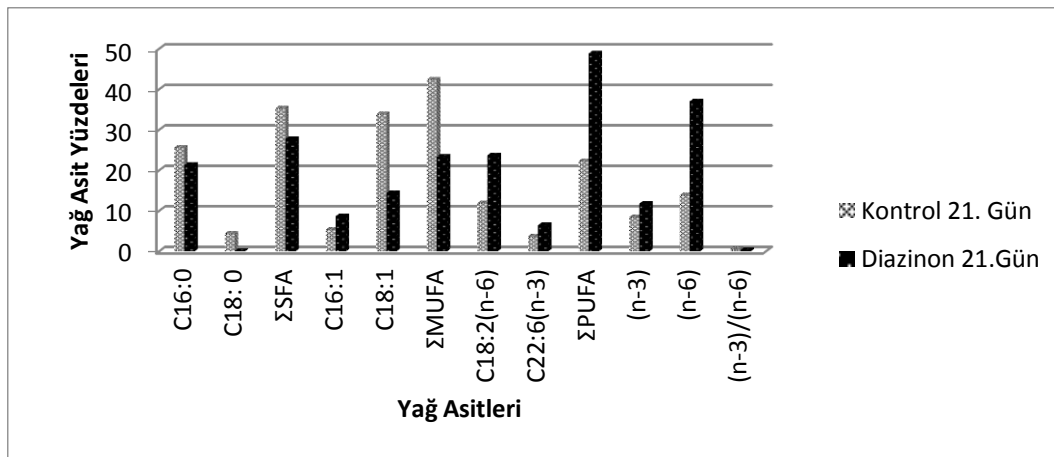
4. ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4. 52. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 53. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 54. Diazinon uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.4. Lambda-cyhalothrin Grubunda Meydana Gelen Değişiklikler

4.4.1. Lambda-cyhalothrin Uygulanan *O. niloticus*'un Karaciğer Total Lipid Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının karaciğer dokusundaki total yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. ünde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Lambda-cyhalothrin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki total yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:0'da % 2.12, C18:0'da % 1.49, C16:1(n-7)'de % 163.30, C18:1'de % 27.72 oranında artış; C18:2(n-6)'da % 30.97 ve C22:6(n-3)'te % 52.02 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C20:4(n-6)'da ki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

0.29 µg/L Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 2.93 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 40.15 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 29.29 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 41.83 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 16.25 oranında azalış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki azalış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 30.77 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Lambda-cyhalothrin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki total yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C18:1'de % 23.78 oranında artış; C16:0'da % 22.16, C18:0'da % 27.13, C18:2(n-6)'da % 5.76 ve

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

C22:6(n-3)'te % 59.78 oranında azalış kayda değerdir. Bunun yanında C16:1(n-7)'de ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 11.95 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 43.22 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 20.83 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 34.94 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 3.75 oranında azalış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki azalış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 32.23 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

0.29 µg/L Lambda-cyhalothrin'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin karaciğer dokularında 21. günün sonunda, total yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C18:1'de % 27.04 oranında artış; C16:0'da % 19.13, C18:0'da % 1.97, C18:2(n-6)'da % 18.20 ve C22:6(n-3)'te % 54.71 oranında azalış önemli sayılmaktadır. Bunun yanında C16:1(n-7)'de ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 2.03 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 42.03 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 27.88 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 39.72 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 13.42 oranında azalış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki azalış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 30.33 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

Çizelge 4.19. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelерinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	1.54±0.18ax	0.31±0.05bx	1.14±0.27cx
	Lambda	2.51±0.23ay	2.83±1.11by	4.50±0.33cy
C15:0	Kontrol	0.49±0.04ax	0.09±0.03bx	0.46±0.15ax
	Lambda	0.36±0.05ay	0.48±0.07by	0.55±0.07cy
C16:0	Kontrol	19.33±1.11ax	21.80±0.38bx	21.96±1.11bx
	Lambda	19.74±1.09ax	16.97±0.77by	17.76±1.07by
C17:0	Kontrol	0.91±0.33ax	0.11±0.02bx	0.35±0.02cx
	Lambda	0.40±0.01ay	0.41±0.07ay	0.62±0.13by
C18:0	Kontrol	7.40±0.79ax	6.82±0.73ax	6.09±0.88bx
	Lambda	7.51±1.82ax	4.97±0.82by	5.97±0.60cx
SFA	Kontrol	29.66±1.29ax	29.13±1.25ax	30.00±1.39ax
	Lambda	30.53±3.05ax	25.65±3.12by	29.39±1.22ax
C16:1	Kontrol	1.88±0.18ax	0.94±0.12bx	2.05±0.27ax
	Lambda	4.95±0.33ay	4.70±0.35ay	5.54±0.48by
C18:1	Kontrol	25.72±1.33ax	27.29±1.20ax	25.48±1.30ax
	Lambda	32.85±1.16ay	33.78±1.22ay	32.37±0.29ay
C20:1	Kontrol	0.82±0.07ax	0.24±0.04bx	1.27±0.21cx
	Lambda	2.02±0.25ay	2.31±0.05by	2.98±0.30cy
MUFA	Kontrol	28.42±1.54ax	28.48±2.96ax	28.79±2.05ax
	Lambda	39.83±1.33ay	40.79±1.33ay	40.89±1.05ay
C18:2(n-6)	Kontrol	14.82±0.63ax	15.27±0.67ax	14.56±1.06ax
	Lambda	10.23±0.92ay	14.39±1.09bx	11.91±1.10ay
C18:3(n-6)	Kontrol	1.30±0.85ax	1.56±0.09bx	0.46±0.15cx
	Lambda	0.64±0.11ay	0.78±0.04by	0.69±0.09ay
C18:3(n-3)	Kontrol	0.41±0.07ax	1.95±0.16bx	1.98±0.17bx
	Lambda	1.09±0.28ay	2.58±0.43by	1.80±0.27cx
C20:2(n-6)	Kontrol	0.87±0.09ax	0.15±0.01bx	0.62±0.05cx
	Lambda	0.76±0.04ay	0.65±0.24by	0.83±0.19ay
C20:3(n-6)	Kontrol	0.72±0.03ax	0.11±0.03bx	0.34±0.02cx
	Lambda	0.55±0.07ay	0.44±0.09by	0.51±0.04ay
C20:4(n-6)	Kontrol	1.34±0.01ax	1.88±0.11bx	1.88±0.16bx
	Lambda	4.04±0.66ay	1.29±0.06by	1.35±0.16by

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4.19. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.62±0.12ax	0.14±0.01bx	0.92±0.12cx
	Lambda	0.58±0.04ax	1.06±0.15by	0.83±0.19cx
C22:4(n-6)	Kontrol	0.65±0.06ax	0.10±0.02bx	0.26±0.02cx
	Lambda	0.37±0.01ay	0.47±0.02by	0.33±0.03cy
C22:5(n-6)	Kontrol	0.84±0.14ax	0.13±0.05bx	0.43±0.01cx
	Lambda	0.63±0.06ay	0.44±0.14by	0.45±0.08bx
C22:5(n-3)	Kontrol	1.81±0.22ax	1.43±0.20bx	1.09±0.28cx
	Lambda	1.86±0.26ax	3.53±0.34by	2.56±0.65cy
C22:6(n-3)	Kontrol	18.53±1.08ax	19.69±1.35ax	18.68±1.08ax
	Lambda	8.89±0.87ay	7.92±0.68by	8.46±0.83aby
PUFA	Kontrol	41.92±2.60ax	42.39±1.44ax	41.21±1.56ax
	Lambda	29.64±1.16ay	33.56±3.69by	29.72±1.67ay
Σ(n-3)	Kontrol	21.37±2.61ax	23.21±1.95ax	22.66±1.22ax
	Lambda	12.43±1.02ay	15.10±1.06by	13.66±0.80ay
Σ(n-6)	Kontrol	20.55±1.22ax	19.18±1.75ax	18.55±1.28ax
	Lambda	17.21±1.07ay	18.46±1.03ax	16.06±1.88ay
(n-3)/(n-6)	Kontrol	1.04	1.21	1.22
	Lambda	0.72	0.82	0.85

Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

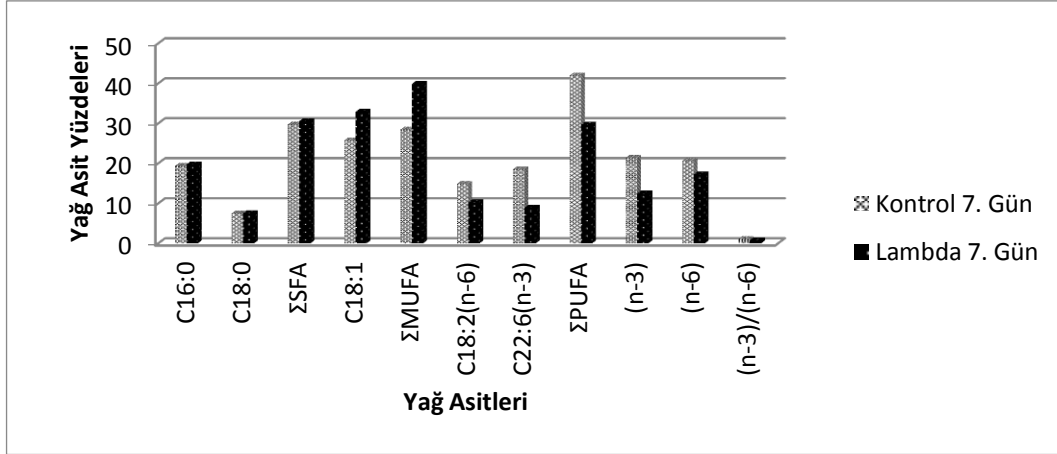
§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

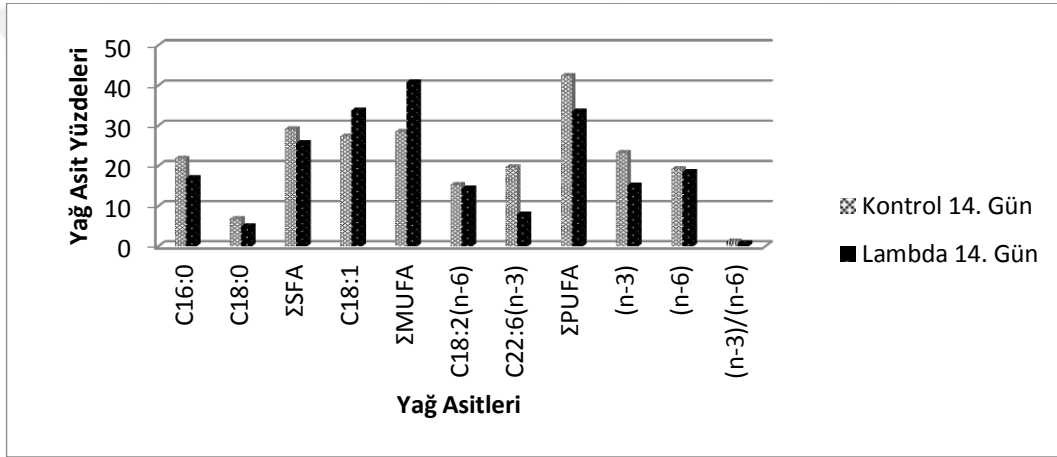
Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

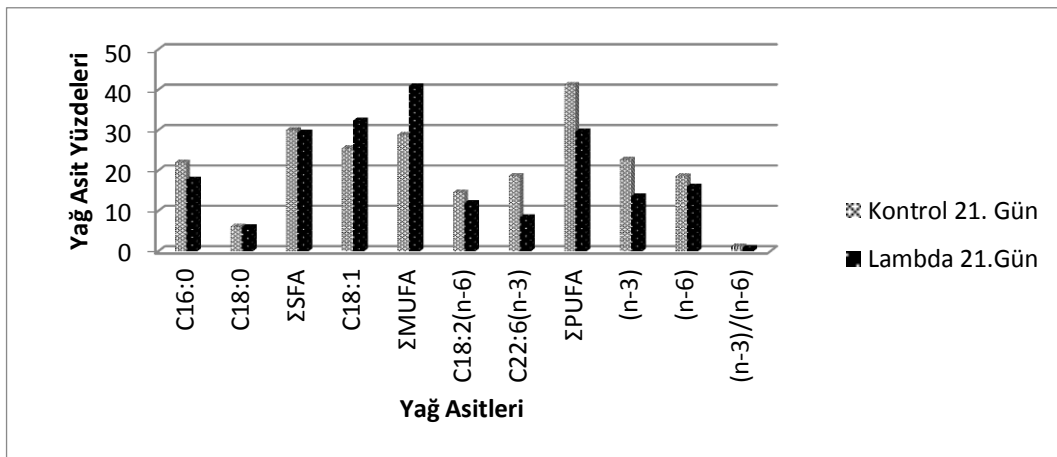
*



Şekil 4. 55. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 56. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 57. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.4.2. Lambda-cyhalothrin Uygulanan *O. niloticus*'un Karaciğer Fosfolipid (PL) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının karaciğer dokusundaki fosfolipidlerde (PL) ki yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Lambda-cyhalothrin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki fosfolipidlerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:0'da % 7.31, C18:0'da % 23.68, C18:1'de % 34.35 oranında artış; C18:2(n-6)'da % 19.69, C20:4(n-6)'da % 17.50 ve C22:6(n-3)'te 26.04 oranında azalış önemli görülmüştür.

0.29 µg/L Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 8.34 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 33.81 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 24.28 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 24.94 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 23.37 oranında azalış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki azalış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 2.07 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Lambda-cyhalothrin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki fosfolipidlerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:0'da % 17.60, C18:0'da % 0.16, C18:1'de % 37.58, C18:2(n-6)'da % 10.28 oranında

artış; C20:4(n-6)'da % 59.73 ve C22:6(n-3)'te 33.50 oranında azalış kayda değerdir. Bunun yanında C16:1(n-7)'de ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 12.42 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 36.21 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 26.31 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C20:4(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 30.95 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 18.81 oranında azalış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki azalış C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 14.91 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

0.29 $\mu\text{g/L}$ Lambda-cyhalothrin'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin karaciğer dokularında 21. günün sonunda, fosfolipidlerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C16:0'da % 8.72, C18:1'de % 37.38, C18:2(n-6)'da % 3.32 oranında artış; C18:0'da % 10.03, C20:4(n-6)'da % 31.95 ve C22:6(n-3)'te 24.25 oranında azalış önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 3.37 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 33.61 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 18.85 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C20:4(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 24.16 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 11.12 oranında azalış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki azalış C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 14.58 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4. 20. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	2.74±0.09ax	2.94±0.46ax	2.65±0.15ax
	Lambda	2.25±0.62ay	3.75±0.66by	3.09±0.21cy
C15:0	Kontrol	0.79±0.06ax	0.99±0.51bx	0.89±0.29cx
	Lambda	0.53±0.10ay	0.73±0.12by	0.45±0.08cy
C16:0	Kontrol	33.92±1.35ax	31.37±0.67ax	36.48±1.38bx
	Lambda	36.40±1.38ax	36.89±1.25ay	39.66±2.18x
C17:0	Kontrol	0.88±0.58ax	0.80±0.07ax	0.89±0.36ax
	Lambda	0.56±0.09ay	0.73±0.08bx	0.47±0.10cy
C18:0	Kontrol	11.57±0.68ax	12.37±1.12ax	10.17±0.41bx
	Lambda	14.31±0.63ay	12.39±1.12bx	9.15±0.30cx
SFA	Kontrol	49.89±1.38ax	48.46±1.61ax	51.09±1.48ax
	Lambda	54.05±1.45ax	54.48±1.62ay	52.81±2.02ax
C16:1	Kontrol	1.28±0.34ax	0.61±0.06bx	1.45±0.15cx
	Lambda	1.81±0.22ay	1.07±0.15by	2.56±0.23cy
C18:1	Kontrol	11.12±1.03ax	10.51±1.05ax	11.13±0.99ax
	Lambda	14.94±0.64ay	14.46±1.08ay	15.29±1.35ay
C20:1	Kontrol	0.39±0.03ax	0.96±0.10bx	0.94±0.06bx
	Lambda	0.94±0.02ay	0.90±0.21ax	0.62±0.60by
MUFA	Kontrol	12.79±0.71ax	12.07±0.68ax	13.52±1.15ax
	Lambda	17.69±1.23ay	16.44±2.18ay	18.47±1.03ay
C18:2(n-6)	Kontrol	7.82±0.56ax	6.71±0.33bx	7.23±0.72ax
	Lambda	6.28±0.66ay	7.40±0.79bx	7.47±0.76bx
C18:3(n-6)	Kontrol	0.17±0.06ax	0.25±0.06ax	0.17±0.06ax
	Lambda	0.08±0.02ay	0.22±0.07by	0.20±0.03by
C18:3(n-3)	Kontrol	0.73±0.18ax	0.25±0.02bx	0.28±0.01bx
	Lambda	0.44±0.03ay	0.46±0.02ay	0.23±0.01by
C20:2(n-6)	Kontrol	1.01±0.13ax	0.47±0.08bx	1.22±0.14cx
	Lambda	0.89±0.36ay	1.08±0.50by	1.35±0.10cx
C20:3(n-6)	Kontrol	0.39±0.02ax	0.22±0.02bx	0.15±0.04cx
	Lambda	0.32±0.02ay	0.55±0.04by	0.65±0.18cy
C20:4(n-6)	Kontrol	4.40±0.41ax	5.86±0.57bx	4.10±0.28ax
	Lambda	3.63±0.33ay	2.36±0.25by	2.79±0.21cy

Çizelge 4.20. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.69±0.05ax	0.72±0.14ax	0.57±0.05bx
	Lambda	0.26±0.07ay	0.64±0.11by	0.28±0.08ay
C22:4(n-6)	Kontrol	0.48±0.05ax	0.48±0.05ax	0.68±0.08bx
	Lambda	0.20±0.01ay	0.29±0.01by	0.13±0.03cy
C22:5(n-6)	Kontrol	0.96±0.10ax	1.11±0.92bx	0.94±0.24ax
	Lambda	0.28±0.06ay	0.38±0.04by	0.28±0.01ay
C22:5(n-3)	Kontrol	1.70±0.15ax	1.53±0.09bx	1.73±0.06ax
	Lambda	1.84±0.23ax	1.62±0.15bx	1.47±0.14by
C22:6(n-3)	Kontrol	18.97±0.62ax	21.86±1.01bx	18.31±2.09ax
	Lambda	14.03±1.14ay	14.10±1.04ay	13.87±0.33ay
PUFA	Kontrol	37.32±3.23ax	39.46±1.33ax	35.39±1.39ax
	Lambda	28.26±1.31ay	29.08±1.22ay	28.72±1.28ay
$\Sigma(n-3)$	Kontrol	22.09±1.32ax	24.36±1.27ax	20.90±1.21ax
	Lambda	16.58±1.72ay	16.82±0.49ay	15.85±1.16ay
$\Sigma(n-6)$	Kontrol	15.23±1.35ax	15.10±1.06ax	14.48±0.42ax
	Lambda	11.67±0.99ay	12.26±0.98ay	12.87±0.59ay
(n-3)/(n-6)	Kontrol	1.45	1.61	1.44
	Lambda	1.42	1.37	1.23

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P>0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

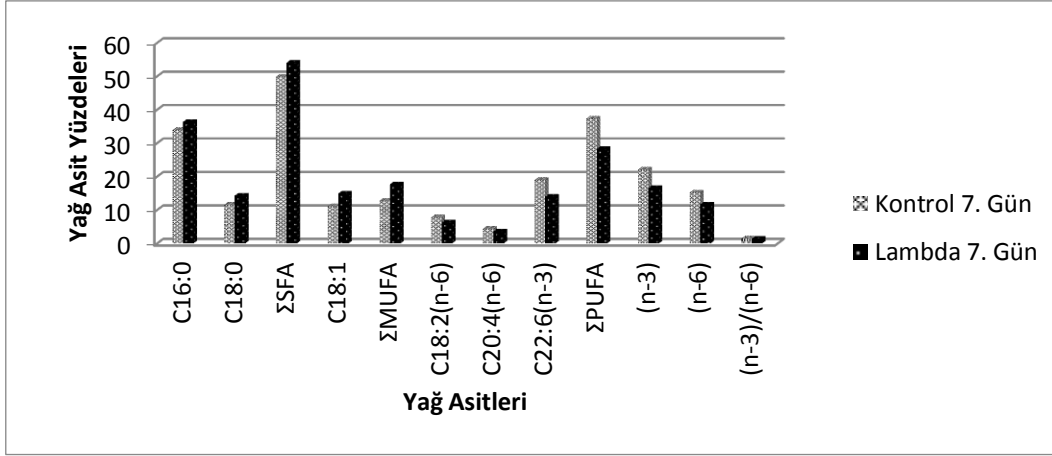
a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

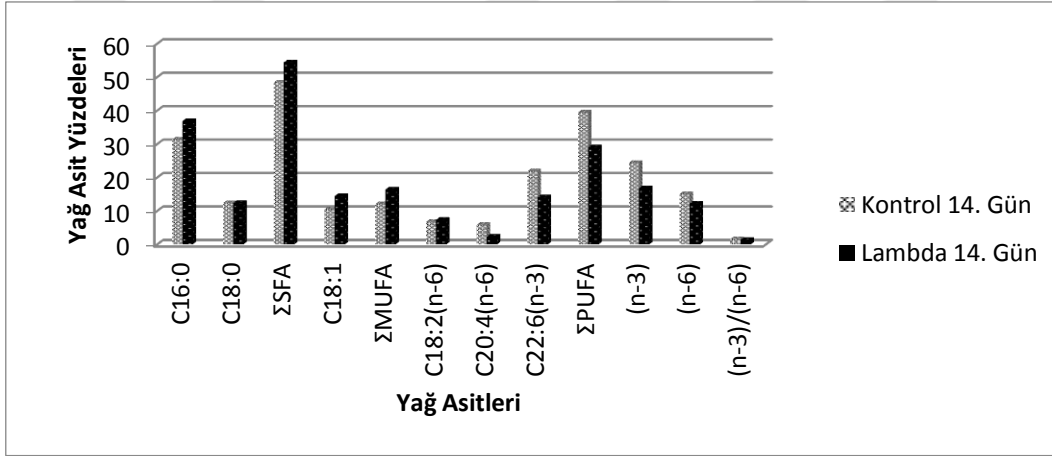
S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

*

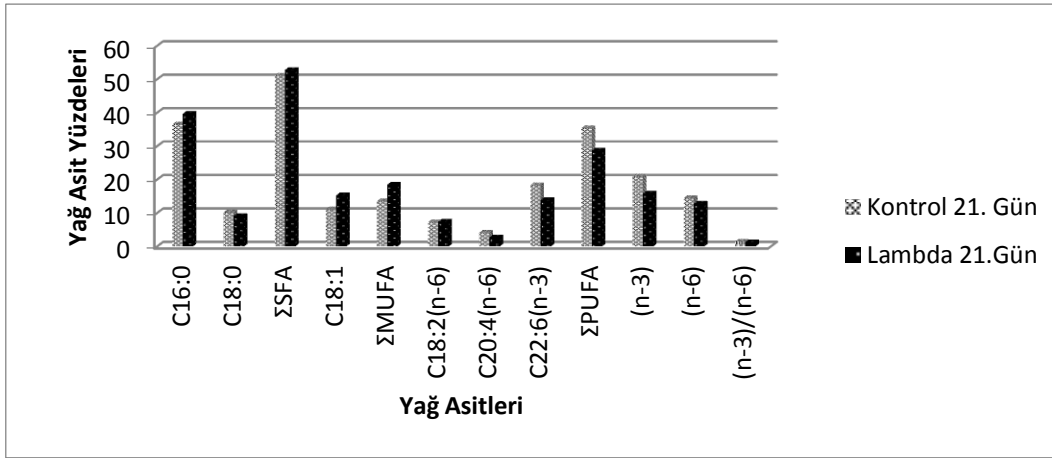
4. ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4. 58. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 59. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 60. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.4.3. Lambda-cyhalothrin Uygulanan *O. niloticus*'un Karaciğer Triaçilgliserol (TAG) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının karaciğer dokusundaki triaçilgliserollerde (TAG) ki yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C16:1(n-7), C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Lambda-cyhalothrin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki triaçilgliserollerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C18:1'de % 26.49, C18:2(n-6)'da % 25.56, C22:6(n-3) % 8.14 oranında artış; C16:0'da % 38.61, C18:0'da % 64.36 ve C20:4(n-6)'te % 81.99 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C16:1(n-7)'deki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

0.29 µg/L Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 43.55 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalışın C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 29.66 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 28.04 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 46.88 oranında artma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 18.87 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki artma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 48.48 oranında bir artış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Lambda-cyhalothrin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların karaciğer dokularındaki triaçilgliserollerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C16:0'da % 6.72, C18:1'de % 19.88, C18:2(n-6)'da % 40.92 oranında artış;

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

C18:0'da % 49.47, C20:4(n-6)'te % 93.07 ve C22:6(n-3)'te % 8.33 oranında azalış kayda değerdir. Bunun yanında C14:0 ve C16:1(n-7)'deki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 6.87 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 4.51 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 1.88 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın özellikle C18:2(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 51.80 oranında artma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 11.88 oranında azalış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki artma C18:3(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki azalış C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 67.88 oranında bir artış tespit edilmiştir.

0.29 µg/L Lambda-cyhalothrin'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin karaciğer dokularında 21. günün sonunda, triaçilgliserollerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C16:0'da % 15.85, C18:1'de % 15.27 oranında artış; C18:0'da % 40.11, C18:2(n-6)'da % 44.80, C20:4(n-6)'te % 64.36 ve C22:6(n-3)'te % 27.57 oranında azalış önemli sayılmaktadır. Bunun yanında C14:0 ve C16:1(n-7)'deki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 0.35 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 17.23 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 39.06 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 8.36 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 46.11 oranında azalış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki azalış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 69.57 oranında bir artış tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 21. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	3.36±0.36ax	4.53±0.40bx	5.66±1.42cx
	Lambda	2.61±0.43ay	5.37±0.41by	6.73±1.27cy
C15:0	Kontrol	0.59±0.06ax	0.56±0.04ax	0.68±0.13bx
	Lambda	0.32±0.01ay	0.66±0.22by	0.47±0.02cy
C16:0	Kontrol	21.47±1.20ax	19.50±1.09ax	21.07±0.97ax
	Lambda	13.18±1.12ay	20.81±1.08bx	24.41±1.14cy
C17:0	Kontrol	0.39±0.03ax	0.51±0.09bx	0.81±0.05cx
	Lambda	0.25±0.02ay	0.54±0.07bx	0.47±0.02cy
C18:0	Kontrol	8.67±0.74ax	9.38±0.88ax	9.30±0.91ax
	Lambda	3.09±0.21ay	4.74±0.23by	5.57±0.54cy
SFA	Kontrol	34.47±1.30ax	34.48±1.29ax	37.52±1.37bx
	Lambda	19.46±0.70ay	32.11±1.35bx	37.65±4.31cx
C16:1	Kontrol	5.21±0.46ax	7.65±0.55bx	7.38±0.65bx
	Lambda	7.32±0.58ay	6.88±0.59ay	7.95±1.05bx
C18:1	Kontrol	33.14±1.33ax	32.20±2.44ax	35.23±2.95ax
	Lambda	41.92±0.50ay	38.60±1.37ay	40.61±1.22ay
C20:1	Kontrol	2.15±0.25ax	3.86±0.54bx	0.49±0.03cx
	Lambda	3.26±0.36ay	0.20±0.04by	1.98±0.17cy
MUFA	Kontrol	40.49±2.08ax	43.71±1.83ax	43.11±1.38ax
	Lambda	52.50±4.36ay	45.68±1.45bx	50.54±1.47ay
C18:2(n-6)	Kontrol	12.95±0.86ax	9.14±1.30bx	11.45±1.16cx
	Lambda	16.26±4.61ay	12.88±2.41by	6.32±0.09cy
C18:3(n-6)	Kontrol	0.28±0.01ax	0.44±0.09bx	0.21±0.01ax
	Lambda	0.48±0.04ay	0.28±0.06by	0.35±0.02cy
C18:3(n-3)	Kontrol	1.28±0.13ax	0.40±0.07bx	0.44±0.08bx
	Lambda	2.33±0.06ay	1.78±0.38by	0.65±0.05cy
C20:2(n-6)	Kontrol	0.39±0.07ax	0.51±0.08bx	0.52±0.11bx
	Lambda	0.78±0.04ay	0.82±0.07ay	0.37±0.01by
C20:3(n-6)	Kontrol	0.29±0.01ax	0.32±0.02ax	0.26±0.01bx
	Lambda	0.21±0.05ay	0.29±0.11bx	0.14±0.05cy
C20:4(n-6)	Kontrol	4.33±1.27ax	5.92±0.42bx	3.03±0.38cx
	Lambda	0.78±1.06ay	0.41±0.08by	1.08±0.50cy

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4.21. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.39±0.04ax	0.29±0.01bx	0.18±0.01cx
	Lambda	0.29±0.02ay	0.40±0.06by	0.25±0.06cy
C22:4(n-6)	Kontrol	0.27±0.03ax	0.40±0.11bx	0.18±0.01cx
	Lambda	0.33±0.15ay	0.26±0.04by	0.14±0.04cy
C22:5(n-6)	Kontrol	0.28±0.02ax	0.36±0.01bx	0.16±0.03cx
	Lambda	0.03±0.02ay	0.12±0.01by	0.12±0.05by
C22:5(n-3)	Kontrol	0.77±0.10ax	0.91±0.25bx	0.55±0.07cx
	Lambda	2.43±0.32ay	2.11±0.22by	0.63±0.14cy
C22:6(n-3)	Kontrol	3.81±0.41ax	3.12±0.76bx	2.43±0.32cx
	Lambda	4.12±0.52ax	2.86±0.12bx	1.76±0.16cy
PUFA	Kontrol	25.04±1.92ax	21.80±1.01bx	19.38±1.10bx
	Lambda	28.04±6.02ax	22.21±1.16bx	11.81±0.50cy
Σ(n-3)	Kontrol	6.25±0.62ax	4.71±0.52bx	3.59±0.19bx
	Lambda	9.18±1.17ay	7.15±1.28by	3.29±0.58cx
Σ(n-6)	Kontrol	18.78±0.52ax	17.09±1.08ax	15.79±1.91bx
	Lambda	18.87±0.46ax	15.06±1.61by	8.51±1.03cy
(n-3)/(n-6)	Kontrol	0.33	0.28	0.23
	Lambda	0.49	0.47	0.39

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

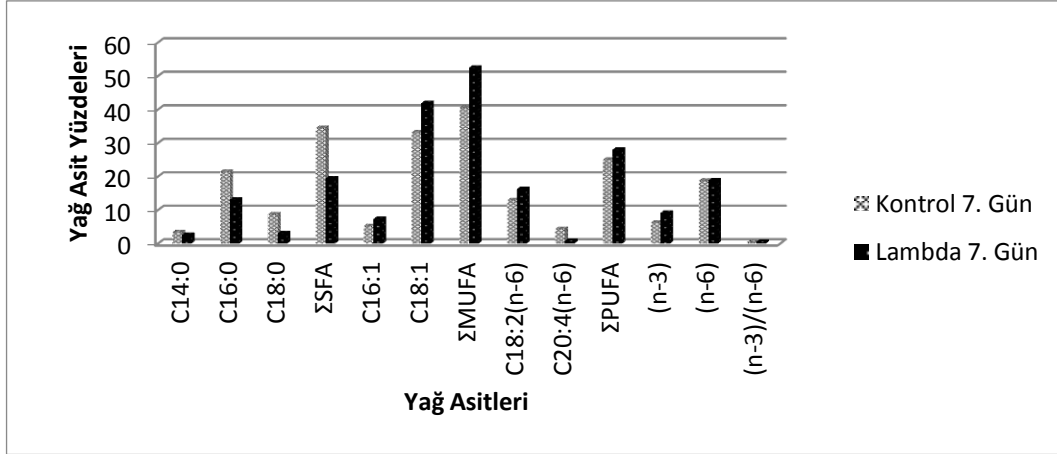
§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

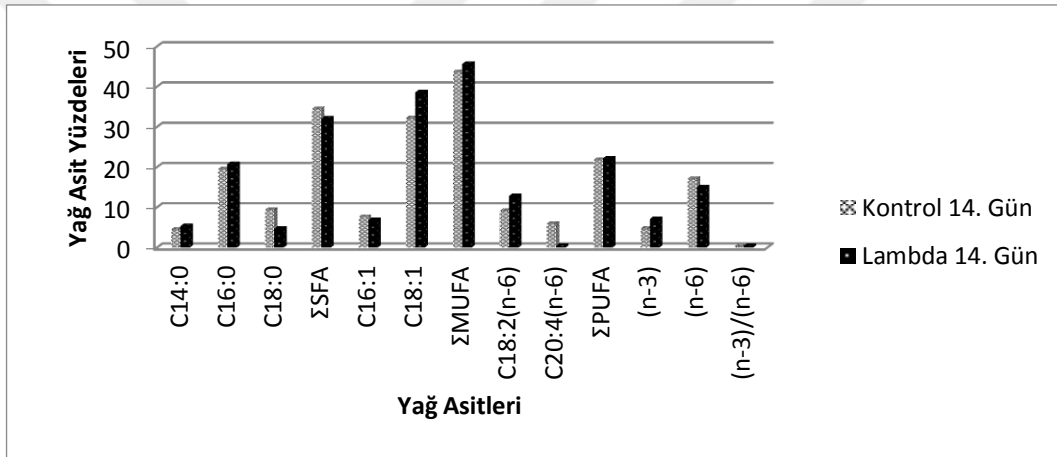
Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

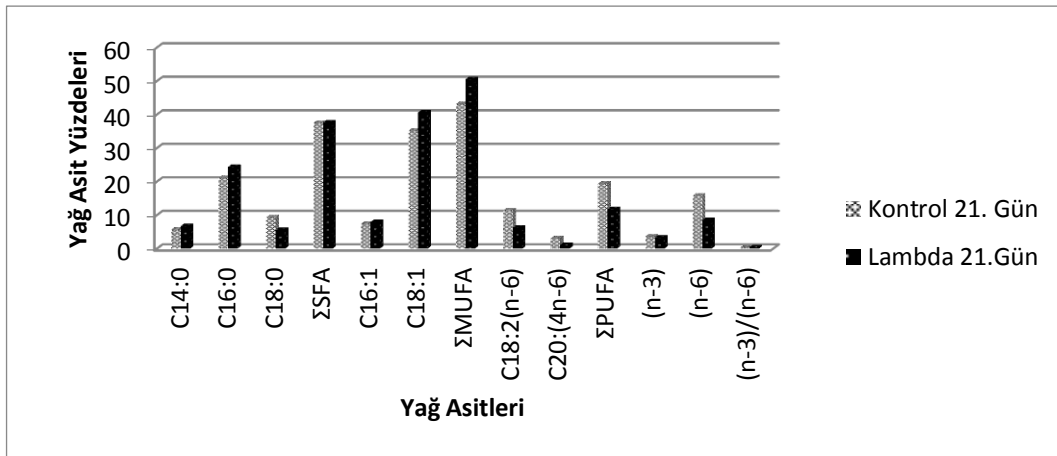
*



Şekil 4. 61. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer triačilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelemi 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 62. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer triačilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelemi 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 63. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un karaciğer triačilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelemi 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.4.4. Lambda-cyhalothrin Uygulanan *O. niloticus*'un Solungaç Total Lipid Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının Solungaç dokusundaki total yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C16:1(n-7), C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6), C18:3(n-3) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Lambda-cyhalothrin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki total yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C16:0'da % 95.07, C16:1(n-7)'de % 294.41, C18:1'de % 0.23, C18:2(n-6)'da % 3.60 oranında artış; C18:0'da % 72.81, C18:3(n-3)'te % 55.37 ve C22:6(n-3)'te % 7.77 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C18:3(n-6)'da ki değişiklik te önemli sayılmaktadır.

0.29 µg/L Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 15.90 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 17.45 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 17.85 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:3(n-3) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 24.97 oranında azalma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 11.21 oranında azalış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki azalma C18:3(n-3) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki azalış C18:3(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 15.05 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Lambda-cyhalothrin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki total yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C16:0'da % 41.77, C16:1(n-7)'de % 91.06, C18:1'de % 31.49 oranında artış; C18:0'da % 55.98, C18:2(n-6)'da % 14.60, C18:3(n-3)'te % 66.75 ve C22:6(n-3)'te % 19.68 oranında azalış kayda değerdir.

Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 1.50 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 36.83 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 23.99 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6), C18:3(n-3) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 28.54 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 19.81 oranında azalış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C18:3(n-3) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki azalış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 10.87 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

0.29 µg/L Lambda-cyhalothrin'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin solungaç dokularında 21. günün sonunda, total yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C16:0'da % 53.38, C16:1(n-7)'de % 32.96, C18:1'de % 20.24, C22:6(n-3)'te % 10.14 oranında artış; C18:0'da % 65.28, C18:2(n-6)'da % 4.52 ve C18:3(n-3)'te % 64.43 oranında azalış önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 4.20 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalışın C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 21.08 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7) ve C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 13.56 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6) ve C18:3(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 15.34 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 11.85 oranında azalış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C18:3(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki azalış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 4.26 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4. 22. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç total lipid fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	0.86±0.07ax	1.91±0.36bx	3.10±0.11cx
	Lambda	2.83±0.19ay	2.83±0.19ay	2.71±0.15ay
C15:0	Kontrol	0.16±0.01ax	0.32±0.04bx	0.43±0.07cx
	Lambda	0.48±0.13ay	0.48±0.13ay	0.38±0.02by
C16:0	Kontrol	9.54±0.85ax	11.97±2.22bx	11.11±1.03bx
	Lambda	18.61±1.08ay	16.97±0.77ay	17.04±1.07ay
C17:0	Kontrol	0.18±0.01ax	0.56±0.07bx	0.26±0.02cx
	Lambda	0.25±0.02ay	0.41±0.14by	0.46±0.02cy
C18:0	Kontrol	10.96±1.34ax	11.29±1.01ax	10.31±1.01ax
	Lambda	2.98±0.71ay	4.97±0.82by	3.58±0.58cy
SFA	Kontrol	21.70±0.39ax	26.04±1.28bx	25.22±2.11bx
	Lambda	25.15±1.08ay	25.65±1.56ax	24.16±1.15ax
C16:1	Kontrol	1.61±0.18ax	2.46±0.30bx	3.58±0.58cx
	Lambda	6.35±0.63ay	4.70±0.35by	4.76±0.44by
C18:1	Kontrol	26.34±5.51ax	25.69±1.09ax	26.34±1.13ax
	Lambda	26.40±1.19ax	33.78±1.22by	31.67±1.39by
C20:1	Kontrol	1.90±0.93ax	1.66±0.10bx	2.38±0.11cx
	Lambda	2.31±0.27ay	2.31±0.05ay	2.67±0.26by
MUFA	Kontrol	29.85±6.08ax	29.81±4.42ax	32.30±1.33ax
	Lambda	35.06±1.27ay	40.79±1.33by	39.11±1.38by
C18:2(n-6)	Kontrol	17.52±1.07ax	16.85±1.08ax	16.38±2.26ax
	Lambda	18.15±1.09ax	14.39±1.04by	15.64±1.09bx
C18:3(n-6)	Kontrol	3.96±0.04ax	0.87±0.17bx	0.40±0.01cx
	Lambda	0.64±0.10ay	0.78±0.15by	0.40±0.02cx
C18:3(n-3)	Kontrol	8.76±0.88ax	7.76±0.54bx	7.76±0.54bx
	Lambda	3.91±0.64ay	2.58±0.66by	2.76±0.13by
C20:2(n-6)	Kontrol	0.26±0.03ax	0.65±0.06bx	0.95±0.06cx
	Lambda	0.85±0.15ay	0.65±0.06bx	0.77±0.10ay
C20:3(n-6)	Kontrol	0.20±0.07ax	0.41±0.07bx	0.56±0.04cx
	Lambda	0.40±0.01ay	0.44±0.05ax	0.36±0.03by
C20:4(n-6)	Kontrol	2.37±0.19ax	2.45±0.32ax	2.44±0.43ax
	Lambda	1.38±0.11ay	1.29±0.11ay	1.31±0.30ay

Çizelge 4.22. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	1.24±0.61ax	1.08±0.50bx	0.93±0.09cx
	Lambda	1.26±0.21ax	1.06±0.15bx	1.05±0.10by
C22:4(n-6)	Kontrol	0.30±0.03ax	0.91±0.33bx	0.70±0.04cx
	Lambda	0.43±0.10ay	0.47±0.08ay	0.42±0.03ay
C22:5(n-6)	Kontrol	0.47±0.02ax	0.89±0.07bx	0.53±0.06cx
	Lambda	0.40±0.01ay	0.44±0.03ay	0.45±0.08ay
C22:5(n-3)	Kontrol	3.99±0.29ax	2.42±0.41bx	3.36±0.36cx
	Lambda	3.71±0.31ax	3.53±0.34ay	4.23±0.53by
C22:6(n-3)	Kontrol	9.40±0.95ax	9.86±0.83ax	8.48±0.71ax
	Lambda	8.67±0.74ax	7.92±0.68ay	9.34±0.91ax
PUFA	Kontrol	48.45±1.64ax	44.15±2.29bx	42.49±1.40bx
	Lambda	39.80±0.26ay	33.56±1.31by	36.73±1.39aby
$\Sigma(n-3)$	Kontrol	23.39±0.86ax	21.13±1.20bx	20.53±0.27bx
	Lambda	17.55±0.87ay	15.10±1.06ay	17.38±1.09ay
$\Sigma(n-6)$	Kontrol	25.06±1.22ax	23.02±1.40bx	21.95±1.19cx
	Lambda	22.25±4.61ay	18.46±1.03by	19.35±1.91bx
(n-3)/(n-6)	Kontrol	0,93	0,92	0,94
	Lambda	0,79	0,82	0,9

Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P>0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

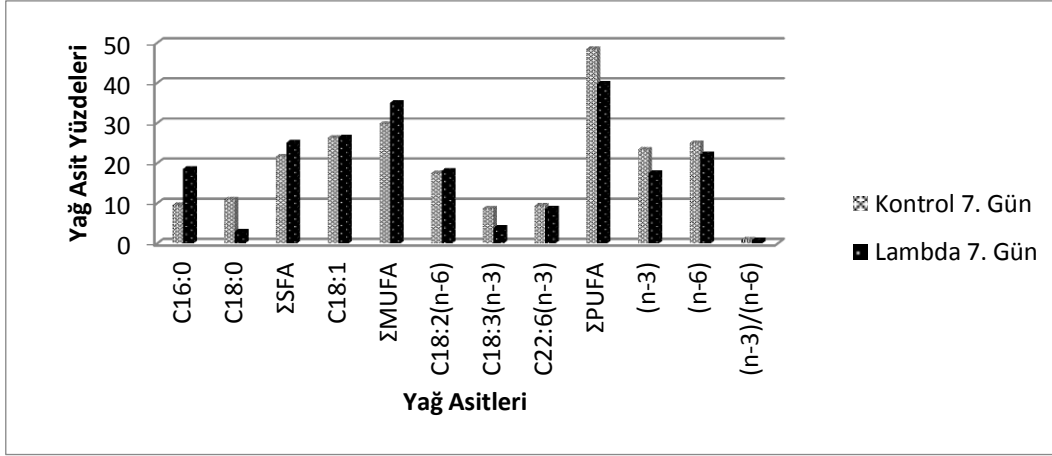
a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

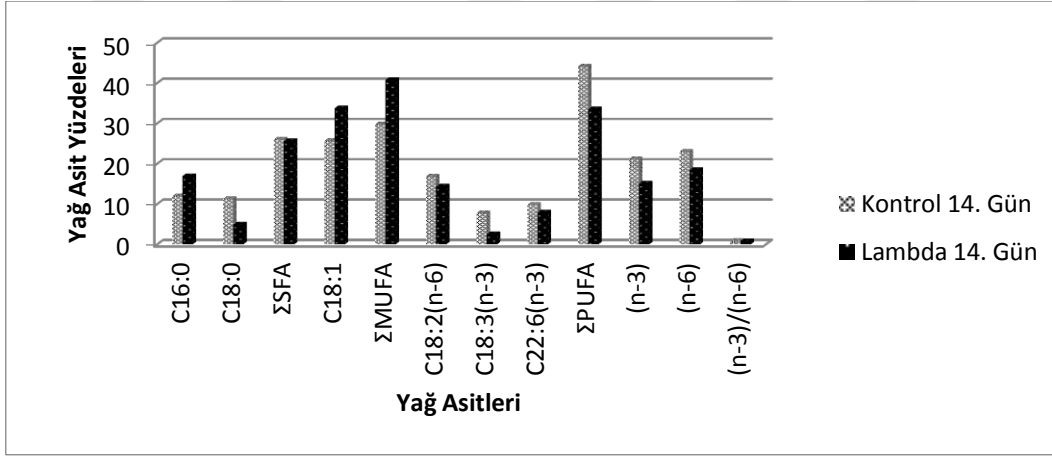
S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

*

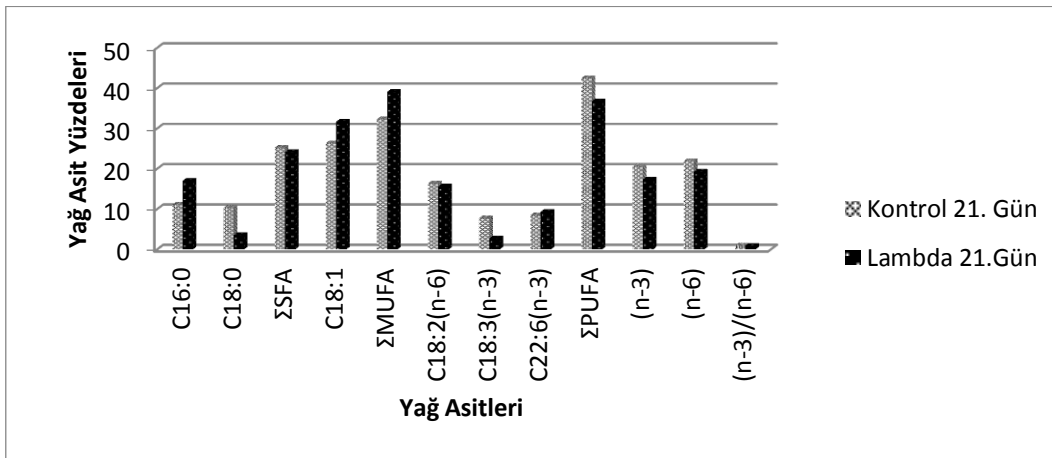
4. ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4. 64. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 65. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 66. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç total lipid fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelerinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.4.5. Lambda-cyhalothrin Uygulanan *O. niloticus*'un Solungaç Fosfolipid (PL) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının Solungaç dokusundaki fosfolipidlerde (PL) ki yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C16:0, C18:0, MUFA'dan C18:1, PUFA'dan C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Lambda-cyhalothrin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki fosfolipidlerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C18:2(n-6)'da % 65.26 oranında artış; C16:0'da % 22.51, C18:0'da % 14.36, C18:1'de % 5.60, C20:4(n-6)'da % 5.56 ve C22:6(n-3)'te 8.96 oranında azalış önemli görülmüştür. Bunun yanında C16:1(n-7)'de ki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

0.29 µg/L Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 18.00 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 0.68 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C16:1(n-7)'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 22.44 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 11.30 oranında artma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 34.53 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki artma C20:5(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 17.43 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Lambda-cyhalothrin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki fosfolipidlerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C16:0'da % 6.60, C18:2(n-6)'da % 55.57, C20:4(n-6)'da % 79.52 oranında artış; C18:0'da

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

% 18.72, C18:1'de % 13.29 ve C22:6(n-3)'te % 42.72 oranında azalış kayda değerdir.

Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 1.11 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artış C14:0 ve C16:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 7.97 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 3.70 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 35.98 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 47.56 oranında artış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki artış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 56.76 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

0.29 µg/L Lambda-cyhalothrin'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin solungaç dokularında 21. günün sonunda, fosfolipidlerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C18:0'da % 33.68 oranında artış; C16:0'da % 0.86, C18:1'de % 8.25, C18:2(n-6)'da % 14.94, C20:4(n-6)'da % 31.66 ve C22:6(n-3)'te % 10.71 oranında azalış önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 9.81 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 1.24 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 10.83 oranında bir azalış tespit edildi. PUFA'da ki bu azalışın C18:2(n-6), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 8.28 oranında azalma kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 13.74 oranında azalış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki azalma C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki azalış C18:2(n-6) ve C20:4(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 6.25 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 23. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelerinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	1.48±1.14ax	1.24±0.61bx	1.68±0.61cx
	Lambda	1.69±0.81ax	1.98±0.17by	2.42±0.30cy
C15:0	Kontrol	0.16±0.01ax	0.65±0.05bx	0.76±0.19cx
	Lambda	0.37±0.02ay	0.61±0.05bx	0.66±0.14by
C16:0	Kontrol	30.56±1.21ax	29.86±1.19ax	29.09±1.34ax
	Lambda	23.68±1.15ay	31.83±1.22by	28.84±1.25bx
C17:0	Kontrol	0.11±0.03ax	0.45±0.10bx	0.37±0.04cx
	Lambda	0.35±0.11ay	0.48±0.03bx	0.58±0.04cy
C18:0	Kontrol	11.28±0.99ax	11.75±1.01ax	10.51±1.05ax
	Lambda	9.66±0.56ay	9.55±0.89ay	14.05±1.05by
SFA	Kontrol	43.60±1.40ax	43.95±1.19ax	42.40±1.65ax
	Lambda	35.75±1.34ay	44.44±1.44bx	46.56±1.35bx
C16:1	Kontrol	0.59±0.05ax	0.62±0.12ax	0.93±0.18bx
	Lambda	1.83±0.29ay	1.52±0.87by	2.30±0.23cy
C18:1	Kontrol	21.24±3.70ax	20.84±1.08ax	20.48±1.22ax
	Lambda	20.05±1.23ax	18.07±1.09ay	18.79±1.63ay
C20:1	Kontrol	0.30±0.03ax	0.50±0.27bx	0.44±0.03bx
	Lambda	0.41±0.16ay	0.62±0.06by	0.49±0.04cy
MUFA	Kontrol	22.14±1.29ax	21.96±1.11ax	21.85±1.36ax
	Lambda	22.29±1.23ax	20.21±1.14ax	21.58±1.34ax
C18:2(n-6)	Kontrol	8.06±0.83ax	7.18±0.74ax	7.63±0.57ax
	Lambda	13.32±1.88ay	11.17±0.99by	6.49±0.61cy
C18:3(n-6)	Kontrol	0.71±0.06ax	0.35±0.04bx	0.38±0.02bx
	Lambda	0.23±0.01ay	0.49±0.03by	0.40±0.02cx
C18:3(n-3)	Kontrol	0.60±0.14ax	0.26±0.02bx	0.16±0.01cx
	Lambda	1.73±0.06ay	0.42±0.03by	0.44±0.03by
C20:2(n-6)	Kontrol	0.21±0.01ax	0.49±0.04bx	0.61±0.46cx
	Lambda	0.69±0.06ay	0.74±0.16ay	0.68±0.05ay
C20:3(n-6)	Kontrol	0.22±0.02ax	0.67±0.07bx	0.53±0.06cx
	Lambda	0.45±0.10ay	0.54±0.04by	0.64±0.06cy
C20:4(n-6)	Kontrol	6.29±0.34ax	5.42±0.55bx	6.16±0.61ax
	Lambda	5.94±0.54ax	9.73±0.93by	4.21±0.50cy

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4.23. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.44±0.15ax	1.06±0.15bx	1.32±0.63cx
	Lambda	1.09±0.13ay	0.68±0.05by	1.16±0.11ay
C22:4(n-6)	Kontrol	0.36±0.13ax	0.95±0.06bx	0.68±0.05cx
	Lambda	0.60±0.06ay	0.60±0.06ay	1.00±0.21by
C22:5(n-6)	Kontrol	0.53±0.06ax	1.12±0.21bx	0.90±0.25cx
	Lambda	0.82±0.07ay	0.63±0.11by	1.14±0.10cy
C22:5(n-3)	Kontrol	0.77±0.10ax	1.68±0.61bx	2.34±0.22cx
	Lambda	2.44±0.41ay	1.82±0.32bx	2.28±0.22ax
C22:6(n-3)	Kontrol	16.08±1.48ax	14.91±1.04ax	15.03±1.04ax
	Lambda	14.64±1.17ay	8.54±0.81by	13.42±1.01ay
PUFA	Kontrol	34.27±1.15ax	34.09±0.16ax	35.74±1.34ax
	Lambda	41.96±0.50ay	35.35±1.29bx	31.87±1.37cy
Σ(n-3)	Kontrol	17.88±1.07ax	17.90±1.46ax	18.85±0.30ax
	Lambda	19.90±0.38ay	11.46±1.16by	17.29±1.07cx
Σ(n-6)	Kontrol	16.39±1.06ax	16.19±1.16ax	16.89±1.08ax
	Lambda	22.05±1.12ay	23.89±1.21ay	14.57±1.05by
(n-3)/(n-6)	Kontrol	1.09	1.11	1.12
	Lambda	0.90	0.48	1.19

Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

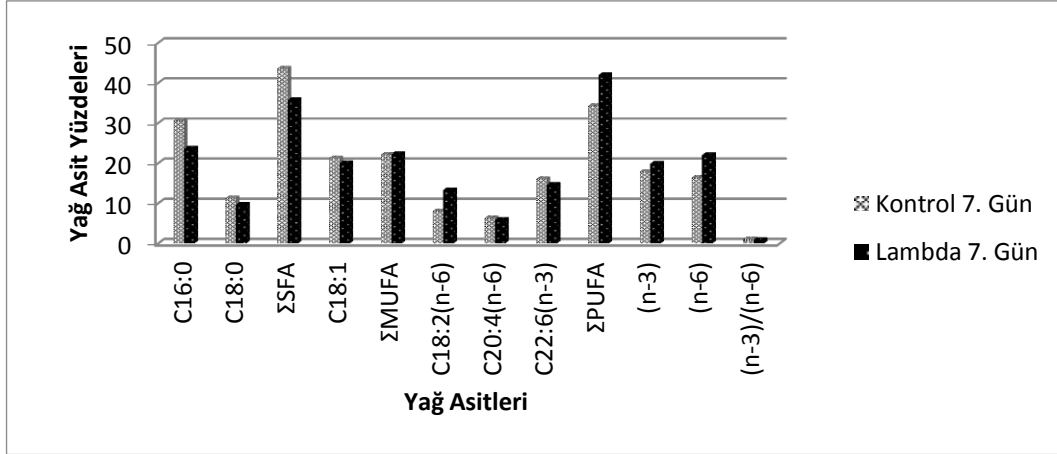
§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

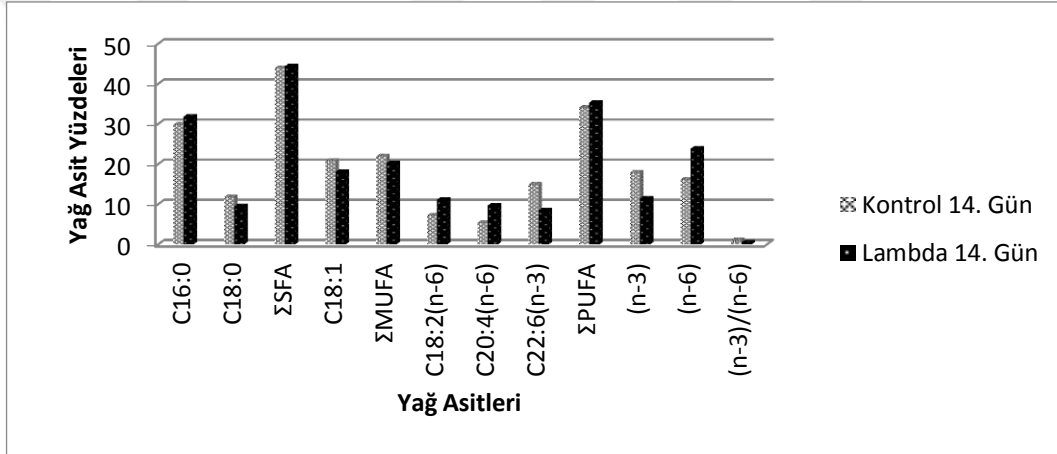
Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

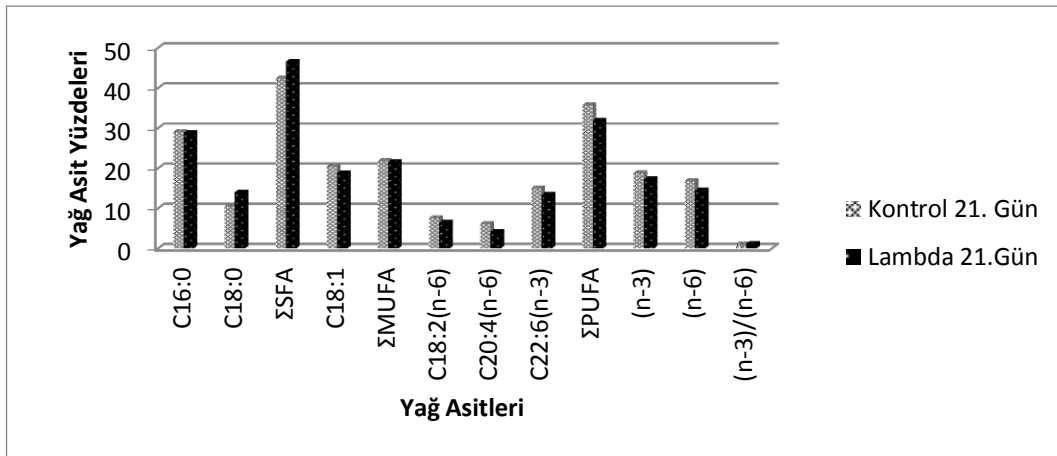
*



Şekil 4. 67. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 68. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 69. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç fosfolipid (PL) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelерinin 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

4.4.6. Lambda-cyhalothrin Uygulanan *O. niloticus*'un Solungaç Triaçilgliserol (TAG) Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi Yüzdelерinin 7., 14., Ve 21. Günlerdeki Kontrollerle Olan Karşılaştırması

Kontrol balığının Solungaç dokusundaki triaçilgliserollerde (TAG) ki yağ asitleri incelendiğinde, en önemli yağ asitleri SFA'dan C14:0, C16:0, C18:0, MUFA'dan C16:1(n-7), C18:1, C20:1 PUFA'dan C18:2(n-6), C22:5(n-3) ve C22:6(n-3) olarak bulunmuştur. 7, 14 ve 21. günde düzensiz artış ve azalışlar kaydedildi. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

7 gün boyunca Lambda-cyhalothrin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki triaçilgliserollerdeki yağ asitlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. C14:0'da % 31.98, C18:2(n-6)'da % 162.70, C22:5(n-3)'te % 55.11, C22:6(n-3)'te % 29.28 oranında artış; C16:0'da % 30.25, C18:0'da % 97.10, C18:1'de % 56.52 ve C20:1'de % 97.94 oranında azalış önemli görülmüştür.

0.29 µg/L Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların 7. günde SFA, MUFA ve PUFA incelendiğinde, SFA'da % 34.23 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalışın C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 52.64 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1 ve C20:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 145.47 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6), C22:5(n-3) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'da % 32.34 oranında artma kaydedilirken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'da % 226.10 oranında artış kaydedilmiştir. $\Sigma(n-3)$ PUFA'daki artma C22:5(n-3) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, $\Sigma(n-6)$ PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 59.15 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

14 gün boyunca Lambda-cyhalothrin'in subletal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların solungaç dokularındaki triaçilgliserollerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler kaydedildi. 14. günde C18:1'de % 6.14, C18:2(n-6)'da % 18.08, C22:6(n-3) % 7.96 oranında artış;

C16:0'da % 15.20, C18:0'da % 27.52 ve C20:1'de % 31.55 oranında azalış kayda değerdir. Bunun yanında C22:5(n-3)'te ki değişiklikler de önemli sayılmaktadır.

Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların 14. günde SFA, MUFA ve PUFA incelendiğinde, SFA'da % 14.75 oranında azalış görüldü. SFA'da ki bu azalış C16:0 ve C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 2.47 oranında artış tespit edildi. MUFA'da ki bu artışın C18:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 18.68 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın özellikle C18:2(n-6)'dan kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 27.71 oranında artış kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 12.92 oranında artış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki artış C22:5(n-3) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 12.50 oranında bir artış tespit edilmiştir.

0.29 µg/L Lambda-cyhalothrin'e maruz bırakılan *O. niloticus* bireylerinin solungaç dokularında 21. günün sonunda, triaçilgliserollerdeki yağ asitleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; C18:0'da % 59.37, C16:1(n-7)'de % 52.34, C18:2(n-6)'da % 6.46, C22:6(n-3)'te 49.46 oranında artış; C16:0'da % 9.32, C18:1'de % 16.21 ve C20:1'de % 43.93 oranında azalış önemli sayılmaktadır.

21. gün sonunda Lambda-cyhalothrin uygulanan balıkların SFA, MUFA ve PUFA'ları incelendiğinde, SFA'da % 0.82 oranında artış görüldü. SFA'da ki bu artışın C18:0'dan kaynaklandığı tespit edildi. MUFA'da % 9.67 oranında azalış tespit edildi. MUFA'da ki bu azalışın C18:1 ve C20:1'den kaynaklandığı görüldü. PUFA'da ise % 17.14 oranında bir artış tespit edildi. PUFA'da ki bu artışın C18:2(n-6) ve C22:6(n-3)'ten kaynaklandığı görülmektedir. Σ (n-3) PUFA'da % 32.46 oranında artış kaydedilirken, Σ (n-6) PUFA'da % 7.80 oranında artış kaydedilmiştir. Σ (n-3) PUFA'daki artış C22:6(n-3)'ten kaynaklanırken, Σ (n-6) PUFA'daki artış C18:2(n-6)'dan kaynaklanmıştır. (n-3)/(n-6) oranına baktığımızda % 22.95 oranında bir artış tespit edilmiştir.

Sonuçlar kalitatif değer olarak % yağ asidi üzerinden verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4. 24. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi yüzdelерinin 7, 14, ve 21. günlerdeki kontrollerle olan karşılaştırması

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C14:0	Kontrol	3.44±0.25ax	4.83±0.44bx	3.94±0.35cx
	Lambda	4.54±0.40ay	4.20±0.44ay	4.23±0.53ax
C15:0	Kontrol	0.44±0.14ax	0.59±0.06bx	0.78±0.03cx
	Lambda	0.30±0.01ay	0.66±0.06by	0.68±0.08by
C16:0	Kontrol	24.56±1.15ax	23.68±0.64ax	25.64±3.12ax
	Lambda	17.13±1.07ay	20.08±1.20by	23.25±1.16cy
C17:0	Kontrol	0.29±0.01ax	0.17±0.03bx	0.49±0.03cx
	Lambda	0.17±0.06ay	0.71±0.06by	0.35±0.05cy
C18:0	Kontrol	5.17±0.27ax	5.45±0.53ax	4.43±0.32bx
	Lambda	0.15±0.01ay	3.95±0.48by	7.06±0.71cy
SFA	Kontrol	33.89±1.33ax	34.71±1.22ax	35.28±2.37ax
	Lambda	22.29±1.27ay	29.59±1.35by	35.57±1.39cx
C16:1	Kontrol	4.66±0.27ax	6.12±0.55bx	5.35±0.44cx
	Lambda	5.09±0.51ay	6.30±0.57bx	8.15±0.89cy
C18:1	Kontrol	34.64±1.34ax	33.86±1.62ax	33.86±0.49ax
	Lambda	15.06±1.61ay	35.94±1.42bx	28.37±2.17cy
C20:1	Kontrol	3.39±0.34ax	3.74±0.09ax	3.21±0.40ax
	Lambda	0.07±0.02ay	2.56±0.43by	1.80±0.11cy
MUFA	Kontrol	42.69±2.49ax	43.72±1.83ax	42.42±1.44ax
	Lambda	20.22±1.27ay	44.80±1.34bx	38.32±2.84cy
C18:2(n-6)	Kontrol	11.02±0.25ax	10.84±0.27ax	11.92±1.01ax
	Lambda	28.95±1.29ay	12.80±1.01by	12.69±2.26bx
C18:3(n-6)	Kontrol	0.51±0.03ax	0.20±0.07bx	0.22±0.02bx
	Lambda	13.71±0.63ay	0.18±0.01bx	0.09±0.07cy
C18:3(n-3)	Kontrol	0.81±0.06ax	1.00±0.22bx	0.98±0.09bx
	Lambda	0.19±0.01ay	2.27±1.06by	2.24±0.24by
C20:2(n-6)	Kontrol	0.80±0.04ax	0.59±0.06bx	0.45±0.02cx
	Lambda	0.08±0.02ay	0.62±0.13bx	0.63±0.05by
C20:3(n-6)	Kontrol	0.41±0.07ax	0.37±0.01ax	0.16±0.01bx
	Lambda	1.24±0.61ay	0.31±0.05by	0.29±0.08by
C20:4(n-6)	Kontrol	0.24±0.02ax	0.71±0.02bx	0.66±0.07bx
	Lambda	0.52±0.03ay	0.57±0.06ay	0.64±0.08bx

Çizelge 4.24. Devamı

Yağ asitleri	Uygulama	7. Gün (ORT±S.H)*	14. Gün (ORT±S.H)*	21. Gün (ORT±S.H)*
C20:5(n-3)	Kontrol	0.67±0.07ax	0.46±0.16bx	0.82±0.07cx
	Lambda	1.20±0.23ay	0.89±0.07by	0.91±0.08bx
C22:4(n-6)	Kontrol	0.43±0.10ax	0.33±0.01bx	0.31±0.05bx
	Lambda	0.01±0.01ay	0.22±0.02by	0.33±0.02cx
C22:5(n-6)	Kontrol	0.29±0.01ax	0.12±0.01bx	0.12±0.02bx
	Lambda	0.10±0.04ay	0.16±0.01by	0.26±0.06cy
C22:5(n-3)	Kontrol	3.23±0.06ax	2.43±0.32bx	2.96±0.10ax
	Lambda	5.01±0.20ay	2.71±0.19by	2.53±0.66by
C22:6(n-3)	Kontrol	5.02±0.52ax	4.52±0.39ax	3.68±0.26bx
	Lambda	6.49±0.61ay	4.88±0.41bx	5.50±0.50cy
PUFA	Kontrol	23.42±0.19ax	21.57±1.22ax	22.29±1.09ax
	Lambda	57.49±1.44ay	25.60±1.32by	26.11±1.14by
$\Sigma(n-3)$	Kontrol	9.74±0.70ax	8.41±0.21bx	8.44±0.71bx
	Lambda	12.89±0.59ay	10.74±1.10by	11.18±0.99by
$\Sigma(n-6)$	Kontrol	13.68±1.63ax	13.16±0.79ax	13.85±1.03ax
	Lambda	44.61±0.53ay	14.86±1.38bx	14.93±1.04bx
(n-3)/(n-6)	Kontrol	0.71	0.64	0.61
	Lambda	0.29	0.72	0.75

Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P>0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

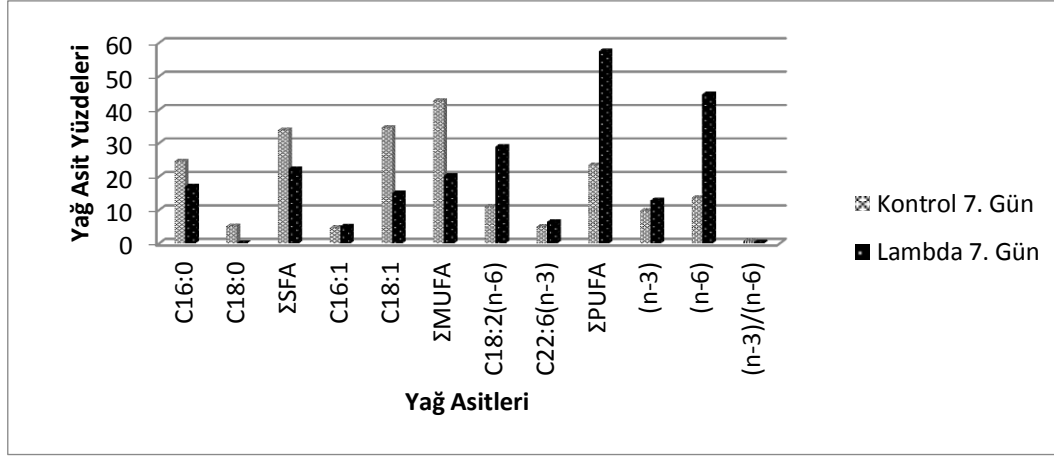
a, b, c harfleri uygulamaların kendi içindeki 7., 14. Ve 21. gündeki karşılaştırmaları vermektedir.

Sütundaki x ve y harfleri uygulama ve kontrol grubunun karşılaştırmalarını vermektedir.

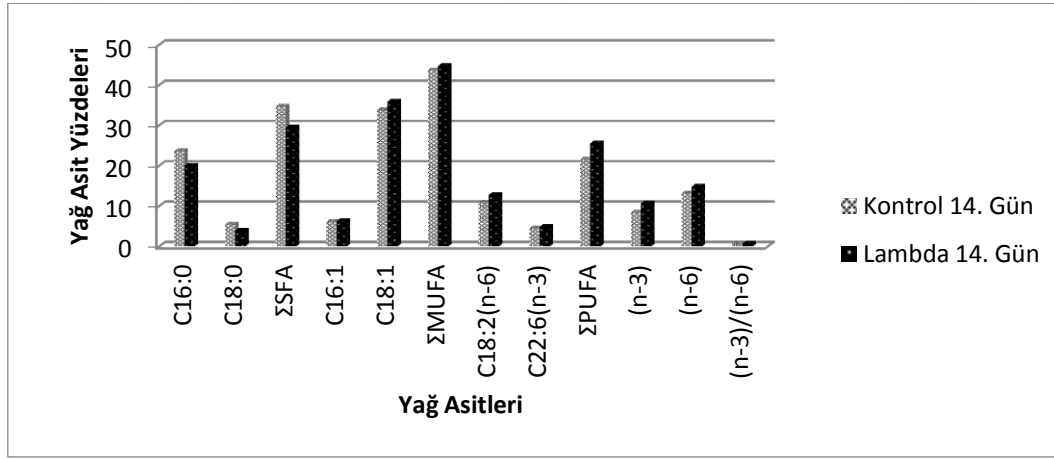
S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

*

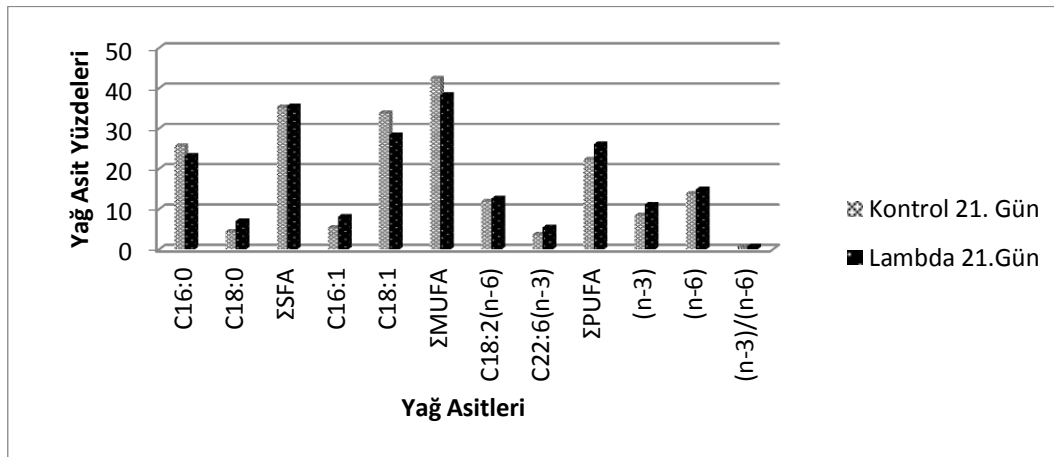
4. ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4. 70. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelemi 7. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 71. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelemi 14. günde kontrollerle olan karşılaştırması



Şekil 4. 72. Lambda-cyhalothrin uygulanan *O. niloticus*'un solungaç triaçilgliserol (TAG) fraksiyonundaki majör yağ asit yüzdelemi 21. günde kontrollerle olan karşılaştırması

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Tartışma

Balıkların çeşitli dokularının lipit fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriğine pH, tuzluluk, sıcaklık ve beslenme gibi çevresel faktörlerin etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışmada, çevresel bir faktör olarak pestisitlerin kullanımı da yağ asitlerinin değişimine sebep olmuştur.

Pestisitler çevresel bir faktör olarak değerlendirildiğinde, balıkların TAG, PL ve total lipitlerinin yağ asitleri kompozisyonunda pestisit gruplarına, süreye ve doku farklılığına bağlı olmadan düzensiz artış veya azalışlara sebep olmuştur.

Karaciğer ve solungaçlar toksik kimyasallardan en çok etkilenen organlardır. Balık solungaçları, sudaki birçok kimyasal kirletici sınıfına duyarlıdır, çünkü bunlar su ortamı ile doğrudan temas halindedir (Rudnicki ve ark. 2009). Karaciğer, pestisitlerin detoksifikasyonunda önemli rol oynayan ana organdır. Metabolizma sırasında karaciğerin bu zararlı maddeleri parçalama yeteneği vardır, ancak belirli bir sınırın ötesinde bu toksik bileşikler, karaciğerin düzenleyici mekanizmasını bozar ve değişimlere neden olur (Brusle ve ark. 1996).

20:3(n-6), 20:4(n-6), 20:5(n-3) ve 22:6(n-3), prostaglandin üretimi için gerekli yağ asitleridir (Bell ve arkadaşları, 1986). Prostaglandinlerin üreme rolleri dışındaki osmoregülasyon ve vasküler fizyolojisinde de görevleri vardır (Ruggeri ve Thoroughgood 1985).

Pestisitlerin, yağ asidi fraksiyonu üzerine etkileriyle ilgili çalışmalara balıklarda çok az rastlanılmıştır. Bununla ilgili araştırmalar genellikle bakteriler üzerinde yapılmıştır. Parathion maruziyeti sonrasında, *Escherichia coli*'den izole edilen membranların kimyasal kompozisyonunun değişmiş olduğu gözlenmiştir. Pestisit uygulanan hücreler ve kontrolden elde edilen membranların fosfolipit fraksiyonlarındaki yağ asit profillerinde değişiklikler bulunmuştur (Rosas ve ark. 1980). Bir başka çalışmada, parathion uygulanmış *Rhizobium meliloti*'den elde edilen membranların, kimyasal fraksiyonlarının değişime uğradığı tespit edilmiştir. Membranların hem protein hem de fosfolipit içeriklerinde önemli artışlar bulunmuştur. Kontrol hücrelerinden ve pestisit uygulanan hücrelerden izole edilen membranların fosfolipit

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

fraksiyonlarında; fosfatidilkolin yüzdesinde azalma, fosfatidiletanolamin ve fosfatidilgliserol yüzdesinde ise artma saptanmıştır (Carranza de Storani ve ark. 1986). Bunların aksine Thuar ve arkadaşları (1988), *R. meliloti*'ye aldıkcarb uyguladıklarında, fosfolipit fraksiyonunun kontrol grubu ile karşılaştırıldığında aynı olduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada, yumurtadan yeni çıkmış civcivlerin, miyelin fosfolipitleri ve yağ asit içeriği üzerinde, 2,4-D'nin etkileri araştırılmıştır. Araştırmacılar tarafından, fosfolipit fraksiyonunda; fostatidilinositol içeriğinde artma, sfingomiyelin ve fosfatidiletanolamin içeriklerin de ise azalma tespit edilmiştir. Miyelin lipitlerin yağ asit modelinde de, doymuş yağ asit bileşimlerinde artma, uzun zincirli yağ asit bileşimlerinde ise önemli bir azalma belirlenmiştir. Uzun zincirli yağ asit bileşimlerindeki azalma, ikinci elongasyon sistemindeki değişiklikler ile açıklanmıştır (Mori de Moro ve ark. 1986).

HCB'ye maruz bırakılan ratların, mikrozomal membranlarındaki fosfolipitlerin inceleme sonuçlarında; kontrol grubu ile yapılan kıyaslamada, sfingomiyelin yüzdesinin azaldığı, bunun yanında fosfatidilkolin, fosfatidiletanolamin ve fosfatidilinositolde değişiklik olmadığı gözlenmiştir (Cantoni ve ark. 1987).

Fukushima ve arkadaşları (1997), organofosfor grubu bir pestisit olan CYP uyguladıkları ratların beyinlerinde serbest yağ asit kompozisyonlarındaki aşırı doymamış yağ asitlerinin, kontrol grubu ile karşılaştırdıklarında daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Lipofilik özelliklerinden dolayı pestisitler, çoğunlukla membran yapısında çözünebilir ve membranın lipit metabolizmasına nüfus edebilirler. Bu sebeple, pestisit maruziyetine bırakılan balıkların, yağ asidi incelemelerinde, maruz bırakılan pestisit gruplarının benzer bir şekilde yağ asidi bileşimi yüzdelerinde, düzensiz artma ve azalmalar meydana getirdiği tespit edilmiştir.

Zhong ve ark. (2012), DDT maruziyetine yanıt olarak C20:3(n-3), C20:4(n-6) ve C22:6(n-3) dahil olmak üzere PUFA'ların azaldığını göstermiştir. Bununla birlikte, C16:0 ve C18:0 dahil olmak üzere SFA'lar, ayrıca C18:1(n-9) dahil olmak üzere MUFA, DDT'ye bağlı bir şekilde sürekli olarak artmıştır. Bizim yaptığımız çalışmada

ise PUFA'ların sürekli azaldığı; SFA ve MUFA'ların sürekli arttığı şeklinde düzenli bir değişim gözlenmemiştir.

Cengiz ve ark. (2016) Deltametrin'in, *O. niloticus*'un (Perciformes: Cichlidae) solungaç dokusundaki fosfolipid alt sınıflarının (fosfatidilkolin (PC), fosfatidiletanolamin (PE), fosfatidilinositole (PI) ve fosfatidilserin (PS)) yağ asidi bileşimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Yağ asidi profilindeki değişiklikler 14 günlük maruziyet sonrasında analiz edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları deltametrin maruziyetinin hücre zarı üzerinde zararlı etkileri olduğunu ve E vitamini ile muamelenin sadece balık solungaçlarını kısmen koruyabildiğini göstermiştir. Deltametrin'in PE, PS, PI ve PC'de bulunan yağ asitlerinde azalma ve artmaya sebep olduğu saptanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları deltametrin maruziyetinin, hücre zarı üzerinde zararlı etkileri olduğunu göstermiştir.

PUFA'larda meydana gelen değişikliklerin başlıca nedeni, pestisitlerin yol açtığı oksidatif stres nedeniyle okside olabilmeleridir (Gabryelak ve ark. 2000). *Salmo trutta*, 30 gün boyunca 10 ve 20 mgL⁻¹ konsantrasyonlarında glifosat bazlı herbisit Roundup®'a maruz bırakıldığında, EPA ve DHA'nın miktarında düşüş gözlenmiştir. Bu olay yüksek oksidasyondan kaynaklanmıştır (Bayir ve ark., 2013). *S. aurata* pestisit Diuron ile maruz bırakıldığında buna benzer bir Çizelge gözlemlenmiştir. n-3 yağ asidi miktarı, 60 gün boyunca 0,20 mgL⁻¹ Diurona maruz bırakıldıktan sonra azalmıştır (Sanchez-Muros ve ark. 2013).

Triazin herbisit Irgarol 1051'in 96 saatlik LC₅₀ değerinin % 10, % 30 ve % 50'sine 21 gün boyunca maruz kalmış olan Asya levreklerinin (*Lates calcarifer*) FA profili; doymuş (SFA) ve doymamış FA'ların (MUFA'lar ve PUFA'lar) her ikisinde düşük maruz kalma seviyeleri olan LC₅₀'nin % 10 ve % 30'da bile azalma şeklinde yanıt vermiştir (Ali ve ark. 2015).

Atlantik mavi yüzgeçli orkinosun KOK'lara maruz kalması ile yapılan çalışmada, SFA 22:0 ve PUFA, 18:4(n-3) ve 16:3 miktarının dioksin benzeri poliklorlu bifenillerin miktarı ile pozitif korelasyon gösterdiği saptanmıştır (Sprague ve ark. 2012). Benzer sonuçlar, iki deniz balığı *Pseudosciaena crocea* ve *Pampus argenteus* ile yapılan çalışmada elde edilmiştir. Burada iki temel FA olan EPA ve DHA'nın miktarı,

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

araştırılan POP (persistent organic pollutant) miktarı ile pozitif korelasyon göstermiştir (Geng ve ark. 2015).

Kotkat ve arkadaşları (1999), Deltametrin'in, sazan eritrosit zarı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Deltametrin'in, eritrosit membranındaki fosfolipidlerin yağ asidi kompozisyonunda belirgin bir fark meydana getirdiğini bildirmişlerdir. Çalışmalarında, yüksek konsantrasyonlarda Deltametrin, SFA düzeylerinde başlıca 16:0 ve 18:0 seviyelerinin artmasına yol açarken, 20:5(n-3) ve 22:6(n-3) seviyelerinde önemli bir azalmaya sebep olduğunu bulmuşlardır.

Bizim çalışmamızda böyle bir durum 7, 14 ve 21 günlük maruziyet sürelerinin tamamı göz önüne alındığında, 16:0 seviyelerinde, Diazinon uyguladığımız balıkların solungaç dokusunda total; Lambda cyhalothrin uyguladığımız balıkların solungaç dokusunda total, karaciğer dokusunda PL; Carbary uyguladığımız balıkların solungaç dokusunda total, karaciğer dokusunda TAG; Atrazin uyguladığımız balıkların solungaç dokusunda total'de benzer bir şekilde artış olarak karşımıza çıkmaktadır. 18:0 seviyelerinde ise, dokulardaki yağ asidi seviyelerine bakıldığında 7, 14 ve 21 günlük maruziyet sürelerinin her üçünde de artış gösteren bir durum ile karşılaşılmamıştır. 22:6(n-3) seviyelerinde, Diazinon uyguladığımız balıkların solungaç dokusunda PL, karaciğer dokusunda total, PL ve TAG; Lambda cyhalothrin uyguladığımız balıkların solungaç dokusunda PL, karaciğer dokusunda total ve PL; Carbary uyguladığımız balıkların solungaç dokusunda PL ve TAG; Atrazin uyguladığımız balıkların solungaç dokusunda PL, karaciğer dokusunda total ve PL'de benzer bir şekilde azalış görülmektedir.

Pestisit uygulamalarına maruz bırakılan balıkların yağ asitlerindeki total (n-9), total n-6 ve total (n-3) yağ asit bileşimlerinde düzensiz azalma ve artmaların gözlenmesi; pestisitlerin yağ asitlerinin (n-9), (n-6) ve (n-3) serilerindeki elongasyon ve desatürasyon enzimlerini etkilediği şeklinde yorumlanabilir. Çünkü enzimlerde gözlenen değişiklikler, toksik bileşiklere maruz kalmanın bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Timbrell, 1991).

Laboratuvar koşullarına adapte olan ve pestisit maruziyetine bırakılan balıkların yağ asitleri karşılaştırıldığında, pestisitlere maruz bırakılan balıklarda C16:0'da düzensiz

farklılıkların gözlenmesi, balıkların *de novo* yağ asit sentezinin, pestisitler tarafından etkilenmiş olabileceği şeklinde açıklanabilir.

C18:2 ve C18:3'deki düzensiz farklılıkların oluşması; balıkların, uygulanan pestisitlerin subletal derişiminlerine maruz bırakılmaları sırasında, pestisitlerin besin alınımına olan etkilerinden dolayı meydana gelmiş olabilir. Çünkü tatlı su balıklarında C18:2 ve C18:3'ü sentezlemek için gereksim duyulan desatüraz enzimleri mevcut değildir. Bu yağ asitleri, normal büyüme ve hücrel fonksiyonları sürdürmek için gereklidir ve beslenme yoluyla alınmalıdır. Pestisitlerin hormonlarda değişikliklere neden olmaları, genellikle sinir sistemini etkilemelerinden kaynaklanmaktadır. Böylelikle, balıkta besin alınımıyla ilgili olarak iştah veya iştahsızlık durumu meydana getirmiş olabilecekleri düşünülmektedir. Çünkü balıklarda fizyolojik stres meydana gelmesi ve fizyolojik yanıtlar sergilemeleri, toksik bir etkiye maruz kalma durumunda ortaya çıkan bir durumdur. Stresin başlıca etkilerinden biri de hormonal değişikliklerdir. Bu değişiklikler, diğer fizyolojik değişikliklerle beraber toksik etkiye karşı sergilenen adaptasyon belirtileridir (Heath, 1987).

C18:0, C20:2 ve C22:3 yağ asit bileşimlerindeki düzensiz farklılıkların oluşması, pestisitlerin elongasyon sistemini etkilediği şeklinde açıklanabilir.

C18:1, C20:3, C20:4, C20:5, C22:4, C22:5, C22:6 yağ asit bileşimlerindeki azalma ve artmalar ise pestisitlerin, bu yağ asitlerinin metabolizmasında görevli desatüraz enzimlerini ve elongasyon sistemini etkilediğini açıklayabilir.

Lipit metabolizmasındaki değişiklikler, pestisitlerin biyolojik membranlarda hızlı dağılımı ve pestisitlerin lipitlere karşı göstermiş oldukları özel ilgiden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir (Reddy ve Rao, 1989).

Balıklardaki yağ asidi fraksiyonunun değişmesine etki eden faktörlere bakıldığında; balığın beslenme durumu, balığın fizyolojik durumu, ortamın sıcaklığı, pH'sı, tuzluluğu ve buna benzer çevresel etmenler olarak sayılabilir. Fosfolipitlerin yağ asidi içeriğinin, diğer lipit fraksiyonlarına kıyasla çevresel faktörlerden daha fazla etkilendiği bilinmektedir.

Çalışmamızda gözlediğimiz ama diğer çalışmalarda gözlenmeyen, düzensiz artış ve azalışlar, bizim uyguladığımız 7, 14 ve 21 günlük 3 ayrı maruziyetten kaynaklanmış olabilir. Diğer yapılan çalışmalarda farklı sürelerin karşılaştırılması söz konusu değildir

Sonuç olarak bu çalışma; organoklorlu, organofosforlu, pyretroid ve karbamat grubu pestisitlerin subletal konsantrasyonlarının, farklı maruziyet sürelerine ve farklı dokulardaki yağ asidi kompozisyonu üzerinde hemen hemen benzer etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Bu pestisitler, balıklar üzerinde toksik bir etkiye sahiptir. Kontrollerle karşılaştırmada, pestisitlere maruz kalan balıkların yağ asitlerinde düzensiz artış ve azalışlar kaydedilmiştir. Yağ asitlerinde gözlenen bu değişiklikler, balıkların pestisit maruziyetine bağlı stres karşısında göstermiş oldukları, bir savunma mekanizması olabilir. Yine bu pestisitler, yağ asitlerinin desaturasyon ve elongasyon yollarını etkilemiş olabilir.

5.2. Sonuç

Sucul organizmalarda, çevresel faktörlerden kaynaklı değişiklikleri yansıtan biyokimyasal göstergelerin geliştirilmesi, çevreye salınan kirleticilerin tespitinde yüksek hassasiyete olanak sağlayacaktır. Bu göstergeler, kontaminasyon problemlerinin uyarı sinyalleri olarak veya sucul popülasyonun sağlığını belirlemek için geliştirilebilir (Haya ve ark. 1985). Bu nedenle, pestisit kirliliğinde, anlamlı biyobelirteçler olarak kullanılabilir.

Mevcut araştırmanın sonuçları, *O. niloticus*'un organoklorlu (Atrazin), organofosforlu (Diazinon), pyretroid (Lambda cyhalothrin) ve karbamat (Carbaryl) grubu pestisitlerin subletal konsantrasyonlarının, farklı maruziyet sürelerine ve farklı dokulardaki yağ asidi kompozisyonu üzerinde değişikliklere yol açabileceğini göstermektedir. Bu pestisitlerden kaynaklanan yağ asit kompozisyonundaki düzensiz değişiklikler, balıkların hayatta kalma ve üreme kabiliyetlerini etkileyebilecek fizyolojik ve patolojik değişiklikler meydana getirebilir. Pestisit maruzu sonrasında balığın hayatta kalması etkilenebilir. Buda ekosistemdeki popülasyonun yapısında değişikliklere sebep olabilir.

Mevcut çalışma pestisit gruplarına maruz kalan balıklarda PL, TAG ve total lipidlerin yağ asit kompozisyonlarında değişiklikleri göstermiştir. Pestisitlere maruz

kalan balıkların yağ asit kompozisyonlarında, düzensiz azalma ya da artışlar görülmüştür. Yağ asiti kompozisyonunda meydana gelmiş olan bu düzensiz değişikliklerden dolayı, yağ asit kompozisyonundaki değişiklikler pestisit maruzunun tespitinde bir biomarker olarak kullanılamayacağını göstermiştir.





6. KAYNAKLAR

- Ackman, K.G., Eaton, C.A., Lirme, B.A. 1975. Differentiation of freshwater characteristics of fatty acids in marine specimens of the Atlantic Sturgeon (*Acipenser oxyrhynchus*). **Fishery Bulletin**, 73: 838-845.
- Ackman, R.G., Mcleod, C., Rakshit, S., Misra, K.K. 2002. Lipids and fatty acids of five freshwater food fishes of India. **Journal of Food Lipids**, 9: 127-145.
- Ackman, R.G., Takeuchi, T. 1986. Comparison of fatty acids and lipids of smolting hatcheryfed and wild Atlantic Salmon *Salmo salar*. **Lipids**, 21: 117–120.
- Agrawal, A., Sharma, B. 2010. Pesticides induced oxidative stress in mammalian systems: A review. **Journal of International Medical Research**, 1: 90-104.
- Agren, J., Muje, P., Hanninen, O., Herranen, J., Pentula, I. 1987. Seasonal variations of lipid fatty acids of Boreal freshwater fish species. **Comparative Biochemistry and Physiology. B**, 88: 905-909.
- Ahel, M., Evans, K.M., Fileman, T.W., Mantoura, R.F.C. 1992. Determination of atrazine and simazine in estuarine samples by high-resolution gas-chromatography and nitrogen selective detection. **Analytica Chimica Acta**, 268: 195–204.
- Akpınar, M.A. 1986. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın karaciğer ve kasındaki total lipit ve total yağ asitinin mevsimsel değişimi. **Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi**, 4: 33-42.
- Akpınar, M.A., Görgün, S., Akpınar, A.E. 2009. A comparative analysis of the fatty acid profiles in the liver and muscles of male and female *Salmo trutta macrostigma*. **Food Chemistry**, 112: 6-8.
- Ali, R.H., Arrifin, M.M., Sheikh, M.A., Shazili, N.A.M., Zainudin, B. 2015. Toxicological studies of Irgarol-1051 and its effects on fatty acid composition of Asian sea-bass, *Lates calcarifer*. **Regional Studies in Marine Science**, 2: 171–176.
- Al-Malki, A.L., Moselhy, S.S. 2011. Impact of pesticides residue and heavy metals on lipids and fatty acids composition of some seafoods of Red Sea (KSA). **Human and Experimental Toxicology**, 30: 1666–1673.

- Almedia, J.A. , Diniz, Y.S., Marques, S.F.G., Faine, L.A., Ribas, B.O., Burneiko, R.C., Novelli, E.L.B. 2002. The use of the oxidative stress responses as biomarkers in nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) exposed to in vivo cadmium contamination. ***Environment International***, 27: 673-679.
- Almeida, M.G., Fanini, F., Davino, S.C., Aznar, A.E., Koch, O.R., Barros. S.B.D. 1997. Pro- and Anti-oxidant Parameters in Rat Liver After Short Term Exposure to Hexachlorobenzene. ***Human and Experimental Toxicology***, 16: 257–261.
- Ames, N.B., Shigenage, K.M., Hagen, M.T. 1993. Oxidants, antioxidants and degenerative disease of aging. ***Proceedings of The National Academy of Sciences of The United States of America***, 90: 7915-7922.
- Aprea, C., Colosio, C., Mammone, T., Minoia, C., Maroni, M. 2002. Biological monitoring of pesticide exposure: a review of analytical methods. ***Journal of Chromatography B, Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences***, 769: 191– 219.
- Aras, N.M., Güneş, M., Bayır, A., Sirkecioğlu, A. N., Haliloğlu, İ. H. 2009. Tuzla Çayı ve Tercan Baraj Gölü'ndeki *Capoeta capoeta umbla* HECKEL, 1843'nın bazı biyo-ekolojik özellikleri ile total yağ ve yağ asitleri kompozisyonlarının karşılaştırılması. ***Ekoloji*** 19 (73): 55-64.
- Arnold, H., Pluta, H.J., Braunbeck, T. 1995. Simultaneous exposure of fish to Endosulfan and Disulfoton in vivo: ultrastructural, stereological and biochemical reactions in hepatocytes of male in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) liver. ***Aquatic Toxicology***, 33: 17-43.
- Arts, M.T., Kohler, C.C. 2009. Health and condition of fish: The influence of lipids on membrane competency and immune response. Lipids in Aquatic Ecosystems, Arts, M.T., Brett, M.T., Kainz, M.J., Eds.; Springer, 237-256, New York, NY, USA.
- Assis, C.R.D., Linhares, A.G., Oliveira, V.M., França, R.C.P., Carvalho, E.V.M.M., Bezerra, R.S., de Carvalho Jr, L.B. 2012. Comparative effect of pesticides on brain acetylcholinesterase in tropical fish. ***Science of The Total Environment***, 441: 141-150.

- Avella, M., Berhaut, J., Bornancin, M. 1993. Salinity Tolerance of Two Tropical Fishes, *Oreochromis aureus* and *O. niloticus*. Biochem and Morphological Changes in the Gill Epithelium. **Journal of Fish Biology**, 42: 243-254.
- Aydın R., Köprücü, K. 2005. Acute toxicity of Diazinon on the common carp (*Cyprinus carpio* L.) embryos and larvae. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 82: 220–225.
- Bakry, F.A., El-Hommossany, K., Abd El-Atti, M., Ismail, S.M. 2016. Alterations in the fatty acid profile, antioxidant enzymes and protein pattern of *Biomphalaria alexandrina* snails exposed to the pesticides diazinon and profenfos. **Toxicology and Industrial Health**, 32: 666–676.
- Barbash, J.E., Thelin, G.P., Kolpin, D.W., Gilliom, R.J. 2001. Major herbicides in ground water: results from the national water-quality assessment. *Journal of Environmental Quality* 30: 831–845.
- Barbieri, E., Alves Ferreira, L.A. 2011. Effects of the organophosphate pesticide Folidol 600® on the fresh water fish, Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 99: 209–214.
- Baron, R.L., Carbamate insecticides. In: Hayes WJ Jr, Laws FL Jr (eds). 1991. “Handbook of pesticide toxicology” vol. 3. Academic, New York, pp 1125–1189.
- Bayir, M., Sirkecioglu, A.N., Bayir, A., Aras, M. 2013. Alterations in fatty acids of polar lipids in *Salmo trutta* on long-term exposure to a glyphosate-based herbicide (Roundup). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 16: 1194–1198.
- Bell, M.V., Henderson, R.J., Sargent, J.R. 1986. The role of polyunsaturated fatty acids in fish. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry**, 83: 711-719.
- Berg, O.K., Thronaas, E., Bremset, G. 2000. Seasonal cycle of body composition and energy of Brown Trout (*Salmo trutta*) in a temperate zone lake. **Ecology of Freshwater Fish**, 9: 163-169.
- Berge, J., Barnathan, G. 2005. Fatty acids from lipids of marine organisms: molecular biodiversity, roles as biomarkers, biologically active compounds, and economical aspects. **Marine Biotechnology I**, 96: 49–125. <http://dx.doi.org/10.1007/b135782>

- Beyer, J. 1996. Fish biomarkers in marine pollution monitoring; evaluation and validation in laboratory and field studies. Academic Thesis, University of Bergen, Norway.
- Beyers, D. W., Carlson, C. A., and Keefe, T. J. 1994. Toxicity of carbaryl and malathion to two federally endangered fishes, as estimated by regression and ANOVA. ***Environmental Toxicology and Chemistry***, 13: 101-107.
- Bishop, D.G., James, D.G., Olley, J. 1976. Lipid composition of Slender Tuna (*Allothunnus fallai*) as related to lipid composition of their feed (*Nyctiphanes australis*). ***Journal of the Fisheries Research Board of Canada***, 33: 1156-1161.
- Boyd, R.B., Derives, A.L., Eastman, J.T., Pietra, G.G. 1980. The Secondary Lamellae of the Gills of Cold Water (High Altitude) Teleost. ***Cell and Tissue Research***, 213: 361-367.
- Bradbury, S.P., Coats, J.R. 1989. Comparative toxicology of pyrethroid insecticides. ***Reviews of Environmental Contamination and Toxicology***, 108: 133–177.
- Braman, S.K. 1997. Assessment of pesticide use by commercial landscape maintenance and lawn care firms in Georgia. ***Journal of Entomological Science***, 32: 403–411.
- Brandbury, S.P., Coats, J.R. 1989. Comparative toxicology of pyrethroid insecticides. ***Reviews of Environmental Contamination and Toxicology***, 108: 133–177.
- Brewer, S.K., Atchison, G.J. 1999. The effects of chlorpyrifos on cholinesterase activity and foraging behavior in the dragonfly, *Anax junius* (Odonata). ***Hydrobiologia***, 394: 201–208.
- Brooks, G.T. 1974. Chlorinated insecticides. Technology and Application Vol. I. Ed. Zweig, G. CRC Press, Inc, USA.
- Cantoni, L., Rizzardini, M., Tacconi, M.T., Graziani, A. 1987. Comparison of hexachlorobenzene-induced alterations of microsomal membrane composition and monooxygenase activity in male and female rats. ***Toxicology***, 45: 291-305.
- Carranza de Storani, M.M., Rosas, B.S., Ghiottoni, N.E. 1986. Alterations in Lipid Composition of Membranes from *Rhizobium meliloti* Exposed to Parathion. ***Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology***, 45: 266-271.

- Carrasco, M., López-Ramírez, J.A., Benavente, J., López-Aguayo, F., Sales, D. 2003. Assessment of urban and industrial contamination levels in the bay of Cadiz, SW Spain. ***Marine Pollution Bulletin***, 46: 335–345.
- Cavas. S., Ergene-Gozukara, S. 2005. Induction of micronuclei and nuclear abnormalities in *Oreochromis niloticus* following exposure to petroleum refinery and chromium processing plant effluents. ***Aquatic Toxicology***, 74: 264-271.
- Cengiz, E.I., Bayar, A. S., Kızmaz, V. 2016. The protective effect of vitamin E against changes in fatty acid composition of phospholipid subclasses in gill tissue of *Oreochromis niloticus* exposed to deltamethrin. ***Chemosphere***, 147: 138-143.
- Cengiz, E.I., Bayar, A. S., Kızmaz, V., Başhan, M., Satar, A. 2017. Acute Toxicity of Deltamethrin on the Fatty Acid Composition of Phospholipid Classes in Liver and Gill Tissues of Nile tilapia. ***International Journal of Environmental Research***, 11: 377–385.
- Cengiz, E.I., Bayar, A.S., Kizmaz, V. 2016. The protective effect of vitamin E against changes in fatty acid composition of phospholipid subclasses in gill tissue of *Oreochromis niloticus* exposed to deltamethrin. ***Chemosphere***, 147: 138-143.
- Cengiz, E.I., Kan, Y., Kizmaz, V., Başhan, M., Yanar, M. 2012. The protective role of vitamin E on the fatty acid composition of phospholipid structure in gill and liver tissues of *Oreochromis niloticus* exposed to deltamethrin. ***Ecotoxicology and Environmental Safety***, 80: 381-385
- Cengiz, E.I., Ünlü, E., Başhan, M. 2010. Fatty acid composition of total lipids in muscle tissues of nine freshwater fish from the River Tigris (Turkey). ***Turkish Journal of Biology***, 34: 433-438.
- Cengiz, E.I., Ünlü, E., Başhan, M. Satar, A., Uysal E. 2011. Effects of Seasonal Variations on the Fatty Acid Composition of Total Lipid, Phospholipid and Triacylglycerol in the Dorsal Muscle of Mesopotamian Catfish (*Silurus triostegus* Heckel, 1843) in Tigris River (Turkey). ***Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences***, 12: 33-39.

- Christopher, S.V., Bird, K.T. 1992. The effects of herbicides on development of *Myriophyllum spicatum* L. cultured in vitro. ***Journal of Environmental Quality***, 21: 203-207.
- Costa, L.G. 2006. Current issues in organophosphate toxicology. ***Clinica Chimica Acta***, 366: 1-13.
- Cox, C., 1993. The problems with Sevin (carbaryl). ***Journal of Pesticide Reform***, 13: 31-36.
- D'Itri, F.M., Wolfson, L.G. 1987. Rural Ground Water Contamination. Lewis Publishers, Chelsea, MI.
- Daikoku, T., Yanu, I., Masui, M. 1982. Lipid and fatty acid compositions and their changes in the different organs and tissues of guppy, *Poecilia reticulata*, on sea water adaptation. ***Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology***, 73: 167-174.
- Dailianis, S. 2011. Environmental impact of anthropogenic activities: the use of mussels as a reliable tool for monitoring marine pollution. In: McGevin, L.E. (Ed.), Mussels: Anatomy. ***Habitat and Environmental Impact***. Nova Science Publishers, Inc, pp. 1–30.
- David, B.V., Somasundram, L. 1985. Synthetic Pyrethroids an Evaluation of Their Potential Effect on Non Target Organisms. ***Pesticides***, 19: 9-12.
- Demirdöğen, B. 2010. Organophosphate pesticide poisonings and the role of serum paraoxonase 1 (PON1) enzyme in organophosphate metabolism. ***Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi***, 67: 97-112.
- Depledge, M.H., Fossi, M.C. 1994. The role of biomarkers in environmental assessment (2). Invertebrates. ***Ecotoxicology***, 3: 161-172.
- Di Constanzo, G., Duportail, G., Florentz, A., Leray, C. 1983. The brush border membrane of trout intestine: Influence of its lipid composition on ion permeability, enzyme activity and membrane fluidity. ***Molecular Physiology***, 4: 279-280.
- Dökmeci, İ. 1988. Toksikoloji: Akut Zehirlenmelerde Tanı ve Tedavi. Nobel Tıp Kitapevi, İstanbul.

- Dzoyem, J.P., Kuete, V., Eloff, J.N. 2014. Biochemical parameters in toxicological studies in Africa: significance, principle of methods, data interpretation, and use in plant screenings. ***Toxicological Survey of African Medicinal Plants***, p: 659-715.
- Eells, J.T., Rasmussen, J.L., Bandettini, P.A., Propp, J.M. 1993. Differences in the Neuroexcitatory Actions of Pyrethroid Insecticides and Sodium Channel Specific Neurotoxins in Rat and Trout Brain Synaptosomes. ***Toxicology and Applied Pharmacology***, 123: 107-119.
- El-Sherif, M.S., Ahmed, M.T., El-Danasoury, M.A., El-Nwish, N.H.K. 2009. Evaluation of Diazinon Toxicity on Nile Tilapia Fish (*O. niloticus*). ***Journal of Fisheries and Aquatic Science***, 4: 169-177.
- EPA. 2004. "Carbaryl Interim Reregistration Eligibility Decision (IRED) Facts". EPA, Office of Pesticide Programs, pp 318.
- EPA. 2009. User's Guide and Technical Documentation, KABAM Version 1.0 (Kow (based) Aquatic BioAccumulation Model) Environmental Fate and Effects Division Office of Pesticide Programs, U.S. Environmental Protection Agency Washington, D.C.
- Fanta, E., Sant'Anna Rios, F., Romão, S., Casagrande Vianna, A.C., Freiburger, S. 2003. Histopathology of the fish *Corydoras paleatus* contaminated with sublethal levels of organophosphorus in water and food. ***Ecotoxicology and Environmental Safety***, 54: 119–130.
- Farkas, T. 1984. Adaptation of fatty acid composition to temperature: A study on carp (*Cyprinus carpio* L.) liver slices. ***Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry***, 79: 531-537.
- Fenner, K., Canonica, S., Wackett, L.P., Elsner, M. 2013. Evaluating pesticide degradation in the environment: blind spots and emerging opportunities. ***Science***, 341: 752–758.
- Filimonova, V., Gonçalves, F., Marques, J.C., De Troch, M., Gonçalves, A.M.M. 2016. Fatty acid profiling as bioindicator of chemical stress in marine organisms: A review. ***Ecological Indicators***, 67: 657-672.

Fishbase. 2015. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) Erişim: [http://www.fishbase.org/summary/Oreochromis-niloticus.html] Erişim Tarihi: 13.07.2015.

Folch, J., Lees, M., Sladane-Stanley, G.H.A. 1957. Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226: 497-509.

Fukushima, T., Hojo, N., Isobe, A., Shiwaku, K., Yamane, Y. 1997. Effects of organophosphorous compounds on fatty acid compositions and oxidative phosphorylation system in the brain of rats. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 49: 381-386.

Fulton, M.H., Key, P.B. 2001. Acetylcholinesterase inhibition in estuarine fish and invertebrates as an indicator of organophosphorus insecticide exposure and effects. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20: 37-45.

Gabryelak, T., Filipiak, A., Brichon, G. 2000. Effects of zinc on lipids of erythrocytes from carp (*Cyprinus carpio* L.) acclimated to different temperatures. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*, 127: 335-343.

Gallo, M.A., Lawryk, N.J. 1991. Organic Phosphorus Pesticides. Editörler: Hayes, W.J., Jr., Laws, E.R. Handbook of Pesticide Toxicology: Classes of Pesticides, 917-1123. No. 2 Academic Press, New York, USA.

Galloway, T., Handy, R. 2003. Immunotoxicity of organophosphorous pesticides. *Ecotoxicology*, 12: 345-363.

Garcia-Santos, S., Fontainhas-Fernandes, A., Wilson, J.M. 2006. Cadmium Tolerance in the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Following Acute Exposure: Assessment of Some Ionoregulatory Parameters. *Environmental Toxicology*, 21: 33-46.

Geng, J., Li, H., Liu, J., Yang, Y., Jin, Z., Zhang, Y., Zhang, M. 2015. Nutrients and contaminants in tissues of five fish species obtained from Shanghai markets: risk-benefit evaluation from human health perspectives. *Science of The Total Environment*, 536: 933-945.

- George, R., Bhopal, R. 1995. Fat composition of free living and farmed sea species: Implications for human diet and sea-farming. **British Food Journal**, 97:19-22.
- Gibbs, K.E., Mingo, T.M. 1984. Courtmanch DL Persistence of Carbaryl (Sevin-4-Oil) in woodland ponds and its effects on pond macroinvertebrates following forest spraying. **The Canadian Entomologist**, 116: 203–213.
- Giordano, G., Afsharinejad, Z., Guizetti, M., Vitalone, A., Kavanagh, J.T., Costa, G.L. 2007. Organophosphorus Insecticides Chlorpyrifos and Diazinon and Oxidative Stress in Neuronal Cells in a Genetic Model of Glutathione Deficiency. **Toxicology and Applied Pharmacology**, 219: 181-189.
- Goncalves, A.M.M., Azeiteiro, U.M., Pardal, M.A., De Troch, M. 2012. Fatty acid profiling reveals seasonal and spatial shifts in zooplankton diet in a temperate estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 109: 70–80.
- Goncalves, A.M.M., Mesquita, A.F., Verdelho, T., Coutinhoc, J.A.P., Marquesa, J.C., Goncalves, F. 2016. Fatty acids profiles as indicators of stress induced by of a common herbicide on two marine bivalves species: *Cerastoderma edule* (Linnaeus, 1758) and *Scrobicularia plana* (da Costa, 1778). **Ecological Indicators**, 63: 209-218.
- Görgün, S., Akpınar, M.A. 2007. Liver and muscle fatty acid composition of mature and immature Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed two different diets. **Biologia**, 62: 351-355.
- Görgün, S., Akpınar, N., Zengin, G., Akpınar, M.A., Gunlu, A., Güler, G.O., Aktümsek, A. 2013. Determination of fatty acid profiles of total, neutral, and polar lipids in different tissues of *Vimba vimba* (L., 1758) from Eğirdir Lake (Isparta, Turkey). **Turkish Journal of Zoology**, 37: 627-634.
- Graymore, M., Stagnitti, R., Allison, G. 2001. Impacts of Atrazine in Aquatic Ecosystems. **Environment International**, 26: 483–495.
- Grube, A., Donaldson, D., Kiely, T., Wu, L. 2011. Pesticides Industry Sales and Usage 2006 and 2007 Market Estimates. U.S. Report for the Environmental Protection Agency Washington, DC.

- Gruber, S. J., and Munn, M. D., 1998. Organophosphate and carbamate insecticides in agricultural waters and cholinesterase (ChE) inhibition in common carp (*Cyprinus carpio*). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 35: 391-396.
- Guiloski, I.C., Rossi, S.C., da Silva, C.A., de Assis, H.C.S. 2013. Insecticides biomarker responses on a freshwater fish *Corydoras paleatus* (Pisces: Callichthyidae). ***Journal of Environmental Science and Health, Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes***, 48: 272-277.
- Gunasekara, A.S., Rubin, A.L., Goh, K.S., Spurlock, F.C., Tjeerdema, R.S., 2008. Environmental fate and toxicology of carbaryl. ***Reviews of Environmental Contamination and Toxicology***, 196: 95-121.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z, 1997. Pestisitler. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 52, Ankara
- Gültekin, F., Delibas, N., Yasar, S., Kılınç, I. 2001. In vivo changes in antioxidant systems and protective role of melatonin and a combination of Vitamin C and Vitamin E on oxidative damage in erythrocytes induced by chlorpyrifos-ethyl in Rat. ***Archives of Toxicology***, 75: 88-96.
- Güner, U. 2014. Toksikoloji. Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji, Edirne
- Hannam, M.L., Bamber, S.D., Galloway, T.S., John Moody, A., Jones, M.B. 2010. Effects of the model PAH phenanthrene on immune function and oxidative stress in the haemolymph of the temperate scallop *Pecten maximus*. ***Chemosphere*** 78: 779–784.
- Haya, K. 1989. Toxicity of pyrethroid insecticides to fish. ***Environmental Toxicology and Chemistry***, 8: 381-391.
- Haya, K., Waiwood, B.A., Burrige, L., Van Eekhaute, L. 1985. Liver energy metabolism and gill ATPase activity of *Salmo salar* juveniles after exposure to sublethal levels of phenols. In: Vernberg, F.J., Thurburg, F.P., Calabrese, A., Vernberg, W. (Eds.), *Marine pollution and physiology: Recent Advances*. University of South Carolina Press, Columbia, 521-535.
- Hayes, K.C., Potter, P.J., Wolfe, D.L. 1994. 4-Aminopyridine in patients with spinal cord injury. ***Journal of Neurotrauma***, 11: 433-46.

- Hayes, T.B., Collins, A., Lee, M., Mendoza, M., Noriega, N., Stuart, A.A., Vonk, A. 2002. Hermaphroditic, demasculinized frogs after exposure to the herbicide atrazine at low ecologically relevant doses. ***Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America***, 99: 5476– 5480.
- Hazarika, A., Sankar, A.N., Hajare, S., Kataria, M., Malik, J.K. 2003. Influence of Malathion Pretreatment on Toxicity of Anilofos in Male Rats: A Biochemical Interaction Study. ***Toxicology***, 185: 1-8.
- He, B., Oki, T., Sun, F.B., Komori, D., Kanae, S., Wang, Y., Kim, H., Yamazaki, D. 2011. Estimating monthly total nitrogen concentration in streams by using artificial neural network. ***Journal of Environmental Management***, 92: 172–177.
- Heath, A.G. 1987. Water pollution and fish physiology. CRC Press Inc. Florida.
- Hemalatha, D., Amala, A., Rangasamy, B., Nataraj, B., Ramesh, B. 2015. Sublethal toxicity of quinalphos on oxidative stress and antioxidant responses in a freshwater fish *Cyprinus carpio*. ***Environmental Toxicology***, 31: 1399–1406.
- Hussein, S.Y., El-Nasser, M.A., Ahmed, S.M. 1996. Comparative Studies on the Effects of Herbicide Atrazine on Freshwater Fish *Oreochromis niloticus* and *Chrysichthyes auratus* at Assiut. Egypt. ***Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology***, 57: 503-510.
- Islam, S.M., Tanaka, M. 2004. Impact of pollution on coastal and marine ecosystem including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis. ***Marine Pollution Bulletin***, 48: 624–649.
- Jacquot, R. 1961. Organic constituents of fish and other aquatic animal foods. In fish as food. Vol. 1, ed. G. Borgstrom. Academic Press, New York. USA.
- Jeyasankar, A., Jesudasan, R.W.A. 2005. Insecticidal properties of novel botanicals against a few lepidopteran pests. ***Pestology***, 29: 42–44.
- John, P.J., Prakash, A. 2003. Bioaccumulation of pesticides on some organs of freshwater catfish *Mystus vitatus*. ***Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology***, 70: pp. 1013-1016.

- Kaçar, S., Başhan, M., Oymak, S.A. 2010. *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın kas ve karaciğer yağ asitlerinin içeriği. 20. Ulusal Biyoloji Kongresi. Pamukkale, Denizli.
- Kannan, K. 1997. Fundamentals of environmental pollution S. Chand and Company Ltd., New Delhi, Hindistan.
- Karalliedde, L.D., Edwards, P., Marrs, T.C. 2003. Variables influencing the toxic response to organophosphates in humans. ***Food and Chemical Toxicology***, 41: 1-13.
- Kavitha, P., Venkateswara Rao J. 2007. Oxidative stress and locomotor behaviour response as biomarkers for assessing recovery status of mosquito fish (*Gambusia affinis*) after lethal effect of an organophosphate pesticide, monochrotophos. ***Pesticide Biochemistry and Physiology***, 87: 182–188.
- Kayhan, H., Başhan, M., Kaçar, S. 2015. Seasonal variations in the fatty acid composition of phospholipids and triacylglycerols of brown trout. ***European Journal of Lipid Science and Technology***, 117: 738-744.
- Keizer, J., D'Agostino, G., Vitozzi, L. 1991. The importance of biotransformation in the toxicity of xenobiotics to fish. I. Toxicity and bioaccumulation of Diazinon in guppy (*Poecilia reticulata*) and zebra fish (*Brachydanio rerio*). ***Aquatic Toxicology***, 21: 239–251.
- Khasawinah, A.M.A., March, R.B., Fukuto, T.R. 1978. Insecticidal properties, anti esterase activities and metabolism of methamidophos. ***Pesticide Biochemistry and Physiology***, 9: 211-221.
- Kıssal, S. 2008. Eğirdir Gölü'ndeki *Vimba vimba tenella* (Nordman, 1840) (Eğrez)'nın total yağ asiti bileşiminin mevsimsel değişiminin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji A.B.D. Konya.
- Kidd, H., James, D.R., Eds. 1991. The Agrochemicals Handbook, (Third Edition). Royal Society of Chemistry Information Services, Cambridge, UK.
- Kiessling, A., Pickova, J., Johansson, L., Asgard, T., Storebakken, T., Kiessling, K.H. 2001. Changes in fatty acid composition in muscle and adipose tissue of farmed Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. ***Food Chemistry***, 73: 271-284.

- Kiessling, A., Pickova, J., Johansson, L., Asgard, T., Storebakken, T., Kiessling, K.H. 2001. Changes in fatty acid composition in muscle and adipose tissue of farmed Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. ***Food Chemistry***, 73(3): 271-284.
- Kinsella, J.E. Shimp, J.L., Mai, J. 1977. Fatty acid content and composition of fresh water finfish. ***Journal of the American Oil Chemists Society***, 54: 424-429.
- Kirk, R.S., Lewis, J.W. 1993. An Evaluation of Pollutant Induced Changes in the Gills of Rainbow Trout Using Scanning Electron Microscopy, ***Journal Environmental Technology***, 14: 577-585.
- Klaassen, C. D. 2001. Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons, 763-774, No. 6. McGraw-Hill, USA.
- Klaassen, C.D. 2001. Doull's Toxicology, The basic science of poisons. New York, McGraw-Hill, 763- 810.
- Kminkova, M., Winterova, R., Kucera, J. 2001. Fatty acids in lipids of Carp (*Cyprinus carpio*) tissues. ***Czech Journal of Food Sciences***, 19: 177-181.
- Kotkat, H.M., Rady, A.A., Janos, N. 1999. Influence of pesticide pyrethroid deltamethrin pollution on the phospholipid composition of carp erythrocyte plasma membrane. ***Asian Fisheries Society***, 12: 165-173.
- Kozlova, T.A., Khotimchenko, S.V. 2000. Lipids and fatty acids of two pelagic cottoid fishes (*Comephorus spp.*) endemic to Lake Baikal. ***Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology***, 126: 477-485.
- Kuhr, R.J., Dorough, H.W. 1976. Carbamate Insecticides: Chemistry, Biochemistry, and Toxicology. CRC Press, Inc., Cleveland, Ohio, 301pp.
- Kwong, T.C. 2002. Organophosphate pesticides: biochemistry and clinical toxicology. ***Therapeutic Drug Monitoring***, 24: 144-149.
- Labarta, U., Fernández-Reiriz, M.J., Garrido, J.L., Babarro, M.F., Bayona, J.M., Albaigés, J. 2005. Response of mussel recruits to pollution from the 'Prestige' oil spill along the Galicia coast. A biochemical approach. ***Marine Ecology Progress Series***, 302: 135-145.

- Lal, B., Singh, T.P. 1986. In vivo modification of fatty acids and glycerides metabolism in response to 1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane and cythion exposure in the catfish, *Clarias batrachus*. ***Ecotoxicology and Environmental Safety***, 11: 295-307.
- Lal, B., Singh, T.P. 1987. Impact of pesticides on lipid metabolism in the freshwater catfish, *Clarias batrachus*, during the vitellogenic phase of its annual reproductive cycle. ***Ecotoxicology and Environmental Safety***, 13: 13-23.
- Lal, B., Singh, T.P. 1987. The effect of malathion and γ -BHC on the lipid metabolism in relation to reproduction in the tropical teleost, *Clarias batrachus*. ***Environmental Pollution***, 48: 37-47.
- Lal, B., Singh, T.P. 1987. γ -BHC- and Cythion-induced alterations in lipid metabolism in a freshwater catfish, *Clarias batrachus*, during different phases of its annual reproductive cycle. ***Ecotoxicology and Environmental Safety***, 14: 38-47.
- Laurent, P., Perry, S.F. 1990. Effects of Cortisol on Gill Chloride Cell Morphology and Ionic Uptake in the Freshwater Trout, *Salmo gairdneri*. ***Cell and Tissue Research***, 259: 429-442.
- Lee, A.G., Malcolm East, J., Balgavy, P. 1991. Interactions of insecticides with biological membranes. ***Pest Management science***, 32: 317-327.
- Li, Q. 2007. New mechanism of organophosphorus pesticide-induced immunotoxicity. ***Journal of Nippon Medical School***, 74: 92-105.
- Liong, P.C., Hamzah, W.P., Murugan, V. 1988. Toxicity of Some Pesticides Towards Freshwater Fishes. Fish Bulletin Department of Fisheries. (Malays), 57: 13 p.
- Lopez-Barea, J. 1996. Biomarkers to detect environmental pollution. ***Toxicology Letters***, 88: 79.
- Lopezdecerain, A., Garcia, E., Gullon, A. 1992. Influence of the triazine ring on the mutagenicity of triazinoindoles and some congeners. ***Mutagenesis*** 7: 37-39.
- Luty, S., Latuszynska, J., Obuchowska-Przebirowska, D., Tokarska, M., Haratym-Maj, A.A. 2000. Subacute toxicity of orally applied alpha-cypermethrin in swiss mice. ***Annals of Agricultural and Environmental Medicine***, 7: 33-41.

- Macedo, R.S., Rorig, L.R., Uurban, S.R., da Castro-Silva, M.A., Pereira-Filho, J. 2005. Evaluation of estuarine surface waters effect on growth of diatom *Skeletonema costatum*. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, 9: 9–15.
- Machado, M.W. 2001a. XDE-225: and lambda-cyhalothrin: comparative toxicity to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under flowthrough conditions. Study No. 011056.
- Marino, T.A., Rick, D.L. 2001a. XR-225: an acute toxicity study with the bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus* Rafinesque. Study No.001074(A). Dow Chemical Company, Midland.
- Marino, T.A., Rick, D.L. 2001b. XR-225: and lambda-cyhalothrin: an acute toxicity comparison study with the bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus* Rafinesque. Study No. 001074. Dow Chemical Company, Midland.
- Matos, P., Fontainhas-Fernandes, A., Peixoto, F., Carrola, J., Rocha, E. 2007. Biochemical and histological hepatic changes of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* exposed to Carbaryl. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 89: 73-80.
- Matos, P., Fontainhas-Fernandes, A., Peixoto, F., Carrola, J., Rocha, E. 2007. Biochemical and histological hepatic changes of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* exposed to carbaryl. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 89: 73–80.
- Matsumura, F. 1987. Deltamethrin induced changes in synaptosomal transport of 3H-epinephrine in the squid optic lobes. **Comparative Biochemistry and Physiology**, 87: 31-35.
- MEGEP. 2012. Çevre Sağlığı, Pestisitler. 850CK0054, Ankara
- Mishra, R., Shukla, S.P. 2003. Endosulfan effects on muscle malate dehydrogenase of the freshwater catfish, *Claria batrachus*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 56: 425-433.
- Mora, B.R. 2000. Relationship between toxicokinetics of Carbaryl and effect on acetylcholinesterase activity in *Pomacea patula* snail. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 46: 234–239.
- Moretto, A. 1998. Experimental and clinical toxicology of anticholinesterase agents. **Toxicology Letters**, 28: 509-513.

- Mori de Moro, G., Duffard, R., Evangelista de Duffard, A.M. 1986. Changes in fatty acid composition in myelin lipids after 2,4-dichlorophenoxyacetic butyl ester treatment. *Neurotoxicology*, 7:173-80.
- Mute, P., Agren, J., Lindovist, O, Hanninen, O. 1989. "Fatty acid composition of vendace (*Coregonus albula* L.) muscle and its plankton feed". *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 92: 75-79.
- Nettleton, J.A., Exler, J. 1992. Nutrients in wild and farmed fish and shellfish. *Journal of Food Science*, 57: 257-260.
- Njinkoué, J-M., Barnathan, G., Miralles, J., Gaydou, E.M., Samb, A. 2002. Lipids and fatty acids in muscle, liver and skin of three edible fish from the Senegalese coast: *Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita* and *Cephalopholis taeniops*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 131: 395-402.
- Ojha, A., Yaduvanshi, S.K., Srivastava, N. 2011. Effect of combined exposure of commonly used organophosphate pesticides on lipid peroxidation and antioxidant enzymes in rat tissues. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 99: 148–156.
- Olivares-Rubio, H.F., Vega-López, A. 2016. Fatty acid metabolism in fish species as a biomarker for environmental monitoring. *Environmental Pollution*, 218: 297-312.
- Osaka, K., Yamaguchi, A., Kurokawa, T., Kuwahara, K., Saito, H., Nozaki, Y. 2002. Chemical components and body color of Horse Mackerel caught in different areas. *Fisheries Science*, 68: 587-594.
- Özkaya, G., Çeliker, A., Koçer-Giray, B. 2013 İnsektisit zehirlenmeleri ve Türkiye’deki durumun değerlendirilmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 70(2): 75-102.
- Öztürk, S. 1990. Tarım İlaçları. Hasad Yayınevi, İstanbul.
- Peterson, J.L. 2001. A test system to evaluate the susceptibility of Oregon, USA, native stream invertebrates to triclopyr and Carbaryl. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20: 2205–2214.

- Piner, P., Üner, N. 2012. Oxidative and apoptotic effects of Lambda-cyhalothrin modulated by piperonyl butoxide in the liver of *Oreochromis niloticus*. ***Environmental Toxicology and Pharmacology***, 33: 414-420.
- Powers, D.A. 1989. Fish as model systems. ***Science***, 246: 352-358.
- Prasada Rao, K.S., Sambasiva Rao, K.R.S., Ahammad Sahib, I.K., Ramana Rao K.V. 1985. Combined action of carbaryl and phenthoate on tissue lipid derivatives of murrel, *Channa punctatus* (Bloch). ***Ecotoxicology and Environmental Safety***, 9: 107-111.
- Prasada Rao, K.S., Sambasiva Rao, K.R.S., Ahammad Sahib, I.K., Ramana Rao, K.V. 1985. Combined action of carbaryl and phenthoate on tissue lipid derivatives of murrel, *Channa punctatus* (Bloch). ***Ecotoxicology and Environmental Safety***, 9(1):107-111.
- Rajdeep, K., Sandhu, H.S. 2008. In vivo changes in antioxidant system and protective role of selenium in chlorpyrifos-induced subchronic toxicity in *Bubalus bubalis*. ***Environmental Toxicology and Pharmacology***, 26: 45-48.
- Ramesh, M., Srinivasan, R., Saravanan, M. 2009. Effect of Atrazine (Herbicide) on blood parameters of common carp *Cyprinus carpio* (Actinopterygii: Cypriniformes). ***African Journal of Environmental Science and Technology***, 3: 453-458.
- Rauf, A., Arain, N. 2013. Acute toxicity of diazinon and its effects on hematological parameters in the Indian carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). ***Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences***, 37: 535-540.
- Readman, J.W., Albanis, T.A., Barcelo, D., Galassi, S., Tronczynski, J., Gabrielides, G.P. 1993. Herbicide contamination of Mediterranean estuarine waters: results from a MED POL pilot survey. ***Marine Pollution Bulletin***, 26: 613– 619.
- Reddy, A.T.V., Ayyanna, K., Yellamma, K. 1991. Cypermethrin induced modulations in lipid metabolism of freshwater teleost, *Tilapia mossambica*. ***Biochemistry International***, 23: 963-967.
- Ren, Z.M., Fu, X.E., Zeng, Y., Liub, Y.D., Kim, H.S., Chon, T.S. 2012. The stepwise behavioral responses of Medaka (*Oryzias latipes*) to organophosphorus pesticides in an online monitoring system. ***Procedia Environmental Sciences***, 13: 1122–1133.

Ribera, D., Narbonne, J.F., Saint-Denis, M. 2001. Biochemical responses of the earthworm *Eisenia fetida andrei* exposed to contaminated artificial soil: effects of Carbaryl. ***Soil Biology and Biochemistry***, 33: 1123-1130.

Richmonds, C., Dutta, H.M. 1989. Histopathological Changes Induced by Malathion in the Gills of Bluegill *Lepomis macrochirus*. ***Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology***, 43: 123-130.

Rincon-Sanchez, A.R., Hernandez, A., Lopez, M.L., Mendoza-Figueroa, T. 1992. Synthesis and secretion of lipids by long-term cultures of female rat hepatocytes. ***Biology of the Cell***, 76: 131–138.

Ritter, L., Solomin, K.R., Forget, J., Stemmeroff, M., O'Leary, C. 1996. Persistent Organic Pollutants. International Program on Chemical Safety, UN Environmental Program.

Rocchetta, I., Pasquevich, M.Y., Heras, H., Ríos de Molina, M.d.C., Luquet, C.M. 2014. Effects of sewage discharges on lipid and fatty acid composition of the Patagonian bivalve *Diplodon chilensis*. ***Marine Pollution Bulletin***, 79: 211–219.

Rodriguez, C., Acosta, C., Badia, P., Cejas, J.R., Santamaria, F.J., Lorenzo, A. 2004. Assessment of lipid and essential fatty acids requirements of black Seabream (*Spondyliosoma cantharus*) by comparison of lipid composition in muscle and liver of wild and captive adult fish. ***Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology***, 139: 619–629.

Rodriguez, C., Acosta, C., Badia, P., Cejas, J.R., Santamaria, F.J., Lorenzo, A. 2004. Assessment of lipid and essential fatty acids requirements of black Seabream (*Spondyliosoma cantharus*) by comparison of lipid composition in muscle and liver of wild and captive adult fish. ***Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology***, 139(4): 619–629.

Rosas, S.B., Secco, M., Ghittoni, N.E. 1980. Effects of pesticides on the fatty acid and phospholipid composition of *Escherichia coli*. ***Applied and Environmental Microbiology***, 40: 231-234.

Rudnicki, C.A.M., Melo, G.C., Donatti, L., Kawall H.G., Fanta, E. 2009. Gills of juvenile fish *piaractus mesopotamicus* as histological biomarkers for experimental sub-

lethal contamination with the Organophosphorus Azodrin® 400. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 52:1431–1441.

Ruggeri B., Thoroughgood, C.A. 1985. Prostaglandins in aquatic fauna: a comprehensive review. **Marine Ecology Progress Series**, 23: 301–306.

Saify, Z.S., Akhtar, S., Khan, K.M., Perveen, S., Ayattollahi, S.A.M., Hassan, S., Arif, M., Haider, S.M., Ahmad, F., Siddiqui, S., Khan, M.Z. 2003. A study on the fatty acid composition of fish liver oil from two marine fish, *Eusphyra blochii* and *Carcharhinus bleekeri*. **Turkish Journal of Chemistry**, 27: 251- 258.

Sanchez-Muros, M.J., Villacreces, S., Miranda-de la Lama, G., de Haro, C., Garcia-Barroso, F. 2013. Effects of chemical and handling exposure on fatty acids, oxidative stress and morphological welfare indicators in gilt-head sea bream (*Sparus aurata*). **Fish Physiology and Biochemistry**, 39: 581–591.

Sandoza, C., Lescab, P., Narbonnea, J.F., Carpy, A. 2000. Molecular characteristics of Carbaryl, a CYP1A1 gene inducer. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, 373: 275-280.

Sardenne, F., Kraffe, E., Amiel, A., Fouché, E., Debrauwer, L., Ménard, F., Bodin, N. 2017. Biological and environmental influence on tissue fatty acid compositions in wild tropical tunas. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology**, 204: 17-27.

Satar, E.I., Uysal, E., Ünlü, E., Başhan, M., Satar, A. 2012. The effects of seasonal variation on the fatty acid composition of total lipid, phospholipid, and triacylglycerol in the dorsal muscle of *Capoeta trutta* found in the Tigris River (Turkey). **Turkish Journal of Biology**, 36: 113-123.

Sathiakumar, N., Delzell, E., Cole, P. 1996. Mortality among workers at two triazine herbicide manufacturing plants. **American Journal of Industrial Medicine** 29: 143–151.

Schwarzenbach, R.P., Escher, B.I., Fenner, K., Hofstetter, T.B., Johnson, C.A., Von Gunten, U., Wehrli, B. 2006. The challenge of micropollutants in aquatic systems, **Science** 313: 1072–1077.

- Sewell, I.G., McKenzie, J. 2006b. Gamma-cyhalothrin: acute toxicity to guppy (*Poecilia reticulata*). SafePharm laboratories project No. 2119/0013. The Dow Chemical Company report 050606.
- Sewell, I.G., McKenzie, J. 2006c. Gamma-cyhalothrin: acute toxicity to zebra fish (*Brachydanio rerio*). SafePharm laboratories Project No. 2119/0015. The Dow Chemical Company report 050608.
- Sewell, I.G., McKenzie, J., 2006a. Gamma-cyhalothrin: acute toxicity to fathead minnow (*Pimephales promelas*). Safe Pharm laboratories project No. 2119/0014. The Dow Chemical Company report 050607.
- Sharma, P., Vikas, K., Sinha, A.K., Jayant, R., Kithsiri, H.M.P., Gudipati, V. 2009. Comparative fatty acid profiles of wild and farmed tropical freshwater fish Rohu (*Labeo rohita*). ***Fish Physiology and Biochemistry***, 36: 411-417.
- Shirai, N., Suzuki, H., Tokairin, S., Ehara, H., Wada, S. 2002. Dietary and seasonal effects on the dorsal meat lipid composition of Japanese (*Silurus asotus*) and Thai catfish (*Clarias macrocephalus* and hybrid *Clarias macrocephalus* and *Clarias galipinus*). ***Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology***, 132: 609–619.
- Shirai, N., Suzuki, H., Toukairin, S., Wada, S. 2001. Spawning and season affect lipid content and fatty acid composition of ovary and liver in Japanese catfish (*Silurus asotus*). ***Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology***, 129: 185-195.
- Singh, A., Singh, D.K., Agarwal, R.A. 1993. Effect of Cypermethrin, Mexacarbate, and Phorate on Phospholipid and Lipid Peroxidation in the Snail *Lymnaea acuminata*. ***Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology***, 51: 68-71.
- Singh, B.K. 2009. Organophosphorus-degrading bacteria: ecology and industrial applications. ***Nature Reviews Microbiology***, 7: 156–164.
- Singh, P.B. 1992. Impact of malathion and γ -BHC on lipid metabolism in the freshwater female catfish, *Heteropneustes fossilis*. ***Ecotoxicology and Environmental Safety***, 23: 22-32.

Singh, R.N., Pandey, P.K., Singh, N.N., Dass, V.K. 2010. Acute toxicity and behavioral responses of common carp *Cyprinus carpio* (linn.) to an organophosphate (dimethoate). **World Journal of Zoology**, 5: 183–188.

Sprague, M., Dick, J.R., Medina, A., Tocher, D.R., Bell, J.G., Mourente, G. 2012. Lipid and fatty acid composition, and persistent organic pollutant levels in tissues of migrating atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.) broodstock. **Environmental Pollution**, 171: 61–71.

Srinivas, T., Prasad, T.A.V., Raffi, G.M., Reddy, D.C. 1991. Effect of atrazine on some aspects of lipid metabolism in freshwater fish. **Biochemistry International**, 23: 603-609.

Srinivas, T., Prasad, T.A.V., Raffi, G.Md., Reddy, D.C. 1991. Effect of atrazine on some aspects of lipid metabolism in fresh water fish. **Biochemistry International**, 23(3):603-609]

Steffens, W., Wirth, M. 1997. Cyprinids as a valuable source of essential fatty acids for human health: A Review. **Asian Fisheries Science**, 10: 83-90.

Sun, L., Li, J., Zuo, Z., Chen, M., Wang, C., 2013. Chronic exposure to paclobutrazol causes hepatic steatosis in male rockfish *Sebastiscus marmoratus* and the mechanism involved. **Aquatic Toxicology**, 126: 148–153.

Takama, K., Suzuki, T., Yoshida, K., Arai, H., Anma, H. 1994. Lipid content and fatty acid composition of phospholipids in white-flesh fish species. **Fisheries science**, 60: 177-184.

Thuar, A., Rosas, S.B., Ghittoni, N.E. 1988. Effects of Aldicarb on the Biochemical Composition of *Rhizobium meliloti*. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, 45: 266-271.

Tilton, F.A., Tilton, S.C., Bammler, T.K., Beyer, R.P., Stapleton, P.L., Scholz, N.L., Gallagher, E.P. 2011. Transcriptional impact of organophosphate and metal mixtures on olfaction: copper dominates the chlorpyrifos-induced response in adult zebrafish. **Aquatic Toxicology**, 102: 205–215.

Timbrell, A.J. 1991. Toxic responses to foreign compounds. In principles of biochemical toxicology. Second edition, Taylor and Francis London.

- Tocher, D.R. 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in Teleost fish. ***Reviews in Fisheries Science***, 11: 107–184.
- Todd, N.E., Leuwen, M.V. 2002. Effects of Sevin (Carbaryl Insecticide) on Early Life Stages of Zebrafish (*Danio rerio*). ***Ecotoxicology and Environmental Safety***, 53: 267–272.
- Toledo-Ibarra, G.A., Diaz-Resendiz, K.J.G., Pavon-Romero, L., Rojas-Garcia, A.E., Medina-Diaz, I.M., Giron-Perez M.I. 2016. Effects of diazinon on the lymphocytic cholinergic system of Nile tilapia fish (*Oreochromis niloticus*). 176: 58-63.
- Tomlin, C.D.S. 2000. The Pesticide Manual: A World Compendium. 12th edition. British Crop Protection Council, Farnham, Surrey, 1457pp.
- Topal, S. 2011. Allelokimyasalların herbisit etkileri. ***Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi***, 25: 23-26.
- Uysal, K. 2000. Eğirdir Gölü Sudak (*Stizostedion lucioperca* Lin., 1758) balıklarının total lipit, total yağ asiti ve yağ asiti bileşiminin mevsimsel incelenmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimleri A.B.D., Doktora Tezi, 66s. Isparta.
- Uysal, K., Aksoylar, M.Y. 2005. Seasonal variations in fatty acid composition and the n-6/n-3 fatty acid ratio of pikeperch (*Sander lucioperca*) muscle lipids. ***Journal Ecology of Food and Nutrition***, 44: 23-35.
- Uysal, K., Yerlikaya, A., Aksoylar, M.Y., Yöntem, M., Ulupinar, M. 2006. Variations in fatty acids composition of Pikeperch (*Sander lucioperca*) liver with respect to gonad maturation. *Ecology of Freshwater Fish*, 15: 441–445.
- Üner, N., Özcan Oruc, E., Sevgiler, Y., Şahin, N., Durmaz, H., Usta, D. 2006. Effects of Diazinon on acetylcholinesterase activity and lipid peroxidation in the brain of *Oreochromis niloticus*. ***Environmental Toxicology and Pharmacology***, 21: 241–245.
- Van der Oost, R., Beyer, J., Vermeulen, N.P.E. 2003. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. ***Environmental Toxicology and Pharmacology***, 13: 57-149.
- Velmurugan, B. 2011. Identification of potential biomarkers for chlorpyrifos and cypermethrin exposed to fish *Anabas testudineus* (Bloch) using histological,

biochemical, haematological, ultrastructural and molecular assays. Doctoral Thesis, Department of Environmental Sciences and Biotechnology Research, University of Madras, Chennai, Hindistan.

Venkatrameshven, M., Agnihothrudu, V. 1988. Persistence of Captafol in Soils with and without Amendments and its Effects on Soil Microflora. ***Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology***, 41: 548-555.

Viarengo, A., Lowe, D., Bolognesi, C., Fabbri, E., Koehler, A. 2007. The use of biomarkers in biomonitoring: a 2-tier approach assessing the level of pollutant-induced stress syndrome in sentinel organisms. ***Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology***, 146: 281–300.

Virtanen, M.T. 1986. Histopathological and Ultrasuctructural Changes in the Gills of *Poecilia reticulatus* Induced by an Organochlorine Pesticide. ***Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology***, 7: 73-85

Vural, N. 1995. Toksikoloji, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, Yayın No: 73. Ankara.

Vural, N. 1996. Toksikoloji. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, 342 - 363. Ankara.

Wajsbrodt, N., Gasith, A., Diamant, A., Poper., D.M.,1993. Chronic Toxicity of Ammonia to Juvenile Gilthead Seabream *Sparus aurata* and Related Histopathological Effects. ***Journal of Fish Biology***, 42: 321-328.

Waring, C.P., Moore, A. 2004. The effect of Atrazine on atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts in fresh water and after sea water transfer. ***Aquatic Toxicology***, 66: 94-104.

Watts, P., Wilkinson, G.R. 1977. The interaction of carbamates with acetylcholinesterase. ***Biochemical Pharmacology***, 26: 757–761.

Weber, F.H., Rosenberg, F.A. 1984. Interactions of Carbaryl with estuarine bacterial communities. ***Microbial Ecology***, 10: 257–269.

Wester, P.W., Canton, J.H. 1986. Histopathological study of *Oryzias latipes* (Medaka) after longterm β -hexachlorocyclohexane exposure. ***Aquatic Toxicology***, 9: 21-45.

WHO (World Health Organization). 1990. WHO: Public Health Impact of Pesticides Used in Agriculture, Geneva: World Health Organization.

WHO (World Health Organization). 1996. Guidelines for drinking-water quality. 2nd ed. Vol.2. Health criteria and other supporting information. World Health Organization, Geneva.

Wikipedia. 2015a. Erişim: [https://en.wikipedia.org/wiki/Diazinon#/media/File:Diazinon_Structural_Formula_V1.svg] Erişim Tarihi: 19.11.2015.

Wikipedia. 2015b. Erişim: [<https://en.wikipedia.org/wiki/Atrazine#/media/File:AtrazineVector.svg>], Erişim Tarihi: 19.11.2015.

Wikipedia. 2015c. Erişim: [https://en.wikipedia.org/wiki/Nile_tilapia] Erişim Tarihi: 19.11.2015

Wilkie, M.P., Wood, C.M. 1994. The effects of extremely alkaline water (ph 9.5) on rainbow trout gill function and morphology. ***Journal of Fish Biology***, 45: 87-98.

Zhong, H., Dong, L., Dong, Q., Ke, C., Fu, J., Wang, X., Liu, C., Dai, L. 2012. Quantitative analysis of aberrant fatty acid composition of zebrafish hepatic lipids induced by organochlorine pesticide using stable isotope-coded transmethylation and gas chromatography-mass spectrometry. ***Analytical and Bioanalytical Chemistry***, 404: 207-216.

ÖZGEÇMİŞ

Adı : Murat

Soyadı : YOLCU

Doğum Tarihi : 21/03/1977

Doğum yeri : Diyarbakır

Address : Dicle Üniversitesi Eczacılık Fakültesi TR 21280 Sur/Diyarbakır/Turkey

Telefon Dahili : +90 412 2411000 (Dahili: 7532)

Mobil : +90 553 5954312

E-mail : muratyolcu21@gmail.com

EĞİTİM

- Yüksek Lisans: Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Tez Başlığı: Bazı pestisit ve antibiyotiklerin *Escherichia coli* ML35'in iç membran geçirgenliği üzerine etkileri (The effects of some pesticides and antibiotics the permeability of inner membrane of *Escherichia coli* ML35) (2001-2004).
- Lisans: Dicle Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Biyoloji Anabilim Dalı (1996-2000).



T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI İNTİHAL RAPORU FORMU

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ

ADI VE SOYADI	MURAT YOLCU
ÖĞRENCİ NO	13801513
EĞİTİM – ÖĞRETİM YILI	2017-2018
YARIYIL	☐ Güz ☒ Bahar
ANABİLİM DALI	BİYOLOJİ
PROGRAM	DOKTORA
TEZ KONUSU	“Çeşitli Pestisitlere Maruz Kalan <i>Oreochromis niloticus</i> ’un Karaciğer ve Solungaç Dokularının Yağ Asidi İçeriklerindeki Değişiklikler”

İNTİHAL RAPORU BİLGİLERİ

RAPOR TÜRÜ	Tez Savunma Sınavı Sonrası
SAYFA SAYISI	238
BENZERLİK ORANI	% 13
RAPORLAMA TARİHİ	12/07/ 2018

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın kapak sayfası, giriş, ana bölümler, sonuç ve tartışma kısımlarından oluşan toplam 188 sayfalık kısmına ilişkin, 12/07/ 2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 13 ’tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- ☐ Kabul/Onay sayfaları hariç,
- ☒ Kaynakça hariç
- ☐ Alıntılar hariç/dâhil
- ☐ Diğer

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programlarda Tez Çalışması İntihal Raporu Uygulama Esaslarını inceledim ve bu Uygulama Esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Murat YOLCU

13/07/ 2018

Prof. Dr. Elif İpek SATAR
Tez Danışmanı

13/07/2018

Prof. Dr. Yüksel COŞKUN
Anabilim Dalı Başkanı