



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**EGE BÖLGESİ'NDE YETİŞTİRİCİLİĞİ YAPILAN LEVREK
(*DICENTRARCHUS LABRAX*) BALIKLARINDA YAYILIŞ
GÖSTEREN MİKSOZOAN GRUBU PARAZİTLERİN
ÇEŞİTLİLİĞİ**

DUYGU ODABAŞ ALVER

DOKTORA TEZİ

MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

ORDU 2022

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

DUYGU ODABAŞ ALVER

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünün B-2110 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

EGE BÖLGESİ'NDE YETİŞTİRİCİLİĞİ YAPILAN LEVREK (*DICENTRARCHUS LABRAX*) BALIKLARINDA YAYILIŞ GÖSTEREN MİKSOZOAN GRUBU PARAZİTLERİN ÇEŞİTLİLİĞİ

DUYGU ODABAŞ ALVER

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ, 133 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. ÖMER ERTÜRK)

(İKİNCİ TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. CEM TOLGA GÜRKANLI)

Bu tez çalışması ile Ege Bölgesi'nde yetiştiriciliğin en yoğun yapıldığı iller olan İzmir ve Muğla'daki yetiştiricilik çiftliklerinden temin edilen levrek (*Dicentrarchus labrax*) balıklarında enfekte eden miksozoa parazit türlerinin morfolojik ve moleküler karakterizasyonları, filogenetik soy ilişkileri ve mevsimsel dağılımları araştırılmıştır. Temmuz 2019-Haziran 2020 tarihleri arası yapılan bu çalışmada 240 adet levrek balığı incelenmiş, 147 tanesinde (%61.25) miksozoa parazitleri görülmüştür. Parazitler miksozoa spor morfolojisine göre değerlendirildiğinde birbirinden farklı üç morfotip olduğu görülmüştür. Morfotiplerin 18S rDNA gen bölgelerinin nükleotit dizileri belirlenmiş ve Neighbor-Joining, Maximum-Likelihood ve Maximum-Parsimony algoritmaları kullanılarak filogenetik analizleri yapılmıştır. Elde edilen morfolojik ve moleküler bulgulara göre morfotiplerden biri *Kudoa dicentrarchi*, diğeri *Ceratomyxa diplodae* olarak tanımlanmıştır. Moleküler olarak belirlenemeyen, morfolojik olarak *C. labracis* morfolojisi gösteren diğeri morfotipin ise tarafımızca *Ceratomyxa* sp. olarak tanımlanması uygun bulunmuştur. *K. dicentrarchi* parazit türü balıkların safra kesesi ve gonadlarında görülürken, *Ceratomyxa diplodae* ve *Ceratomyxa* sp. olarak tanımlanan bireylerimize sadece safra kesesinde rastlanmıştır.

Kudoa dicentrarchi türü parazit prevalansı %38.75, *Ceratomyxa diplodae* %37.92, *Ceratomyxa* sp. ise %2.5 olarak hesaplanmıştır. Parazitler en yoğun ağustos ve eylül aylarında görülürken, en az kış mevsiminde görülmüştür.

Bu tez kapsamında tanımlanan *Kudoa dicentrarchi*, *Ceratomyxa diplodae* ve *Ceratomyxa* sp. türleri mevcut literatür bilgileri ışığında Türkiye'de Ege Bölgesi'nde ve levrek balıklarında tür seviyesinde tanımlanan ilk bireyler olmuştur. Bu türler Ege Denizi parazit faunası için yeni kayıt niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: *Ceratomyxa diplodae*, *Ceratomyxa* sp., Ege Denizi, *Kudoa dicentrarchi*, Levrek (*Dicentrarchus labrax*), Miksozoa, Moleküler Filogeni, 18S rDNA

ABSTRACT

DIVERSITY OF MYXOZOAN PARASITES INFECTING ON SEA BASS (*DICENTRARCHUS LABRAX*) FISH CULTURED IN AEGEAN SEA

DUYGU ODABAŞ ALVER

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES

MOLECULAR BIOLOGY AND GENETICS

PHD THESIS, 133 PAGES

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. ÖMER ERTÜRK)

(CO-SUPERVISOR: ASSOC. PROF. CEM TOLGA GÜRKANLI)

In this thesis, the morphological and molecular characterizations, phylogenetic lineage relationships and seasonal distributions of Myxozoan parasites infecting sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fish obtained from aquaculture farms in İzmir and Muğla, the provinces where farming is most intensive in the Aegean Region, were investigated. In this study, which was carried out between July 2019 and June 2020, 240 sea bass fish were examined and myxozoa parasites were observed in 147 (61.25%) of them. When the parasites were examined according to myxozoa spore morphology, it was observed that there were three different morphotypes. The nucleotide sequences of the 18S rDNA gene regions of the morphotypes were determined and phylogenetic analyzes were performed using Neighbor-Joining, Maximum-Likelihood and Maximum-Parsimony algorithms. According to the morphological and molecular findings obtained, one of the morphotypes was defined as *Kudoa dicentrarchi* and the other as *Ceratomyxa diplodae*. The other morphotype, showing *C. labracis* morphology but cannot be determined molecularly, was decided to be defined is *Ceratomyxa* sp. by us. While *K. dicentrarchi* parasite species was seen in the gallbladder and gonads of fish, individuals defined as *Ceratomyxa diplodae* and *Ceratomyxa* sp. were found only in the gallbladder.

Parasite prevalence were calculated as 38.75% for *Kudoa dicentrarchi*, 37.92% for *Ceratomyxa diplodae* and as 2.5% for *Ceratomyxa* sp. While the parasites were the most common in august and september, while they were seen the least in winter.

Kudoa dicentrarchi, *Ceratomyxa diplodae* and *Ceratomyxa* sp. species defined within the scope of this thesis were the first individuals defined at the species level in the Aegean Region and in sea bass fish in Turkey, in the light of the available literature. These species are new records for the parasitic fauna of the Aegean Sea.

Keywords: Aegean Sea, *Ceratomyxa diplodae*, *Ceratomyxa* sp., *Kudoa dicentrarchi*, Molecular Phylogeny, Myxozoa, Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*), 18S rDNA

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, çalışmalarımın yürütülmesi ve yazımı esnasında başta danışman hocam Doç. Dr. Ömer Ertürk ve ikinci danışmanım Doç. Dr. Cem Tolga Gürkanlı'ya, tez çalışmam için vermiş oldukları önerileri ve desteklerinden dolayı jürimde yer alan Prof. Dr. Yılmaz Çiftci ve Doç. Dr. Vedat Şekeroğlu'na teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarımın her aşamasında yardım ve desteğiyle gece gündüz demeden her daim yanımda olan arkadaşım Arş. Gör. Caner Şirin'e çok teşekkür ederim.

Aynı zamanda, manevi desteklerini her an üzerimde hissettiğim annem ve babama, bu stresli dönemde desteğiyle her an arkamda olan eşim Fatih Alver'e ve canım kızım Alya'ya teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VII
ÇİZELGE LİSTESİ	X
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	XI
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	7
2.1 Dünyada ve Türkiye’de Su Ürünleri.....	7
2.2 Levrek Balığı (<i>Dicentrarchus labrax</i> Linnaeus 1758) (Pisces: Teleostei).....	9
2.3 Kültürü Yapılan Levrek İçinde Parazitler.....	13
2.4 Miksozoa Parazit Türleri Hakkında Genel Bilgiler.....	13
2.4.1 Miksozoaların Sınıflandırılması ve Filogenetiği.....	14
2.4.1.1 Miksozoa Sınıflandırması için Ana Kriterler.....	17
2.4.2 Miksozoaların Biyolojisi.....	21
2.4.3 Miksozoa Yaşam Döngüsü.....	21
2.4.4 Miksozoa Enfeksiyonları.....	26
2.5 Levreklerde Görülen Bazı Miksozoa Parazit Türleri.....	27
2.5.1 <i>Sphaerospora</i> (Thélohan, 1892).....	27
2.5.2 <i>Ceratomyxa</i> (Thélohan, 1892).....	31
2.5.3 <i>Enteromyxum</i> (Palenzuela, Redondo & Álvarez-Pellitero, 2002).....	34
2.5.4 <i>Kudoa</i> (Meglitsch, 1947).....	36
2.5.5 <i>Myxobilatus</i> (Davis, 1944).....	38
2.5.6 <i>Ortholinea</i> (Shulman, 1962).....	40
3. MATERYAL ve YÖNTEM	42
3.1 Materyal.....	42
3.1.1 Örneklem Bölgesi.....	43
3.1.2 Balıkların Temini.....	44
3.2 Yöntem.....	44
3.2.1 Levrek Balıklarının Laboratuvara Getirilmesi.....	44
3.2.2 Morfolojik İncelemeler.....	44
3.2.2.1 Balıkların Paraziter Açından İncelenmesi.....	44
3.2.2.2 Parazitlerin Boyanması ve Sabit Preparat Oluşturulması.....	46
3.2.3 Moleküler İnceleme.....	47
3.2.3.1 Parazitlerin Moleküler Yöntemlerle İncelenmesi.....	47
3.2.3.2 Parazitlerden Genomik DNA İzolasyonu.....	47
3.2.3.3 Parazitlerin 18S rDNA Bölgesinin Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) ile Yükseltgenmesi.....	49
3.2.3.4 Çoğaltılan 18S rDNA Bölgesinin Agaroz Jel Elektroforeziyle İncelenmesi.....	51
3.2.3.5 DNA Sekans Analizi.....	53
3.2.3.6 Filogenetik Analizler.....	53

3.2.3.7 Mevsimsel Dağılışı.....	56
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	57
4.1 Bulgular.....	57
4.1.1 Miksozoa Parazit Türlerinin Moleküler Bulguları.....	58
4.1.1.1 <i>Kudoa</i> Cinsine Ait Moleküler Bulgular.....	59
4.1.1.2 <i>Ceratomyxa</i> Cinsine Ait Moleküler Bulgular.....	65
4.1.2 Miksozoa Parazit Türlerinin Morfolojik Bulguları.....	71
4.1.2.1 <i>Kudoa</i> Cinsine ait Parazit Türlerinin Morfolojik Bulguları.....	71
4.1.2.2 <i>Ceratomyxa</i> Cinsine ait Parazit Türlerinin Morfolojik Bulguları.....	73
4.1.3 Levrek Balıklarında Tespit Edilen Miksozoa Parazit Türlerinin Mevsimsel Dağılışı.....	76
4.1.3.1 <i>Kudoa</i> sp. Türü Parazitlerin Mevsimsel Dağılışı.....	76
4.1.3.2 <i>Ceratomyxa</i> sp. 1 Türü Parazitlerin Mevsimsel Dağılışı.....	78
4.1.3.3 <i>Ceratomyxa</i> sp. 2 Türü Parazitlerin Mevsimsel Dağılışı.....	80
4.2 Tartışma.....	80
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	92
6. KAYNAKLAR.....	92
ÖZGEÇMİŞ.....	118

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1	Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i>) (Anonim, 2021d).....	10
Şekil 2.2	2011-2020 Yılları Arası Türkiye’de Toplam Levrek Üretim Miktarları (Ton) (Anonim, 2021b)	12
Şekil 2.3	Türkiye’de Levrek Üretimi Yapılan İller ve 2020 Yılı Üretim Miktarları (Ton) (Anonim, 2021b)	12
Şekil 2.4	Miksozoaların Sınıflandırılması (Anonim, 2021g’ye göre düzenlenmiştir)	17
Şekil 2.5	Miksospor (A) ve Aktinospor (B) Diyagramatik Şeması (Sitjà Bobadilla ve Palenzuela, 2013).....	22
Şekil 2.6	Bazı Aktinospor Morfotipleri (a) <i>Tetractinomyxon</i> , (b) <i>Neoactinomyxon</i> , (c) <i>Echinactinomyxon</i> , (d) <i>Synactinomyxon</i> , (e) <i>Siedleckiella</i> , (f) <i>Aurantiactinomyxon</i> , (g) <i>Triactinomyxon</i> , (h) <i>Unicapsulactinomyxon</i> (Rangel, 2016)	23
Şekil 2.7	Bazı Miksospor Morfotipleri (a) <i>Myxobolus</i> , (b) <i>Henneguya</i> , (c) <i>Ceratomyxa</i> , (d) <i>Myxidium</i> , (e) <i>Thelohanellus</i> , (f) <i>Kudoa</i> (dört kapak), (g) <i>Kudoa</i> (altı kapak), (h) <i>Chloromyxum</i> , (i) <i>Sphaerospora</i> , (j) <i>Sphaeromyxa</i> , (k) <i>Zschokkella</i> (Fiala ve ark., 2015a).....	24
Şekil 2.8	İki Evreli Tipik Miksozoa Hayat Döngüsü (Okamura ve ark., 2015)	26
Şekil 2.9	<i>Sphaerospora</i> Morfolojisi (Rocha, 2019).....	28
Şekil 2.10	<i>Ceratomyxa diplodae</i> Morfolojisi (Rocha, 2019).....	33
Şekil 2.11	<i>Ceratomyxa labracis</i> Morfolojisi (Erias, 2006)	34
Şekil 2.12	<i>Enteromyxum</i> Morfolojisi (Lom ve Dyková, 2006)	35
Şekil 2.13	<i>Kudoa</i> Morfolojisi (Matsukane ve ark., 2010)	37
Şekil 2.14	<i>Myxobilatus</i> Morfolojisi (Özer, 2002).....	39
Şekil 2.15	<i>Ortholinea</i> Morfolojisi (Alama-Bermejo ve Hernández-Orts, 2018).....	40
Şekil 3.1:	Levrek Balığı (<i>Dicentrarchus labrax</i>).....	42
Şekil 3.2	Levrek Balıklarının Yetiştirildiği Ege Bölgesi İlleri	43
Şekil 3.3	Levrek Balıklarının Laboratuvar Ortamında İncelenmesi.....	44
Şekil 3.4	Nikon Eclipse 80i Işık Mikroskobu, Nikon DS-Fi 1 Kamera ve NIS Elements Görüntüleme Sistemi	45
Şekil 3.5	<i>Kudoa dicentrarchi</i> Türüne Ait Morfolojik Ölçümler (Sitjà Bobadilla ve Palenzuela, 2013). PKU: Polar Kapsül Uzunluğu, PKG: Polar Kapsül Genişliği, SU: Spor Uzunluğu, SG: Spor Genişliği.....	46
Şekil 3.6	<i>Ceratomyxa</i> Türlerine Ait Morfolojik Ölçümler (Heiniger ve ark., 2008). PKU: Polar Kapsül Uzunluğu, PKG: Polar Kapsül Genişliği, SU: Spor Uzunluğu, SG: Spor Genişliği, SA: Spor Açısı.....	46
Şekil 3.7	Genomik DNA İzolasyonu (Anonim, 2021i’ye göre revize edilmiştir)	49
Şekil 3.8	Techne TC-Plus Markalı Thermal Cycle Cihazı	50
Şekil 3.9	Genomik DNA ve PZR Ürünlerinin Elektroforetik İncelemeleri A. Elektroforez Cihazı B. Elektroforez Tankı, C.Termal Yazıcı, D. UV Görüntüleme Sistemi	53
Şekil 4.1	İzolatların PZR Ürünlerinin Agaroz Jel Görüntülerinden Bir Kesit.....	58
Şekil 4.2	İzolatların 18S rDNA Nükleotid Dizilemelerine Ait Kromatogram Görüntülerinden Bir Kesit	58

- Şekil 4.3** DEBG_3, DEIG_6, DAIG_1, DTIG_1, DTBG_5 ve DEIS_3 İzolatları ile Farklı *Kudoa* Türlerine Ait 18S rDNA Haplotiplerinin Baz Dizilimlerinin Belirlenmesi..... 59
- Şekil 4.4** Bu Çalışmada Elde Edilen *Kudoa* İzolatları ve Yakın İlişkili *Kudoa* Türlerine Ait 18S rDNA Genotipleri Arası Filogenetik İlişkileri Gösteren NJ Ağacı. Ağaç Üzerinde Bootstrap Değeri ≥ 50 Olan Değerler İlgili Düğümler Üzerinde Gösterilmiştir. Ağaç *Gastromyxum rafii* ve *Gastromyxum bulani* Kökleriyle Köklendirilmiştir (Bu Çalışmada Elde Edilen İzolatlar Kalın Harflerle Belirtilmiştir)..... 61
- Şekil 4.5** Bu Çalışmada Elde Edilen *Kudoa* İzolatları ve Yakın İlişkili *Kudoa* Türlerine Ait 18S rDNA Genotipleri Arası Filogenetik İlişkileri Gösteren ML Ağacı. Ağaç Üzerinde Bootstrap Değeri ≥ 50 Olan Değerler İlgili Düğümler Üzerinde Gösterilmiştir. Ağaç *Gastromyxum rafii* ve *Gastromyxum bulani* Kökleriyle Köklendirilmiştir (Bu Çalışmada Elde Edilen İzolatlar Kalın Harflerle Belirtilmiştir)..... 62
- Şekil 4.6** Bu Çalışmada Elde Edilen *Kudoa* İzolatları ve Yakın İlişkili *Kudoa* Türlerine Ait 18S rDNA Genotipleri Arası Filogenetik İlişkileri Gösteren MP Ağacı. Ağaç Üzerinde Bootstrap Değeri ≥ 50 Olan Değerler İlgili Düğümler Üzerinde Gösterilmiştir. Ağaç *Gastromyxum rafii* ve *Gastromyxum bulani* Kökleriyle Köklendirilmiştir (Bu Çalışmada Elde Edilen İzolatlar Kalın Harflerle Belirtilmiştir)..... 63
- Şekil 4.7** DTIS_2 ve DEBS_4 İzolatları ile Farklı *Ceratomyxa* Türlerine Ait 18S rDNA Haplotiplerinin Çoklu Nükleotid Hizalamalarını Gösteren Grafik 65
- Şekil 4.8** Bu Çalışmada Elde Edilen *Ceratomyxa* İzolatları ve Yakın İlişkili *Ceratomyxa* Türlerine Ait 18S rDNA Genotipleri Arası Filogenetik İlişkileri Gösteren NJ Ağacı. Ağaç Üzerinde Bootstrap Değeri ≥ 50 Olan Değerler İlgili Düğümler Üzerinde Gösterilmiştir. Ağaç *Ceratomyxa bartholomewae* ile Köklendirilmiştir (Bu Çalışmada Elde Edilen İzolatlar Kalın Harflerle Belirtilmiştir) 67
- Şekil 4.9** Bu Çalışmada Elde Edilen *Ceratomyxa* İzolatları ve Yakın İlişkili *Ceratomyxa* Türlerine Ait 18S rDNA Genotipleri Arası Filogenetik İlişkileri Gösteren ML Ağacı. Ağaç Üzerinde Bootstrap Değeri ≥ 50 Olan Değerler İlgili Düğümler Üzerinde Gösterilmiştir. Ağaç *Ceratomyxa bartholomewae* ile Köklendirilmiştir (Bu Çalışmada Elde Edilen İzolatlar Kalın Harflerle Belirtilmiştir) 68
- Şekil 4.10** Bu Çalışmada Elde Edilen *Ceratomyxa* İzolatları ve Yakın İlişkili *Ceratomyxa* Türlerine Ait 18S rDNA Genotipleri Arası Filogenetik İlişkileri Gösteren MP Ağacı. Ağaç Üzerinde Bootstrap Değeri ≥ 50 Olan Değerler İlgili Düğümler Üzerinde Gösterilmiştir. Ağaç *Ceratomyxa bartholomewae* ile Köklendirilmiştir (Bu Çalışmada Elde Edilen İzolatlar Kalın Harflerle Belirtilmiştir) 69
- Şekil 4.11** *Kudoa* sp. Morfotipine Ait Parazitlerin Işık Mikroskobu Görüntüleri (A: Safra Kesesinden İzole Edilen Parazit Bireyinin Üstten Görünümü; B: Gonadlardan İzole Edilen Parazit Bireyinin Yandan Görünümü; C: Gonadlardan İzole Edilen Parazit Bireyinin Yandan Görünümü; D: Gonadlardan İzole Edilen Parazit Bireyinin Üstten Görünümü)..... 72
- Şekil 4.12** *Ceratomyxa* sp. 1 Morfotipine Ait Mikroskop Görüntüleri (A: Parazit Bireyinin Yandan Görünümü; B: Parazit Bireyinin Yandan Görünümü; C:

Parazit Bireyinin Üstten Görünümü; D: Çok Sayıda Parazit Bireyi ve Atipik Sporlar, Oklar Atipik Sporları Göstermektedir)	74
Şekil 4.13 <i>Ceratomyxa</i> sp. 2 Morfotipine Ait Mikroskop Görüntüleri (A: Parazit Bireyinin Yandan Görünümü; B: Parazit Bireyinin Üstten Görünümü; C: Çok Sayıda Parazit Bireylerinin Yandan Görünümü; D: Parazit Bireyinin Üstten Görünümü)	76

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Türkiye’de Su Ürünleri Üretimi (Anonim, 2022a).....	8
Çizelge 2.2 En Çok Levrek Yetiştiriciliği Yapan Ülkeler ve Üretim Miktarları (Anonim, 2021f)	11
Çizelge 3.1 PZR’da Kullanılan Gen Bölgeleri, Primerler ve Baz Dizileri	49
Çizelge 3.2 PZR için Hazırlanan Karışım İçeriği	51
Çizelge 3.3 PZR Koşullarını Gösteren Tablo	51
Çizelge 3.4 Filogenetik Analizler için NCBI’den Alınan Farklı <i>Kudoa</i> sp. 18S rDNA Haplotipleri ve İzolatlara Ait Bilgiler	55
Çizelge 3.5 Filogenetik Analizler için NCBI’den Alınan Farklı <i>Ceratomyxa</i> sp. 18S rDNA Haplotipleri ve İzolatlara Ait Bilgiler	55
Çizelge 4.1 Veri Setindeki Yakın <i>Kudoa</i> Türleri Arasındaki 18S rDNA Nükleotid Dizisi Benzerlik Yüzdeleri.....	64
Çizelge 4.2 Veri Setindeki <i>Ceratomyxa</i> Türleri Arasındaki 18S rDNA Nükleotid Dizisi Benzerlik Yüzdeleri.....	70
Çizelge 4.3 Çalışmada İncelenen Levrek Balıklarında Görülen Parazitler ve Enfekte Ettikleri Organlar	71
Çizelge 4.4 Çalışmamızda Levrek Balıklarında Görülen Morfotip 1’e (<i>Kudoa</i> sp.) Ait Parazitlerin Morfometrik Ölçüm Oranları (μm)	73
Çizelge 4.5 Çalışmamızda Levrek Balıklarında Görülen Morfotip 2’ye (<i>Ceratomyxa</i> sp. 1) Ait Parazitlerin Morfometrik Ölçüm Oranları (μm)	75
Çizelge 4.6 Çalışmamızda Levrek Balıklarında Görülen Morfotip 3’e (<i>Ceratomyxa</i> sp. 2) Ait Parazitlerin Morfometrik Ölçüm Oranları (μm).....	75
Çizelge 4.7 <i>Kudoa</i> sp. Parazitinin İllere ve Aylara Göre Enfeksiyon Oranları (%) ..	78
Çizelge 4.8 <i>Ceratomyxa</i> sp. 1 Parazitinin İllere ve Aylara Göre Enfeksiyon Oranları (%)	79
Çizelge 4.9 <i>Ceratomyxa</i> sp. 2 Parazitinin İllere ve Aylara Göre Enfeksiyon Oranları (%)	80
Çizelge 4.10 <i>Kudoa dicentrarchi</i> Türlerinin Bulunduğu Konağı, Lokasyonu ve Morfometrik Ölçüm Oranları (μm).....	82
Çizelge 4.11 <i>Ceratomyxa diplodae</i> Türlerinin Konağı, Lokasyonu ve Morfometrik Ölçüm Oranları (μm)	85
Çizelge 4.12 <i>Ceratomyxa</i> sp. Türüne Ait Parazitle <i>C. labracis</i> (Sitjá-Bobadilla ve Alvarez-Pellitero, 1993) Türü Tanım Parazitinin Konağı, Lokasyonu ve Mikrometrik Ölçüm Değerlerinin (μm) Karşılaştırılması	88

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

%	: Yüzde
'	: Dakika
>	: Büyük
≥	: Büyük Eşit
±	: Standart Sapma Değeri
°C	: Celsius Cinsinden Sıcaklık Derecesi
‰	: Binde
AIC	: Akaike Information Criterion
ALA	: Alfa-Linolenik Asit
BIC	: Bayesian Information Criterion
bp	: Baz Çifti
CI	: Consistency Index (Tutarlılık İndeksi)
cm	: Santimetre
ddH₂O	: Double Distile Su
DHA	: Dokosaheksaenoik Asit
DIC	: Diferansiyel İnterferans Kontrast
dk	: Dakika
DNA	: Deoksiribonükleik Asit
dNTP	: DNA Nükleotid Bazlar
EPA	: Eikosapentaenoik Asit
g	: Gram
G	: Gamma Shape Değeri
g	: Santrifüj Rotor Hızı
HI	: Homoplasy Index (Homoplazi İndeksi)
HIV	: AIDS'e Yol Açan Virüs
I	: P-Inv Değeri
KCl	: Potasyum Klorür
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
L	: Litre
M	: Molar
mg	: Miligram
MgCl₂	: Magnezyum Klorür
ml	: Mililitre
ML	: Maximum Likelihood
mm	: Milimetre
MP	: Maximum Parsimony
mtDNA	: Mitokondriyal DNA
n	: Tekrar Sayısı
N	: Örnek Sayısı
NCBI	: National Center Biotechnology Information
NJ	: Neighbor-Joining
nm	: Nanometre
nmol	: Nanomol

pH	: Asitlik veya Bazlık Derecesini Tarif Eden Ölçü Birimi
PKG	: Polar Kapsül Genişliği
PKU	: Polar Kapsül Uzunluğu
pM	: Pikomol
PZR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
rDNA	: Ribozomal Deoksiribonükleik Asit
RI	: Retention Index (Koruma İndeksi)
rpm	: Santrifüj Dönme/Dakika Sayısı
S	: Svedberg Birimi, Sedimentasyon (Çökeltme) Katsayısı
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
SG	: Spor Genişliği
sn	: Saniye
sp.	: Taksonomide Türü İfade Eden Bir Kısaltma
spp.	: Taksonomide Bir Cins Ait Tüm Türleri İfade Eden Bir Kısaltma
SU	: Spor Uzunluğu
TBE	: Tris Borat Edta
TEM	: Transmisyon (Geçirimli) Elektron Mikroskobu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
U	: Ünite (Birim)
UV	: Ultra Viole
V	: Volt
v	: Program Versiyonu
µl	: Mikrolitre
µm	: Mikrometre (Mikron)

1. GİRİŞ

Beslenme büyüme ve gelişme, yaşamın sürdürülmesi ve sağlığın korunması için çok önemlidir. İnsanların dünyaya gelişinden itibaren, hayatta varlığını devam ettirebilmesi beslenmeye dayanır. Global dünyada hızla artan dünya nüfusuyla birlikte beslenmeye olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. İklim değişiklikleri sonucu oluşan erozyon, heyelan ve orman yangınları sonucu tarım ve orman ürünlerindeki azalış, toprağın amacı dışı kullanılması ve hızla kirletilmesiyle ekilebilir alanların giderek yok olması, küresel ısınmaya bağlı olarak buzulların erimesi, kuraklık ve çölleşme nedeniyle su kaynaklarının giderek azalması beslenme ve besin bulma problemlerini de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, beslenme ihtiyacını karşılamak için besin değeri yüksek, protein açısından zengin gıdalara olan ihtiyaç da önem kazanmaktadır. Büyüme ve gelişme için en önemli besin öğelerinin başında proteinler gelir. Protein ihtiyacının karşılanmasında ise en önemli rollerden biri su ürünlerinin olmaktadır.

Çok eski çağlardan bu yana insan beslenmesinde su ürünleri çok önemli bir paya sahiptir. Su ürünlerinin lezzetli, ucuz, kolay ulaşılabilir olması ve diğer hayvansal protein kaynaklarına göre besin değeri açısından kalitesi göz önüne alındığında alternatif bir besin kaynağı olduğu bilinmektedir (Braun, 2005). Su ürünleri içerdiği esansiyel amino asitler, çoklu doymamış yağ asitleri, A, D, B ve K vitaminleri, kalsiyum, fosfor ve birçok zengin mineral kaynağıyla, sağlıklı bir yaşam için ihtiyaç olan besin unsurlarının büyük çoğunluğunu içermektedir (Tokay, 2020).

Su ürünleri sektöründe üretim, avcılık ve yetiştiricilik yoluyla yapılmaktadır (Çımat ve Duran, 2018). Üretim geçmişte daha çok avcılık yoluyla yapılmasına rağmen günümüzde avcılıkla elde edilen su ürünleri miktarı, su ürünlerine olan talebi karşılamamaktadır. Nüfus artışı, küresel iklim değişikliği, ekolojik dengenin bozulması, bilinçsiz-aşırı avlanma ve deniz kirliliği gibi nedenlerle suların kirlenmesine bağlı olarak, su ürünleri popülasyonları hızla azalmakta, hatta bazı türler neslinin tükenmesiyle karşı karşıya gelerek bu durumdan olumsuz etkilenmektedir. Denizlerdeki doğal fauna rezervlerindeki azalmaya karşın su ürünlerine olan talepler ise sürekli bir şekilde artmaktadır (Yavuzcan ve ark., 2010; Anonim, 2014). Son yüzyılda dünyada olduğu gibi Türkiye’de de artan nüfus, gelişen teknoloji ve hayvansal besine olan talepler, su ürünleri üretimi üzerine olan baskıyı artırmıştır.

Doğadan avcılık yoluyla avlanma için tedbirler alınmaya başlansa da doğal kaynaklar sınırlı olduğundan, üretimin daha fazla arttırılamayacağı, su ürünlerindeki artışın ise ancak yetiştiricilik (akuakültür, kültür balıkçılığı) yoluyla kapatılabileceği uzmanlarca belirtilen önemli bir husustur (Anonim, 2019a).

Son yıllarda oldukça talep gören kültür balıkçılığı artık avcılıkla neredeyse başa baş konumdadır ve günümüzde dünya genelinde tüketilen balıkların ortalama %50'sini oluşturmaktadır (Xie ve ark., 2013; Ottinger ve ark., 2016; Anonim, 2019a). Önümüzdeki 20 yıl içinde dünya nüfusunun 8 milyar olması beklenmektedir. Dünya nüfusunun artması beslenmeye ve özellikle protein ağırlıklı gıdaya olan talebi de arttırmaktadır. Akuakültür sektöründe iç ve dış ticaret kapasitesinin fazla olması ve atık su kaynaklarının kullanılarak ekonomiye kazandırılması, dünyada su ürünlerinin üretimini arttıran diğer unsurlardır. Akuakültür yoluyla hızla artan su ürünleri talebinin karşılanmasıyla, açlığın önüne geçilmesi, dengeli ve sağlıklı beslenmenin sürdürülebilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca çevresel olumsuzluklar ve aşırı avlanma sonucu azalan doğal balık stoklarında av baskısının azaltılmasıyla, biyolojik çeşitliliğin devamlılığı ve ekosistemin sürdürülebilirliği sağlanmakta; bu durum da akuakültürün önemini her geçen gün arttırmaktadır (Alparslan ve Baygar, 2009).

Akuakültür, balık, yumuşakçalar, kabuklular ve su bitkileri dahil olmak üzere suda yaşayan organizmaların yetiştirilmesi anlamına gelmektedir (Anonim, 2021a). Dünyada su ürünleri yetiştiriciliği üretiminin %66.6'ı balıklardan, %21.7'si yumuşakçalardan, %10.5'i kabuklulardan ve %1.1'i suda yaşayan diğer hayvansal ürünlerden oluşmaktadır (Anonim, 2020a). En çok üretimi yapılan türler balıklarda sazangiller, yumuşakçalarda istiridyeler, kabuklularda karides, alglerde ise kahverengi alglerdir (Anonim, 2018). Dünyada olduğu gibi ülkemizde de hem üretim hem ticaret boyutuyla kültür balıkçılığı giderek gelişmektedir. Ülkemizin üç tarafının denizlerle çevrili olması, birçok göl, baraj, akarsuya sahip olması ve sularımızın sıcaklık ve tuzluluk açısından farklılık göstermesi hem avcılığa hem de yetiştiriciliğe imkân tanımaktadır. Ülkemizde yetiştiricilik üretiminin %69'u denizlerde, %31'i iç sularda yapılmaktadır (Anonim, 2020b). Yetiştiriciliğin en çok yapıldığı iller Muğla, İzmir ve Elazığ'dır. Türkiye'de üretim en çok levrek (*Dicentrarchus labrax*), alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) ve çipura (*Sparus aurata*) balık türleriyle yapılmaktadır

(Anonim, 2020b). 2019 TÜİK verilerine göre kültür balıkçılığı yoluyla üretilen balıkların %37'sini levrek, %33'ünü alabalık, %27'sini çipura balıkları oluşturmaktadır (Anonim, 2020b).

Dünyanın pek çok yerinde başlıca hayvansal protein kaynağı olarak balıklar tüketilmektedir (Dean, 1990; Magnusse ve ark., 2008; Alishahi ve Aider, 2012; Arvanitoyannis ve Tserkezou, 2014; Boziaris, 2014). Balıkların besin içerikleri, inek, koyun, keçi etleri gibi kırmızı etlere ve tavuk, hindi, kaz gibi hayvanların beyaz etlerine benzer olmasına rağmen yağ, protein, bazı vitamin ve mineraller bakımından farklılık göstermektedir (McGee, 2007). Balıklar zengin su, protein, lipid ve karbohidrat kaynağıdır (Obaroh ve ark., 2015). Ayrıca birçok gıdada olmayan önemli mineral ve vitaminleri de bünyelerinde bulundururlar (Abeni ve ark., 2015). Omega-3 yağ asitleri, çoklu doymamış yağlar, demir, fosfor, çinko, magnezyum, iyot, sodyum gibi mineraller ve D vitamini yönünden oldukça zengindir (Love, 1970; Ackman, 1990; Dean, 1990; McGee, 2007; Berry ve ark., 2008). İçerdiği vitaminler, eikosapentaenoik asit (EPA), alfa-linolenik asit (ALA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) ile kalp sağlığının korunmasında, görme, nörolojik gelişim ve kemik gelişiminin sağlıklı ilerlemesinde, diyabet, depresyon, kanser, astım, alzheimer gibi hastalıkların engellenmesinde etkili bir rol oynamaktadır. Balık tüketiminin büyüme ve gelişime katkı sağlamanın yanı sıra, bağışıklık sistemini koruma, hücre ve dokuları onarma, canlıların kas miktarını artırma, eklem ağrılarına fayda sağlama, çocukların algı ve dikkat yetisini artırma gibi özellikleri vardır. Ayrıca sindirim sistemi, solunum sistemi, sinir sistemi, saç ve deri sağlığı açısından da önemli rol oynadığı bilinmektedir (Butler ve ark., 2017; Liu ve ark., 2017; Hamazaki ve ark., 2019). Balıklar, zengin besin değerlerinin yanı sıra, yapısındaki bağ dokularının zayıf olması nedeniyle sindirilmesi kolay gıdalardır. Bu sebeple besin değeri yüksek, sindirimi kolay ve yüksek protein içeren su ürünlerinin önemi her geçen gün artmaktadır.

Balık türleri arasında yetiştiriciliği ve avcılığı en çok yapılan, ticari ve besin değeri yüksek çok değerli balık türlerinden biri levrek balığıdır. Levrek, farklı koşullara dayanıklılığı, kültüre alınma kolaylığı ve tüketicilere yüksek kaliteli besin sunmasıyla hem dünyada hem de ülkemizde en çok tüketilen balıkların başında gelmektedir. Levrek kolay pişmesi, tadının lezzetli olması, her mevsim bulunabilmesi

gibi özelliklerinin yanı sıra, sahip olduğu yüksek protein içeriği ile kas gelişimine destek sağlar, kalsiyum açısından zengin olmasıyla kemiklerin güçlenmesine yardımcı olur. İçerdiği fosfor ve A vitamini ile gözlerin daha sağlıklı ve iyi görmesini sağlar. Sahip olduğu zengin Omega-3 ile kalp ve damar sağlığını destekler (Anonim, 2019b).

Avrupa’da yetiştiricilik teknikleri uygulanarak üretilen ilk deniz balıklarından biri olan levrek geniş bir coğrafi alanda yayılım göstermektedir. Özellikle Türkiye, Yunanistan ve Mısır’da üretilmektedir. Ülkemizde özellikle Ege Bölgesi başta olmak üzere tüm denizlerimizde bulunmaktadır (Anonim, 2020b).

Gelişen balıkçılık endüstrisiyle, kültür balıkçılığı her geçen gün ilerleme kaydetmesine rağmen, yetiştiricilik ortamında su sıcaklığı ve pH’nın değişmesi, birim alanda istenilenden fazla miktarda balık bulunması, aşırı yemleme ve su değişiminin yeterli düzeyde olmaması gibi uygun olmayan yetiştiricilik uygulamaları nedeniyle balıklarda bakteriyel, viral, fungal ve paraziter patojenlerin etkisiyle balık hastalıkları ortaya çıkmaktadır (Subasinghe, 2005; Phan Van, 2020). Bu alanda ortaya çıkan en mühim sorunlardan biri de doğal yaşamda zararları pek farkedilmeyen parazitlerin, üzerinde yaşadığı canlılarda oluşturdukları çeşitli olumsuz etkilerdir (Öztürk ve Aydoğdu, 2003). Dünyadaki simbiyoz yaşam biçimlerinden biri olan parazitlikte konak daima zarar görmekte ve parazitler konaklarını kendi yaşam alanları için ya da besin kaynağı olarak kullanmaktadırlar. Balıklar, sularındaki besin zincirinin son basamağında olduklarından paraziter kaynaklı enfeksiyonlar ile her zaman karşı karşıyadır. Parazitler, balıkların besin değerini azalttıkları gibi, üreme, beslenme ve gelişimlerini de engellerler. Bazı parazit türleri, parazitin bir konaktan diğerine taşınmasında vektör olarak görev yapmakta ayrıca hastalıklı balıklardan sağlıklı ya da enfekte olmuş başka bir balığa taşınmaktadırlar (Grabda, 1991; Özer ve Erdem, 2008).

Balık parazitleri doğal ve kültüre edilen balık popülasyonlarında yaygın olarak bulunmaktadır. Parazitlerin neden olduğu hastalıklar çok sayıda stres faktörünün bulunduğu yetiştiricilik ortamlarında daha sık görülmektedir. Özellikle bazı parazitler hızlı bir şekilde çoğalarak önemli ekonomik kayıpların da olduğu ağır enfeksiyonlara neden olmaktadır (Meyer, 1991; Scholz, 1999). Kültür balıkçılığında karşılaşılan en önemli sorunlardan biri, parazitlerin üzerinde yaşadığı konağında meydana getirdiği

etkiler ve paraziter hastalıklardır (Öztürk, 2000). Parazitlerin balıklarda yaptıkları zararlı etkiler şu şekilde sıralanabilir:

1-Soyucu-sömürücü etki (besini üzerinde yaşadığı canlıdan temin ederler),

2-Mekanik ve fonksiyonel etkiler (çeşitli organlar üzerinde tahribata sebep olurlar),

3-Toksik etkiler (çeşitli kimyasal maddeler salgırlar),

4-Travmatik etki (doku ve organlarda yırtılma ve kanamalara sebep olurlar, balıkların solungaç lamellasına yerleşerek solunumu engellerler),

5-İrritatif (tahriş edici) etki (doku ve organlarda iltihap oluşturarak ölüme yol açarlar) (Akkaya ve ark., 1996).

Bu nedenle paraziter kaynaklı balık hastalıklarının araştırılıp önlenmesi oldukça önem arz etmektedir.

Balıklarda sıklıkla karşılaşılan parazit gruplarından biri miksozoa parazit türleridir. Bu parazitler hem sistematik hem de patolojik açıdan çok önemlidir (Kent ve ark., 2001; Lom ve Dyková, 2006). Dünya genelinde büyük bir dağılıma sahip olan miksozoalar, Cnidaria şubesine ait bir parazit sınıfıdır. Hem doğada yaşayan hem de kültür ortamındaki balıklarda sıklıkla görülürler. Miksozoalar çoğunlukla balıklarda bulunmasına rağmen, sürüngen ve amfibilerde de görülmüştür. Bu parazitler, genellikle konak ve doku seçiciliği gösterirler. Konaklarının organlarında histozoik olarak ya da boşluklu organlarında sölozoik olarak yaşarlar (Erias ve ark., 2014). Bazı miksozoa türleri konaklarında ciddi enfeksiyonlar meydana getirerek özellikle kültür balıkçılığına büyük darbe vurmaktadırlar. Miksozoalar enfeste ettikleri canlılarda kistler meydana getirirler. Safrada, böbreklerde, karaciğerde hipertrofiye, atrofiye ve nekroza, kemik dokularında ve spinal kortta erozyona, omurgada deformasyona, solungaç ve doku arasındaki boşluklarda hiperplasiye neden olabilmektedirler (Lom ve Dyková, 1992). Özellikle solungaçlara yerleşen türlerin meydana getirdiği kistler damar tıkanıklığına neden olarak kan akışını engeller. Bu nedenle balıklarda solunumda zorluk, stres, güç kaybı gibi ileri boyutta sağlık problemleri ve ölümler

meydana gelmektedir. Ayrıca bazı türler, enfekte balığın çiğ tüketilmesiyle birlikte insanlarda besin zehirlenmelerine sebep olabilmektedirler (Bahri ve Marques, 1996; Diamanka ve ark., 2008; Kawai ve ark., 2012; Lee, 2017).

Balıklardaki parazit enfeksiyonlarının kontrolünde öncelikli olarak hastalığın doğru teşhis edilmesi, uygun tedavi prosedürünün uygulanması hayati derecede önemlidir ve hastalığın kontrol altına alınabilmesi için gereklidir. Parazit hastalıklarının etkin bir şekilde kontrol edilebilmesi için paraziter etkenlerin ekolojik özelliklerinin ve biyolojilerinin araştırılması ve ortaya konulması gerekmektedir (Tonguthai, 1997). Bu nedenle Ege Bölgesi'nde yetiştiriciliği yapılan levrek balıklarının barındırdıkları miksozoa parazitlerinin tespit edilmesi hem miksozoan parazit faunasının ortaya konmasında hem de yetiştiriciliği yapılan türlerin miksozoa parazit türleri yönünden taşıdığı risklerin ortaya çıkarılmasında oldukça önemlidir.

Bu tez çalışması ile ülkemizde yetiştiricilik faaliyetlerinin en yoğun yapıldığı Ege Bölgesi'nde, üretimin en çok yapıldığı iki il olan Muğla ve İzmir'deki yetiştiricilik çiftliklerinde en çok üretilen balıkların başında gelen levrek balıklarının iç organlarını enfekte eden miksozoa parazit türlerinin morfolojik ve moleküler karakterizasyonları, filogenetik soy ilişkileri ve mevsimsel dağılımları araştırılmıştır. Ege Bölgesi'nde yetiştiriciliği yapılan levrek türlerinde miksozoa parazitlerini belirlemeye yönelik yeterli çalışma bulunmamasıyla birlikte bu çalışma ile elde edilen bulguların ileride yapılacak olan moleküler epidemiyolojik araştırmalara da ışık tutup katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Dünyada ve Türkiye’de Su Ürünleri

Geçmişten bugüne beslenmede su ürünlerinin çok değerli bir kaynak olduğu bilinmektedir. Su ürünleri içerdiği proteinler, vitaminler, mineraller ve çoklu doymamış yağ asitleri ile önemli bir besin kaynağıdır. Günümüzde deniz ürünlerine olan talebi karşılamak için hem avcılık hem de akuakültür faaliyetlerinin sürdürülebilir olması gerekmektedir (Béné ve ark., 2015). Su ürünleri üretimi geçmiş yıllarda daha çok avcılık yoluyla yapılmasına rağmen son yıllarda akuakültür yoluyla üretimin avcılığı geçtiği görülmektedir (Anonim, 2019a; Clark ve ark., 2018). Son güncel verilere göre dünyada su ürünleri üretimi 213.690 milyon ton seviyelerindeyken, bu üretimin 93.591 milyon tonu (%43.79) avcılık, 120.098 milyon tonu (%56.11) yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir (Anonim, 2020a).

Ülkeler bazında avcılık ve yetiştiricilikle su ürünleri üretim miktarlarına bakıldığında 62.2 milyon tonla dünya üretiminin %36’sını karşılayan Çin’in ilk sırada geldiği görülmektedir (Anonim, 2020a). İkinci sırayı 12.668 milyon tonla Endonezya, üçüncü sırayı da 12.386 milyon tonla Hindistan’ın aldığı görülmektedir. Bu ülkeleri sırasıyla Vietnam, Peru, Rusya ve ABD izlemektedir (Anonim, 2020a). Dünya su ürünleri yetiştiriciliğine ülkeler bazında bakıldığında üretimin homojen bir dağılım göstermediği, yetiştiriciliğinin %89’unun Asya kıtasında yapıldığı görülmektedir (Özacar, 2020). En çok üretim Asya kıtasında (122.404 bin ton) sonra Avrupa (18.102 bin ton) ve Afrika kıtasında (12.268 bin ton) yapılmaktadır.

Türkiye, sahip olduğu 8.333 km’lik kıyı şeridi ve 177.714 km akarsu uzunluğuyla, sıcaklık ve tuzluluk açısından farklı özelliklere sahip su alanlarıyla hem avcılık hem de kültür balıkçılığı için çok önemli bir potansiyele sahiptir (Anonim, 2016a; Çöteli, 2020). Ülkemizde su ürünlerinde avcılık yoluyla üretim yıllar itibarı ile dalgalı bir değişim gösterirken, yetiştiricilik üretimi yükselen bir ivme ile her geçen yıl artış göstermektedir. 2010 yılı su ürünleri üretiminin %25’ini oluşturan yetiştiricilik ürünlerinin günümüzde %59 seviyelerine ulaştığı görülmektedir (Çizelge 2.1) (Anonim, 2022a).

Çizelge 2.1 Türkiye’de Su Ürünleri Üretimi (Anonim, 2022a)

Yıllar	AVCILIK (Ton)			YETİŞTİRİCİLİK (Ton)			TOPLAM (Ton)
	Deniz	İçsu	Toplam	Deniz	İçsu	Toplam	
2010	445.680	40.259	485.939	88.573	78.568	167.141	653.080
2011	477.658	37.097	514.755	88.344	100.446	188.790	703.545
2012	396.322	36.120	432.442	100.853	111.557	212.410	644.852
2013	339.047	35.074	374.121	110.375	123.019	233.394	607.515
2014	266.078	36.134	302.212	126.894	108.239	235.133	537.345
2015	397.731	34.176	431.907	138.879	101.455	240.334	672.241
2016	301.464	33.856	335.320	151.794	101.601	253.395	588.715
2017	322.173	32.145	354.318	172.492	104.010	276.502	630.820
2018	283.955	30.139	314.094	209.370	105.167	314.537	628.631
2019	431.572	31.596	463.168	256.930	116.426	373.356	836.524
2020	331.281	33.119	364.400	293.175	128.236	421.411	785.811
2021	295.025	33.140	328.165	335.644	136.042	471.686	799.851

Ülkemizde 2021 verilerine göre su ürünleri üretiminin %59'unu yetiştiricilik ürünleri oluşturmaktadır. Yetiştiricilik üretimi bir önceki yıla göre %11.9 artarak 471.686 ton olarak gerçekleşmiştir. Yetiştiricilik yoluyla yapılan üretimin 2021 yılında 335.644 tonu (%71.15) denizlerde, 136.042 tonu (%28.84) iç sularda gerçekleşmiştir (Anonim, 2022a). Yetiştiricilik faaliyetleri en çok Ege kıyılarında (%62.7) yapılmaktadır (Anonim, 2021b). Ege Bölgesi’nde dağların kıyıya dik uzanmasından dolayı denizlerin girintili çıkıntılı olmasıyla oluşan doğal koy, liman, körfez gibi korunaklı bölgeler yetiştiricilik için önem arz etmektedir (Anonim, 2014).

En uzun kıyı şeridinde ve birçok iç su kaynağına sahip olan Muğla ili Türkiye’de denizlerdeki yetiştiricilik üretiminin %33.56’sını sağlamasıyla lider konumdadır. Muğla ilini sırasıyla İzmir (%23.64) ve Aydın (%5.59) illeri takip etmektedir (Anonim, 2021b). Ülkemizde en çok yetiştirilen balık denizlerde 155.151 tonla levrek olurken, ikinci sırada 135.732 ton ile iç sularda yetişen alabalık, ardından da 133.476 tonla yine denizlerde yetişen çipura olmuştur (Anonim, 2022a).

Kültür balıkçılığı yoluyla denizlerde yetiştirilen balıkların ise %53.7'sini levrek, %39.6'sını çipura, %6.5'ini alabalık oluşturmaktadır. İç sularda kültür yoluyla üretilen balıkların tamamına yakını ise alabalıklar oluşturmaktadır (Anonim, 2021b).

2.2 Levrek Balığı (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus 1758) (Pisces: Teleostei)

Avrupa deniz levreği (European seabass) *Dicentrarchus labrax* (L., 1758), Actinopterygii (Işınsal yüzgeçliler) sınıfı, Perciformes (levreksiler) takımı, Moronidae familyasına ait beyaz etli, lezzetli, değerli bir balık türüdür (Anonim, 2021c) (Şekil 2.1).

Alem: Animalia (Hayvanlar)

Şube: Chordata (Kordalılar)

Alt Şube: Vertebrata (Omurgalılar)

Üst Sınıf: Osteichthyes (Kemikli balıklar)

Sınıf: Actinopterygii (Işınsal yüzgeçliler)

Altsınıf: Teleostei (Gerçek Kemikli Balıklar)

Takım: Perciformes (Levreksiler)

Familya: Moronidae (Levrek)

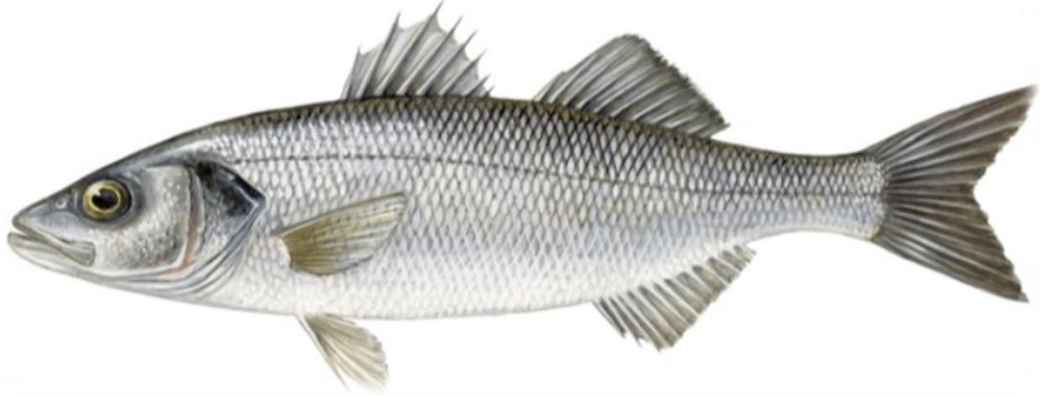
Cins: *Dicentrarchus* Gill, 1860

Tür: *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)

Denizler ve tatlı sularda doğal olarak gelişebildiği gibi balık çiftliklerinde kültürü yapılarak da yetiştirilebilen, ticari ve ekonomik öneme sahip olan, ılık ve soğuk alanlarda yaşayan öriterm bir türdür (Alpbaz, 1990; Anonim, 2012).

Levrek balıklarının vücudu iğ biçiminde olup, lateralden hafif bir şekilde basıktır. Vücutları gümüş grisi, parlak veya yeşilimsi, ventral kısımları beyaz, dorsal

kısımları gri olup, dorsal yüzgeçleri sarımsıdır. Yaklaşık olarak 20 yıl yaşayabilen levreklerin en irisi 103 cm'yi bulabilirken, ülkemiz denizlerinde yaşayan levrekler ortalama 20-60 cm arasında boya sahiptirler (Uçal ve Benli, 1993; Özer, 2020). Ağırlıkları ise 300 g'dan 12 kg' a kadar ulaşabilmektedir (Rangel, 2016; Anonim, 2021c).



Şekil 2.1 Levrek (*Dicentrarchus labrax*) (Anonim, 2021d)

Levrek balığı Afrika, Asya ve Avrupa'da olmak üzere 46 civarı ülkede yaygın olarak bulunmaktadır (Özer, 2020). Levrek, özellikle Avrupa ülkeleri arasında en fazla tercih edilen ve tüketilen deniz balıklarının başında gelmektedir. Hem doğal avcılık yoluyla hem de akuakültür ile çok fazla miktarlarda levrek üretimi sağlanmaktadır. Kuzey Afrika ve Avrupa ülkelerinde deniz kıyısında olan hemen hemen tüm ülkelerde ticari olarak levrek üretimi yapılmaktadır. Levrek, Atlantik Okyanusu'ndan Karadeniz ve Akdeniz'e kadar yaygın görülen bir balık türüdür. En çok Akdeniz ülkeleri, özellikle Türkiye, Yunanistan, İtalya, İspanya, Hırvatistan ve Mısır, Akdeniz dışında da Norveç ve Senegal kıyılarında yayılım göstermektedir (Perez-Ruzafa ve Marcos, 2015; Vázquez ve Muñoz-Cueto, 2015). Ülkemizde de Ege Denizi ve Akdeniz kıyılarında yoğun olarak, Karadeniz ve boğazlarda da çok az miktarlarda bulunmaktadır (Özer, 2020). Levrek, son yıllarda ülkemizde özellikle Ege Bölgesi'nde yetiştiriciliği en çok yapılan türdür (Anonim, 2020b).

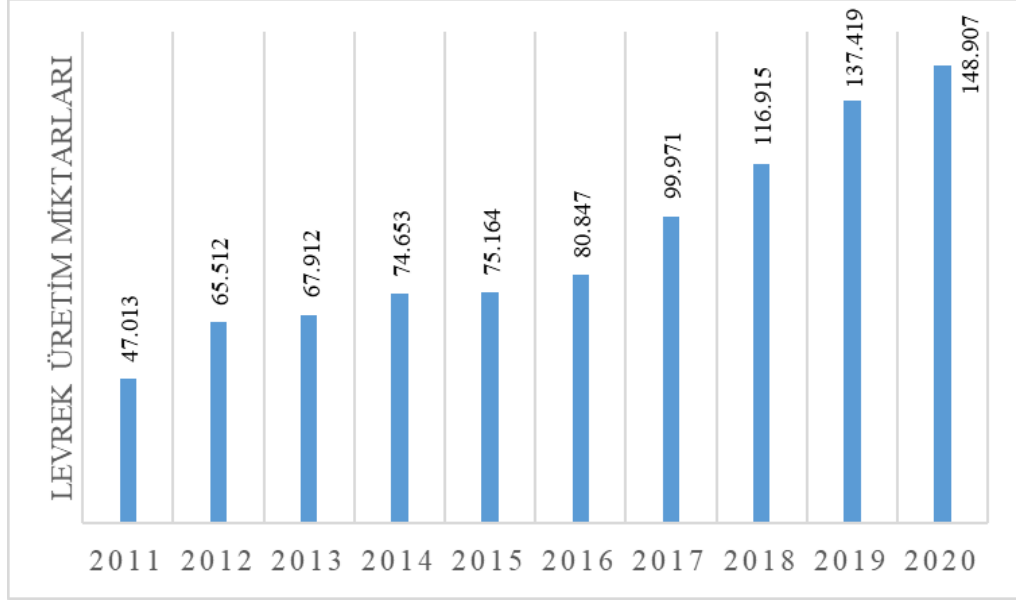
Levrek, dünya su ürünleri yetiştiriciliğinde en çok yetiştirilen 31. balıktır (Anonim, 2021e). 2019 yılında dünyada toplam levrek üretimi 236.215 ton olarak bildirilmiştir. Türkiye, dünya levrek üretiminin %52.21'ini gerçekleştiren en büyük üreticidir. Türkiye'yi üretimin %15.67'sini oluşturan Yunanistan ve %11.52'sini

oluşturan Mısır izlemektedir (Anonim, 2021f). Levrek üretiminin en çok yapıldığı ülkeler ve üretim miktarları aşağıda (Çizelge 2.2) verilmiştir.

Çizelge 2.2 En Çok Levrek Yetiştiriciliği Yapan Ülkeler ve Üretim Miktarları (Anonim, 2021f)

ÜLKELER	ÜRETİM	KÜRESEL ÜRETİM PAYI
Türkiye	137.419 Ton	%52.21
Yunanistan	41.237 Ton	%15.67
Mısır	30.313 Ton	%11.52
İspanya	25.26 Ton	%9.6
Hırvatistan	6.100 Ton	%2.32
İtalya	5.720 Ton	%2.17
İran	5.400 Ton	%2.05
Tunus	3.331 Ton	%1.27
Kıbrıs	2.836 Ton	%1.08
Fransa	2.461 Ton	%0.93

Türkiye’de denizlerde yapılan levrek üretimi 2000 yılında 17.877 ton civarında iken günümüzde bu oranın her geçen yıl katlanarak arttığı görülmektedir. 2019 yılında ülkemizde 137.419 ton levrek üretimi yapılırken, 2020 yılında 148.907 ton levrek üretimi yapılmıştır ve bir önceki yıla göre üretimin %8.4 artış gösterdiği görülmektedir (Anonim, 2021b). Yıllara göre levrek üretim miktarları aşağıdaki grafikte (Şekil 2.2) verilmiştir.



Şekil 2.2 2011-2020 Yılları Arası Türkiye’de Toplam Levrek Üretim Miktarları (Ton) (Anonim, 2021b)

Ülkemizde levrek üretiminde Ege Bölgesi’nin başı çektiği görülmektedir. 2020 yılında en çok levrek üretimi Muğla ilinde (65.750 ton) yapılmıştır. Muğla’yı sırasıyla İzmir (55.156 ton) ve Aydın (18.166 ton) illeri takip etmektedir. Levrek üreticiliğinin yapıldığı diğer iller ve illere göre levrek üretim oranları (%) aşağıdaki grafikte (Şekil 2.3) verilmiştir.



Şekil 2.3 Türkiye’de Levrek Üretimi Yapılan İller ve 2020 Yılı Üretim Miktarları (Ton) (Anonim, 2021b)

2.3 Kültürü Yapılan Levrek İçinde Parazitler

Parazitlik bir simbiyotik yaşam biçimidir, parazitler üzerinde buldukları konaklarıyla bir denge içinde yaşamaktadırlar. Bununla birlikte, çevrede doğal veya insan kaynaklı olağandışı olaylar meydana geldiğinde, parazitler ve konak arasındaki bu denge bozulur. Aynı anda birçok türde salgınlar meydana gelebilir (Hoffman, 1967). Zorunlu veya fırsatçı patojenlerin sebep olduğu paraziter hastalıklar, balıklarda homeostatik mekanizmalar üzerinde baskı oluşturmakta ve balığı birçok hastalığa karşı açık duruma getirmektedir. Strese giren balıklarda kandaki kortizol seviyesi artacağından, balığın immün sistemi baskılanarak balık enfeksiyöz ajanlara karşı savunmasız hale gelecektir (Austin, 1987; Şahin, 2004).

Kültürü yapılan levrek balıklarında bugüne kadar farklı birçok patojen parazit rapor edilmiştir. Bunlar; Microsporea, Apicomplexa, Sarcocystis, Ciliophora, Platyhelminthes, Arthropoda, Flagellata, Copepoda, Isopoda ve Myxozoa gibi parazit gruplarıdır (Álvarez-Pellitero ve ark., 1993; Sterud, 2002; Fioravanti ve ark., 2006; Abou Zaid ve ark., 2018; Mladineo ve ark., 2020). Bu parazitlerden bazıları konaklarında ciddi enfeksiyonlar meydana getirmese de, bazı patojen türler yoğun balık ölümleriyle sonuçlanan pek çok vakadan sorumlu tutulmuşlardır (Lom ve Dyková, 2006).

Bu parazit gruplarından biri olan miksozoalar, levrek balıklarında ciddi pek çok hastalığa ve ekonomik kayıplara sebep olabilmektedir.

2.4 Miksozoa Parazit Türleri Hakkında Genel Bilgiler

Cnidaria (Hatschek, 1888) filumun 3 sınıfından biri olan Myxozoon (Grassé, 1970) (etimoloji: Yunanca: μύξα myxa "sümüksü" veya "mukus" + ζῷον zoon "hayvan") suda yaşayan, konakları omurgalı (özellikle balıklar) ve omurgasız canlılar olan, onları sömüren ve karmaşık yaşam döngüsüne sahip bir endoparazit grubudur (Cairns ve ark., 2009; Hartigan ve ark., 2016). Genel olarak doku ve hücreler arasında yaşayan miksozoalar doğada çok fazla bulunurlar ve balıklarda görülen paraziter hastalıkların ana unsurlarından biridir (Gómez ve ark., 2014; Whipps ve Zhao, 2015). Miksozoaların bazı türleri konak ve hatta doku seçiciliği yaparken, bazıları ise tüm organlarda enfeksiyon meydana getirirler (Özer, 2019). Birçok miksozoa enfeksiyonu zararsız görünür ve konak dokularına az zarar verir (Gunter ve ark., 2009; Okamura

ve ark., 2015; Rocha ve ark., 2015; Schmidt Posthaus ve Wahli, 2015). Ancak bazı miksozoa türleri son derece patojeniktir, sucul ekosistemde yaşayan canlılar üzerinde ciddi olumsuz etkileri vardır, balık popülasyonlarında yüksek düzeyde morbitide ve mortaliteye sebep olurlar ayrıca su ürünleri ve balıkçılığın sürdürülebilirliğinde tehdit oluştururlar (Rocha ve ark., 2015).

Son yıllarda miksozoa sınıfı ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında hem patolojik hem de sistematik açıdan çok önemli ilerlemeler kaydedildiği görülmektedir. Miksozoalar, balıklarda kemik, beyin, kıkırdak, bağ dokusu, gözler, yüzgeçler, kalp, karaciğer, kas, omurilik, dalak, mesane, solungaçlar, deri, bağırsak, böbrek, safra kesesi, gonadlar, idrar kesesi gibi pek çok doku ve organda bulunan geniş bir konak anatomisine sahip olan canlılardır (McAllister, 2020). Miksozoaların her geçen gün artan tür sayısı, balıklara verdikleri zararlar dikkate alındığında çok önemli patojenleri barındırdığı görülmektedir (Kent ve ark., 2001; Lom ve Dyková, 2006).

2.4.1 Miksozoaların Sınıflandırılması ve Filogenetiği

Miksozoaların sınıflandırılması 1800'lü yıllara dayanmakta olup, sınıflandırma daha çok sahip oldukları spor morfolojisine göre yapılmıştır. Bu süre zarfında yapılan araştırmalarla ve gelişen moleküler tekniklerle miksozoa parazit türlerinin taksonomik durumu birçok kez değişikliğe uğramış ve miksozoaların taksonomisi araştırmacılar arasında tartışma konusu olmuştur.

Miksozoaları sınıflandırmada ilk çalışmayı Jurine yapmıştır (Lom ve Dyková, 2006). 1825 yılında Jurine, günümüzde nesli tükenmiş bir salmon türü olan *Coregonus fera* balığının kaslarında kistler bulmuş, buna balıkta küçük frengi adı vermiş ve ilk miksozoanı tanımlayarak literatüre kazandırmıştır (Jurine, 1825; Kodádková, 2014; Okamura ve ark., 2015).

Jurine (1825)'in çalışmalarına Müller (1841) yapmış olduğu araştırmalar ile destek sağlamış, miksozoaların sahip olduğu sporlarını psorosperm olarak tanımlamıştır (Rangel, 2016).

İlk tasonomik oluşum Bütschli (1882) tarafından yapılmıştır. Ardından miksozoalar sahip oldukları karakterlerden dolayı protista alemi içinde protozoon canlı

olarak değerlendirilmiş ve Sporozoa (Bütschli, 1882) sınıfının, Myxosporidae alt sınıfına yerleştirilmiştir (Lom ve Dyková, 2006).

İlk sınıflandırma sistemleri Kudo (1933) ve Tripathi (1948) tarafından önerilmiştir. Ardından Shul'man (1959,1966) yaptığı çalışmalar ve daha önce yapılan çalışmaların üzerine inşa edilmiş bazı değişikliklerle, günümüzde de miksozoalar için temel olan taksonomik şema oluşturmuştur.

Daha sonra 1970 yılında Grassé, sistematikte yaşanan dinamizmin etkisiyle miksozoaları taksonomik olarak sınıflandırmanın güç olduğunu belirtmiş fakat onları protozoalar içinde gruplandırmaya devam etmiştir (Cheng ve Qia, 2012).

1980 yılında Levine ve ark., Myxozoaları Myxosporea ve Actinosporea olmak üzere iki sınıfa ayırmıştır (Atkinson ve ark., 2018).

Bundan sonraki en büyük değişiklik ise Markiw ve Wolf (1983), Wolf ve Markiw (1984)'in miksozoa yaşam döngülerinde Aktinospor ve Miksospor fazlarını keşfetmesiyle ortaya çıkmıştır. O zamanlar Myxozoa Grassé, (1970) filumu, Myxosporea Bütschli (1881) (balık parazitleri, miksosporlar) ve Actinosporea Noble (1980) (solucan parazitleri, aktinosporlar) olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştı. Wolf ve Markiw (1984)'in ve daha sonraki yıllarda Kent ve ark. (1994) 'nın yaptığı çalışmalarla aslında bu sınıfların iki ayrı sınıf değil, aynı tür parazite ait iki ayrı yaşam döngüsü fazı olduğu tespit edilmiştir (Lom ve Dyková, 2006). Böylece Actinosporea sınıfı indirgenmiş ve Actinosporeaların Myxosporea sınıfı altında konumlandırılması önerilmiştir (Kent ve ark., 1994).

Daha sonra Smothers ve ark. (1994) miksozoanın filogenetiğini incelemek için ilk kez ribozomal DNA (rDNA) dizi analizini kullanmışlardır. Yaptıkları çalışmalarla miksozoaların Nematoda gibi bilateral simetrik organizmalarla yakın akraba olduklarını ve Metazoan (Štolc, 1899; Weill, 1938) soy hattında bulduklarını belirtmişlerdir.

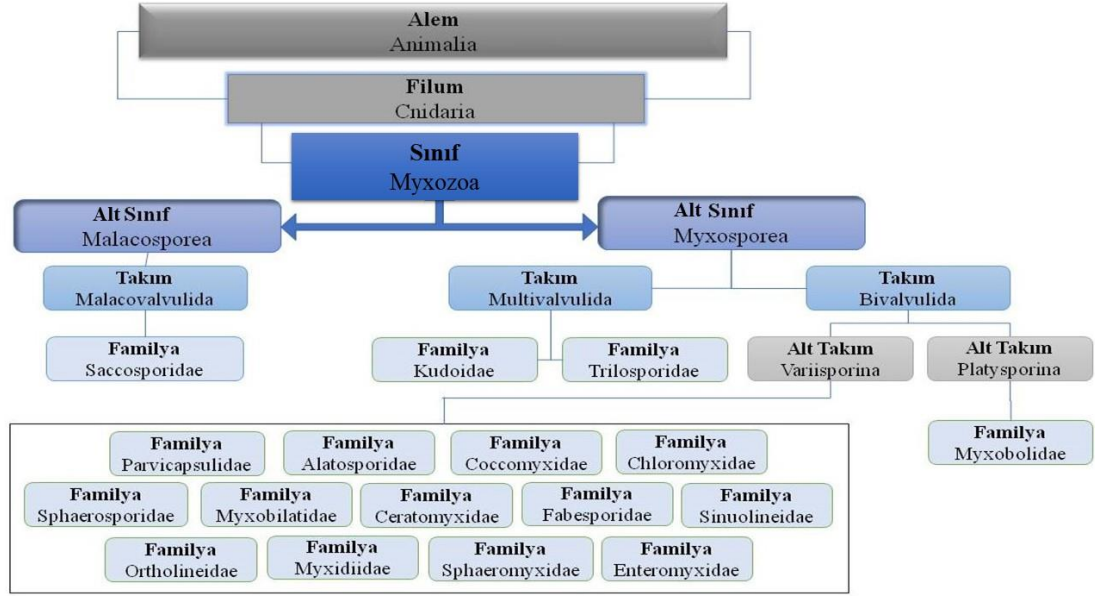
Ardından Siddall ve ark., (1995) ile Schlegel ve ark. (1996)'nın yaptığı çalışmalar da miksozoaların çok hücreli organizmalar olduğunu, Metazolar gibi hücreler arası bağlantıya sahip olduklarını ve Metazoa'nın içinde sınıflandırılması

gerektiğini göstermiştir. Böylece miksozoaların sistematikteki yeri birkez daha değişikliğe uğramış ve Myxozoa Cnidaria filumuna dahil edilmişlerdir.

Canning ve ark. (1996)'nın yaptıkları bir çalışmada bir bryzoa türü olan *Cristatella mucedo*'da alışılmadık dışında bir miksozoa türü (*Buddenbrockia* sp) tanımlanmış ve bu parazitin salmonid balık türlerinde de görüldüğü bildirilmiştir. Morfolojik ve genetik açıdan diğer miksozoa türleriyle farklılık gösteren *Buddenbrockia* türleri Myxozoa filumu içinde Saccosporidae familyasına dahil edilerek yeni bir sınıf oluşturulmuştur. Bu sınıfa da Malacosporea adı verilmiştir. Böylece Myxozoa filumu Myxosporea ve Malacosporea olmak üzere 2'ye ayrılmıştır (Canning ve ark., 1996; 2000).

Myxosporean taksonomisinin son kapsamlı revizyonu, Lom ve Noble (1984) tarafından taksonomik karakterler yeniden değerlendirildikten sonra Shul'man'ın sistemini üzerine yeniden inşa edilmiştir. Bu taksonomik sınıflandırılma, Canning ve ark (1996)'nın *Buddenbrockia* sp.'yi keşfetmesinden sonra, 21. yüzyılın başlarına kadar yüz yıldan fazla bir süre boyunca protist olarak kabul edilen miksozoayı, Cavalier-Smith (1993)'in teklifi ve Hausmann ve ark. (2003)'larının yaptığı araştırmalar sonucunda Animalia alemi içinde, Metazoa alt filumuna ait süper şube olarak yerleştirmiştir (Demirkale, 2013).

Yapılan tüm araştırmalar ve moleküler filogeni sonuçlarına göre günümüzde miksozoalar 64 cins, 17 familya ve 2425'ten fazla türle Cnidarian türlerinin yaklaşık %18'ini temsil etmektedir (Fiala ve ark., 2015a; Okamura ve ark., 2015; Alama-Bermejo ve Holzer, 2021). Malacosporea (Canning ve ark., 2000) ve Myxosporea (Bütschli, 1881) olmak üzere iki alt sınıfa ayrılmaktadır. Malacosporea alt sınıfı, 1 familya (Saccosporidae), 2 cins (*Buddenbrockia*, *Tetracapsuloides*) ve 3 türle temsil edilmesine rağmen miksozoanın büyük bir bölümünü oluşturan Myxosporea alt sınıfı 16 familya, 60 cins ve yaklaşık 2400 nominal türe sahiptir (Fiala ve ark., 2015a; Anonim 2021g; Anonim 2022b) (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Miksozoaların Sınıflandırılması (Anonim, 2021g'ye göre düzenlenmiştir)

2.4.1.1 Miksozoa Sınıflandırması için Ana Kriterler

Miksozoa çeşitlerinin sınıflandırılmasında kullanılmış olan temel niteliklerden bir tanesi sporların morfolojik yapısıdır (Kudo, 1933; Tripathi, 1948; Shul'man, 1966; Okamura ve ark., 2015). Sporlar sınıflandırılma için eşsiz bir yapıya sahiptir. Sporoplazmayı ve polar kapsülü kuşatan kabuk valflerinden oluşur (Lom ve Dyková, 1992). Miksozoaların cins bazında sınıflandırılması için polar kapsül ve valf sayısı, polar kapsülün yerleşimi, kaudal uzantıların varlığı veya yokluğu, sütür hattının şekli ve sporların morfolojisi incelenirken, tür bazındaki sınıflandırma için sporların ve polar kapsüllerin boyutlarına ilişkin ölçüm değerleri, polar kapsülün kıvrım sayısı, mukoza zarının varlığı ya da yokluğu, sporoplazma ve çekirdek sayıları karşılaştırılmalıdır (Lom ve Arthur, 1989).

Miksozoa parazitlerinin tür bazında teşhis edilmesinde çoğu zaman spor morfolojisi tek başına yeterli olmamaktadır. Miksozoalarda farklı türe ait bireyler aynı morfolojik karaktere sahip olabilmektedir. Kriptik tür de denilen morfolojik olarak aynı gözükse ancak genetik olarak farklı olan birçok tür bulunmaktadır. Bu benzerliklere sahip olan türler, mevcut türlerin yanı sıra yeni türlerin de doğru tanımlanmasını engellemektedir. Türlerin tanımlanmasında, parazitlerin üzerinde yaşadığı konağın habitatu, enfeksiyon bölgesi, vejetatif aşamaların şekli, boyutu, yapısı, tek, çift veya çok sporlu olup olmaması, hem ekstrasporogonik hem de

sporogonik aşamaların özellikleri (plazmodia ve psödoplazmodia) hakkında mümkün olduğunca fazla bilgiye sahip olmak gerekir. Bununla birlikte günümüzde bu parazitlerin tanımlanmasında en etkili yöntem moleküler filogeni çalışmaları olarak görülmektedir. Canlılar birbirine çok benzeyen morfolojiye ya da DNA dizilerine sahip olsalar da, farklı fenotip ve genetik dizilime sahip türlerden daha yakın akraba olabilmektedirler. Bu kriptik türlerin saptanmasında da DNA bazlı çalışmalar etkin olarak ortaya çıkmaktadır.

Bartošová ve Fiala (2011)'nın miksozoa türlerinden olan *Chloromyxum cristatum*, *Chloromyxum fluviatile* ve *Zschokkella nova* ile rDNA dizileri arasındaki genetik mesafelerin karşılaştırılması ve filogenetik analizlerin gerçekleştirilmesiyle yapılan bir araştırmada, *C. fluviatile* ve *Z. Nova*'da kriptik tür topluluklarının bulunduğu gösterilmiştir.

Atkinson ve ark. (2015)'nin yaptığı bir çalışmada bazı miksozoa taksonlarında morfolojiye dayalı cins ve tür tespitlerinin güvenilir olmadığı, özellikle *Myxobolus cerebralis*, *Kudoa thyrsites*, *Ceratonova shasta* ve *Tetracapsuloides bryosalmonae* gibi kriptik miksozoa türlerinin tanımlanmasında morfolojik özelliklere rutin olarak DNA dizilerinin de eşlik etmesi gerektiği bildirilmiştir.

Moleküler filogeni çalışmalarının yanı sıra, özellikle tür bazında belirleme kriterlerinden olan sporların ve polar kapsüllerin boyları, polar filamentin kıvrım sayısı gibi detaylı ölçüm gerektiren işlemlerde DIC ışık mikroskobu görüntüleme sistemlerinin yanında elektron mikroskobu kullanılarak da parazitlerin türleri belirlenebilmektedir. Elektron mikroskoplarından olan SEM (taramalı elektron mikroskobu) ve TEM (transmisyon-geçirimli elektron mikroskobu) parazitlerin şeklini, yüzey duvarındaki dış desenleri, kaudal uzantıların sayısını ve organizasyonunu daha iyi tanımak için kullanılmaktadır. Özellikle geçirimli elektron mikroskobu olan TEM, ultrastrüktürel veriler sağladığı için bu türlerin sınıflandırılması ve tanımlanmasında en önemli araçlardan birini oluşturur (Lom ve Dyková, 1992; 1993; 2006; Lom ve Hoffman, 2003; Rocha, 2016).

Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero'un 1985-1987 yılları arası Ebro Nehri deltasında levrek balıklarıyla yaptıkları bir çalışmada *Sphaerospora dicentrarchi*'ye ait olgun sporların ışık mikroskobunda gözlemlenmeyen ancak TEM'le yanal

görünümde bakıldığında çıkıntılı bir yapıda olduğu görülmüştür. Ayrıca TEM'le parazite ait polar kapsüllerin, kabuk valfinin detaylı ölçümleri yapılmıştır. Yine TEM'le parazitin sporogenez aşamasının asenkron ve düzensiz gelişim gösterdiği, iki spor içeren disporik psödoplazmodianın da yaygın olarak ortak bir zarla çevrili olduğu gözlemlenmiştir (Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1992a).

Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero (1993b)'nin Akdeniz'de farklı yaş ve stoktaki levreklerle yaptığı bir çalışmada enfekte doku örnekleri TEM'de incelenmiş, parazitin *Sphaerospora* cinsi olduğu ve konakçı dokunun yoğun olarak istila edildiği bölgelerde ışık mikroskopuyla bakıldığında ciddi bir hücrel konak yoğunluğu gözlemlenmezken, TEM ile bakıldığında yoğun doku kayıplarının olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *Sphaerospora*'lara yakın yoğun birkaç tip granülosit, lenfosit ve promyelosit ve az miktarda plazmasit görüldüğü bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada TEM'de aynı mevsimde ve ağır enfeksiyonlarda, *S. testicularis* türlerinin çoğunun, etkilenen seminifer tübüllerin lümeninde olduğu gösterilmiştir.

Rocha ve ark. (2016)'nın yaptığı bir çalışmada Güney Portekiz'deki bir yetiştiricilik tesisinden temin edilen levrek balıklarının safra kesesini enfekte eden *Ceratomyxa diplodae*'nin tür raporlarının uzun yıllar boyunca ışık mikroskopuyla yapıldığı ve daha doğru tespitler için ışık mikroskopu, TEM ve genetik analizlerin kombine olarak kullanılması gerektiği bildirilmiştir. Bu çalışmada *C. diplodae* sporlarının TEM'de detaylı olarak ölçülmesiyle varolan 2'li polar kapsüllerde daha önce farkedilmeyen 8-9 arası bobin oluşturan polar filamentlerin varlığı ortaya konulmuştur.

1990'lı yıllardan bu yana DNA'nın incelenmeye başlanmasıyla ortaya çıkan moleküler çalışmalarla birlikte, bilim adamları filogenetik ağaç oluşturarak, canlılar arasındaki akrabalık derecelerini belirleme şansı bulmuşlardır (Zimmer ve Wildman, 2017). Filogenetik sistematik (kladizm ya da evrimsel sistematik) adı verilen bu bilim dalıyla birlikte canlılar arasındaki ilişki ve evrimsel süreçte kendiliğinden oluşan doğal taksonlar saptanmakta ve doğal bir sınıflandırma ortaya çıkmaktadır (Hennig, 1999). Filogeni uygulamaları, canlıya ait DNA dizisindeki benzerlikler yardımıyla canlının hangi türe yakın akraba olduğunu anlama çalışmalarıdır.

Filogenetik ilişkilerin belirlenmesinde Mitokondriyal DNA (mtDNA) ve ribozomal DNA (rDNA)'lar evrensel olarak en yaygın kullanılan moleküllerdendir. rDNA'yı kodlayan DNA, diğer DNA bölgelerine oranla daha yavaş değişime uğrarken, MtDNA, rDNA'ya göre daha hızlı değişir. Bu nedenle bu genlerdeki DNA sekanslarının karşılaştırılması organizmalar arasındaki akrabalık ilişkisinin incelenmesi için tercih sebebidir.

rDNA, tüm organizmalarda çok sayıda korunmuş bölge içermektedir. Prokaryot hücrelerde korunan bölgeler 5S, 16S ve 23S iken, ökaryot hücrelerde ise 5.8S, 18S ve 28S'tir. Ökaryot hücrelerde bulunan 18S rDNA bölgesi, ribozomun 40S'lik alt biriminin yapısına katılırken; 5S, 5.8S ve 28S rDNA'lar ise 60S'lik alt birimde yer almaktadırlar (Temizkan, 2004).

Miksozoaların rDNA küçük alt birim dizileri, sistematik ve yaşam döngüsü sorularını ele almak ve oldukça hassas ve spesifik tanı testlerinin geliştirilmesi için kullanılmaktadır. Filogenetik ilişkilerin alem, şube ve sınıf düzeyinde belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan gen bölgesi small subunit (SSU) yani rDNA'lardan biri olan 18S rDNA gen bölgesidir (Fiala ve ark., 2015a; Atkinson ve ark., 2015; Zhang ve ark., 2017; Lövy ve ark., 2018). rDNA tüm hücrelerde nükleotid dizilerinin korunduğu birçok bölge içerir. Bu bölge, tür içi spesifik gen bölgeleri bulundurduğundan ve yavaş evrimleşmesinden dolayı büyük oranda korunmuştur ve uzak akrabalar arası soy hatları arası taksonomik karşılaştırmalarda kullanılacak gerekli verileri içerdiğinden tür tanımlama çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır (Brown-Elliott ve ark., 2006; Tindall ve ark., 2010; Zhi ve ark., 2009). Bunun yanı sıra 18S rDNA gen bölgesi miksozoalar içerisinde yüksek oranda varyasyon gösterdiğinden günümüzde inter ve intraspesifik ilişkilerin ortaya konulmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Kent ve ark., 2001).

Filogenetik analizlerde balık sağlığı laboratuvarlarında rutin teşhis rDNA dizilerine dayalı hassas polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) testleri ile yapılmaktadır. DNA dizilerinin karşılaştırılması ve moleküler homolojilerinin belirlenmesi ise çeşitli bilgisayar programları ile yapılmaktadır (Reece ve ark., 2013).

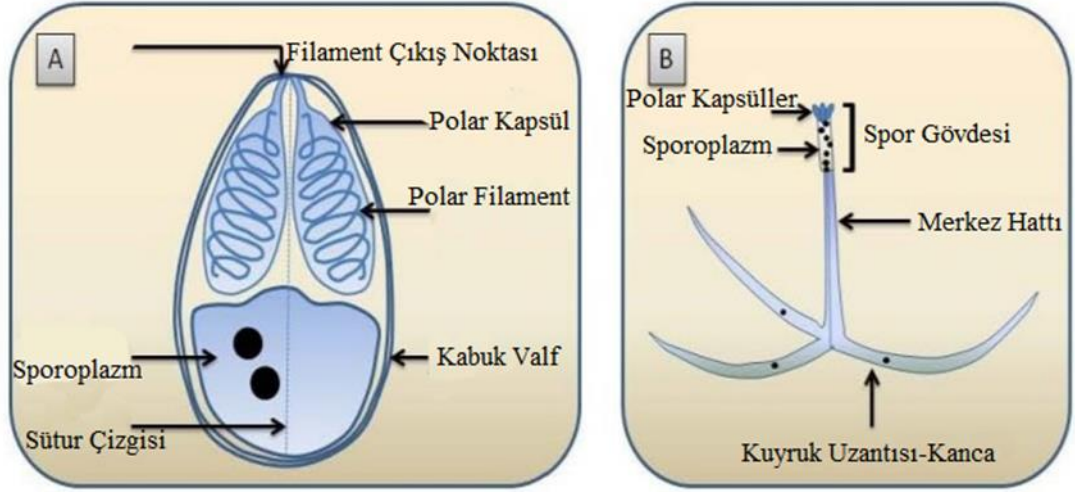
2.4.2 Miksozoaların Biyolojisi

Miksozoalar, tipik olarak 10-300 µm uzunluğunda olan canlılardır (Okamura ve Canning, 2003). 1 ile 13 arasında (nadiren 13-14) kabuk valfine, 1 ile 15 arasında polar kapsüle, 1-2 adet ameoboid enfektif sporoplazmaya sahip olan omurgalı ve omurgasız pek çok canlıda zorunlu endoparazitlerdir (Lom ve Dyková, 2006; Okamura ve ark., 2015). Miksozoa sınıfına ait parazitler polar kapsüllerinin içinde yay şeklinde kıvrılmış filamentlere sahiptirler. Bu filamentler enfeksiyon sırasında parazitin konağına tutunabilmesi için salınan sarmal, mermi gibi delici bir yapı içerir (Stilwell ve Yanong, 2017). Tipik bir ökaryotik canlı olan miksozoalarda sentriol ve flagella yoktur. Düz, tübüler ve disk şeklinde bir mitokondriye sahiptir ve çok sayıda hücreler arası bağlantıları bulunur (Lom ve Dyková, 2006; Rocha, 2011).

Miksozoa sporlarının, sıcaklık ve kuraklık gibi ekstrem şartlara dayanıklılığı çok fazladır, konaklarının sindirim sistemine geçerek (*Myxobolus cerebralis* ve *Ceratonova shasta*) uzun süre canlı kalabilirler (Hallett ve Bartholomew, 2012).

2.4.3 Miksozoa Yaşam Döngüsü

Miksozoaların yaşam döngüsüne ilişkin ilk araştırma 1984 senesinde Markiw ve Wolf tarafından *Myxobolus cerebralis* türü üzerine yapılmıştır. Bu çalışmada ilk kez iki konaklı yaşam döngüsünün var olduğu bildirilmiştir. Daha sonraki çalışmalarda da 30'dan fazla miksozoa çeşidi incelenmiş ve hepsinde benzer bir şekilde iki konaklı yaşam döngüsünün (miksospor ve aktinospor) olduğu tespit edilmiştir (Wolf ve Markiw, 1984; Lom ve Dyková, 1992, 2006; Kent ve ark., 2001; Rocha, 2011). Dolayısıyla miksozoaların yaşam döngüsünün özellikle tatlı sudakiler için miksospor ve aktinospor evresinden oluşmuş olduğu evrensel bir netice olarak ortaya çıkarılmıştır (Şekil 2.5).



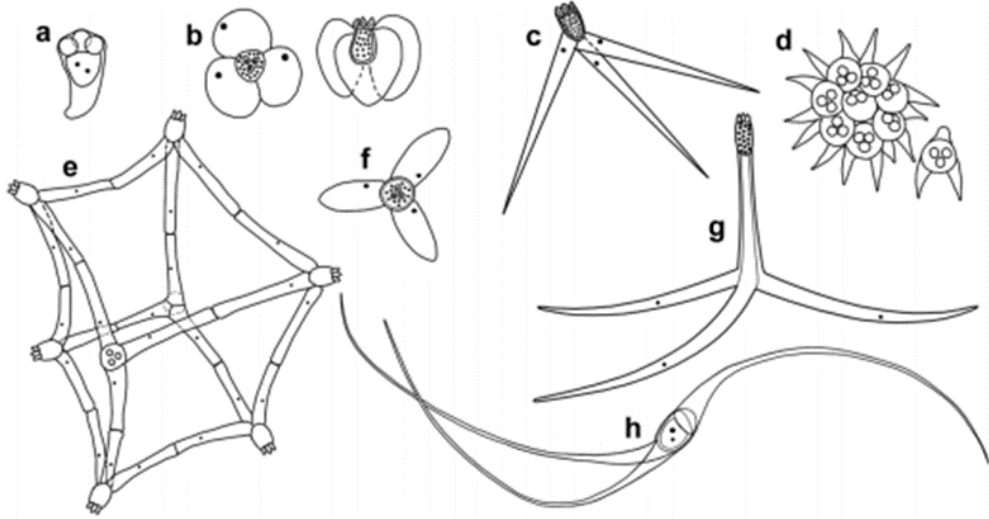
Şekil 2.5 Miksospor (A) ve Aktinospor (B) Diyagramatik Şeması (Sitjà Bobadilla ve Palenzuela, 2013)

Miksospor evresindeki parazitler omurgalılarından en çok balıklarda ve nadiren amfibilerde, omurgasızlarda, kuş ve memelilerde görülmüştür (Lom ve Dyková, 2006). Aktinospor evresindeki bireyler ise omurgasızlarda, genel olarak da annelidlerde ve nadiren de olsa Sipunculidlerde görülmektedir (Lom ve Dyková, 2006; Yokoyama ve ark., 2012).

Tipik olarak bir omurgalıda gelişen miksosporlar, aktinosporlara göre çok daha dayanıklıdır ve sıcaklık, kuraklık ya da donma gibi aşırı durumlardan daha az etkilenirler. Miksospor sporları, suyun hareketi ile pasif olarak taşınabilmektedir. Ayrıca oligoketlerden *Tubifex tubifex*, kuraklık veya besinsizlik gibi durumlardan korunmak için kist oluşturabilir (Anlauf, 1990). Daha çok Bryozoalarda ve annelidlerde görülen aktinosporlar ise miksosporlara göre kısa ömürlü ve daha kırılgan yapıdadır (Yokoyama ve ark., 2012; Hallett ve ark., 1998; Gilbert ve Granath, 2001; Hallett ve Bartholomew, 2012).

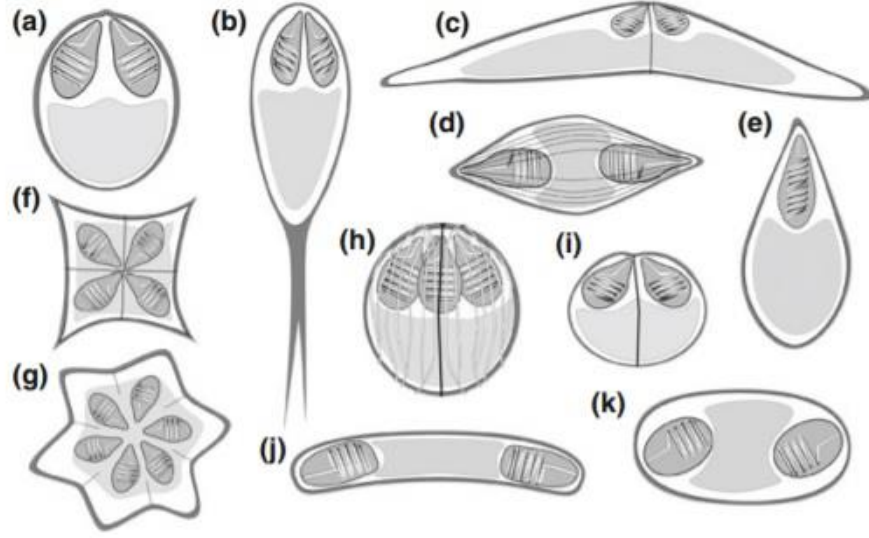
Aktinosporlar, üçlü radyal bir şekle, genellikle 3 adet polar kapsüle ve kuyruk benzeri uzantılara sahiptir (Şekil 2.5). Kuyruk benzeri uzantıları konaklarına kolay tutunabilmelerini sağlamak için genellikle kanca biçimindedir. Çok sayıdaki sporoplazma ve polar kapsülleri spor gövdesinin uç kısmında yer alır. Aktinosporlar farklı görünüme sahip 21 morfotipten (*Aurantiactinomyxon*, *Antonactinomyxon*, *Endocapsa*, *Echinactinomyxon*, *Helioactinomyxon*, *Guyenotia*, *Hungactinomyxon*,

Hexactinomyxon, *Ormieractinomyxon*, *Neoactinomyxon*, *Pseudotriactinomyxon*, *Sphaeractinomyxon*, *Seisactinomyxon*, *Siedleckiella*, *Saccimyxon*, *Synactinomyxon*, *Raabeia*, *Tretractinomyxon*, *Triactinomyxon*, *Tetraspora*, *Unicapsulactinomyxon*) oluşmaktadır (Fiala ve ark., 2015a; Rocha, 2019). Bazı aktinospor morfortipleri aşağıda (Şekil 2.6) verilmiştir.



Şekil 2.6 Bazı Aktinospor Morfortipleri (a) *Tetractinomyxon*, (b) *Neoactinomyxon*, (c) *Echinactinomyxon*, (d) *Synactinomyxon*, (e) *Siedleckiella*, (f) *Aurantiactinomyxon*, (g) *Triactinomyxon*, (h) *Unicapsulactinomyxon* (Rangel, 2016)

Miksozorlar, genellikle 10-20 µm arasında boyutlarda bulunurken bazı türlerin 98 µm boya kadar çıkabildiği görülmektedir. Sporlar çeşitli şekil ve yapılarda olabilirler. Genellikle 2-7 arası polar kapsüle ve 1-7 arası koruyucu kabuk valfine, 1 çift ya da 2 tek çekirdekli enfektif sporoplazmaya sahiptirler (Şekil 2.7). Düz ya da çıkıntılı olan kabuk valfleri kuyruk benzeri uzantılara sahip olabilirler ve dayanıklı yapısı ile su tabanında uzun süre canlı kalabilirler (Lom ve Dyková, 1992, 2006; Özer, 2020). Sahip olduğu farklı tipte morfortipleri *Ceratomyxa*, *Kudoa*, *Myxobolus*, *Henneya*, *Sphaerospora*, *Thelohanellus*, *Chloromyxum*, *Myxidium*, *Sphaeromyxa* ve *Zschokkella* cinslerinde bulunmaktadır (Fiala ve ark., 2015b; Rocha, 2019) (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Bazı Mikospor Morfotipleri (a) *Myxobolus*, (b) *Henneguya*, (c) *Ceratomyxa*, (d) *Myxidium*, (e) *Thelohanellus*, (f) *Kudoa* (dört kapak), (g) *Kudoa* (altı kapak), (h) *Chloromyxum*, (i) *Sphaerospora*, (j) *Sphaeromyxa*, (k) *Zschokkella* (Fiala ve ark., 2015a)

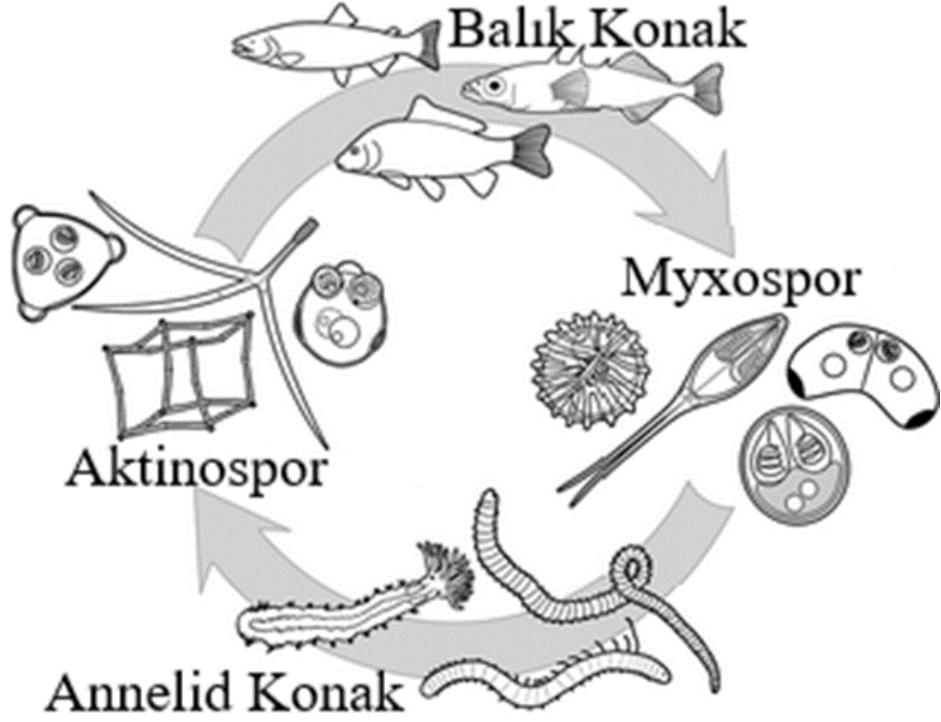
Parazitler sucul ortamın tabanında bulunurlar ve yine tabanda bulunan omurgasız canlılar tarafından besin olarak alınırlar. Besin olarak alınan parazitler bu yolla konağın sindirim sistemine geçerler. Konak bağırsaklarında varolan mukus, parazitin polar kapsüllerin ucunda bulunan ve polar filamentin görev yapmasını sağlayan protein kapağı eritir ve bozulan ozmotik denge sonucu parazitin polar filamentleri hızla dışarı çıkar. Parazitler, yapışıcı özelliğe sahip mukusa tutunarak bağırsağa geçerler. Daha sonra enfektif sporoplazmı aktif bir şekilde konak bağırsağına giren parazitin omurgasız konağı içindeki gelişim süreci başlar. Yaklaşık 3-4 ay sonra parazitler şekil değiştirerek bağırsak boşluğuna oradan da suya dışkı olarak bırakılırlar.

Aktinospor evresinde konağı olan annelidler tarafından suya bırakılan miksozoalar diğer konak balıklara ulaşırlar. Konağın deri ve solungaç epitellerindeki mukusa temas etmesiyle yine ozmotik dengesi bozulan polar kapsüller, polar filamentleri aracılığıyla konak balığın çeşitli organlarındaki mukus tabakalarına tutunurlar. Ardından kabuk valfi açılan sporlar balığın mukus hücreleri aracılığıyla

vücuda girerler. Germ hücrelerini içeren sporoplazm vasıtasıyla konağın hedef organlarına ulaşarak enfeksiyon meydana getirirler.

Omurgasız konaklarından suya salınan ve sekizli spor içeren pansporblast evresindeki parazitler, su içinde şişer ve parçalanır. Osmotik dengesi bozulan 8’li sporlar serbest kalır ve su içinde şişerek yükselir. Son olarak serbest kalan aktinosporlar suda konak balıkların olduğu ortama doğru pasif olarak hareket eder ve uygun bir balıkla karşı karşıya kaldığında konağın yüzgeç, solungaç ve vücut yüzeyindeki mukuslarla temas ederler. Ardından polar kapsülün ucundaki kapak eritilir ve polar filamentler mukusa tutunur. Mukus yoluyla sporoplazm içeri girer ve dolaşım yoluyla uygun dokuya geçerek gelişimini devam ettirir. Yaşam döngüsü, sporogonik plazmodilerde olgun mikosporların gelişmesiyle tamamlanır (Lom ve Dyková, 2006; Yokoyama ve ark., 2012; Özer, 2020) (Şekil 2.8).

Çok daha fazla türle tanımlanan mikosporlar son derece spesifik bir doku ve konak seçiciliğine sahiptir ve genellikle annelidler gibi omurgasız canlıları konak olarak kullanırlar. Aktinospor evresinde *Tubifex tubifex*, *Branciula sowerbyi*, *Limnodrilus hoffmaisteri*, *Nais* sp. ve *Lumbriculus variegatus* gibi omurgasız canlıların yalnızca bağırsaklarında bulunurken, mikospor evresinde ise hem kıkırdaklı hem kemikli pekçok balığın belirli ya da çeşitli dokularında bulunabilmektedirler (Urawa ve Awakura, 1994; Kent ve ark., 2001; Hallet ve ark., 2006; Lom ve Dyková, 2006). Buna karşılık, 2 cinsle temsil edilen Malacosporlar genellikle konak balığın böbreklerine yerleşirler ve omurgasız canlılar olan tatlı su bryozoalarını konakçı olarak kullanırlar (Hedrick ve ark., 2004; Grabner ve El-Matbouli, 2010; Okamura ve Gruhl, 2015).



Şekil 2.8 İki Evreli Tipik Miksozoa Hayat Döngüsü (Okamura ve ark., 2015)

2.4.4 Miksozoa Enfeksiyonları

Miksozoalar, yaygın olarak avcılığı ve kültürü yapılan tatlı su teleostlarında (kemikli balıklar) ve deniz balıklarında, daha sonra solucanlarda (oligoketler ve poliketler), bryozoalarda ve nadiren amfibilerde parazit olarak yaşayan canlılardır. Son bulgular miksozoaların memelileri (Morris ve Adams, 2007; Rocha, 2011; Friedrich ve ark., 2000; Prunescu ve ark., 2007; Dyková ve ark., 2007) ve kuşları (Bartholomew ve ark., 2008) hatta insanları (Boreham ve ark., 1998; Moncada ve ark., 2001) bile enfekte etme yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir.

Miksozoa parazitlerin birçoğu konaklarında asemptomatik enfestasyonlara sebep olurken, *Myxobolus*, *Enteromyxum* ve *Kudoa* gibi bazı patojenik türler meydana getirdikleri hastalıklarla balık yetiştiriciliğinde ciddi ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Ayrıca *K. septempunctata* parazit türünün enfekte ettiği balıkların iyi pişirilmeden yenilmesi durumunda insanlarda gıda zehirlenmesine sebep olduğu bilinmektedir (Moran ve ark., 1999; Kawai ve ark., 2012; Pascual ve ark., 2012; Lee, 2017). Bununla birlikte *Myxobolus* cinsi parazitler HIV (+) olan insanların dışkılarında da tespit edilmiştir (Moncada ve ark., 2001). Bu da miksozoa parazit türlerinin sucül organizmalarla birlikte karasal organizmaları da enfekte ettiğini, bu nedenle de insan

sağlığı açısından da potansiyel bir risk olduğunu ortaya çıkarmıştır (Kent ve ark., 2001; Lom ve Dyková, 2006; Özer ve ark., 2014).

Deniz balıklarının enfekte eden patojen türlerden biri olan *Enteromyxum leei* parazitinin de aynı sucul ortamdaki pek çok balık türüne geçebildiği ve doğrudan bir balıktan diğerine geçerek enfeksiyon başlattığı bilinmektedir (Özer, 2020).

Konak çeşidine, parazitin türüne ve çevre şartlarına bağlı olarak farklı boyutlarda meydana gelen enfeksiyonların prevalansı mevsimsel olarak ya da abiyotik ve biyotik birçok faktörün etkisiyle değişim göstermektedir (Feist ve Longshaw, 2006; Fontes ve ark., 2015). Özellikle su sıcaklığının daha yüksek olduğu yaz ve bahar aylarında hastalık belirtilerinin meydana gelmesi ve omurgasız konaklardan actinosporların salınması, sıcaklığın mikospor gelişiminde önemli bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Sıcaklığın yanı sıra parazitin türü ve bulunduğu organ, konağının türü, genotipi, yaşı ve büyüklüğü, maruz kaldığı parazit miktarı da enfeksiyon gelişimini etkileyen faktörlerdendir (Lom ve Dyková, 1992; Fontes ve ark., 2015).

2.5 Levreklerde Görülen Bazı Miksozoa Parazit Türleri

Levrek balıklarının iç organları ve dokularında şimdiye kadar 6 miksozoa cinsi ve 8 miksozoa türü tespit edilmiştir. Bu türler *Sphaerospora testicularis* (Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1990), *Ceratomyxa diplodae* (Lubat, Radujkovic, Marques ve Bouix, 1989), *C. labracis* (Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1993a), *Enteromyxum leei* (Diamant ve ark., 1994), *Kudoa iwatai* (Egusa ve Shiomitsu, 1983), *K. dicentrarchi* (Syn: *Sphaerospora dicentrarchi*-Sitjà Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1992a), *Myxobilatus* sp. (Davis, 1944), *Ortholinea labracis* (Rangel ve ark., 2017)'tir. Ayrıca ülkemizden de Özer ve Öztürk (2011) tarafından Ege Bölge'sindeki levrek balıklarından *Ceratomyxa* sp. parazit türünün bildirimi yapılmıştır.

2.5.1 *Sphaerospora* (Thélohan, 1892)

Alem: Animalia

Şube: Cnidaria

Sınıf: Myxozoa

Alt sınıf: Myxosporea

Takım: Bivalvulida

Alttakım: Variisporina

Familya: Sphaerosporidae

Cins: *Sphaerospora*

Sphaerospora Avrasya ve Kuzey Amerika'dan tanımlanan en az 102 türe sahip olan bir miksozoa cinsidir (Patra ve ark., 2018). Filogenetik olarak tanımlanmış *Sphaerospora* (sensu stricto) soyunun üyeleri, ağırlıklı olarak deniz ve tatlı su balıkları ile amfibilerin üriner sisteminde nadiren de safra kesesinde enfeksiyona yol açar (Lom ve Dyková, 2006; Jirků ve ark., 2007; Patra ve ark., 2018).

Kuzey Atlantik'ten, Akdeniz ve Adriyatik denizine kadar yayılım gösterir. Enfeksiyon prevalansının genellikle bahar ve yaz aylarında yabancı populasyonlarda %100'e, kültür koşullarında ise %84'e ulaştığı bildirilmiştir (Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1992a, 1993c; Santos, 1998; Mladineo, 2003; Fioravanti ve ark., 2004, 2006; Merella ve ark., 2006; Mladineo ve ark., 2010; Rangel, 2016).

Sphaerospora sporları, küre ya da küre benzeri şekli ve iki özdeş valf ile karakterizedir. Tek bir çift çekirdekli veya 2-12 arası tek bir çekirdekli sporoplazmaya sahiptir. Sütur çizgisi genellikle belirgindir. Sütur düzlemine dik yerleşmiş iki küresel kutuplu polar kapsül içerirler (Lom ve Dyková, 2006; Fiala ve ark., 2015a; Patra ve ark., 2018) (Şekil 2.9). *Sphaerospora* üyelerinin çoğu boşaltım sisteminde sölozoikken, bazıları histozoik olabilmektedir (Tun ve ark., 2000; Patra ve ark., 2018).



Şekil 2.9 *Sphaerospora* Morfolojisi (Rocha, 2019)

Çoğu *Sphaerospora* türü, konaklarında göze çarpmayan enfeksiyonlara neden olurken, bazıları balık kültüründe, özellikle cyprinidler arasında ciddi patolojik problem olarak görülür (Dyková ve Lom, 1982; Hermanns ve Körting, 1985; Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1992a).

Levrek balığını enfekte eden *Sphaerospora* üyeleri arasında iki tür öneme sahiptir. Bunlar: *Sphaerospora dicentrarchi* ve *S. testicularis*'tir.

İlk kez 1992 yılında İspanya'da tanımlanan *Sphaerospora dicentrarchi* günümüzde levrek balıklarında en çok görülen miksozoa parazitlerinin başında gelmektedir (Le Breton, 1999; Fioravanti ve ark., 2004). Konağın bağ dokusunu enfekte eden bu histozoik parazit safra kesesi, bağırsak ve böbrekte özel tropizm gösterir. Bunun yanı sıra gonadlar, yüzme kesesi, böbrekler, dalak, karaciğer-pankreas ve serozalarda da görülmektedir (Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1992a). *S. dicentrarchi*'nin dokularda meydana getirdikleri enfeksiyon oranının konağın yaşıyla doğru orantılı olarak arttığı rapor edilmiştir (Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1993b; Patra ve ark., 2018). *S. dicentrarchi*'nin kültür levrek balıkları üzerinde çok fazla patolojik etkisi olmadığı, bununla birlikte bazı araştırmacılara göre ise bu parazitin fırsatçı patojen olduğu bildirilmiştir (Rigos ve ark., 1999; Bruno ve Woo, 2002; Patra ve ark., 2018). Özellikle stresle, enfeksiyonun yoğunluğuna ve yaşa bağlı olarak patojen olduğu bildirilmiştir (Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero 1993b, Rigos ve ark., 1999; Bruno ve Woo, 2002; Patra ve ark., 2018). Balıklarda bağ dokusunu parazitlestiren, büyüme hızını azaltan ve ikincil enfeksiyon olasılığını arttıran bir parazittir (Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero 1992a, Rigos ve ark., 1999; Fioravanti ve ark., 2004).

S. testicularis ise *S. dicentrarchi*'nin aksine sölozoik bir parazittir ve oldukça patojen kabul edilir (Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1992b, 1993b). Yine *S. dicentrarchi*'nin aksine bu parazite sadece erkek bireylerde ve sadece cinsi olgunluk döneminde rastlanılmaktadır (Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1993c). *S. testicularis* testislerde enfeksiyona, anormal yapıların oluşmasına ve aşırı büyümeye, bağırsak lümenlerinin tıkanmasına, karın boşluğunda asit birikimine, genital sistemde germ oluşumuna ve sertoli hücrelerinde ciddi hasarlara ve kısırılığa neden olmaktadır

(Álvarez-Pellitero ve Sitjà-Bobadilla, 1993b; Rigos ve ark., 1999; Feist ve Longshaw, 2006).

Rigos ve ark.'nın 1996-1997 yılları arası Yunanistan'da farklı kafes kültürlerindeki levrek ve çipura balıklarıyla yapmış oldukları bir çalışmada *S. dicentrarchi*'nin balık konaklarına çok fazla zarar vermediği ancak stres koşulları altında ikincil enfeksiyonlar meydana getirdiğinden safra kesesi ve bağırsaktaki enfeksiyonların rahatsızlık edici boyutlara ulaştığı ve bağırsağın normal sindirim fonksiyonunun bozulduğunu, bu nedenle balıkta büyüme sorunlarının meydana geldiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada parazitlere uzun süre maruz kalan balıklarda (3-6 hafta) %30 ile %70 arasında ölüm oranı görülmüştür. Ayrıca en yoğun ölüm oranının su sıcaklığının 24-25°C'ye ulaştığı yaz aylarında görüldüğü belirtilmiştir (Rigos ve ark., 1999).

Fioravanti ve ark.'nın 2000-2003 yılları arası İtalya'da yaptıkları bir çalışmada farklı yoğunluklarda ve farklı sistemlerdeki kafeslerde 1406 levrek balığı incelenmiş levreklerin 734'ünde (%52.2) *S. dicentrarchi*'ye ait sporlar bulunmuştur. Parazit prevalansı geniş çiftliklerde %51.5, yoğun çiftliklerin iç kesimlerinde %59.6, kıyıda yüzen kafeslerde %76.2, açıkta ve denizde yüzen kafeslerde %41.6, kafes dışındaki balıklarda ise %7.4 olarak hesaplanmıştır. Tespit edilen 9 adet erkek levrek balığının ise sadece ikisinde *S. testicularis*'e rastlanmıştır. Araştırma sonucu *S. dicentrarchi*'nin zararsız görüldüğü ve levrekte hafif enfeksiyonlar meydana getirdiği ancak özellikle yaz aylarında ve kafes içindeki levrek yoğunluğunun arttığı durumlarda balıkların strese girmesine bağlı olarak ağır enterit meydana geldiği bildirilmiştir. Ayrıca parazitlerden etkilenen levrekleri en az 2 yaşındaki ergin bireylerinin oluşturduğu rapor edilmiştir (Fioravanti ve ark., 2004).

Castro ve ark.'nın 1993-1994, 1995-1996, 2004 ve 2012-2013 yılları arası yürüttüğü bir çalışmada vahşi (N=373) ve kültürlü (N=391) ortamlardan toplam 764 levrek balığından elde edilen enfeksiyon verileri *S. dicentrarchi* için %79.8, *S. testicularis* için %6.2 olarak bildirilmiştir. *S. dicentrarchi*'de en yüksek prevalans yabani levreklerde 1993-1994 yaz aylarında %96.2 oranında görülürken, en düşük prevalans ise kültürlü levreklerde 2004'te kış aylarında %44.2 olarak hesaplanmıştır. *S. testicularis*'e ise sadece 2012-2013 yılları arası rastlanmıştır (Castro ve ark., 2018).

2019 yılında Casal ve ark.'nın levrek balıklarında yaptıkları bir araştırmada levrek balığından izole edilen *S. dicentrarchi*'nin aktinospor ve mikso spor evrelerine ait SSU rDNA dizileri arasındaki DNA eşleşmesi aydınlatılmış, hem spor morfolojisine hem de moleküler filogenisine dayalı olarak *Kudoa* cinsi ile büyük benzerlik gösterdiği bildirilmiştir. Ardından da *S. dicentrarchi* türü, *Kudoa dicentrarchi*'ye transfer edilmiştir (Casal ve ark., 2019).

2.5.2 *Ceratomyxa* (Thélohan, 1892)

Alem: Animalia

Şube: Cnidaria

Sınıf: Myxozoa

Alt sınıf: Myxosporea

Takım: Bivalvulida

Alttakım: Variisporina

Familya: Ceratomyxidae

Cins: *Ceratomyxa*

Ceratomyxa cinsi 97'si 18S rDNA sekanslarına sahip 270'in üzerinde türden oluşur (Eiras, 2006; Gunter ve Adlard, 2010; Eiras ve ark., 2018; Bittencourt ve ark., 2021; Alama-Bermejo ve ark., 2021). Çoğu deniz balıklarının safra kesesinde sölozoikken, böbrek, gonadlar ve idrar kesesinde tanımlanan bazı türler ve tatlı su balıklarını enfekte eden Ceratomyxid'ler de bulunur (Eiras, 2006; Lom ve Dyková, 2006; Eiras ve ark., 2018; Zatti ve ark., 2018; Alama-Bermejo ve ark., 2021).

Deniz balıklarının bir kısmında, tatlı su balıklarının ise tamamında görülen iki konaklı yaşam döngüsüne sahip olan *Ceratomyxa*'lar aktinospor evresinde zeminde yaşayan oligoketler gibi omurgasız canlılarda, mikso spor evresinde ise balıklarda, enfeksiyon meydana getirirler. Deniz balıklarında görülen bazı patojen mikso sporların balıktan balığa geçtiğine dair bildirimler de mevcuttur (Özer, 2020).

Ceratomyxa sporları hilal veya kemer şeklinde kavisli olup uzun bir gövdeye sahiptir. Polar kapsülleri küresel veya hafif konik şeklinde sporun orta kısmında, sütur

hattı boyunca dik bir düzlemde konumlanmıştır (Eiras ve ark., 2018; Huang ve ark., 2020). Parazitin kabuk valfleri uzun ve esnek yapıdadır. İki tek çekirdekli veya iki çekirdekli sporoplazma sahiptir (Eiras ve ark., 2018). Nadiren 3 polar kapsül ve 3 valf ile atipik sporlar da görülebilmektedir (Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1993a).

Bugüne kadar levrek balıklarının safra kesesini sıklıkla enfekte eden iki *Ceratomyxa* türü tespit edilmiştir. Bunlar; *Ceratomyxa diplodae* ve *Ceratomyxa labracis*'tir (Álvarez-Pellitero ve Sitjà-Bobadilla, 1993; Fioravanti ve ark., 2006; Merella ve ark., 2006) (Şekil 2.10 ve Şekil 2.11). *C. diplodae* ilk olarak Adriyatik Denizi'ndeki halka şeklindeki çipura (*Diplodus annularis*) balığından tanımlanmıştır, daha sonra da Akdeniz'de levrek balıklarından bildirilmiştir. *C. labracis* ise ilk kez İspanya'da levrek balıklarında tanımlanmıştır (Erias, 2006). Her iki parazit türü de levrek balıklarının safra kesesinde sölozoik olan parazitlerdir. Epitel hücrelerde vakuolasyona, deformasyona ve nekroza sebep olarak safra kesesi için histopatolojik hasar oluştursa da, konaklarında ölüm oranı son derece düşüktür (Álvarez-Pellitero ve Sitjà-Bobadilla, 1993; Castro ve ark., 2018).

İspanya'da 1990-1996 yılları arasında Palenzuela ve ark.'ları tarafından yapılan bir çalışmada çipura balıklarını enfekte eden *Ceratomyxa* türlerinde enfeksiyon oranının %60'larda olmasına rağmen az sayıda ölümün gerçekleştiği bildirilmiştir (Palenzuela ve ark., 1997).

Rigos ve ark.'nın 1996-1997 yılları arası Yunanistan kıyılarındaki kafeslerde yetişen balıklarla yaptıkları bir çalışmada levreklerde *Ceratomyxa* prevalansının %42, mortalitesinin %1 olduğu, çipuralarda ise prevalansın %29, mortalitenin ise %0.5 olduğu tespit edilmiştir (Rigos ve ark., 1999).

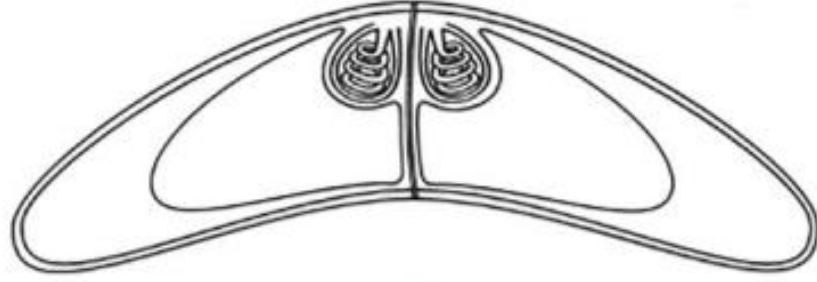
Mladineo'nun 2001-2002 yılları arası Adriyatik Denizi'ndeki kafeslerde yetişen balıklarda yaptığı bir başka çalışmada *Ceratomyxa* prevalansının %20 olduğu bildirilmiştir (Mladino, 2003).

Álvarez-Pellitero ve Sitjà-Bobadilla (1993)'nin İspanya'da farklı dönemlerde farklı yaş gruplarına ait levrek balıklarıyla yaptıkları bir çalışmada *Ceratomyxa labracis* ve *C. diplodae* cinsi 2 farklı türe rastlanmış, parazitlerin genellikle safra kesesinde lokalize olmasına rağmen, bağırsak, yüzme kesesi, pankreas veya

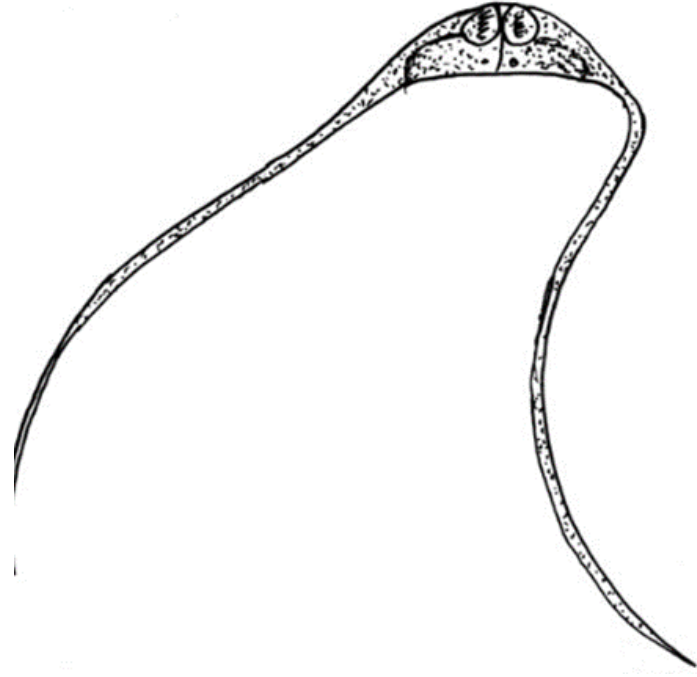
mezenterlerde de görüldüğü belirtilmiştir. Aynı çalışmada *C. labracis*'in kültürü yapılan levreklerde yüksek oranda (%70), *C. diplodae*'nin ise daha az oranda (%20) prevanlansa sahip olduğu bildirilmiştir.

C. diplodae çok patojenik bir tür kabul edilmese de bazı bağışıklığı baskılanmış konakçıdaki türlerin belirli koşullar altındaki enfeksiyonlarının aşırı derecede ölümcül olabileceği belirtilmiştir (Katharios ve ark., 2007).

C. diplodae ile enfekte olmuş balıklarda aşırı zayıflık, deri altı yağ dokusu ve kas kütlelerinde azalma hatta iç organlarda küçülmenin yanı sıra renk değişikliği, pul kaybı ve genişlemiş safra kesesi yaygın patolojik bulgulardır (Rigos ve ark., 1999; Katharios ve ark., 2007). *C. labracis* ise aynı balıklarda daha az oranda safra kesesinde tanımlanmıştır ve bu parazitin balıklar için önemli bir tehdit olarak kabul edilmediği bildirilmiştir (Rigos ve ark., 1997).



Şekil 2.10 *Ceratomyxa diplodae* Morfolojisi (Rocha, 2019)



Şekil 2.11 *Ceratomyxa labracis* Morfolojisi (Erias, 2006)

2.5.3 *Enteromyxum* (Palenzuela, Redondo & Álvarez-Pellitero, 2002)

Alem: Animalia

Şube: Cnidaria

Sınıf: Myxozoa

Alt sınıf: Myxosporea

Takım: Bivalvulida

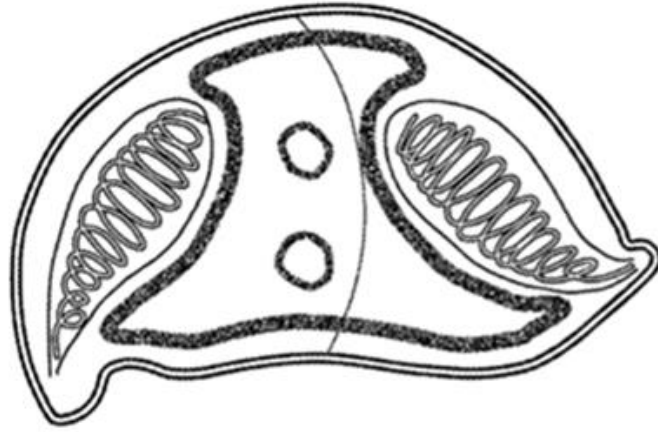
Alttakım: Variisporina

Familya: Enteromyxidae

Cins: *Enteromyxum*

Enteromyxum, deniz balıklarının bağırsak, safra kesesi ve karaciğer gibi sindirim organlarında görülen, dünya çapında çok sayıda kültüre edilmiş balık türünde yüksek ölüm oranına sahip, histozoik bir patojen mikroorganizmadır. Bu cinsin üyeleri daha önceleri *Myxidium* cinsi olarak tanımlansa da, daha sonraları yapılan filogenetik çalışmalar sonucunda *Enteromyxum* cinsine aktarılmışlardır (Freeman ve ark., 2020).

Enteromyxum sporları farklı, özel bir görünüme sahip olup yay veya yarım daire şeklindedir. Ortalama 6.9 µm genişliğinde, 14.7 µm uzunluğunda ve 6 µm kalınlığındadır. Yandan veya önden görünümde, sporoplazma, merkezi olarak düzensiz şekilli bir kum saati olarak görülür. Büyük bir merkezi boşluk ve her iki tarafta distal olarak sivrilen iki uzun polar kapsülü vardır. Polar kapsülleri büyük ve kavisli olup, uç noktalarda konumlanmıştır. Sütur çizgisi hafif şekilde görülür (Lom ve Dyková, 2006) (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 *Enteromyxum* Morfolojisi (Lom ve Dyková, 2006)

Levrek balıklarında görülen türü enterositler arasındaki paraselüler boşlukta yaşayan ve çoğalan *Enteromyxum leei*'dir. Bu parazit türüne ilk olarak Güney Kıbrıs'ta çipura (*Sparus aurata*) balıklarında rastlanmıştır. *E. leei* bağırsak epitelinin hücre dışı boşluğunu istila eden, yavaş ilerleyen bir hastalık üreten, anoreksiya, kaşeksi ve ölümlere yol açan, sindirim yoluyla, akıntıyla ve ağız yoluyla balıktan balığa bulaşabilen, son derece patojen enterik bir parazittir. Hastalık belirtileri genellikle konakçı türüne göre değişmekte olup kilo kaybı, renk bozulması, büyümede gerilik, karaciğerde yağ birikimi, bağırsakta şiddetli iltihaplanma ve ölüm gibi klinik belirtiler ile ortaya çıkmaktadır (Diamant ve ark., 1994; Diamant ve Wajsbrodt, 1997; Diamant, 1997, 1998; Fioravanti ve ark., 2006; Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Palenzuela, 2012; Özer ve ark., 2014; Picard-Sánchez ve ark., 2020). Otopsi bulguları aynı zamanda şişmiş safra kesesi, yumuşak ve soluk karaciğer ve ara sıra kanamayla birlikte kalınlaşmış bağırsak duvarlarını da içerebilmektedir (Picard-Sánchez ve ark., 2020). Bu hastalığa karşı henüz koruyucu veya tedavi edici bir önlem yoktur ve balıklarda

ölüm oranının artmasını tetikleyen bir hastalık olarak tanımlanır (Picard-Sánchez ve ark., 2020). Buna rağmen bu parazitin levrek balıklarında belirti göstermeden de seyreden subklinik enfeksiyonlar gösterdiği belirtilmiştir (Sitjà-Bobadilla ve ark., 2007).

E. leei parazit türünün konak seçiciliği olduğu bilinen miksozoa parazitlerinden farklı olarak çok sayıda balıkta görüldüğü bilinmektedir (Paperna, 1998; Diamant, 1998; Padrós ve ark., 2001; Özer, 2020).

Diamant (1997,1998) *E. leei* parazit türünün bir balıktan diğerine geçişini deneysel olarak çipura balıklarında çalışmış ve parazitin enfekte olmuş bir balıktan diğer balığa bulaştığını göstermiştir.

Sitjà-Bobadilla ve ark.'nın 2003-2005 yılları arası çipura ve levrek balıklarında yaptıkları araştırmada, *E. leei* parazit türünün bu parazitlerle enfekte olmuş çipuradan, levrek balığına bulaştığı, bu durumun da *E. leei*'nin farklı balıklara su yoluyla geçebildiğini doğrulamıştır. Ayrıca enfeksiyonun ilerleme hızının levrekte çipuraya göre daha yavaş olduğu, sadece %13.3 oranında levrek balığının enfekte olduğu, enfekte olan levreklerin enteromikoz hastalık belirtilerini göstermediği ve levreklerde ölüm görülmediğini bildirilmiştir. Bu durum çiftlik koşulları altında levreklerde sparidlere göre daha düşük *E. leei* prevalansı ve mortalitesi görüldüğünün göstergesidir (Varvarigos, 2003; Fioravanti, 2005; Sitjà-Bobadilla ve ark., 2007).

2.5.4 *Kudoa* (Meglitsch, 1947)

Alem: Animalia

Şube: Cnidaria

Sınıf: Myxozoa

Alt sınıf: Myxosporea

Takım: Bivalvulida

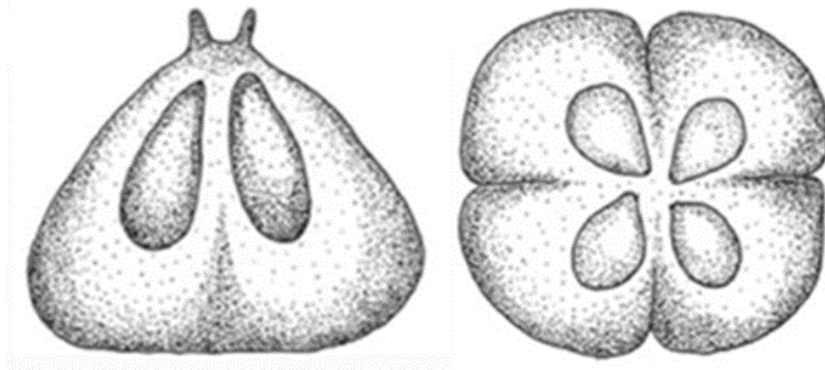
Alttakım: Variisporina

Familya: Kudoidae

Cins: *Kudoa*

Kudoa, miksozoa parazitlerinin ilk bildirilen cinsidir (Diamant ve ark., 2005). Tipik olarak deniz teleostlarını enfekte ederler. *Kudoa* cinsinin türleri, kalp, solungaçlar, böbrek, beyin, safra kesesi, yumurtalık ve bağırsaklar gibi organlarda bulunmalarına rağmen, ağırlıklı olarak balıkların iskelet kaslarında bulunan histozoik parazitlerdir (Moran ve ark., 1999; Eiras ve ark., 2014). *Kudoa* türlerinin birçoğu balıkların kas sisteminde makroskopik kistlere ve ölüm sonrası kas erimesine yol açmasıyla hem su ürünleri yetiştiriciliğinde hem de ticari balıkçılıkta balıkların piyasa değerini düşürdüğü için endişe kaynağı olmaktadır (Egusa ve Nakajima, 1980; Yasunaga ve ark., 1981; Egusa ve Shiomitsu, 1983; Egusa, 1986; Moran ve ark., 1999; Reimschuessel ve ark., 2003; Diamant ve ark., 2005; Yokoyama ve Itoh, 2005; Whipps ve Kent, 2006). Zararlarına ve ekonomik etkilerine ek olarak *Kudoa*'nın bazı türlerinin çiğ balıkla (suşi veya sashimi) birlikte tüketiminin insan sağlığına olası tehditleri de bildirilmiştir (Matsukane ve ark., 2010; Kawai ve ark., 2012; Sugita-Konishi ve ark., 2014; Suzuki ve ark., 2015).

Kudoa cinsi, genellikle dört veya daha fazla kabuk valfi ve eşit sayıda polar kapsülü olan spora sahiptir (Lom ve Dyková, 2006; Whipps ve ark., 2003a, 2003b, 2004; Fiala ve ark., 2015a; Li ve ark., 2020). Genellikle sporun üst bölgesinde bulunan üçgen veya piramidal şekilli olan polar kapsüllerin boyutları genellikle birbirine yakındır (da Silva ve ark., 2022). Sporun alt kısmında dört sütur çizgisi açıkça görülmektedir. Polar kapsüllerin tepe kısmında belirgin apikal çıkıntılar bulunur (Şekil 2.13). Bir tek veya iki tek çekirdekli sporoplazma içerir (Li ve ark., 2020).



Şekil 2.13 *Kudoa* Morfolojisi (Matsukane ve ark., 2010)

Levrek balıklarında görülen türü *Kudoa iwatai* ve *Kudoa dicentrarchi*'dir. *K. iwatai*, ilk olarak Egusa ve Shiomitsu (1983) tarafından Japonya'da kültür yapılan kırmızı çipura (*Pagrus major*) balığında tespit edilmiştir. Daha sonra bu parazitin aynı çiftlikte kültürü yapılan levrek *Dicentrarchus labrax*, kefal *Mugil cephalus* ve ayrıca 10 yabancı Kızıldeniz resif balığı türünde de enfeksiyonlar meydana getirdiği görülmüştür (Diamant ve ark., 2005). *K. dicentrarchi* ise ilk olarak Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero tarafından 1992 yılında Akdeniz'de levrek balıklarında bulunmuştur. Her iki *Kudoa* türü de *Sphaerospora* spp.'ye benzer morfoloji gösterirler. Bu iki parazit de iki valfin oluşturduğu sütur hattına dik olarak yerleştirilmiş iki polar kapsüle sahip olmalarına rağmen, *Sphaerospora* 'lara göre önemli ölçüde daha küçüktürler ve deniz balıklarının iç dokularında histozoik gelişim gösterirler. Bunun aksine gerçek *Sphaerosporid*lerin, boşaltım sisteminde afinite gösterdiği ve ağırlıklı olarak tatlı su balıklarını enfekte eden sölozoik türler olduğu yaygın olarak bildirilmektedir (Patra ve ark., 2018).

Diamant ve ark. (2005)'ı tarafından yapılan bir çalışmada Kızıldeniz'de kültürü yapılan levrek balıklarında gövde kaslarında, beyin zarında ve kafatası göz çevresinde psödokistler bulunmuştur ve tüm bireylerde *Kudoa* türlerine rastlandığı bildirilmiştir. Enfekte olan tüm bireylerin ergin, yetişkin levrek balıkları olduğu, juvenil ve larvalarda herhangi bir enfeksiyon görülmediği bildirilmiştir.

2.5.5 *Myxobilatus* (Davis, 1944)

Alem: Animalia

Şube: Cnidaria

Sınıf: Myxozoa

Alt sınıf: Myxosporea

Takım: Bivalvulida

Alttakım: Variisporina

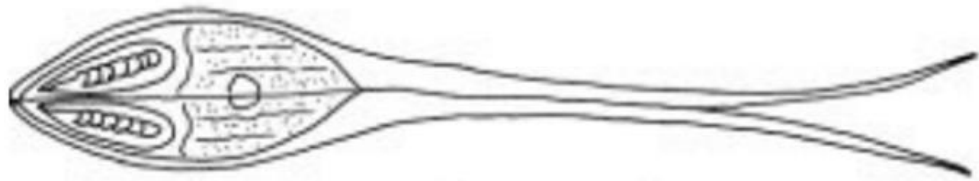
Familya: Myxobilatidae

Cins: *Myxobilatus*

Myxobilatus, Davis (1944) tarafından *Henneguya* cinsinin 3 ayrı cinse revize edilmesiyle ortaya çıkmıştır.

Myxobilatus cinsi, çoğu tatlı su balıklarında nadiren de deniz ve acı su balıklarında görülen endoparazitlerdir (Lom ve Dyková, 2006). *Myxobilatus*, *Sphaerospora* cinsi gibi genellikle üriner sistemde sölozoiktir fakat safra kesesi, solungaçlar, yüzgeçlerde ve bağırsakta histozoik olan türler de görülmüştür (Rangel, 2016). *Sphaerospora*, bir veya iki spor oluşturan bir veya iki sporlu trofozoitler üretirken, *Myxobilatus*, bir psödoplasmodyumda bir veya daha fazla spor oluşturan trofozoitler üretir. Her iki cinsin üyelerinde de yoğun konak seçiciliği mevcuttur. Özellikle Cypriniformes ve Perciformes türleri olmak üzere çok çeşitli konakları enfekte ederler (Rangel, 2016). Çoğunlukla böbrek tübüllerinin lümeninde, idrar keselerinde ve idrar yollarında yaygın olarak bulunurlar (Özer, 2003; Rangel ve ark., 2014).

Lom ve Dyková'ya (2006) göre, cinsin türlerinin temel özellikleri sporların iğ şeklinde, bir çift halinde, uzun ve aşağı doğru sivri olmasıdır. Sporlar uzunlamasına ve oval şekilli, asimetric ya da simetric olabilmektedir (Rangel, 2016). Türlerin çoğunda kabuk valfleri boyuna çizgilerle şekillenmiştir bazıları ise düz kabuk valflerine sahiptir. Kabuk valfleri genellikle arkada iki kaudal uzantı şeklinde olan ince çıkıntılara sahiptir. Polar kapsüller armut şeklinde ve sütür düzlemine dik olarak konumlanmıştır. İki çekirdekli sporoplazmaya sahiptir ve iyotla boyanabilen vakuolleri olabilmektedir (Lom ve Dyková, 2006; Fiala ve ark., 2015a) (Şekil 2.14).



Şekil 2.14 *Myxobilatus* Morfolojisi (Özer, 2002)

Álvarez-Pellitero ve Sitjà-Bobadilla (1993) tarafından Akdeniz'de hem yabani hem de kültürü yapılan, 3-5 yaşları arasındaki 101 levrek balığında yapılan bir çalışmada nadir olarak ve sadece yabani balıklarda görülen *Myxobilatus* cinsine ait bireylere ilk kez rastlanıldığı bildirilmiştir.

2.5.6 *Ortholinea* (Shulman, 1962)

Alem: Animalia

Şube: Cnidaria

Sınıf: Myxozoa

Alt sınıf: Myxosporea

Takım: Bivalvulida

Alttakım: Variisporina

Familya: Ortholineidae

Cins: *Ortholinea*

Parazit sporları küreseldir, sütün düzlemine paralel ve sütün çizgisinin iki tarafında olacak şekilde piriform veya küresel şekilli polar kapsüle sahiptir ve bir çift çekirdekli sporoplazma içerir (Lom ve Dyková, 2006). Bu cinsin pek çok üyesinde dış valfte çıkıntı ve çizgiler bulunmaktadır (Lom ve Dyková, 2006; Gürkanlı ve ark., 2018) (Şekil 2.15).

Ortholinea cinsi, çoğunlukla boşaltım sisteminde böbrek, idrar yolları ve idrar kesesinde sölzoik olarak yaşayan yaklaşık 22 tür içerir.



Şekil 2.15 *Ortholinea* Morfolojisi (Alama-Bermejo ve Hernández-Orts, 2018)

Levrek balıklarının enfeste eden türü *Ortholinea labracis*'tir. Bu türün balıkların idrar kesesini nadiren de böbreklerini enfekte ettiği görülmüştür (Rangel, 2016). *O. labracis* ilk olarak Güney Portekiz'de bir balık çiftliğindeki levrek balıklarında görülmüştür. Bu parazitin, levrek balıklarının idrar kesesini, mesanesini bazen de böbreğini; Tectidrilus cinsi deniz oligoketinin ise bağırsak epitelini enfekte ettiği rapor edilmiştir (Rangel ve ark., 2016). *O. labracis* 22 *Ortholinea* türünün 7'siyle büyük oranda benzerlik göstermesine rağmen, konak balığın idrar kesesinde plazmodyal gelişimi, boyut ve şekildeki varyasyonların yanı sıra esas olarak hücrel zarın sadece bir kısmından uzanan çevresel çıkıntılarının farklılaşması ile karakterize edilir (Rangel ve ark., 2016).

O. labracis enfeksiyonuyla ilgili Rangel ve ark. (2016); bu parazitin levrek balıklarının idrar kesesini enfekte ettiğini ancak bu durumun balığın sağlık bütünlüğünü bozmadığını rapor etmişlerdir.

Rangel ve ark., (2017) tarafından Portekiz'de levrek balıklarında yapılan bir başka çalışmada levrek balıklarının idrar kesesinde %11 oranında *O. labracis* enfeksiyonu görüldüğü rapor edilmiştir. Bu parazitin herhangi bir levreğin ölümüne sebep olmadığı ve balıkların dış enfeksiyon ve herhangi bir hastalık belirtisi göstermediği bildirilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu tez çalışması B-2110 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle, Ordu Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun aldığı karara göre etik ilke ve kurallara uygun bulunmuş, Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nden alınan 06.11.2019 tarih ve 67852565-140.03.03-E.3369969 sayılı yasal araştırma izni ile yapılmış ve tamamlanmıştır.

3.1 Materyal

Çalışmanın materyalini ülkemizde balık yetiştiriciliğinin en yoğun yapıldığı Ege Bölgesi'nde, en çok üretiminin yapıldığı iki şehir olan Muğla (139.736 ton) ve İzmir (85.989 ton) (Anonim, 2020c) kıyılarında üretim yapan yetiştiricilik çiftliklerinden temin edilen levrek (*Dicentrarchus labrax*) balıkları oluşturmaktadır.

Temmuz 2019-Haziran 2020 tarihleri arasında aylık periyotlarda yapılan örneklemelelerde her ay 20 balık (10 adet İzmir, 10 adet Muğla) olmak üzere toplam 240 balık örneği incelenmiştir. Balık örneklerini yeni hasat edilmiş olan ölü levrek balıkları oluşturmaktadır.

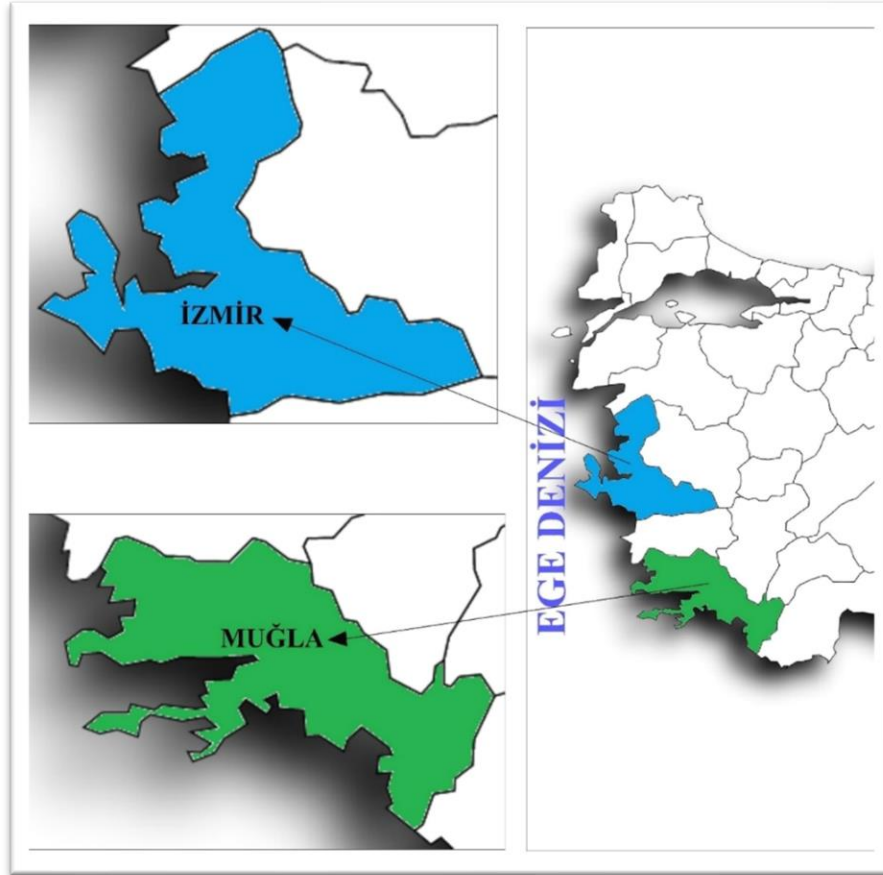


Şekil 3.1: Levrek Balığı (*Dicentrarchus labrax*)

3.1.1 Örneklem Bölgesi

Çalışma alanını Akdeniz'in coğrafi bir uzantısı olup, koy ve körfezleri ile zengin bir bölge olan, 2833 km uzunluğa sahip, Türkiye'nin en uzun kıyı şeridi olan Ege Bölgesi'ndeki en fazla levrek üretim tesislerine sahip olan Muğla (314 yetiştiricilik çiftliği) ve İzmir (86 yetiştiricilik çiftliği) şehirleri oluşturmaktadır (Anonim, 2021h).

İzmir, Ege Bölgesi'nin batısında yer alan, 38° 25' kuzey paralelleri ile 27° 9' doğu meridyenleri arasında bulunan ve yıllık ortalama deniz suyu sıcaklığı 18.5°C olan bir ilimizdir. Muğla ise Ege Bölgesi'nin daha güneyinde, 37° 12' kuzey paralelleri, 38° 22' doğu meridyenleri arasında bulunan, yıllık ortalama deniz suyu sıcaklığı 17.4°C olan, 1479 km uzunluğa sahip deniz kıyıları ile, Türkiye'nin en uzun sahil şeridinde sahip olan ilidir (Anonim, 2021ı). Türkiye'de özellikle Ege Bölgesi, su sıcaklığının ve kıyı yapısının uygunluğu nedeni ile yetiştiriciliğin en yaygın yapıldığı bölgedir (Akın, 2010).



Şekil 3.2 Levrek Balıklarının Yetiştirildiği Ege Bölgesi İlleri

3.1.2 Balıkların Temini

İki farklı şehirde bulunan aynı işletmeye ait yetiştiricilik çiftliklerinden hasat edilen taze levrek balıkları, soğuk zincir şartlarına uygun olarak Samsun'daki bir Gross markete transfer edilmiş ve markete geldiği gün oradan satın alınmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Levrek Balıklarının Laboratuvara Getirilmesi

Samsun'dan temin edilen levrek balıkları paraziter araştırma yapmak üzere kuru buz bulunan köpük plakalar içerisinde hızlıca Ordu Üniversitesi Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi araştırma laboratuvarına getirilmiştir.

3.2.2 Morfolojik İncelemeler

3.2.2.1 Balıkların Paraziter Açısından İncelenmesi

İvedilikle laboratuvara getirilen levrek balıklarının ilk olarak total boy ve total ağırlık ölçümü yapılmış ve balıklar tek tek numaralandırılmıştır. Daha sonra her bir balığın parazitolojik incelemesi için balık örneklerinin vücut yüzeyleri, tüm iç organ (kalp, dalak, böbrek, karaciğer, mide, bağırsak, safra kesesi, gonadlar, beyin), kas ve solungaçlarından alınan taze örnekler lam-lamel arası preparat hazırlanarak mikroskop altında 400X ve 1000X büyütmede incelenmiş ve doku üzerindeki kistlerin varlığı araştırılmıştır.



Şekil 3.3 Levrek Balıklarının Laboratuvar Ortamında İncelenmesi

3.2.2.2 Tespit Edilen Miksozoa Türü Parazitlerin Morfolojik Tanımlanması

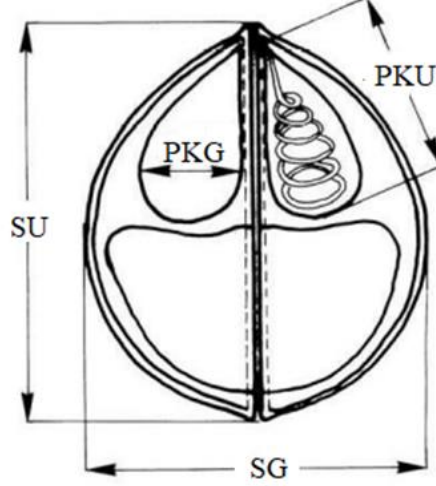
Levrek balıklarının iç organlarıyla, kas ve solungaçlarından alınarak hazırlanan tüm preparatların incelemeleri ve ölçümleri Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik araştırma laboratuvarında bulunan Nikon Eclipse 80i (Nikon Instruments Inc., Japan) (Şekil 3.3) markalı ışık mikroskopuyla yapılmıştır. İncelenen doku ve organlarda tespit edilen parazitlere ait sporlar ve buldukları organlar kayıt altına alınmış, fotoğraflanmış, ölçümleri yapılmış ve moleküler inceleme yapılana kadar %100'lük saf alkol içerisinde konularak muhafaza edilmiştir. Her bir parazite ait fotoğraflar mikroskoba bağlı olarak bulunan Nikon DS-Fi 1 kamera ve NIS elements (Nikon Instruments Inc., Japan) görüntüleme sistemi (Şekil 3.4) kullanılarak çekilmiştir.



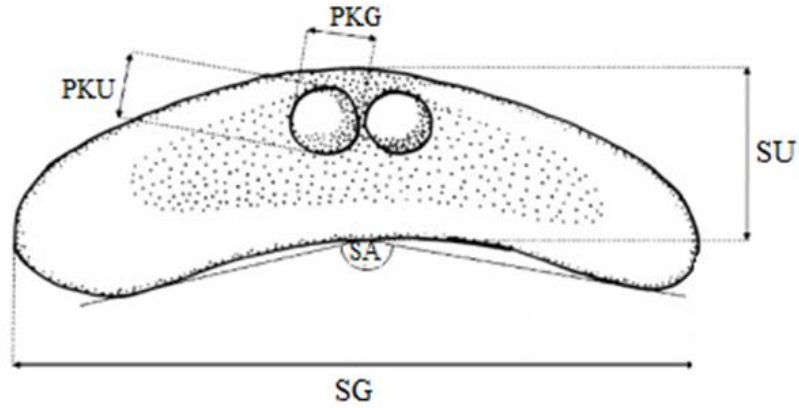
Şekil 3.4 Nikon Eclipse 80i Işık Mikroskobu, Nikon DS-Fi 1 Kamera ve NIS Elements Görüntüleme Sistemi

Sporların morfolojik ölçümleri ve parazitlerin dağılımları Lom ve Arthur (1989), Lom ve Dyková (1992), Bush ve ark. (1997), Heiniger ve ark. (2008), Yurakhno ve Ovcharenko (2014) gibi eserlere göre hesaplanmıştır. Bulunan miksozoa türü parazitlerin tanımlanmasında taksonomik olarak önemli olan spor boyu, spor genişliği, polar kapsüllerin ayrı ayrı boyları ve genişlikleri verilen eserlere göre yapılmıştır. Ölçümlerin istatistiksel olarak anlamlı olabilmesi için her bir parazit türü için en az 30 adet farklı parazit (n=30) mikroskop altında ölçülmüş ve bu ölçümlerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Tespit edilen parazit türleri aşağıda verilen şekillere

göre ölçülmüştür. Morfometrik ölçümler *Kudoa dicentrarchi* türleri için Şekil 3.5, *Ceratomyxa* türleri için Şekil 3.6’da gösterildiği şekliyle uygulanmıştır.



Şekil 3.5 *Kudoa dicentrarchi* Türüne Ait Morfolojik Ölçümler (Sitjà-Bobadilla ve Palenzuela, 2013). PKU: Polar Kapsül Uzunluğu, PKG: Polar Kapsül Genişliği, SU: Spor Uzunluğu, SG: Spor Genişliği



Şekil 3.6 *Ceratomyxa* Türlerine Ait Morfolojik Ölçümler (Heiniger ve ark., 2008). PKU: Polar Kapsül Uzunluğu, PKG: Polar Kapsül Genişliği, SU: Spor Uzunluğu, SG: Spor Genişliği, SA: Spor Açısı

3.2.2.2 Parazitlerin Boyanması ve Sabit Preparat Oluşturulması

Sabit preparat oluşturma işlemi için numunelere Giemsa boyası ile boyama yöntemi uygulanmıştır. Parazitlerin lam üzerine yapışması sağlandıktan sonra numuneler 30 sn %100'lük metanole maruz bırakılmış ve sonra %10'luk Giemsa solüsyonu ile 30 dk muamele edilmiştir. Ardından saf su ile yıkama işlemine geçilmiş

ve lam üzerindeki fazla suyun oda koşullarında kuruması sağlanmıştır. Daha sonra lam üzerine entellan kapama maddesi damlatılarak kalıcı preparat oluşturulmuştur. Bunun yanı sıra levrek balıklarının iç organları ve dokularından alınan numunelerdeki parazitlerin varlığı doğrudan ışık mikroskobu altında inceleme yoluyla da yapılmıştır.

3.2.3 Moleküler İnceleme

3.2.3.1 Parazitlerin Moleküler Yöntemlerle İncelenmesi

Mikroskop altında morfolojik olarak incelenip ölçümleri yapılan miksozoa parazitler DNA izolasyonu için içerisinde %100'lük etil alkol bulunan 1.5 ml'lik mikrosantrifüj tüplerine alınarak fikse edilmiş ve çalışma yapılıncaya dek +4°C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.3.2 Parazitlerden Genomik DNA İzolasyonu

Parazitlerin DNA izolasyonu için Invitrogen PureLink® Genomic DNA kiti kullanılmıştır. Üretici firmanın direktiflerine uygun olarak aşağıda verilen prosedür uygulanmıştır:

-Parazit görülen enfekte dokudan, doku katı ise 25 mg hassas terazide tartılarak, sıvı ise 50 ml mikropipetle çekilerek mikrosantrifüj tüplerine aktarılmıştır.

-Üzerine 180 µl PureLink® Genomic Digestion Buffer çözeltisinden ve 20 µl Proteinase K çözeltisinden tüplere eklenmiş ve her 15 dk'da bir vortekslenerek şekilde, 55°C'de 200 devir/dk (rpm) hızda ayarlanmış sarsaklı inkübatörde (WiseCube WIS-20) tamamen homojen olana dek 1 gece inkübe edilmiştir.

-Ertesi gün numuneler güzelce vorteksleyenerek oda sıcaklığında, maksimum hızda (14800 rpm/16160 g) 3 dk santrifüjlenip peletin dibe çökmesi sağlanmıştır ve üst kısımda kalan süpernatant temiz bir mikrosantrifüj tüpüne aktarılarak parçalama (Lysis DNA) aşamasına geçilmiştir.

-Yeni tüpe aktarılan numuneler, üzerine 20 µl RNase A ilave edilerek vorteks yardımıyla karıştırılıp, oda sıcaklığında 2 dk inkübe edilmiştir.

-Ardından tüplere 200 µl Genomik Lysis/Binding Buffer eklenip, tüpler tekrar vortekslenmiştir.

-Daha sonra her bir mikrosantrifüj tüpüne 200 µl %96-100 etanol eklenip, 5 sn vortekslenerek iyice karışmaları sağlanmış ve DNA'nın membrana bağlanması (Binding DNA) aşamasına geçilmiştir.

-Her bir numuneden 640 µl civarı örnek mikropipet yardımıyla çekilerek PureLink® mini spin kolon içine filtresine değmeyecek şekilde aktarılmış ve oda ısısında, 1 dk 10000 g (11641 rpm)'de santrifüj edilmiştir.

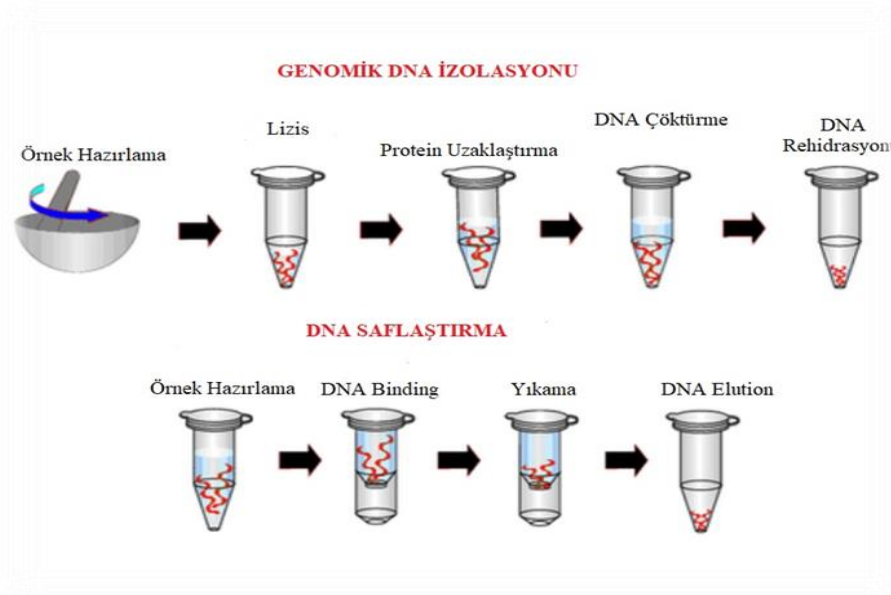
-Santrifüj sonrası spin kolonun dışında kalan toplama tüpünde biriken kontaminant sıvı atılarak, mini spin kolon başka bir toplama tüpüne konulmuş ve yıkama (Washing DNA) basamağına geçilmiştir.

-Mini spin kolondaki numuneler üzerine 500 µl Wash Buffer 1 eklenmiş ve yine oda sıcaklığında, 10000 g'de 1 dk santrifüj edilmiştir.

-Tekrar toplama tüpünde kalan atık sıvı uzaklaştırılarak mini spin kolon başka bir toplama tüpüne aktarılmış ve üzerine 500 µl Wash Buffer 2 eklenip, maksimum hızda 3 dk santrifüj edilmiştir. Sonra toplama tüpü atılarak spin kolon 1.5 ml'lik yeni bir mikrosantrifüj tüpüne yerleştirilmiştir.

-Ardından da filtrede eğer DNA kalmışsa onları da elde etmek için elüsyon (Eluting DNA) aşamasına geçilmiştir. Numunelerin üzerine 50 µl PureLink® Genomic Elution Buffer eklenmiş, 1 dk oda ısısında inkübasyona bırakılmış ve maksimum hızda 1 dk santrifüj edilmiştir.

-Daha sonra spin kolonlar atılmış ve DNA'yı içeren sıvı solüsyon elde edilmiştir. Elde edilen genomik DNA'lar daha sonraki basamaklar için -20°C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.7 Genomik DNA İzolasyonu (Anonim, 2021i'ye göre revize edilmiştir)

3.2.3.3 Parazitlerin 18S rDNA Bölgesinin Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) ile Yükseltgenmesi

Parazitlerin 18S rDNA bölgesinin PZR ile yükseltgenmesi için iki farklı primer kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan primerler, gen bölgeleri ve baz dizimleri Çizelge 3.2'de verilmiştir. PZR analizinde kullanılacak primerler üretici firma tarafından verilen prosedüre uygun olarak nmol değerinin 10 katı distile su ile sulandırılmış ve 100 pM/µl'lik stok primer elde edilmiştir. Hazırlanan stok primerlerden PZR'da kullanmak için 10 pM/µl'lik primerler oluşturulmuştur.

Çizelge 3.1 PZR'da Kullanılan Gen Bölgeleri, Primerler ve Baz Dizileri

Gen Bölgesi	Primer	Baz Dizisi (5' - 3')	Kaynak
18S rDNA (F)	MyxospecF	TTC / TGC / CGT / ATC / AAC / TWG / TTG	Fiala, 2006
18S rDNA (R)	18r	CTA / CGG / AAA / CCT / TGT / TAC / G	Whipps ve ark., 2003b

Yükseltgenme işlemi için önce 0.2 ml'lik PZR tüpleri örneklere göre adlandırılmıştır. Örneklerin dışında olası kontaminasyon durumları için bir negatif (-) kontrol, PZR'da oluşabilecek hatalar için de bir pozitif (+) kontrol oluşturulmuştur. Ardından 50 µl içerik için aşağıdaki çizelgede verilen içeriklere göre bir karışım (mix) oluşturulmuştur (Çizelge 3.2). Karışım daha sonra elimizdeki DNA sayısı, bir negatif kontrol, bir pozitif kontrol, bir de hata payı olacak şekilde PZR tüplerine bölüştürülmüştür. Daha sonra örneklerin üzerlerine 10'ar µl DNA, negatif ve pozitif kontrolün üzerine de 10 µl ddH₂O (ultra saf steril su) eklenmiş kısa vorteksin ardından çok kısa santrifüj edilip, içlerinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde kontrol edilip Techne TC-Plus markalı Thermal Cycle cihazına (Şekil 3.8) yerleştirilmiştir.



Şekil 3.8 Techne TC-Plus Markalı Thermal Cycle Cihazı

Çizelge 3.2 PZR için Hazırlanan Karışım İçeriği

İçerik	X1 (µl)
ddH ₂ O	27.25
X10 Taq Buffer (+KCl, -MgCl ₂)	5
MgCl ₂ (25Mm)	3
dNTP Mix (10Mm Each)	1.5
Primer Forward (MyxospecF, 20pmol)	1.5
Primer Reverse (18r, 20pmol)	1.5
Taq DNA polimeraz (Thermo Sci 5U/ µl)	0.25
Kalıp DNA	10
TOPLAM	50

PZR tüplerine konan parazit örnekleri aşağıda verilen tabloya (Çizelge 3.3) göre programlanmıştır.

Çizelge 3.3 PZR Koşullarını Gösteren Tablo

Aşamalar	Sıcaklık	Süre	Döngü
İlk Denatürasyon	95°C	3 dk	1
Denatürasyon	94°C	1 dk	
Eşlenme	51°C	1 dk	40
Uzama	72°C	2 dk	
Son uzama	72°C	10 dk	1

3.2.3.4 Çoğaltılan 18S rDNA Bölgesinin Agaroz Jel Elektroforeziyle İncelenmesi

PZR sonucu elde ettiğimiz ürünün gözlemlenebilmesi için %0.8'lik agaroz jelde elektroforez işlemine geçilmiştir.

-İlk olarak hassas terazide 0.8 g agaroz (Sigma A9530-100G) tartılarak üzerine 1xTBE (Tris Borat EDTA tamponu) buffer ilave edilip ısıtılmış, homojen olarak karışması sağlanmış ve 100 ml'lik agaroz jel hazırlanmıştır.

-İliyan karışımın üzerine 4µl ethidium bromide ilave edilmiş ve karışması sağlanmıştır.

-Daha sonra içerisine örnek sayısına uygun kuyu açıcı tarak yerleştirilen jel, elektroforez (Thermo Scientific EC300XL2-B1) tankına (Şekil 3.6 B) boşaltılmış ve donmaya bırakılmıştır.

-Donan jel TBE ile doldurulmuş olan tank içerisine yerleştirilmiş, üzerine bir miktar daha 1xTBE buffer ilave edilerek, yerleştirilen tarağın jele zarar vermeden çıkarılması sağlanmıştır.

-Ardından her bir pzy ürününden 10 µl, yükleme boyası Orange Blue'dan 2 µl karıştırılıp, karışım kuyucuklara yüklenmiş ve elektroforezde (Şekil 3.6 A) 100 voltta 60 dk yürütülmüştür.

-Elektroforez işleminden sonra oluşan bantlar UV görüntüleme sistemine (Quantum-ST4 1100/26MX) (Şekil 3.6 D) aktarılmıştır. Bantlar UV ışık altında incelenmiş, kayıt altına alınmış, sonra termal yazıcıdan (Sony Corporation) (Şekil 3.6 C) çıktısı alınmıştır. Oluşan bantların moleküler ağırlıklarının tespit edilmesinde High Ranger 1kb DNA ladder (Cat. No. 11900, Norgen Biotek Corp., Canada) markör olarak kullanılmıştır.

-Tüm uygulanan prosedürler sonucunda DNA varlığı belirlenmiş, istenilen şekilde bant veren örnekler DNA sekans analizi için ayrılarak -20°C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.9 Genomik DNA ve PZR Ürünlerinin Elektroforetik İncelemeleri A. Elektroforez Cihazı B. Elektroforez Tankı, C. Termal Yazıcı, D. UV Görüntüleme Sistemi

3.2.3.5 DNA Sekans Analizi

Çalışmamızda elde ettiğimiz PZR ürünlerinin sekans analizi Macrogen-Europe B.V. (Amsterdam, Hollanda) firmasına gönderilerek yapılmıştır. İzolatlar, PZR’de kullandığımız primer çiftleri ile iki yönlü olarak çalışılmıştır.

3.2.3.6 Filogenetik Analizler

DNA dizileme, her iki zincir üzerinde PZR yükseltgenmeleri için kullanılan primerler ile yapılmıştır. Analizler sonucu elde edilen ham diziler ABI dosya formatındaki kromotogramlara göre düzenlenmiş ve BioEdit (Hall, 1999) programı kullanılarak birleştirilmiştir. Elde edilen genotiplerin hangi miksozoa cinsine ait olduğunun belirlenmesi için BLAST (Basic Local Alignment Search Tool-<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) uygulaması kullanılmıştır.

Genotiplerin cins içerisindeki hangi türe ait olduğunun belirlenebilmesi için filogenetik analizlerden faydalanılmıştır. Filogenetik analizler için veri seti oluşturulması mevcut literatür bilgilerine göre yapılmıştır. İlgili genotipler NCBI (National Center for Biotechnology Information) veri tabanından indirilmiştir. Elde ettiğimiz yeni genotipler ile veri setindeki genotiplerin homolog bazlarını hizalamak için Clustal X (Thompson ve ark., 1997) modülü kullanılmıştır.

Hizalanan ve düzenlenen veri setlerine ait en iyi evrimsel modeli seçmek için jModelTest v. 0.1 (Guindon ve Gascuel 2003, Posada, 2008) programı kullanılmıştır. Veri setlerine Bayesian Information Criterion (BIC, Schwarz, 1978) ve Akaike Information Criterion (AIC, Akaike, 1974) testleri uygulanarak gerekli hesaplamalar yapılmıştır.

İzolatlar arasındaki evrimsel ilişkinin belirlenmesinde hem uzaklık tabanlı Neighbor-Joining (NJ, Saitou ve Nei, 1987), hem de karakter tabanlı Maksimum-Parsimony (MP, Eck ve Dayhoff, 1966; Fitch, 1977) ve Maksimum-Likelihood (ML) algoritmaları kullanılmıştır. NJ ve MP analizleri için PAUP 4.0b10 (Swofford, 1998) programı kullanılırken, ML için PHYML v3.0 (Guindon ve Gascuel, 2003) programı kullanılarak filogenetik ağaçlar çizilmiştir. MP analizleri için TBR swapping algoritması 10 tekrarlı olarak yapılmıştır. Ayrıca MP analizleri, heuristik araştırma metodu, Branch-Swapping ve Tree-Bisection-Connection algoritmaları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizler 10 tekrarlı ve rastgele olacak şekilde yapılmıştır.

Ağaçlardaki elde edilen filogenetik ilişkilerin güvenilirlik derecesini belirlemek için Bootstrap testleri (Efron, 1982; Felsenstein, 1985) yapılmıştır. Bu test her algoritma için 1000 tekrarlı olarak uygulanmıştır. Haplotipler arası nükleotid dizi benzerlik oranını hesaplamak için Bioedit programı ve DNA Sequence Polymorphism (DnaSP) analizi kullanılmıştır.

Çizelge 3.4 Filogenetik Analizler için NCBI'dan Alınan Farklı *Kudoa* sp. 18S rDNA Haplotipleri ve İzolatlara Ait Bilgiler

Türler (<i>Kudoa</i> sp.)	Konak	Doku	Lokasyon	GenBank	Kaynak
DEBG_3	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Gonad	Muğla-Türkiye		Bu Çalışma
DEIG_6	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Gonad	İzmir-Türkiye		Bu Çalışma
DTBG_5	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Gonad	Muğla-Türkiye		Bu Çalışma
DTIG_1	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Gonad	İzmir-Türkiye		Bu Çalışma
DEIS_3	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Safra	İzmir-Türkiye		Bu Çalışma
DAIG_1	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Gonad	İzmir-Türkiye		Bu Çalışma
<i>K.dicentrarchi</i>	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bağırsak	Portakiz	KT970638	Rangel ve ark., (2016)
<i>K.eugeres</i> n.sp	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Safra	Brezilya	MH581487	Casal ve ark., (2019)
<i>K.thunni</i>	<i>Thunnus alalunga</i>	Kas	Japonya	AB553300	Matsukane ve ark., (2011)
<i>K.crumena</i>	<i>Thunnus atlanticus</i>	Kas	Hindistan	KC142196	Griffin ve ark., (2014)
<i>K.amamiensis</i>	<i>Caranx sexfasciatus</i>	Kas	Avustralya	EU340239	Burger ve ark., (2008)
<i>K.lemniscati</i>	<i>Lutjanus lemniscatus</i>	Beyin	Avustralya	JQ026222	Miller ve Adlard (2012)
<i>K.prunusi</i>	<i>Thunnus orientalis</i>	Beyin	Japonya	AB573715	Meng ve ark., (2011)
<i>K.septempunctata</i>	<i>Paralichthys olivaceus</i>	-	Japonya	AB731754	Takeuchi ve ark., (2015)
<i>K.cheilodipteri</i>	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	Kas/Bağırsak	Avustralya	JX090295	Heiniger ve ark., (2013)
<i>K.scomberomori</i>	<i>Scomberomorus commerson</i>	-	Avustralya	AY302737	Whipps ve ark., (2004)
<i>K.permulticapsula</i>	<i>Scomberomorus commerson</i>	Kas	Avustralya	AY078429	Whipps ve ark., (2003)
<i>K.quadricornis</i>	<i>Carangoides fulvoguttatus</i>	Kas	Avustralya	FJ792720	Burger ve Adlard (2010)
<i>K.thyrsites</i>	<i>Coryphaena hippurus</i>	Kas	Avustralya	AY152747	Whipps ve ark., (2003)
<i>K.pleurogrammi</i>	<i>Pleurogrammus monopterygius</i>	Kas	Japonya	LC097085	Kasai ve ark., (2016)
<i>K.cookii</i>	<i>Ostorhinchus cookii</i>	Kas	Japonya	JX090294	Heiniger ve ark., (2013)
<i>K.rayformis</i>	<i>Scomberomorus sierra</i>	Kas	Panama	KR140014	Shin ve ark., (2016)
<i>K.inornata</i>	<i>Cynoscion nebulosus</i>	Kas	Amerika	FJ790311	Dyková ve ark., (2009)
<i>K.alliaria</i>	<i>Macruronus magellanicus</i>	Kas	Pasifik Okyanusu	DQ182561	Whipps ve Diggles (2006)
<i>K.rosenbuschi</i>	<i>Merluccius hubbsi</i>	Kas	Arjantin	AY623795	Abollo ve ark., (2005)
<i>K.orbicularis</i> n. sp	<i>Chaetobranchopsis orbicularis</i>	Kas	Brezilya	KM192365	Azevedo ve ark., (2016)
<i>K.hemiscylli</i>	<i>Istiophorus platypterus</i>	Kas	Japonya	GU324962	Gleeson ve ark., (2010)
<i>K.musculoliquefacien</i>	<i>Orectolobus ornatus</i>	Kas	Avustralya	LC097084	Kasai ve ark., (2016)
<i>Gastromyxum rafii</i>	<i>Megalops cyprinoides</i>	Mide	Malezya	KT002406	Freeman ve Kristmundsson, (2015)
<i>G. bulani</i>	<i>Megalops cyprinoides</i>	Mide	Malezya	KT002407	Freeman ve Kristmundsson, (2015)

Çizelge 3.5 Filogenetik Analizler için NCBI'dan Alınan Farklı *Ceratomyxa* sp. 18S rDNA Haplotipleri ve İzolatlara Ait Bilgiler

Türler (<i>Ceratomyxa</i> sp.)	Konak	Doku	Lokasyon	GenBank	Kaynak
DTIS_2	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Safra Kesesi	İzmir/Türkiye		Bu Çalışma
DEBS_4	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Safra Kesesi	Muğla/Türkiye		Bu Çalışma
<i>Ceratomyxa diplodae</i>	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Safra Kesesi	Portekiz	KX099691	Rocha ve ark., (2016)
<i>Ceratomyxa scorpaeni</i>	<i>Scorpaena porcus</i>	Safra Kesesi	Tunus	KU240024	Garbouj ve ark.,(2016)
<i>Ceratomyxa</i> sp. 2 ex <i>Sparus aurata</i>	<i>Sparus aurata</i>	Safra Kesesi	İspanya	JF820293	Alama-Bermejo ve ark., (2011)
<i>Ceratomyxa sparusaaurati</i>	<i>Sparus aurata</i>	Safra Kesesi	İspanya	AF411471	Palenzuela ve ark., (2002)
<i>Ceratomyxa</i> sp. ex <i>Diplodus annularis</i>	<i>Diplodus annularis</i>	Safra Kesesi	İspanya	JF820291	Alama-Bermejo ve ark., (2011)
<i>Ceratomyxa</i> sp. 1 ex <i>Sparus aurata</i>	<i>Sparus aurata</i>	Safra Kesesi	İspanya	JF820292	Alama-Bermejo ve ark., (2011)
<i>Ceratomyxa puntazzi</i>	<i>Diplodus puntazzo</i>	Safra Kesesi	İspanya	JF820290	Alama-Bermejo ve ark., (2011)
<i>Ceratomyxa</i> sp. RM 18S	<i>Siganus rivulatus</i>	Safra Kesesi	İsrail	DQ333429	Diamant ve Lipshitz (2005)
<i>Ceratomyxa barnesi</i>	<i>Siganus lineatus</i>	Safra Kesesi	Avustralya	FJ204245	Gunter ve ark., (2009)
<i>Ceratomyxa</i> sp. SRR	<i>Siganus rivulatus</i>	Safra Kesesi	İsrail	DQ333431	Diamant ve Lipshitz (2005)
<i>Ceratomyxa atkinsoni</i>	<i>Lethrinus atkinsoni</i>	Safra Kesesi	Avustralya	FJ204244	Gunter ve ark., (2009)
<i>Ceratomyxa siganicola</i>	<i>Siganus fuscescens</i>	Safra Kesesi	Çin	MH920543	Zhang ve ark., (2019)
<i>Ceratomyxa</i> sp. 1 LFR-2017	<i>Trachinus draco</i>	Safra Kesesi	Tunus	MF540150	Azizi ve ark., (2017)
<i>Ceratomyxa</i> sp. n. AC-2020	<i>Acanthurus xanthopterus</i>	Safra Kesesi	Hindistan	MT573281	Surendran ve ark., (2020)
<i>Ceratomyxa bartholomewae</i>	<i>Hyporhamphus dussumieri</i>	Safra Kesesi	Avustralya	GU136391	Gunter ve ark., (2010)

3.2.3.7 Mevsimsel Dağılışı

Miksozoa parazit türlerinin mevsimsel dağılımları Bush ve ark. (1997)'nin verdiği aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Prevalans (%): $(\text{Enfekte balık sayısı} / \text{İncelenen balık sayısı}) \times 100$

Parazit türlerinin, temin edildikleri şehirlerine göre ve mevsimlere göre tüm ortalama hesapları ve standart sapmaları Microsoft Excel programıyla hesaplanmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Bulgular

Temmuz 2019-Haziran 2020 arası yapılan bu çalışmada İzmir ve Muğla kıyılarında yetiştirilen levrek balıkları (*Dicentrarchus labrax*) incelenerek miksozoa sınıfı parazit türlerinin varlığı araştırılmıştır.

İzmir'den temin edilen 120 adet levrek balığının boy ortalaması 33.70 ± 2.45 (min. 28.40-max. 39.10) cm, boy ağırlık ortalaması 432.32 ± 84.25 (min. 283.82-max. 607.39) g, Muğla'dan temin edilen 120 adet levrek balığının boy ortalaması 33.5 ± 1.66 (min. 30.10-max. 38.50) cm ve ağırlık ortalaması 391.42 ± 56.24 (min. 292.75-max. 592.51) g olarak hesaplanmıştır.

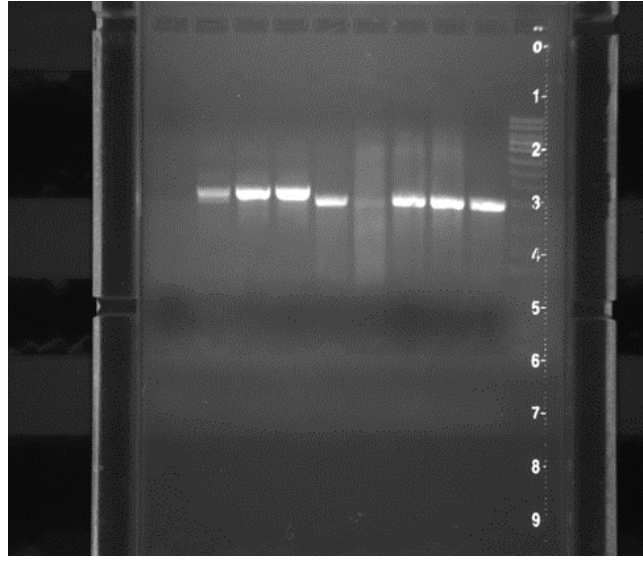
İncelenen toplam 240 balığın 147'sinde miksozoa sınıfına ait parazitler tespit edilmiştir. Parazit enfeksiyon oranı %61.25 olarak hesaplanmıştır. Muğla ilinden temin edilen balıkların 76 tanesinde (%63.33) ve İzmir ilinden temin edilen balıkların 71 tanesinde (%59.16) miksozoa enfeksiyonu belirlenmiştir. Parazitler levrek balıklarının safra kesesi ve gonadlarında tespit edilmiştir. Enfekte 147 balığın 97 tanesinde tek bir organda (65 tanesinin safra sıvısında, 32 tanesinin gonadlarında), 50 tanesinin ise hem safra sıvısında hem de gonadında miksozoa parazit türleri gözlenmiştir.

İncelenen balıklarda tespit edilen parazitler öncelikle miksozoa spor morfolojisine göre ön değerlendirilmeye tabi tutulmuş ve sonuç olarak birbirinden farklı üç morfotip belirlenmiştir. Parazitlerden Morfotip 1 *Kudoa* cinsi ile, Morfotip 2 ve Morfotip 3 ise *Ceratomyxa* cinsi ile ilişkilendirilmiştir. Morfotip 1 *Kudoa* sp., Morfotip 2 *Ceratomyxa* sp. 1, Morfotip 3 ise *Ceratomyxa* sp. 2 olarak isimlendirilmiştir. Detaylı moleküler ve morfolojik teşhis çalışmaları için her iki lokaliteyi ve belirlenen 3 farklı morfotipi temsil edecek şekilde örnekler seçilmiştir (Morfotip 1: DEBG_3, DEIG_6, DAIG_1, DTIG_1, DTBG_5 ve DEIS_3; Morfotip 2: DTIS_2 ve DEBS_4; Morfotip 3: DMYS_1).

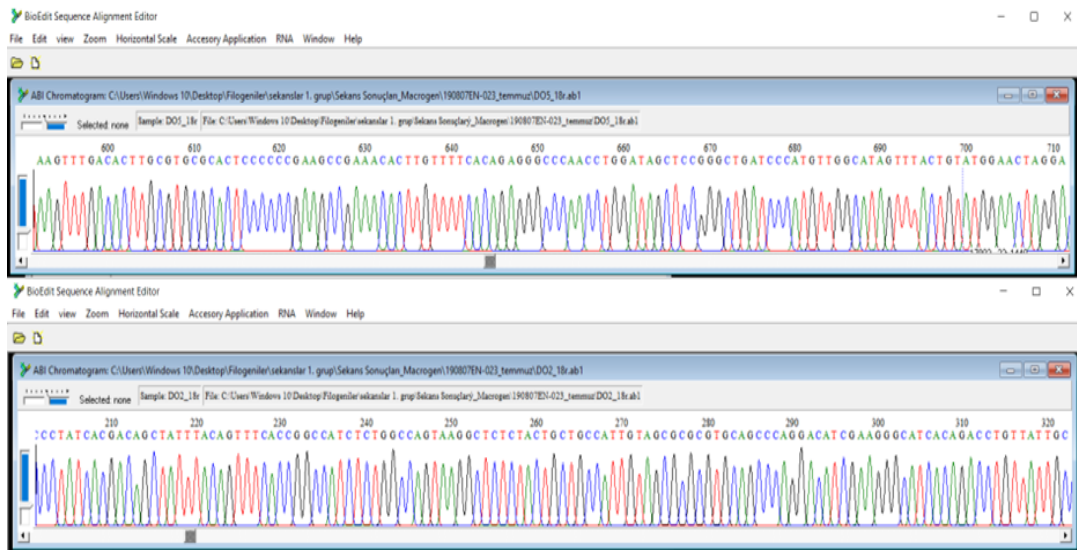
Bulunan 3 farklı morfotipten Morfotip 1 örneklerine balıkların hem safra kesesinde hem de gonadlarında rastlanılmıştır. Buna karşın Morfotip 2 ve 3 örneklerine sadece safra kesesinde rastlanılmıştır.

4.1.1 Miksozoa Parazit Türlerinin Moleküler Bulguları

MyxospecF ve 18r primer çifti kullanılarak yapılan PZR yükseltgenmeleri sonucunda örneklerden 18S rDNA gen bölgesine ait yaklaşık 1400 baz çiftlik bölge çoğaltılmıştır (Şekil 4.1). Aynı primer çiftleri kullanılarak her iki zincir üzerinden yapılan nükleotid dizilemeleri sonucunda bu gen bölgesinin yaklaşık olarak 1350 baz çiftlik bölgesinin dizilimi elde edilmiştir (Şekil 4.2). Bu çalışmada belirlenen Morfotip 1 ve Morfotip 2'ye ait örneklerin genetik analizleri bu şekilde yapılmasına rağmen Morfotip 3'e ait örneklerden genetik veri elde edilememiştir.



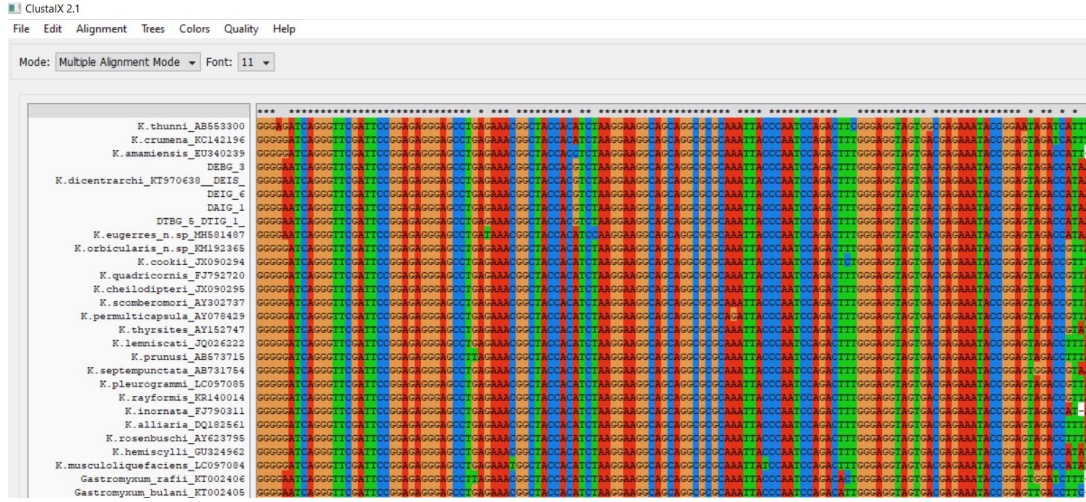
Şekil 4.1 İzolatların PZR Ürünlerinin Agaroz Jel Görüntülerinden Bir Kesit



Şekil 4.2 İzolatların 18S rDNA Nükleotid Dizilemelerine Ait Kromatogram Görüntülerinden Bir Kesit

4.1.1.1 *Kudoa* Cinsine Ait Moleküler Bulgular

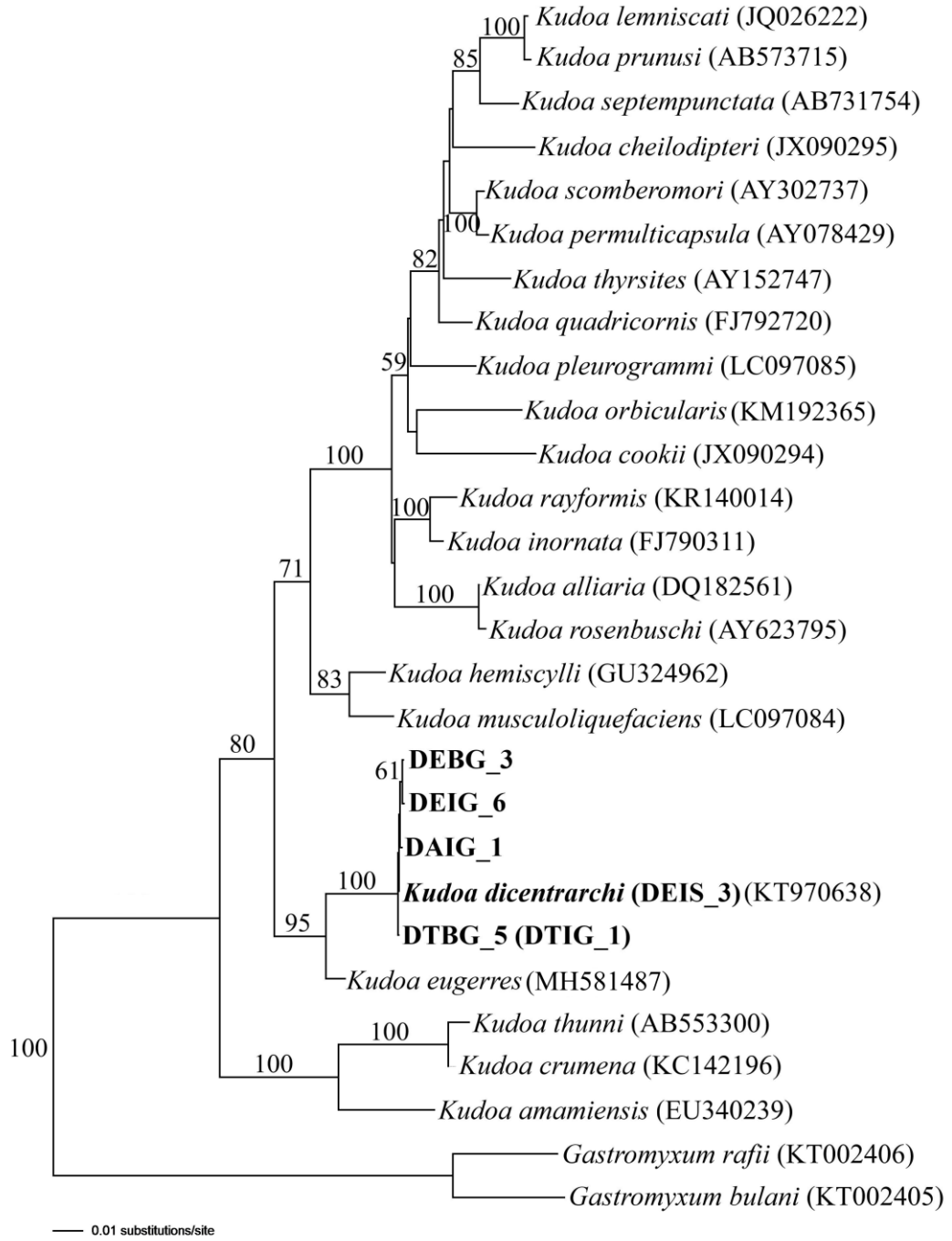
Morfotip 1'i temsilen seçilen 6 izolattan (DEBG_3, DEIG_6, DAIG_1, DTIG_1, DTBG_5 ve DEIS_3) 5 farklı genotip belirlenmiştir ve bu genotiplerin nükleotid dizi benzerliklerinin $\geq 99.7\%$ olduğu görülmüştür. BLAST analizleri bu genotiplerin *Kudoa* cinsine ait olduklarını göstermiştir. Bu analizlerde *Kudoa dicentrarchi* (KT970638) genotiplerimize en yakın tür ($\geq 99\%$) olarak önerilmiştir. Oluşturulan veri setindeki (Çizelge 3.4) genotipler ve bu çalışmada elde ettiğimiz genotipler hizalandığında 1293 bazlık bir veri seti elde edilmiştir ve analizler bu veri seti üzerinden yürütülmüştür (Şekil 4.3).



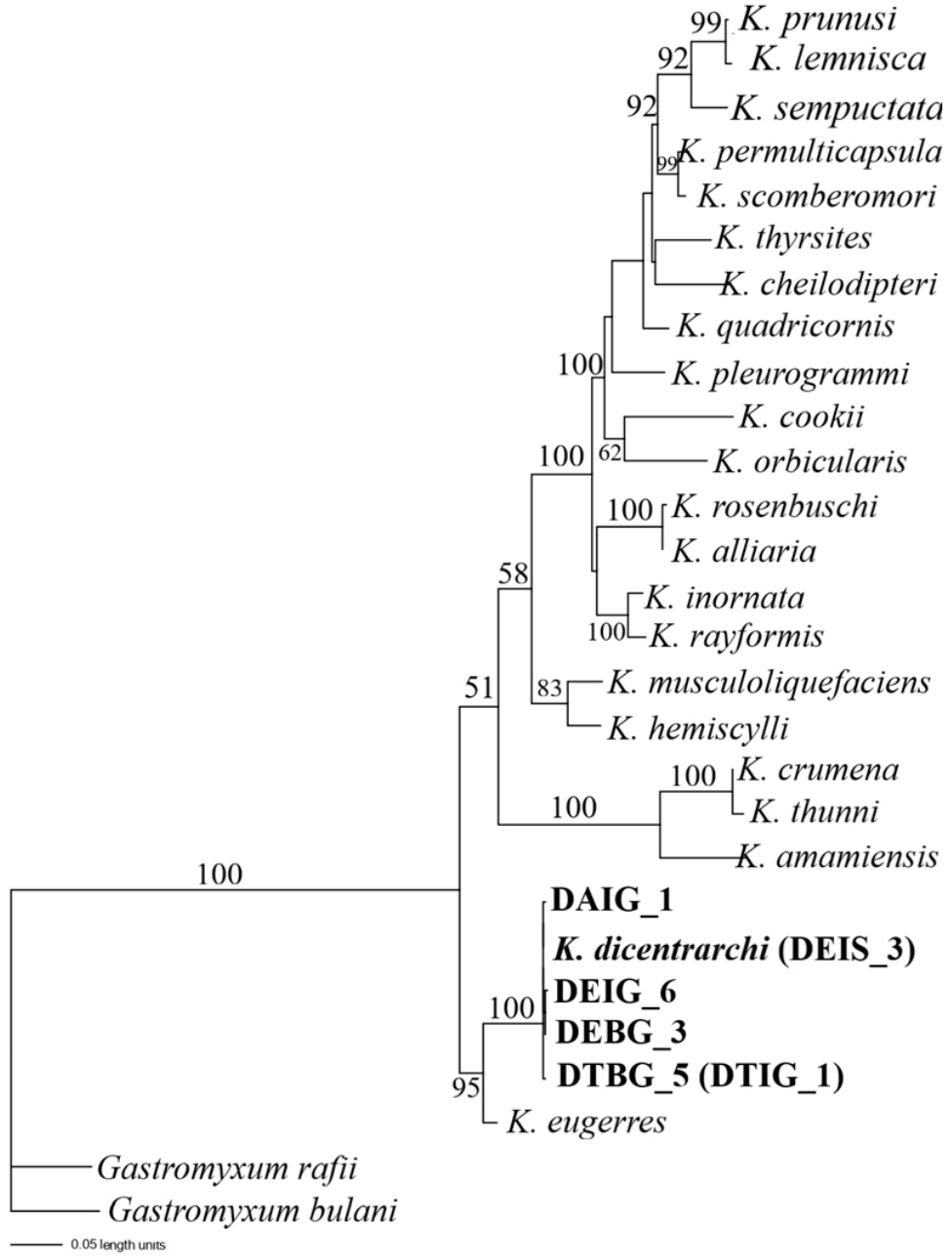
Şekil 4.3 DEBG_3, DEIG_6, DAIG_1, DTIG_1, DTBG_5 ve DEIS_3 İzolatları ile Farklı *Kudoa* Türlerine Ait 18S rDNA Haplotiplerinin Baz Dizilimlerinin Belirlenmesi

Veri setinde toplam 256 polimorfik bölge belirlenmiştir ayrıca insersiyon ve delesyon mutasyonları dahil toplam mutasyon miktarı 352 olarak tespit edilmiştir. Veri setine en uygun baz değişim modelini belirlemek için yapılan AIC ve BIC testlerinin her ikisi de GTR+I+G (I:0.5580, G: 0.4990) modelini önermiştir. Bu baz değişim modeli kullanılarak oluşturulan NJ ve ML ağaçları sırasıyla Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'te verilmiştir. MP analizleri 239 sinapomorfik karakter üzerinden yürütülmüş ve analizde eşit uzunlukta (798 basamak uzunluğunda) en kısa 28 ağaç elde edilmiştir (CI: 0.572682, RI: 0.739496, HI: 0.427318). Elde edilen ağaçların konsensus ağacı Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

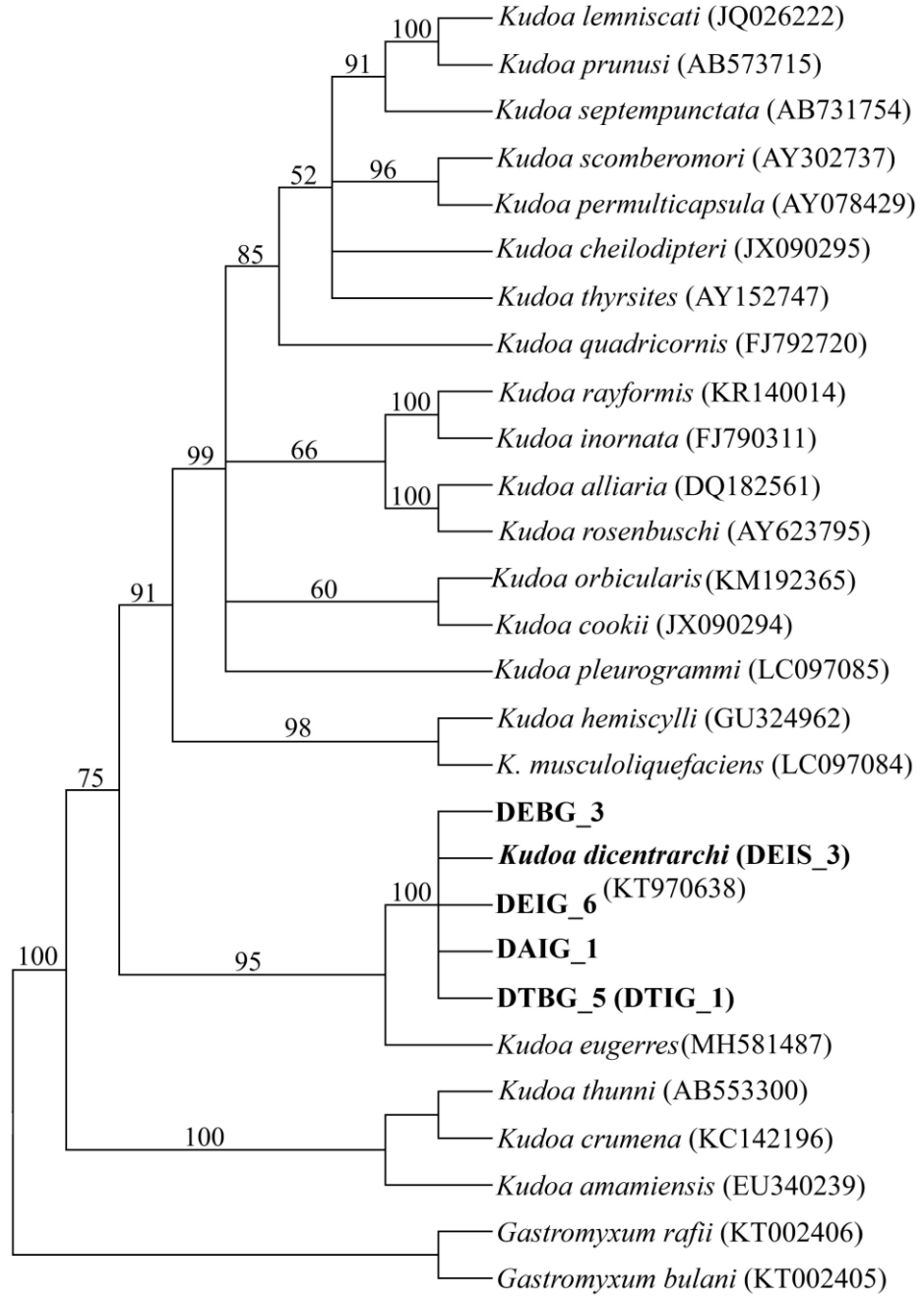
Elde edilen filogenetik ağaçların tümünde genotiplerimiz ve *Kudoa dicentrarchi* ortak bir soy hattı oluşturmuştur. Bu soy hattı içerisindeki nükleotid dizi benzerliği %99.7 ve üzerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Ağaç üzerinde *Kudoa eugerres* bu soy hattına en yakın tür olarak ortaya çıkmıştır ve bu ilişki ağaçların tümünde %95'lik bir Bootstrap değeriyle desteklenmiştir. Bu iki soy hattı arasındaki nükleotid dizi benzerliği de %97.1-97.3 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.4 Bu Çalışmada Elde Edilen *Kudoa* İzolatları ve Yakın İlişkili *Kudoa* Türlerine Ait 18S rDNA Genotipleri Arası Filogenetik İlişkileri Gösteren NJ Ağacı. Ağaç Üzerinde Bootstrap Değeri ≥ 50 Olan Değerler İlgili Dügümler Üzerinde Gösterilmiştir. Ağaç *Gastromyxum rafii* ve *Gastromyxum bulani* Kökleriyle Köklendirilmiştir (Bu Çalışmada Elde Edilen İzolatlar Kalın Harflerle Belirtilmiştir)



Şekil 4.5 Bu Çalışmada Elde Edilen *Kudoa* İzolatları ve Yakın İlişkili *Kudoa* Türlerine Ait 18S rDNA Genotipleri Arası Filogenetik İlişkileri Gösteren ML Ağacı. Ağaç Üzerinde Bootstrap Değeri ≥ 50 Olan Değerler İlgili Düğümler Üzerinde Gösterilmiştir. Ağaç *Gastromyxum rafii* ve *Gastromyxum bulani* Kökleriyle Köklendirilmiştir (Bu Çalışmada Elde Edilen İzolatlar Kalın Harflerle Belirtilmiştir)



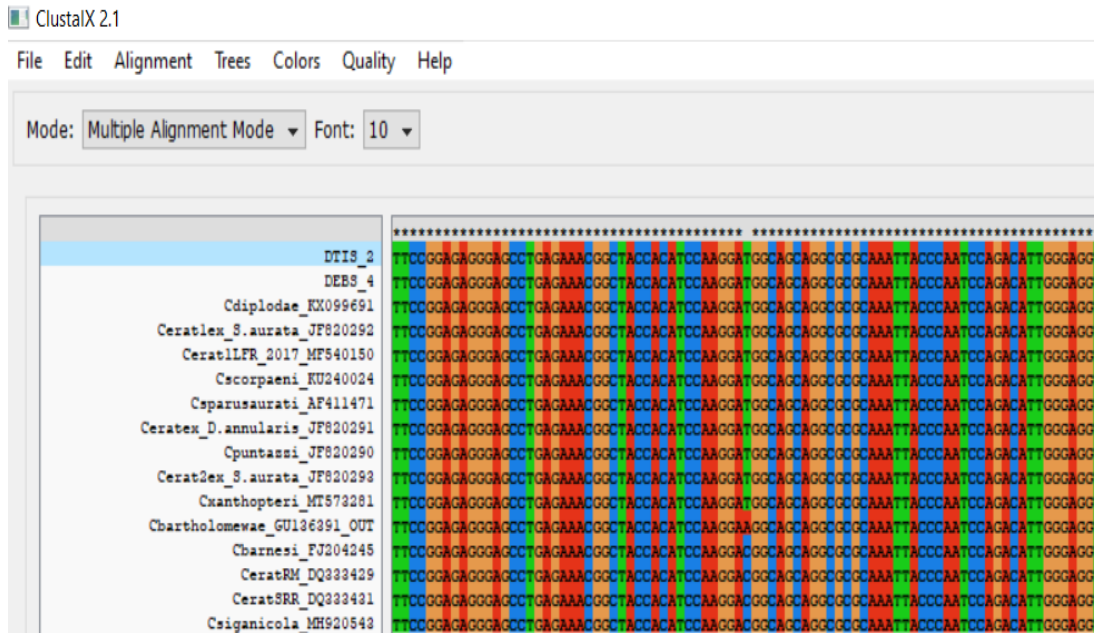
Şekil 4.6 Bu Çalışmada Elde Edilen *Kudoa* İzolatları ve Yakın İlişkili *Kudoa* Türlerine Ait 18S rDNA Genotipleri Arası Filogenetik İlişkileri Gösteren MP Ağacı. Ağaç Üzerinde Bootstrap Değeri ≥ 50 Olan Değerler İlgili Düğümmler Üzerinde Gösterilmiştir. Ağaç *Gastromyxum rafii* ve *Gastromyxum bulani* Kökleriyle Köklendirilmiştir (Bu Çalışmada Elde Edilen İzolatlar Kalın Harflerle Belirtilmiştir)

Çizelge 4.1 Veri Setindeki Yakın *Kudoa* Türleri Arasındaki 18S rDNA Nükleotid Dizisi Benzerlik Yüzdeleri

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
(1) <i>K.thunni</i>	-	0,995	0,935	0,898	0,899	0,898	0,899	0,899	0,905	0,879	0,884	0,893	0,883	0,892	0,89	0,89	0,88	0,878	0,89	0,883	0,893	0,895	0,888	0,887	0,906	0,9
(2) <i>K.crumena</i>	0,995	-	0,94	0,902	0,902	0,902	0,903	0,902	0,91	0,882	0,887	0,896	0,886	0,895	0,893	0,893	0,884	0,883	0,893	0,886	0,896	0,898	0,893	0,891	0,909	0,903
(3) <i>K.amamiensis</i>	0,935	0,94	-	0,912	0,913	0,912	0,914	0,913	0,914	0,891	0,893	0,897	0,889	0,892	0,891	0,889	0,891	0,888	0,896	0,901	0,903	0,903	0,898	0,896	0,912	0,908
(4) DEBG_3	0,898	0,902	0,912	-	0,999	0,999	0,998	0,998	0,972	0,92	0,908	0,924	0,912	0,921	0,918	0,918	0,925	0,921	0,921	0,926	0,929	0,929	0,927	0,925	0,931	0,936
(5) K.dicentrarchi_DEIS	0,899	0,902	0,913	0,999	-	0,998	0,999	0,999	0,973	0,921	0,909	0,925	0,912	0,921	0,919	0,919	0,925	0,922	0,921	0,927	0,93	0,93	0,928	0,926	0,932	0,937
(6) DEIG_6	0,898	0,902	0,912	0,999	0,998	-	0,997	0,999	0,971	0,92	0,907	0,924	0,912	0,921	0,918	0,918	0,924	0,921	0,921	0,925	0,929	0,929	0,928	0,926	0,931	0,935
(7) DAIG_1	0,899	0,903	0,914	0,998	0,999	0,997	-	0,998	0,972	0,92	0,908	0,924	0,912	0,921	0,918	0,918	0,925	0,921	0,921	0,926	0,929	0,929	0,927	0,925	0,931	0,936
(8) DTBG_5_DTIG_1	0,899	0,902	0,913	0,998	0,999	0,999	0,998	-	0,972	0,921	0,908	0,925	0,912	0,921	0,919	0,919	0,925	0,921	0,922	0,926	0,93	0,93	0,928	0,927	0,931	0,936
(9) <i>K.eugerres</i>	0,905	0,91	0,914	0,972	0,973	0,971	0,972	0,972	-	0,925	0,92	0,936	0,921	0,931	0,93	0,931	0,934	0,931	0,93	0,938	0,94	0,941	0,934	0,933	0,943	0,946
(10) <i>K.orbicularis</i>	0,879	0,882	0,891	0,92	0,921	0,92	0,92	0,921	0,925	-	0,94	0,949	0,943	0,946	0,944	0,942	0,945	0,943	0,941	0,951	0,949	0,945	0,942	0,94	0,932	0,931
(11) <i>K.cookii</i>	0,884	0,887	0,893	0,908	0,909	0,907	0,908	0,908	0,92	0,94	-	0,948	0,935	0,944	0,942	0,94	0,936	0,934	0,94	0,942	0,944	0,948	0,94	0,938	0,924	0,923
(12) <i>K.quadricornis</i>	0,893	0,896	0,897	0,924	0,925	0,924	0,924	0,925	0,936	0,949	0,948	-	0,964	0,977	0,976	0,968	0,962	0,96	0,963	0,965	0,957	0,962	0,953	0,952	0,942	0,939
(13) <i>K.cheilodipteri</i>	0,883	0,886	0,889	0,912	0,912	0,912	0,912	0,912	0,921	0,943	0,935	0,964	-	0,965	0,963	0,956	0,961	0,959	0,956	0,953	0,946	0,944	0,94	0,938	0,925	0,924
(14) <i>K.scomberomori</i>	0,892	0,895	0,892	0,921	0,921	0,921	0,921	0,921	0,931	0,946	0,944	0,977	0,965	-	0,993	0,968	0,968	0,966	0,968	0,958	0,959	0,962	0,958	0,956	0,939	0,939
(15) <i>K.permulticapsula</i>	0,89	0,893	0,891	0,918	0,919	0,918	0,918	0,919	0,93	0,944	0,942	0,976	0,963	0,993	-	0,968	0,964	0,962	0,965	0,957	0,958	0,961	0,957	0,955	0,938	0,937
(16) <i>K.thyrsites</i>	0,89	0,893	0,889	0,918	0,919	0,918	0,918	0,919	0,931	0,942	0,94	0,968	0,956	0,968	0,968	-	0,957	0,955	0,957	0,955	0,949	0,954	0,946	0,945	0,933	0,933
(17) <i>K.lemniscati</i>	0,88	0,884	0,891	0,925	0,925	0,924	0,925	0,925	0,934	0,945	0,936	0,962	0,961	0,968	0,964	0,957	-	0,994	0,973	0,955	0,95	0,951	0,955	0,953	0,934	0,93
(18) <i>K.prunusi</i>	0,878	0,883	0,888	0,921	0,922	0,921	0,921	0,921	0,931	0,943	0,934	0,96	0,959	0,966	0,962	0,955	0,994	-	0,972	0,953	0,95	0,951	0,953	0,952	0,933	0,93
(19) <i>K.septempunctata</i>	0,89	0,893	0,896	0,921	0,921	0,921	0,921	0,922	0,93	0,941	0,94	0,963	0,956	0,968	0,965	0,957	0,973	0,972	-	0,955	0,949	0,955	0,955	0,953	0,936	0,933
(20) <i>K.pleurogrammi</i>	0,883	0,886	0,901	0,926	0,927	0,925	0,926	0,926	0,938	0,951	0,942	0,965	0,953	0,958	0,957	0,955	0,955	0,953	0,955	-	0,962	0,962	0,956	0,955	0,943	0,942
(21) <i>K.rayformis</i>	0,893	0,896	0,903	0,929	0,93	0,929	0,929	0,93	0,94	0,949	0,944	0,957	0,946	0,959	0,958	0,949	0,95	0,95	0,949	0,962	-	0,987	0,962	0,96	0,941	0,942
(22) <i>K.inornata</i>	0,895	0,898	0,903	0,929	0,93	0,929	0,929	0,93	0,941	0,945	0,948	0,962	0,944	0,962	0,961	0,954	0,951	0,951	0,955	0,962	0,987	-	0,963	0,962	0,945	0,946
(23) <i>K.alliaria</i>	0,888	0,893	0,898	0,927	0,928	0,928	0,927	0,928	0,934	0,942	0,94	0,953	0,94	0,958	0,957	0,946	0,955	0,953	0,955	0,956	0,962	0,963	-	0,998	0,939	0,938
(24) <i>K.rosenbuschi</i>	0,887	0,891	0,896	0,925	0,926	0,926	0,925	0,927	0,933	0,94	0,938	0,952	0,938	0,956	0,955	0,945	0,953	0,952	0,953	0,955	0,96	0,962	0,998	-	0,937	0,937
(25) <i>K.hemiscylli</i>	0,906	0,909	0,912	0,931	0,932	0,931	0,931	0,931	0,943	0,932	0,924	0,942	0,925	0,939	0,938	0,933	0,934	0,933	0,936	0,943	0,941	0,945	0,939	0,937	-	0,975
(26) <i>K.musculoliquefaciens</i>	0,9	0,903	0,908	0,936	0,937	0,935	0,936	0,936	0,946	0,931	0,923	0,939	0,924	0,939	0,937	0,933	0,93	0,93	0,933	0,942	0,942	0,946	0,938	0,937	0,975	-

4.1.1.2 *Ceratomyxa* Cinsine Ait Moleküler Bulgular

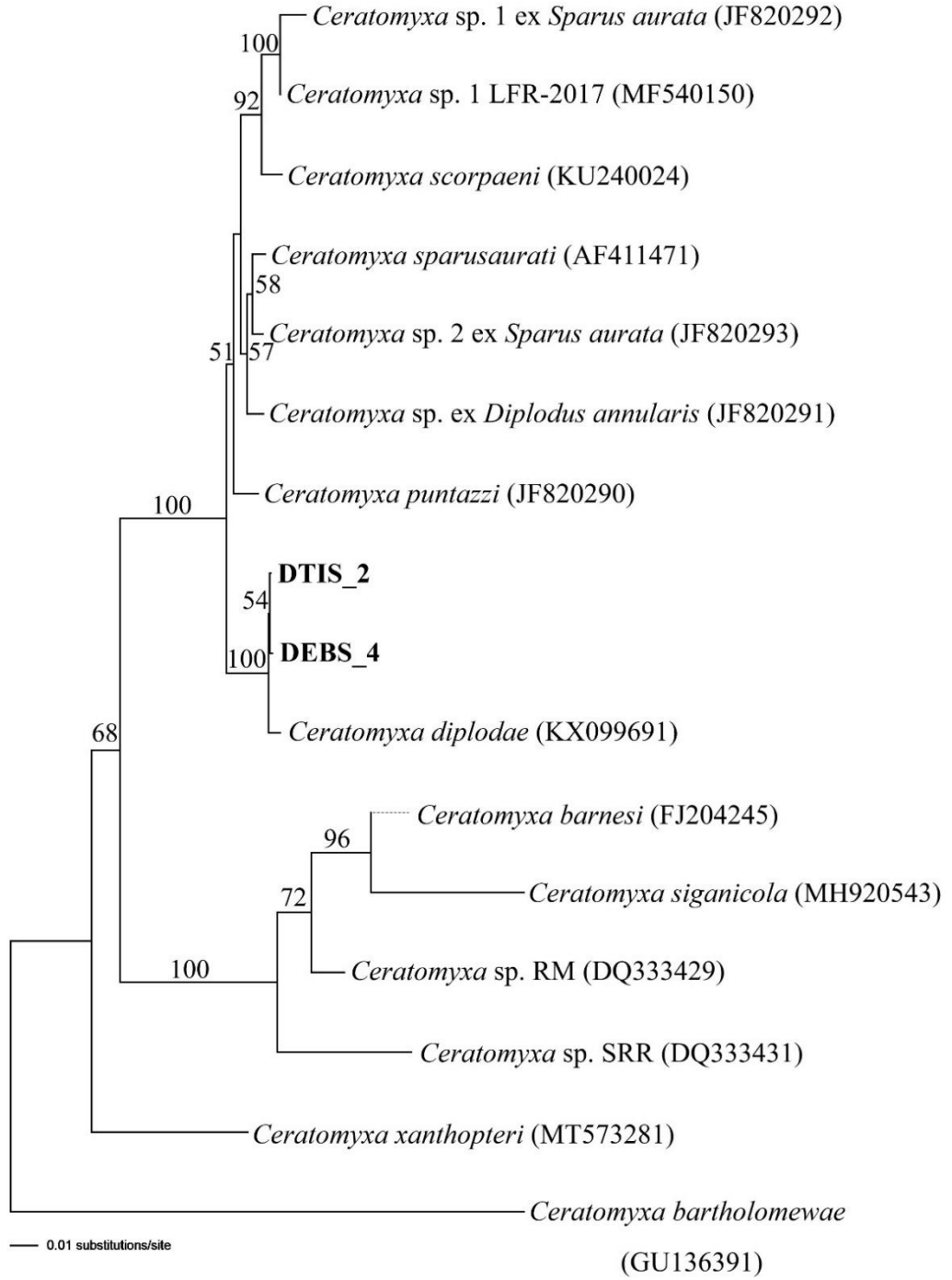
Morfotip 2'yi temsilen seçilen 2 izolatın (DTIS_2 ve DEBS_4) farklı genotip gösterdiği belirlenmiştir ve bu genotiplerin nükleotid dizi benzerliklerinin %99.8 olduğu görülmüştür. BLAST analizi sonuçları bu genotipleri *Ceratomyxa* cinsi içerisindeki *Ceratomyxa diplodae* (KX099691) türü ile yakın ilişkilili göstermiştir ($\geq 99\%$). Oluşturulan veri setindeki (Çizelge 3.5) genotipler ve bu çalışmada elde ettiğimiz genotipler hizalandığında 1299 bazlık bir veri seti elde edilmiştir ve analizler bu veri seti üzerinden yürütülmüştür (Şekil 4.7).



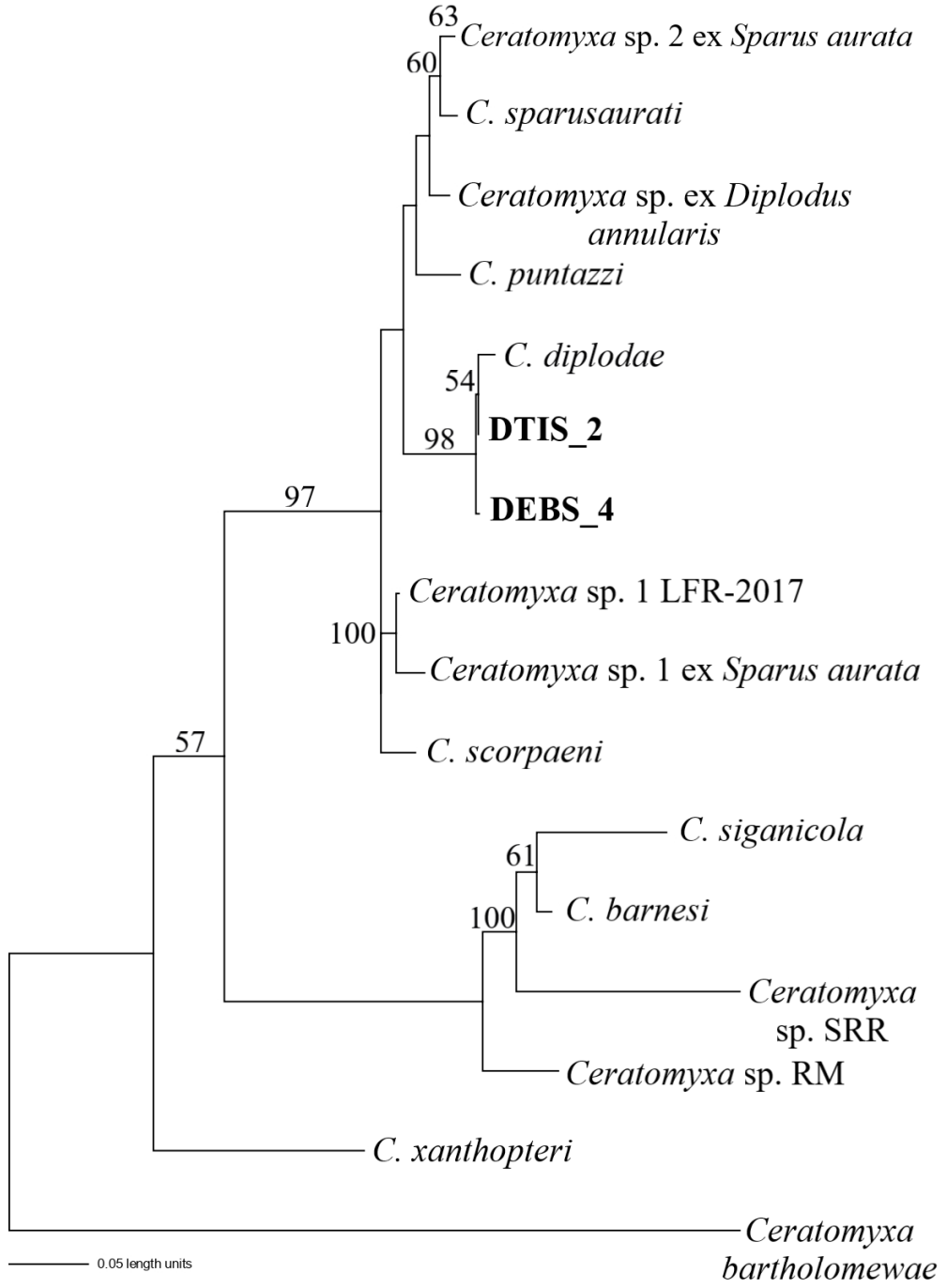
Şekil 4.7 DTIS_2 ve DEBS_4 İzolatları ile Farklı *Ceratomyxa* Türlerine Ait 18S rDNA Haplotiplerinin Çoklu Nükleotid Hizalamalarını Gösteren Grafik

Veri setinde toplam 308 polimorfik bölge belirlenmiştir ayrıca insersiyon ve delesyon mutasyonları dahil toplam mutasyon miktarı 423 olarak tespit edilmiştir. AIC ve BIC testlerinin her ikisi de TrN+I+G (I:0.5320, G: 0.4590) modelini önermiştir. Bu baz değişim modeli kullanılarak oluşturulan NJ ve ML ağaçları sırasıyla Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da verilmiştir. Bu çalışmada elde ettiğimiz genotipler ve *Ceratomyxa diplodae*'nin ortak bir soy hattı oluşturduğu görülmüştür. Bu soy hattı içerisindeki nükleotid dizi benzerliği %99.4 ve üzerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Bu soy hattı içerisindeki ilişkiler yeterli ($\geq 50\%$) Bootstrap değerleriyle desteklenmiştir. NJ ağacında genotiplerimizin bulunduğu soy hattı *Ceratomyxa*

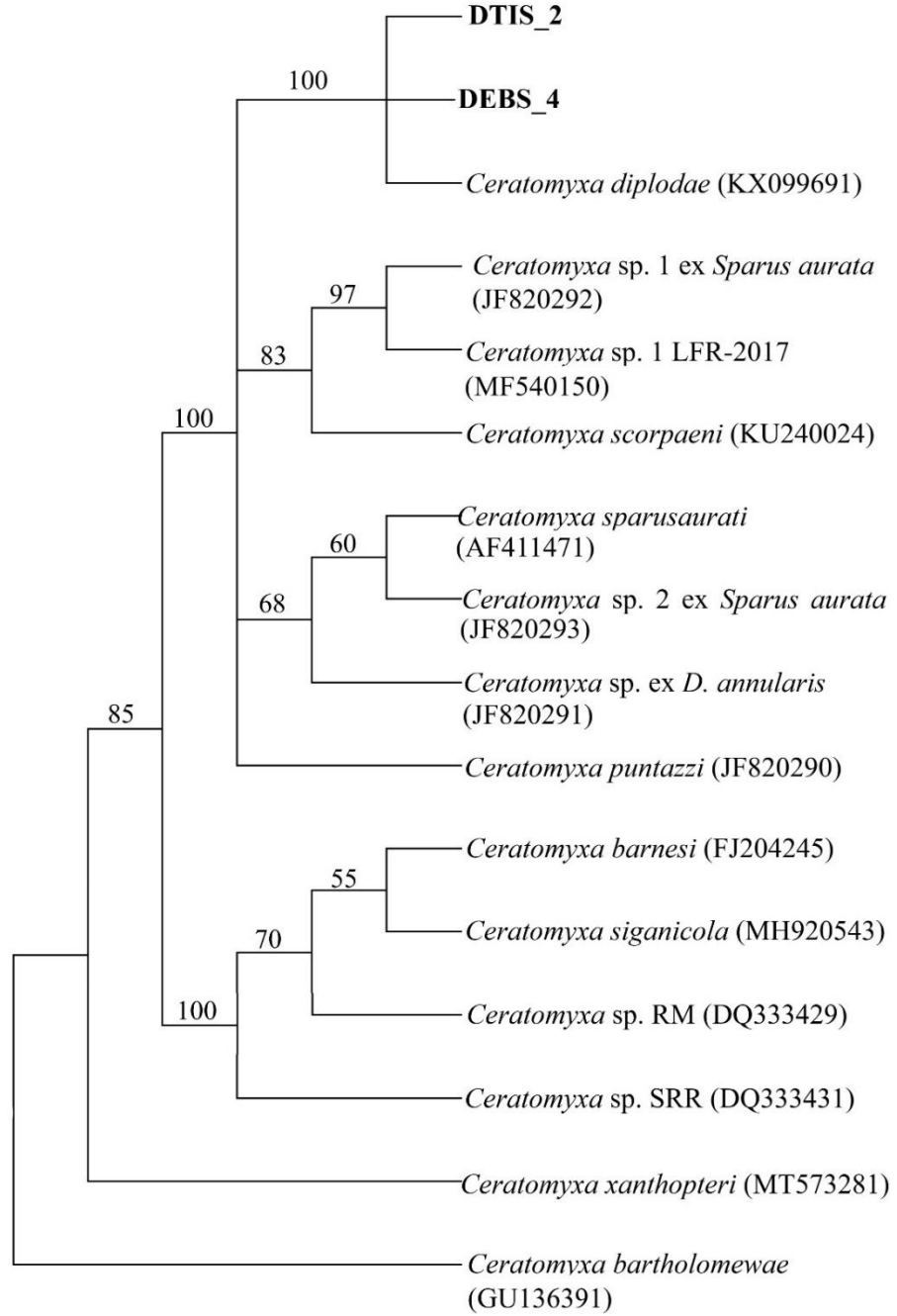
scorpaeni, *C. sparusaurati*, *C. puntazzi* ve 4 adet nomenkulatürü yapılmamış *Ceratomyxa* izolatından oluşan soy hattı ile ilişkili çıkmıştır ve bu ilişki %100'lük Bootstrap değeriyle desteklenmiştir. Buna karşın MP ve ML ağaçlarında *Ceratomyxa scorpaeni*, *Ceratomyxa* LFR-2017 ve *Ceratomyxa* sp. 1 ex. *Sparus aurata* izolatlarından oluşan soy hattı bizim genotiplerimizi içeren soy hattı ile yakın ilişkili çıkmıştır.



Şekil 4.8 Bu Çalışmada Elde Edilen *Ceratomyxa* İzolatları ve Yakın İlişkili *Ceratomyxa* Türlerine Ait 18S rDNA Genotipleri Arası Filogenetik İlişkileri Gösteren NJ Ağacı. Ağaç Üzerinde Bootstrap Değeri ≥ 50 Olan Değerler İlgili Düğümler Üzerinde Gösterilmiştir. Ağaç *Ceratomyxa bartholomewae* ile Köklendirilmiştir (Bu Çalışmada Elde Edilen İzolatlar Kalın Harflerle Belirtilmiştir)



Şekil 4.9 Bu Çalışmada Elde Edilen *Ceratomyxa* İzolatları ve Yakın İlişkili *Ceratomyxa* Türlerine Ait 18S rDNA Genotipleri Arası Filogenetik İlişkileri Gösteren ML Ağacı. Ağaç Üzerinde Bootstrap Değeri ≥ 50 Olan Değerler İlgili Düğümler Üzerinde Gösterilmiştir. Ağaç *Ceratomyxa bartholomewae* ile Köklendirilmiştir (Bu Çalışmada Elde Edilen İzolatlar Kalın Harflerle Belirtilmiştir)



Şekil 4.10 Bu Çalışmada Elde Edilen *Ceratomyxa* İzolatları ve Yakın ilişkili *Ceratomyxa* Türlerine Ait 18S rDNA Genotipleri Arası Filogenetik İlişkileri Gösteren MP Ağacı. Ağaç Üzerinde Bootstrap Değeri ≥ 50 Olan Değerler İlgili Düğümler Üzerinde Gösterilmiştir. Ağaç *Ceratomyxa bartholomewae* ile Köklendirilmiştir (Bu Çalışmada Elde Edilen İzolatlar Kalın Harflerle Belirtilmiştir)

Çizelge 4.2 Veri Setindeki *Ceratomyxa* Türleri Arasındaki 18S rDNA Nükleotid Dizisi Benzerlik Yüzdeleri

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
(1) DTIS_2	-	0,998	0,995	0,958	0,964	0,966	0,961	0,968	0,967	0,967	0,905	0,857	0,896	0,896	0,889	0,874
(2) DEBS_4	0,998	-	0,994	0,958	0,964	0,966	0,961	0,968	0,967	0,967	0,904	0,857	0,896	0,896	0,888	0,874
(3) <i>Ceratomyxa diplodae</i>	0,995	0,994	-	0,955	0,961	0,961	0,958	0,964	0,967	0,964	0,907	0,858	0,896	0,896	0,89	0,873
(4) <i>C. sp. 1 ex S.aurata</i>	0,958	0,958	0,955	-	0,991	0,974	0,978	0,967	0,964	0,966	0,897	0,849	0,894	0,891	0,875	0,873
(5) <i>C.sp. 1 LFR 2017</i>	0,964	0,964	0,961	0,991	-	0,981	0,985	0,973	0,971	0,973	0,902	0,855	0,901	0,897	0,882	0,879
(6) <i>C.scorpaeni</i>	0,966	0,966	0,961	0,974	0,981	-	0,971	0,977	0,973	0,976	0,909	0,856	0,901	0,9	0,883	0,879
(7) <i>C.sparusaurati</i>	0,961	0,961	0,958	0,978	0,985	0,971	-	0,982	0,974	0,986	0,897	0,86	0,899	0,894	0,883	0,877
(8) <i>C.sp. ex D.annularis</i>	0,968	0,968	0,964	0,967	0,973	0,977	0,982	-	0,982	0,988	0,902	0,857	0,902	0,899	0,886	0,879
(9) <i>C.puntazzi</i>	0,967	0,967	0,967	0,964	0,971	0,973	0,974	0,982	-	0,983	0,906	0,857	0,905	0,902	0,886	0,882
(10) <i>C.sp. 2ex S.aurata</i>	0,967	0,967	0,964	0,966	0,973	0,976	0,986	0,988	0,983	-	0,905	0,86	0,902	0,899	0,886	0,88
(11) <i>C.xanthopteri</i>	0,905	0,904	0,907	0,897	0,902	0,909	0,897	0,902	0,906	0,905	-	0,852	0,893	0,892	0,884	0,873
(12) <i>C.bartholomewae</i>	0,857	0,857	0,858	0,849	0,855	0,856	0,86	0,857	0,857	0,86	0,852	-	0,851	0,847	0,84	0,835
(13) <i>C.barnesi</i>	0,896	0,896	0,896	0,894	0,901	0,901	0,899	0,902	0,905	0,902	0,893	0,851	-	0,956	0,933	0,953
(14) <i>C.sp. RM</i>	0,896	0,896	0,896	0,891	0,897	0,9	0,894	0,899	0,902	0,899	0,892	0,847	0,956	-	0,93	0,939
(15) <i>C.sp. SRR</i>	0,889	0,888	0,89	0,875	0,882	0,883	0,883	0,886	0,886	0,886	0,884	0,84	0,933	0,93	-	0,921
(16) <i>C.siganicola</i>	0,874	0,874	0,873	0,873	0,879	0,879	0,877	0,879	0,882	0,88	0,873	0,835	0,953	0,939	0,921	-

4.1.2 Miksozoa Parazit Türlerinin Morfolojik Bulguları

Bir yıl boyunca incelenen 240 adet levrek balığında miksozoa parazitler türleri gözlenmiştir. Çalışmada tespit edilen miksozoa parazit morfotipleri ve enfekte ettikleri organlar Çizelge 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 Çalışmada İncelenen Levrek Balıklarında Görülen Parazitler ve Enfekte Ettikleri Organlar

Levrek	Parazit	Enfekte Organ
	Morfotip-Tür	
	Morfotip 1- <i>Kudoa</i> sp.	Safra kesesi ve Gonad
İzmir Levrekleri	Morfotip 2- <i>Ceratomyxa</i> sp. 1	Safra kesesi
	Morfotip 3- <i>Ceratomyxa</i> sp. 2	Safra kesesi
	Morfotip 1- <i>Kudoa</i> sp.	Safra kesesi ve Gonad
Muğla Levrekleri	Morfotip 2- <i>Ceratomyxa</i> sp. 1	Safra kesesi
	Morfotip 3- <i>Ceratomyxa</i> sp. 2	Safra kesesi

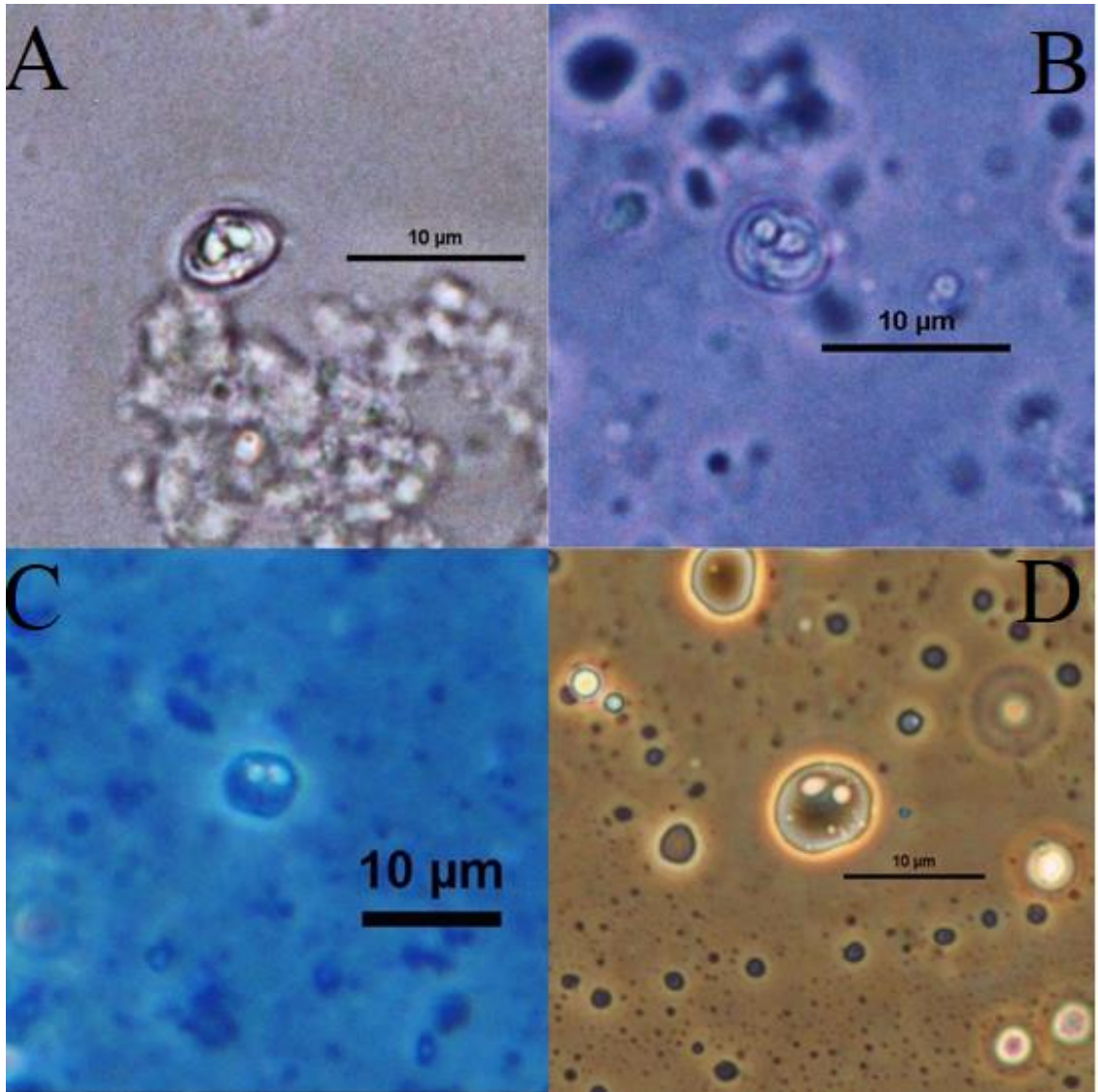
4.1.2.1 *Kudoa* Cinsine ait Parazit Türlerinin Morfolojik Bulguları

Çalışmamızda *Kudoa* cinsine ait 1 parazit morfotipi tespit edilmiştir. Yapılan detaylı moleküler çalışmalar sonucu *Kudoa dicentrarchi* ile ilişkili olduğu tespit edilen parazit türü, hem İzmir'den, hem de Muğla'dan temin edilen levrek balıklarının hem safra sıvısında, hem de gonadlarında görülmüştür. Bu parazit türünün morfolojik teşhisi Şekil 3.5'te verilen ölçme kriterlerine göre yapılmıştır.

Bu parazite ait sporların piriform ve küresel 2 adet polar kapsül içerdiği gözlemlenmiştir. Polar kapsüllerin birbirine yakın boyutlarda olduğu görülmüştür. Parazit sporoplazması neredeyse tüm paraziti kaplayacak şekilde gözlenmiştir (Şekil 4.11).

Yapılan ölçümler neticesinde DAIG_1, DEBG_3, DEIG_6, DTIG_1, DEIS_3 ve DTBG_5 izolatlarının spor boyu ortalaması 5.52 µm, standart sapması 0.51, minimum boyu 4.41 µm, maximum boyu 6.48 µm; spor genişliği ortalaması 5.30 µm, standart sapması 0.60, minimum spor genişliği 4.19 µm, maximum spor genişliği 6.71 µm; 1. polar kapsülün boy ortalaması 1.65 µm, standart sapması 0.37, minimum boyu

1.14 μm , maksimum boyu 2.69 μm , 1. polar kapsülün genişlik ortalaması 1.774 μm , standart sapması 0.61, minimum genişliği 1.05 μm , maksimum genişliği 4.41 μm ; 2. polar kapsülün boy ortalaması 1.55 μm , standart sapması 0.36, minimum boyu 0.94 μm , maksimum boyu 2.36 μm , 2. polar kapsülün genişlik ortalaması 1.56 μm , standart sapması 0.28, minimum genişliği 1.02 μm , maksimum genişliği 2.71 μm olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.4). *Kudoa* sp. türüne ait parazitlerin ışık mikroskobu görüntüleri Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11 *Kudoa* sp. Morfotipine Ait Parazitlerin Işık Mikroskobu Görüntüleri (A: Safra Kesesinden İzole Edilen Parazit Bireyinin Üstten Görünümü; B: Gonadlardan İzole Edilen Parazit Bireyinin Yandan Görünümü; C: Gonadlardan İzole Edilen Parazit Bireyinin Yandan Görünümü; D: Gonadlardan İzole Edilen Parazit Bireyinin Üstten Görünümü)

Çizelge 4.4 Çalışmamızda Levrek Balıklarında Görülen Morfotip 1'e (*Kudoa* sp.) Ait Parazitlerin Morfometrik Ölçüm Oranları (μm)

Spor Boyu	Spor Genişliği	PKU (1)	PKG (1)	PKU (2)	PKG (2)
5.52±0.51 (4.41-6.48)	5.30±0.60 (4.19-6.71)	1.65±0.37 (1.14-2.69)	1.774±0.61 (1.05-4.41)	1.55±0.36 (0.94-2.36)	1.56±0.28 (1.02-2.71)

4.1.2.2 *Ceratomyxa* Cinsine ait Parazit Türlerinin Morfolojik Bulguları

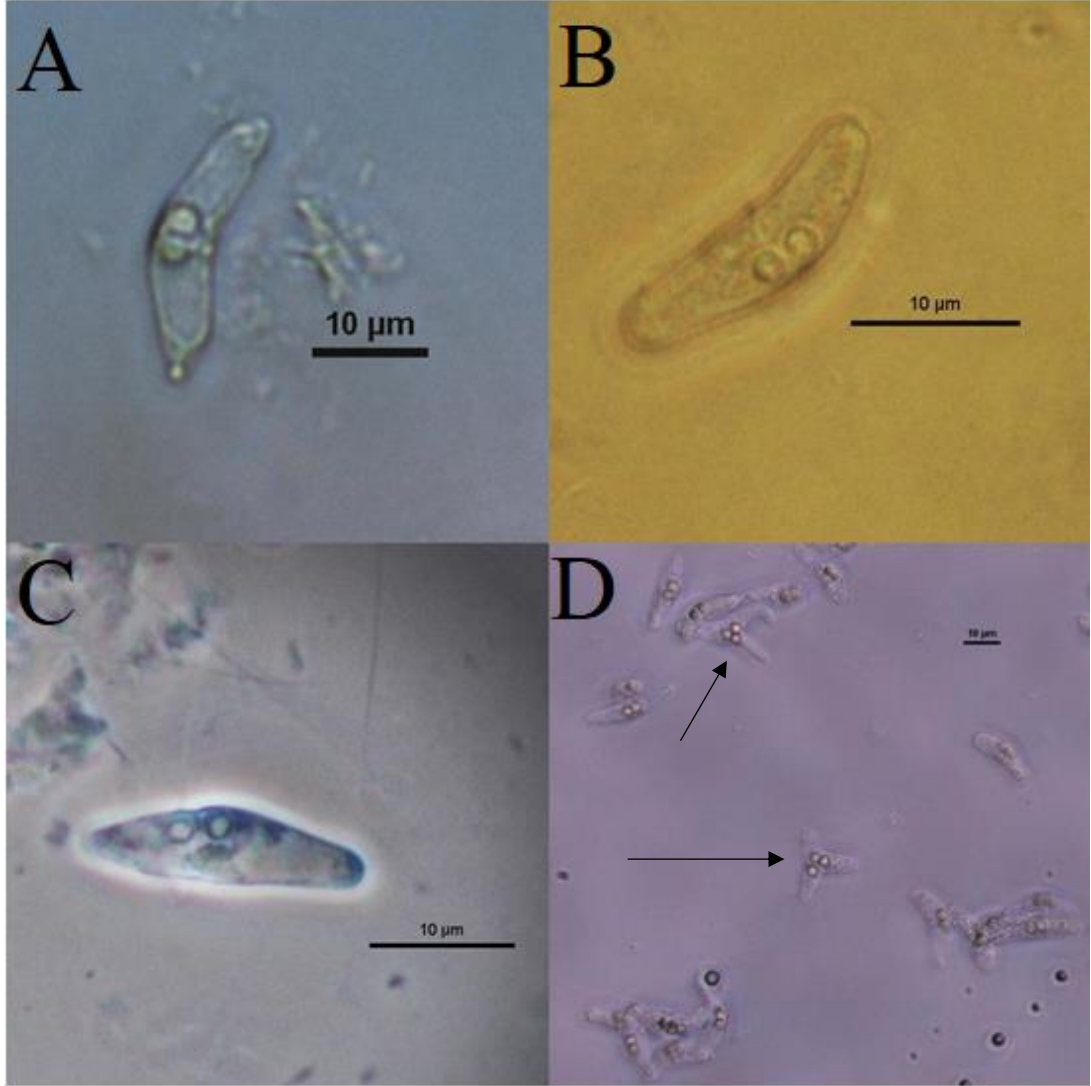
Araştırmada levrek balıklarında *Ceratomyxa* cinsine ait 2 farklı morfotip (Morfotip 2 ve Morfotip 3) tespit edilmiştir. Tespit edilen farklı morfotiplere hem Muğla'dan hem de İzmir'den temin edilen levrek balıklarının safra sıvılarında rastlanmıştır. Bu parazit türlerinin morfolojik teşhisleri Şekil 3.4'te verilen ölçme kriterlerine göre yapılmıştır.

Morfotip 2'ye ait sporların yarım ay şeklinde kavisli olduğu ve 2 adet polar kapsül içerdiği gözlemlenmiştir. Polar kapsüllerin küresel biçimde, sporun orta kısmında ve birbirine yakın boyutlarda olduğu görülmüştür. Parazit sporoplazması neredeyse tüm paraziti kaplayacak şekilde gözlenmiştir (Şekil 4.12).

Morfotip 3'e ait parazitlerin aynı şekilde kavisli sporlara sahip olduğu, 2 adet küresel biçimde, sporun orta kısmında ve birbirine yakın boyutlarda polar kapsül içerdiği ancak Morfotip 2'den farklı olarak sporların her iki tarafında da bulunan kuyruk benzeri valf uzantıları içerdiği görülmüştür (Şekil 4.13).

Yapılan ölçümler neticesinde Morfotip 2'ye ait izolatların spor boyu ortalaması 6.69 μm , standart sapması 1.49, minimum boyu 2.62 μm , maximum boyu 8.88 μm ; spor genişliği ortalaması 22.00 μm , standart sapması 5.02, minimum genişliği 9.83 μm , maximum genişliği 27.97 μm ; spor açısı ortalaması 154.08°, standart sapması 10.69, minimum açı ölçüsü 130.11°, maksimum açı ölçüsü 167.33°; 1. polar kapsülün boy ortalaması 2.80 μm , standart sapması 0.38, minimum boyu 1.80 μm , maksimum boyu 3.48 μm , 1. polar kapsülün genişlik ortalaması 2.84 μm , standart sapması 0.52, minimum genişliği 1.89 μm , maksimum genişliği 3.48 μm ; 2. polar kapsülün boy ortalaması 2.75 μm , standart sapması 0.46, minimum boyu 1.74 μm , maksimum boyu

3.37 μm , 2. polar kapsülün genişlik ortalaması 2.58 μm , standart sapması 0.59, minimum genişliği 1.36 μm , maksimum genişliği 3.80 μm olarak hesaplanmıştır. *Ceratomyxa* sp. 1 olarak tanımlanan Morfotip 2'ye ait parazitlerin görüntüleri Şekil 4.5'te, parazite ait morfometrik ölçüm oranları (μm) Çizelge 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.12 *Ceratomyxa* sp. 1 Morfotipine Ait Mikroskop Görüntüleri (A: Parazit Bireyinin Yandan Görünümü; B: Parazit Bireyinin Yandan Görünümü; C: Parazit Bireyinin Üstten Görünümü; D: Çok Sayıda Parazit Bireyi ve Atipik Sporlar, Oklar Atipik Sporları Göstermektedir)

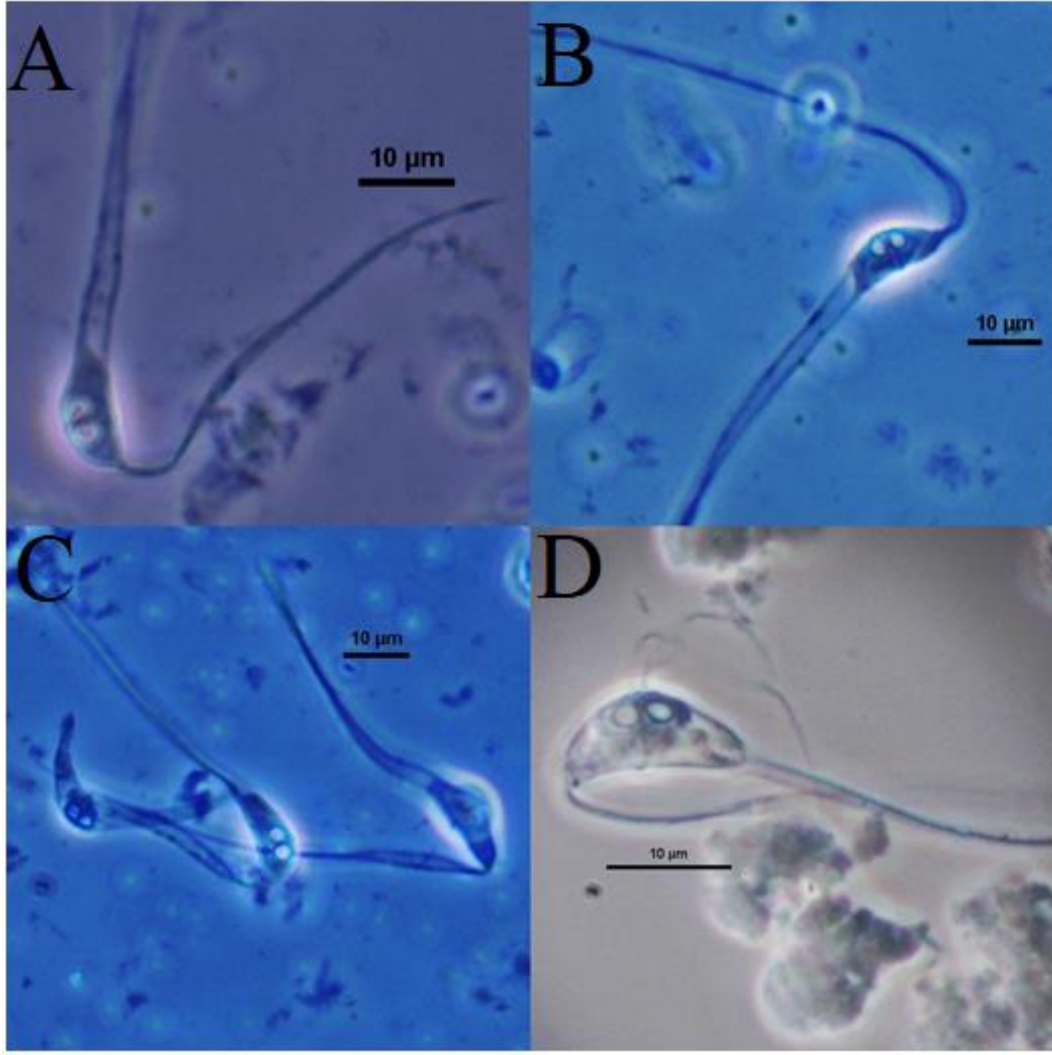
Çizelge 4.5 Çalışmamızda Levrek Balıklarında Görülen Morfotip 2'ye (*Ceratomyxa* sp. 1) Ait Parazitlerin Morfometrik Ölçüm Oranları (μm)

Spor Boyu	Spor Genişliği	Spor Açısı ($^{\circ}$)	PKU (1)	PKG (1)	PKU (2)	PKG (2)
6.69 \pm 1.49	5.30 \pm 0.60	154.09 \pm 10.69	1.65 \pm 0.37	1.774 \pm 0.61	1.55 \pm 0.36	1.56 \pm 0.28
(2.62-8.88)	(4.19-6.71)	(130.11-167.33)	(1.14-2.69)	(1.05-4.41)	(0.94-2.36)	(1.02-2.71)

Yapılan ölçümler neticesinde Morfotip 3'e ait izolatların spor boyu ortalaması 6.67 μm , standart sapması 0.90, minimum boyu 5.65 μm , maximum boyu 9.42 μm ; spor genişliği ortalaması 15.70 μm , standart sapması 2.37, minimum genişliği 13.37 μm , maximum genişliği 22.97 μm ; valf uzantısı 1 uzunluğu 60.66 μm , standart sapması 11.02; valf uzantısı 2 uzunluğu 61.72 μm , standart sapması 16.91; total spor boyu ortalaması 138.08 μm ; standart sapması 16.91; 1. polar kapsülün boy ortalaması 2.41 μm , standart sapması 0.50, minimum boyu 1.80 μm , maksimum boyu 3.59 μm , 1. polar kapsülün genişlik ortalaması 2.44 μm , standart sapması 0.39, minimum genişliği 1.84 μm , maksimum genişliği 3.23 μm ; 2. polar kapsülün boy ortalaması 2.40 μm , standart sapması 0.42, minimum boyu 1.90 μm , maksimum boyu 3.35 μm , 2. polar kapsülün genişlik ortalaması 2.39 μm , standart sapması 0.60, minimum genişliği 1.57 μm , maksimum genişliği 3.93 μm olarak hesaplanmıştır. *Ceratomyxa* sp. 2 türüne ait parazitlerin görüntüleri Şekil 4.13'te, parazite ait morfometrik ölçüm oranları (μm) Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6 Çalışmamızda Levrek Balıklarında Görülen Morfotip 3'e (*Ceratomyxa* sp. 2) Ait Parazitlerin Morfometrik Ölçüm Oranları (μm)

Spor Boyu	Spor Genişliği	Valf Uzantısı Boyu 1	Valf Uzantısı Boyu 2	Total Spor Boyu	PKU (1)	PKG (1)	PKU (2)	PKG (2)
6.67 \pm 0.90 (5.65-9.42)	15.70 \pm 2.37 (13.37-22.97)	60.66 \pm 11.88	61.72 \pm 11.02	138.08 \pm 16.91 (130.11-167.33)	2.41 \pm 0.50 (1.80-3.59)	2.44 \pm 0.39 (1.84-3.23)	2.40 \pm 0.42 (1.90-3.35)	2.39 \pm 0.60 (1.57-3.93)



Şekil 4.13 *Ceratomyxa* sp. 2 Morfotipine Ait Mikroskop Görüntüleri (A: Parazit Bireyinin Yandan Görünümü; B: Parazit Bireyinin Üstten Görünümü; C: Çok Sayıda Parazit Bireylerinin Yandan Görünümü; D: Parazit Bireyinin Üstten Görünümü)

4.1.3 Levrek Balıklarında Tespit Edilen Miksozoa Parazit Türlerinin Mevsimsel Dağılımları

4.1.3.1 *Kudoa* sp. Türü Parazitlerin Mevsimsel Dağılımları

Her ay 10 adet levrek balığı Muğla'dan, 10 adet levrek balığı İzmir'den olacak şekilde toplam 120 balık Muğla'dan, 120 balık İzmir'den olacak şekilde bir yıl süresince 240 adet levrek balığı incelenmiştir. İncelenen 240 adet levrek balığının 93 tanesinde (%38.75) *Kudoa* sp. türü parazite rastlanmıştır.

Yaz mevsiminde hem Muğla hem de İzmir illerinden haziran, temmuz ve ağustos aylarında incelenen 60 adet levrek balığının 37 tanesinde (%61.66) *Kudoa* sp. türü parazite rastlanmıştır. *Kudoa* sp. türü parazit, incelenen levrek balıklarının 34'ünün sadece gonadında görülürken, 3 tanesinin hem gonadında hem de safra sıvısında görülmüştür. Muğla ilinden temin edilen 30 adet levrek balıklarında yaz mevsiminde *Kudoa* sp. türü parazit prevalansı %70 iken, aynı oran İzmir ili için %53.33 olarak hesaplanmıştır. *Kudoa* sp. türü için en çok enfeksiyon bu 3 ay içerisinde temmuz ve ağustos aylarında görülmüştür. Haziran ayı total *Kudoa* parazit prevalansı %40, temmuz ayı %65 ve ağustos ayı %80 olarak hesaplanmıştır.

Sonbahar mevsiminde eylül, ekim ve kasım aylarında incelenen 60 adet levrek balığının 41 tanesinde (%68.33) *Kudoa* sp. türü parazite rastlanmıştır. *Kudoa* sp. türü parazit, incelenen levrek balıklarının 24'ünün sadece gonadında, 7 tanesinin sadece safrasında görülürken, 10 tanesinin hem gonadında hem de safra sıvısında görülmüştür. Muğla ilinden temin edilen 30 adet balığın sonbahar mevsiminde *Kudoa* sp. türü parazit prevalansı %50 iken, İzmir ili için aynı oran %86.66 olarak hesaplanmıştır. *Kudoa* sp. türü için en çok enfeksiyon bu 3 ay içerisinde eylül ayında görülmüştür. Eylül ayı total *Kudoa* parazit prevalansı %80, ekim ayı %65 ve kasım ayı %60 olarak hesaplanmıştır.

Kış mevsiminde aralık, ocak ve şubat aylarında incelenen 60 adet levrek balığının 6 tanesinde (%10) *Kudoa* sp. türü parazite rastlanmıştır. *Kudoa* türü parazit, incelenen levrek balıklarının 3'ünün sadece gonadında, 2 tanesinin sadece safra sıvısında görülürken, 1 tanesinin hem gonadında hem de safra sıvısında görülmüştür. Muğla ilinden temin edilen 30 adet balıkta kış mevsiminde *Kudoa* sp. türü parazit prevalansı %16.66 iken, İzmir ili için %3.33 olarak hesaplanmıştır. *Kudoa* sp. türü için enfeksiyon bu 3 ay içerisinde sadece şubat ayında görülmüştür ve şubat ayı parazit prevalansı %30 olarak hesaplanmıştır.

İlkbahar mevsiminde mart, nisan ve mayıs aylarında incelenen 60 adet levrek balığının 9 tanesinde (%15) *Kudoa* sp. türü parazite rastlanmıştır. *Kudoa* sp. türü parazit, incelenen levrek balıklarının 8 tanesinin sadece gonadında, 1 tanesinin sadece safrasında görülmüştür. Muğla ilinden temin edilen 30 balıkta ilkbahar mevsiminde *Kudoa* türü parazit prevalansı %13.33 iken, İzmir ili için %16.66 olarak

hesaplanmıştır. *Kudoa* sp. türü için en çok enfeksiyon bu 3 ay içerisinde mayıs ayında görülmüştür. Mart ayı total *Kudoa* sp. parazit prevalansı %5, nisan ayı %10 ve mayıs ayı %30 olarak hesaplanmıştır. Balıklardaki *Kudoa* sp. türü parazitlerin illere ve aylara göre enfeksiyon oranlarını gösteren tablo aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 *Kudoa* sp. Parazitinin İllere ve Aylara Göre Enfeksiyon Oranları (%)

AYLAR	İZMİR (%)	MUĞLA(%)	TOTAL (%)
HAZİRAN	-	80	40
TEMMUZ	90	40	65
AĞUSTOS	70	90	80
EYLÜL	100	60	80
EKİM	90	40	65
KASIM	70	50	60
ARALIK	-	-	-
OCAK	-	-	-
ŞUBAT	10	50	30
MART	10	-	5
NİSAN	20	-	10
MAYIS	20	40	30

4.1.3.2 *Ceratomyxa* sp. 1 Türü Parazitlerin Mevsimsel Dağılımları

Her ay hem Muğla hem de İzmir ilinden 10'ar adet levrek balığı incelenmiştir. İncelenen toplam 240 levrek balığının 91 tanesinde (%37.92) *Ceratomyxa* sp. 1 türü parazite rastlanmıştır.

Yaz mevsiminde haziran, temmuz ve ağustos aylarında 60 adet levrek balığının iç organları incelenmiş ve 23 tanesinin safra sıvısında (%38.33) *Ceratomyxa* sp. 1 türü parazite rastlanmıştır. Muğla ilinden temin edilen balıklarda yaz mevsiminde *Ceratomyxa* sp. 1 türü parazit prevalansı %40 iken, İzmir ili için %36.66 olarak hesaplanmıştır. En çok enfeksiyon bu 3 ay içerisinde ağustos ayında görülmüştür. Haziran ayı total *Ceratomyxa* sp. 1 parazit prevalansı %25, temmuz ayı %20 ve ağustos ayı %70 olduğu görülmüştür.

Sonbahar mevsiminde eylül, ekim ve kasım aylarında incelenen 60 adet levrek balığının 24 tanesinde (%40) *Ceratomyxa* sp. 1 türü parazite rastlanmıştır. Muğla ilinden temin edilen balıklarda sonbahar mevsiminde *Ceratomyxa* sp. 1 türü parazite rastlanmazken, İzmir ili parazit prevalansı %80 olarak hesaplanmıştır. En çok

enfeksiyon bu 3 ay içerisinde eylül ve ekim aylarında görülmüştür. Eylül ve ekim ayı total *Ceratomyxa* sp. 1 parazit prevalansı %45, kasım ayı %30 olarak hesaplanmıştır.

Kış mevsiminde aralık, ocak ve şubat aylarında incelenen 60 adet levrek balığının 19'unda (%31.66) *Ceratomyxa* sp. 1 türü parazite rastlanmıştır. Muğla ilinden temin edilen balıklarda kış mevsiminde *Ceratomyxa* sp. 1 türü parazit prevalansı %26.66, İzmir ili parazit prevalansı için %36.66 olarak hesaplanmıştır. En çok enfeksiyon bu 3 ay içerisinde ocak ayında görülmüştür. Aralık ayı parazit prevalansı %30, ocak ayı %45 ve şubat ayı %20 olarak hesaplanmıştır.

İlkbahar mevsiminde mart, nisan ve mayıs aylarında incelenen 60 adet levrek balığının 25'inde safra sıvısında (%41.66) *Ceratomyxa* sp. 1 türü parazite rastlanmıştır. Muğla ilinden temin edilen balıklarda ilkbahar mevsiminde *Ceratomyxa* sp. 1 türü parazit prevalansı %43.33, İzmir ili parazit prevalansı için %40 olarak hesaplanmıştır. En çok enfeksiyon bu 3 ay içerisinde nisan ayında görülmüştür. Mart ayı *Ceratomyxa* sp. 1 parazit prevalansı %45, nisan ayı %60 ve mayıs ayı %20 olarak hesaplanmıştır.

Levrek balıklarını enfekte eden *Ceratomyxa* sp. 1 türü parazitler en yoğun olarak ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde görülmüştür. En az parazit kış mevsiminde bulunmuştur. *Ceratomyxa* sp. 1 türü parazit en yüksek ağustos ayında görülürken, en az parazite şubat ayında rastlanmıştır. Balıklara ait parazit enfeksiyon oranlarının illere ve aylara göre dağılışı aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 *Ceratomyxa* sp. 1 Parazitinin İllere ve Aylara Göre Enfeksiyon Oranları (%)

AYLAR	İZMİR (%)	MUĞLA(%)	TOTAL (%)
HAZİRAN	-	50	25
TEMMUZ	40	-	20
AĞUSTOS	70	70	70
EYLÜL	-	90	45
EKİM	-	90	45
KASIM	-	60	30
ARALIK	30	30	30
OCAK	70	20	45
ŞUBAT	10	30	20
MART	50	40	45
NİSAN	60	60	60
MAYIS	10	30	20

4.1.3.3 *Ceratomyxa* sp. 2 Türü Parazitlerin Mevsimsel Dağılımları

Ceratomyxa sp. 2 parazit türünün levrek balıklarından izole edilen *Kudoa* sp. ve *Ceratomyxa* sp. 1 türü parazitlere göre daha az oranda balıklarda enfeksiyon oluşturduğu gözlenmiştir. Her ay Muğla'dan 10 adet levrek balığı, İzmir'den 10 adet levrek balığı incelenmiştir.

İncelenen 240 tane levrek balığının sadece 6 tanesinin (%2.5) safra kesesinde bu parazit türü görülmüştür. Parazit İzmir balıklarının sadece 1 tanesinin safra kesesinde görülürken, Muğla levreklerinin ise 5'inde görülmüştür. Parazitin yaz mevsiminde %1.66, kış mevsiminde %3.33, ilkbaharda ise %5 prevalans gösterdiği görülmüştür. Sonbahar mevsiminde bu parazite rastlanmamıştır. Morfotip 3'e ait *Ceratomyxa* sp. 2 parazitinin illere ve aylara göre enfeksiyon oranları aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 *Ceratomyxa* sp. 2 Parazitinin İllere ve Aylara Göre Enfeksiyon Oranları (%)

AYLAR	İZMİR (%)	MUĞLA(%)	TOTAL (%)
HAZİRAN	-	10	5
TEMMUZ	-	-	-
AĞUSTOS	-	-	-
EYLÜL	-	-	-
EKİM	-	-	-
KASIM	-	-	-
ARALIK	-	-	-
OCAK	-	-	-
ŞUBAT	-	20	10
MART	-	-	-
NİSAN	10	-	5
MAYIS	-	20	10

4.2 Tartışma

Bu çalışmada Ege Bölgesi'nde yetiştiriciliği yapılan ekonomik ve besin değeri yüksek balıklardan biri olan levrek (*Dicentrarchus labrax*) balıklarında yayılış gösteren miksozoa parazitlerinin biyolojik çeşitliliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Biyolojik çeşitliliğin belirlenebilmesi için Temmuz 2019-Haziran 2020 tarihleri arasında aylık örnekleme yapılmış, gözlemlenen parazitlerin hem morfolojik hem de moleküler yöntemlerle teşhisleri yapılmıştır. Ayrıca görülen miksozoaların levrek

balıklarındaki mevsimsel dağılımları, enfeksiyon oranları (%) ve konak-doku-parazit etkileşimleri araştırılmıştır.

Çalışmada yapılan mikroskopik incelemeler neticesinde 3 farklı mikospor morfolojisi gözlenmiştir. Bunlardan 1 tanesinin (Morfotip 1) sporlarının küresel, hafif basık, sivri bir ön kutba ve yan görünümde bir çıkıntıya sahip olduğu, polar kapsüllerin 2 adet, birbirine eşit, piriform olduğu ve *Kudoa* cinsi mikospor karakteristiği gösterdiği belirlenmiştir (Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1992a). Buna karşın diğer ikisinin (Morfotip 2 ve Morfotip 3) sporlarının bumerang şeklinde kavisli olduğu, 2 adet küresel biçimde polar kapsül içerdiği, kapsüllerin sporun orta kısmında ve birbirine yakın boyutlarda olduğu ve *Ceratomyxa* cinsi mikospor özelliği gösterdiği görülmüştür (Lubat ve ark., 1989).

Farklı morfotipe ait olan örneklerimizin teşhislerinin yapılabilmesi için öncelikle moleküler yöntemlerden faydalanılmıştır. Bunun için gen bölgesi olarak miksozoa çalışmalarında en yaygın biçimde kullanılan genetik markör olan 18S rDNA gen bölgesi kullanılmıştır. Bu gen bölgesi hem cins ve daha yukarı taksonomik kategoriler arasındaki ilişkileri kurabilecek kadar korunmuş bölgelere hem de farklı türleri birbirinden ayırabilecek kadar varyasyon gösteren bölgelere sahip olması nedeniyle hemen hemen bütün ökaryotik canlılar için kullanılan evrensel bir gen bölgesidir. Ayrıca uluslararası veri tabanlarında neredeyse bütün miksozoa cins ve türlerine ait 18S rDNA genotipleri halihazırda bulunmaktadır (Kent ve ark., 2001; Brown-Elliott ve ark., 2006; Zhi ve ark., 2009; Tindall ve ark., 2010; Fiala ve ark., 2015a; Atkinson ve ark., 2015; Zhang ve ark., 2017; Lövy ve ark., 2018).

Yapılan filogenetik analizler neticesinde Morfotip 1'i temsilen seçilen örneklerin (DEBG_3, DEIG_6, DAIG_1, DTIG_1, DTBG_5, DEIS_3) *Kudoa dicentrarchi* ile aynı soy hattı içerisinde yer aldığı ve bu genotip ile örneklerimizin %99.7 ve üzerinde nükleotid dizi benzerliği gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.8, 4.9, 4.10) (Çizelge 4.1). *Kudoa* cinsinde çok yüksek nükleotid dizi benzerliği gösteren türlerin birbirinden farklı türler olabileceği belirtilmiştir (Özer ve ark., 2018). Örneğin, *K. quadricornis* ve *K. paraquadricornis* arasındaki nükleotid dizi benzerliği %99.9, *K. yasunagai* ve *K. chaetodoni* arasında ise %99.8'dir. Ancak bu türler arasında belirgin morfolojik farklılıklar rapor edilmiştir (Whipps ve ark., 2003a; Burger ve ark., 2007;

Burger ve Adlard, 2010). Gerek *K. dicentrarchi* ile aynı soy hattında olmaları gerekse çok yüksek nükleotid dizi benzerlikleri örneklerimizin bu türe ait olabileceğini düşündürmüştür. Bu amaçla örneklerimizden elde edilen detaylı morfolojik ölçümler gerek bu türün orjinal tanım makalesi (Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1992a) gerekse de dünyanın farklı bölgelerinden elde edilen *K. dicentrarchi* ölçüm değerleri ile dikkatli biçimde karşılaştırılmıştır. Çizelge 4.10’da karşılaştırılan ölçüm değerleri özetlenmiştir.

Çizelge 4.10 *Kudoa dicentrarchi* Türlerinin Bulunduğu Konağı, Lokasyonu ve Morfometrik Ölçüm Oranları (µm)

Konak	Lokasyon	Spor Boyu	Spor Genişliği
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Ege Denizi/Türkiye	5.52±0.51 (4.41-6.48)	5.30±0.60(4.19-6.71)
<i>Dicentrarchus labrax</i>	EbroNehri/Akdeniz	4.6-8	3.5-6
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Algarve/Portekiz	4.9±0.2 (4.5-5.4)	5.3±0.3 (4.9-5.8)

PKU	PKG	Kaynak
1.6±0.3 (0.94-2.69)	1.6±0.4 (1.02-4.41)	Bu Çalışma
1-2.6	0.7-2	Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1992a
1.8±0.2 (1.4-2.1)	1.3±0.1 (1.1-1.5)	Rangel ve ark., 2016

Çizelge 4.10’da görülebileceği gibi örneklerimizde belirlediğimiz ortalama spor boyu, spor genişliği, polar kapsül boyu ve polar kapsül genişliği değerleri türün orjinal tanımlama makalesinde (Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1992a) bu kriterlere ait verilen maksimum ve minimum değerleri arasındadır. Sonuç olarak hem moleküler filogenetik analizlerden hem de morfolojik gözlemlerden elde edilen sonuçlar örneklerimizin tümünün *K. dicentrarchi* türüne ait olduğunu göstermiştir.

K. dicentrarchi ilk olarak 1992 yılında Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero tarafından Akdeniz’de Ebro Nehri deltasından yakalanan levrek balıklarından izole

edilmiştir. Bununla birlikte bu tür ilk olarak *Sphaerospora* cinsi ile ilişkilendirilmiş ve *S. dicentrarchi* olarak isimlendirilmiştir. İlerleyen dönemde yapılan moleküler tabanlı çalışmalar bu türün *Sphaerospora* cinsi içerisinde olmadığını buna karşın *Kudoa* cinsi türleri ile monofiletik bir ilişki gösterdiğini ortaya koymuştur.

Bu konudaki ilk literatür kayıtları Eszterbauer ve Székely, (2004) ve Fiala, (2006) tarafından verilmiş olup, araştırmacılar *Sphaerospora* cinsinin polifiletik olduğunu dolayısıyla cins içerisindeki belirli türlerin farklı cinslere ait olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmalarda İtalya'dan GenBank'a girilmiş bir *S. dicentrarchi* 18S rDNA genotipinin (AY278564) filogenetik analizler sonucunda *Kudoa* türleri ile kümelendiği ortaya konulmuştur. Daha sonradan yapılan çalışmalarda Bartošová ve ark., (2009; 2011), 18S rDNA ve 28S rDNA gen bölgelerinin birleştirilmiş nükleotid dizilerine dayalı filogenetik analizleriyle yukarıdaki bulguyu doğrulamıştır. Ayrıca çok küçük iki çekirdekli spor ve üst üste binen kabuk valflerinin ultrastrüktürel detayı gibi *Kudoa* için belirleyici özelliklere bağlı olarak *S. dicentrarchi*'nin *Kudoa* cinsine ait olabileceği Dyková ve ark., (2009) tarafından ortaya atılmıştır. Bütün bu çalışmaların ışığında *S. dicentrarchi* türü Casal ve ark., (2019) tarafından *Kudoa* cinsine transfer edilmiş ve *K. dicentrarchi* olarak isimlendirilmiştir. Bu tür bugüne kadar İtalya (*D. labrax*), İspanya (*D. labrax*), Portekiz (*D. labrax*, *Dicentrarcus punctatus*), Kuzey Karadeniz (*Mugil cephalus*, *Paramugil parmatus*, *Valamugil speigleri*, *V. formosae*)'den rapor edilmiştir (Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1993b; Fiovaranti ve ark., 2004; Xavier ve ark., 2013; Rangel ve ark., 2016; Yurakhno ve Thi, 2019; Yurakhno ve ark. 2021). Ülkemizde ise günümüze kadar sadece iki *Kudoa* türüne ait kayıt bulunmuştur. Bunlar kum kaya balığının (*Neogobius melanostomus*) kas dokularından *K. nilüferi* ve çamuka balığının (*Atherina hepsetus*) kas dokuları, böbrek ve üriner kesesinden *K. anatolica* olarak kayıtlara geçmiştir (Özer ve ark., 2018). Buna karşın ülkemizde *K. dicentrarchi*'ye dair bir herhangi bir kayda rastlanmamıştır. Bu bağlamda bu çalışma *Kudoa dicentrarchi* için Türkiye'den ilk kayıtları içermektedir.

K. dicentrarchi yukarıda belirtilen çalışmalarda konakların gonad, mesane, safra kesesi, bağırsak, mide, böbrekler, dalak, karaciğer-pankreas ve serozalarını kapsayan farklı doku ve organlarından rapor edilmiştir. Benzer şekilde, bu çalışmada *K. dicentrarchi* olarak teşhis edilen örnekler levrek balıklarının hem safra sıvısında

hem de gonadlarında tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz bu sonuçlar *K. dicentrarchi*'nin doku özgünlüğünün olmadığı görüşünü doğrular niteliktedir (Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1993b; Fiovaranti ve ark., 2004; Xavier ve ark., 2013; Rangel ve ark., 2016; Yurakhno ve Thi, 2019; Yurakhno ve ark. 2021).

Çalışmamızda kültürü yapılan levrek balıklarının *Kudoa dicentrarchi* türü parazit prevalansı yıllık %38.75 olarak hesaplanmıştır. Muğla bölgesi balıklarında *K. dicentrarchi* parazit prevalansı yıllık olarak %40 hesaplanırken, bu oranın haziran ayında %80'lere, ağustos ayında %90'lara çıktığı görülmüştür. İzmir'den temin edilen balıkların yıllık prevalansı ise %36.6 olarak hesaplanırken, bu oranın eylül ayında %100'e, temmuz ve ekim aylarında %90'a ulaştığı görülmüştür. Enfeksiyonun her iki bölgede de kış aylarında en düşük seviyelere indiği görülmüştür. Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero (1993b) tarafından İspanya kıyılarından temin edilen levreklerde yapılan bir çalışmada *K. dicentrarchi* prevalansının yabani balıklarda %100, kültüre alınan balıklarda %70.5 olduğu bildirilmiştir. Fiovaranti ve ark., (2004)'nin 2000-2003 yılları arası yaptığı bir çalışmada İtalya kıyılarında kültürü yapılan levrek balıklarında *K. dicentrarchi* enfeksiyon oranının %52.2 olduğu bildirilmiştir. Fiovaranti ve ark., (2006)'nin 2002-2005 yılları arası yine İtalya'da farklı çiftlik şartlarındaki levreklerde yaptığı bir başka çalışmada bu oranın %2.6 ile %59 arasında değiştiği ve ortalama %41.6 olduğu, Merella ve ark. (2006)'nin Akdeniz'de yaptığı bir çalışmada bu oranın %2.0 ile %49.3 arasında değiştiği bildirilmiştir. Castro ve ark., (2018)'nin 2003-2013 yılları arasında Portekiz'de farklı lokasyonlardaki levrek balıklarında yaptığı bir çalışmada ise *K. dicentrarchi* türü parazit prevalansının %96.2 ile %44.2 arasında değiştiği, bu farklılığın örneklerin daha genç balıkları içermesinden ve enfeksiyonun yaşlı balıklarda daha yaygın olmasından, kültür balıklarının yabani balıklara göre daha az enfeksiyon içermesinden, büyük balıkların küçük balıklara göre daha yoğun enfeksiyona maruz kalmalarından dolayı oluşabileceği rapor edilmiştir. Farklı çalışmalarda verilen bu bilgilerle bu çalışmada elde edilen enfeksiyon oranları genel olarak birbiriyle uyumaktadır. Bunun yanı sıra prevalanslardaki bu değişimlerin lokalite farklılıklarına bağlı olduğu düşünülebilir. Farklı denizlerdeki su sıcaklıklarının farklı

derecelerde olması parazitlerin enfeksiyon oranını etkilemektedir. Enfeksiyon oranı genellikle yaz aylarında deniz suyu sıcaklığının artmasına bağlı olarak yüksek seviyelerde görülürken, kış aylarında su sıcaklığı düştüğü için düşük seviyelerde izlenir. Ayrıca bu parazit enfeksiyonunun kümülatif olması sebebiyle, *K. dicentrarchi*'nin konakçının immünolojik sistemi tarafından vücuttan atılmaması ve zamanla yeni enfeksiyonlar oluşturması muhtemeldir.

Morfotip 2'yi temsilen seçilen örneklerin (DTIS_2 ve DEBS_4) yapılan filogenetik analizler sonucu *Ceratomyxa diplodae* ile aynı soy hattı içerisinde yer aldığı ve bu genotip ile örneklerin nükleotid dizi benzerliğinin %99.4 ve üzerinde çıktığı görülmüştür (Şekil 4.8, 4.9, 4.10) (Çizelge 4.2). Okay ve ark. 2021'de *Ceratomyxa* cinsi içerisindeki en yakın ilişkili nominal türler arasındaki 18S rDNA nükleotid dizi benzerliğinin maksimum %97 olduğunu bildirmiştir. Gerek *C. diplodae* ile aynı soy hattında olmaları gerekse çok yüksek nükleotid dizi benzerlikleri örneklerimizin bu türe ait olabileceğini düşündürmüştür. Bu amaçla örneklerimizden elde edilen detaylı morfolojik ölçümler gerek bu türün orjinal tanım makalesi (Lubat ve ark., 1989) gerekse de dünyanın farklı bölgelerinden elde edilen *C. diplodae* ölçüm değerleri ile dikkatli biçimde karşılaştırılmıştır. Çizelge 4.11'de karşılaştırılan ölçüm değerleri özetlenmiştir.

Çizelge 4.11 *Ceratomyxa diplodae* Türlerinin Konağı, Lokasyonu ve Morfometrik Ölçüm Oranları (μm)

Konak	Lokasyon	Spor Boyu	Spor Genişliği
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Ege Denizi/Türkiye	6.69±1.49 (3.62-8.88)	22.00±5 (9.83-27.97)
<i>Diplodus annularis</i>	Montenegro	6.0 (5.0–7.0)	20.0 (18.0–22.0)
<i>Dicentrarchus labrax</i>	İspanya	6.2 ± 0.4 (5.0–7.5)	20.9 ± 2.8 (17.0–27.0)
<i>Diplodus puntazzo</i>	Yunanistan	6.6 ± 0.5	24.0 ± 0.8
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Portekiz	5.7 ± 0.5 (4.8–6.7)	20.0 ± 2.5 (16.3–24.0)

PKU	PKG	Kaynak
1.6±0.3 (0.94-2.69)	1.6±0.4 (1.02-4.41)	Bu Çalışma
2.2	2.0	Lubat ve ark., (1989)
3.0 ± 0.3 (2.5–3.8)	2.8 ± 0.4 (2.0–3.8)	Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero (1993a)
2.7 ± 0.2	2.7 ± 0.2	Katharios ve ark., (2007)
2.9 ± 0.3 (2.5–3.4)	2.9 ± 0.3 (2.5–3.4)	Rocha ve ark., (2016)

Çizelge 4.11’de görülebileceği gibi örneklerimizin ortalama spor boyu, polar kapsül boyu ve polar kapsül genişliği değerlerinin türün orjinal tanımlama makalesinde (Lubat ve ark., 1989) verilen sınır değerlerinin içinde olduğu görülmüş ancak spor genişliğinin bu değerden fazla olduğu görülmüştür. Buna rağmen bu değer, aynı parazitin ortalama ölçülerinin verildiği diğer çalışmalarda verilen sınırlar içerisinde çıkmıştır (Katharios ve ark., 2007) (Çizelge 4.8). Değerlerdeki mikrometrik ölçüm farklarının ölçümde insan hatasına, lokalite farklılığına, konak bireylerin ergin ya da juvenil olmasına ya da tür içi plastisiteye bağlı olabileceği düşünülmektedir. Sonuç olarak hem moleküler filogenetik analizlerden hem de morfolojik gözlemlerden elde edilen sonuçlar örneklerimizin tümünün *Ceratomyxa diplodae* türüne ait olduğunu göstermiştir.

Ceratomyxa diplodae ilk olarak Lubat ve ark., tarafından 1989 yılında Adriyatik Denizi’ndeki *Diplodus annularis*’in safra kesesinden izole edilmiş ve tanımlanmıştır. Daha sonra bu tür İspanya (*D. labrax*), Yunanistan (*Diplodus puntazzo*) ve Portekiz (*D. labrax*) gibi ülkelerden rapor edilmiştir (Lubat ve ark., 1989; Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero, 1993a; Katharios ve ark., 2007; Rocha ve ark., 2016). Ülkemizde *Ceratomyxa* cinsine ait farklı 6 farklı parazit türü tanımlanmıştır. Bunlar Karadeniz’den zargana balığından (*Belone belone*) *Ceratomyxa belonea*, Mezgit balığından (*Merlangius merlangus*) *C. merlangi*, iskorpit balığından (*Scorpaena porcus*) safra kesesinde tespit edilen *C. scorpaeni*, dil balığının (*Solea solea*) safra kesesinden potansiyel bir *Ceratomyxa* türü, kalkan balığından (*Scophthalmus maeoticus*) potansiyel yeni bir *Ceratomyxa* türü ve Ege Denizi’nden levrek balığından (*Dicentrarchus labrax*) *Ceratomyxa* sp. olarak kayıtlara geçmiştir (Özer ve Öztürk, 2011; Özer ve Yurakhno, 2013; Özer ve ark., 2017; Yurakhno ve

ark., 2017; Eiras, 2006; Eiras ve ark., 2018; Okkay, 2019). Buna karşın ülkemizde *C. diplodae*'ye dair bir herhangi bir kayda rastlanmamıştır. Bu durumda bu çalışma *Ceratomyxa diplodae* için Türkiye'den ilk kayıtları içermektedir ve bu bulgu ülkemiz parazit faunası için yeni kayıt niteliğindedir.

Dyková ve Lom (1988, 2007) yaptıkları çalışmalarda *Ceratomyxa* türlerinin enfeksiyonlarının sıklıkla safra kesesinde gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte Álvarez-Pellitero ve Sitjà-Bobadilla, (1993) ağır *Ceratomyxa diplodae* enfeksiyonlarında parazitin safra kesesinden bağırsak, yüzme kesesi, pankreas ve mezenter gibi diğer organlara yayılabildiğini ancak genellikle, balıklarda herhangi bir dış enfeksiyon belirtisi görülmediğini belirtmişlerdir. Aynı çalışmada *C. diplodae*'nin genellikle safra kesesinde histopatolojik lezyonlara, doku nekrozuna ve epitel altı bağ dokusunun iltihaplanmasına neden olması sebebiyle komşu pankreas dokusunu da etkileyebileceği bildirilmiştir. Ayrıca Okamura ve ark., (2015) bazı miksozoaların filogenetik olarak yakından ilişkili konaklara özgüllük gösterdiğini belirtmişlerdir. Alama-Bermejo ve ark., (2011), aynı habitatı paylaşan, yakından ilişkili balık türlerini incelediğinde *Ceratomyxa* cinsinin Akdeniz sparidlerinde konakçıya özgü olduğunu belirtmişlerdir. Gunter ve ark., (2009) ise *Ceratomyxa* spp. türlerinin genellikle tek bir konak türünde bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada *Ceratomyxa diplodae* türü parazit levrek balıklarının sadece safra sıvısında tespit edilmiştir. Ayrıca bu tür daha önce de aynı organlardan bildirilmiştir. Bu da bu türün doku seçiciliğinin olabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda *C. diplodae* parazitin prevalansı yıllık total %37.92 olarak hesaplanmıştır. Muğla bölgesi balıklarında prevalans %47.5 olarak hesaplanırken, bu oranın eylül ve ekim aylarında %90'a, ağustos ayında %70'lere ulaştığı görülmüştür. İzmir'den temin edilen balıkların yıllık prevalansı ise %28.33 olarak hesaplanırken, bu oranın ağustos ve ocak aylarında %70'e ulaştığı görülmüştür. *C. diplodae* enfeksiyonu Muğla bölgesinde en düşük sonbahar mevsiminde, İzmir bölgesi'nde ise en düşük kış mevsiminde görülmüştür. *Ceratomyxa diplodae*'nin daha önceki çalışmalarda Merella ve ark., (2005) tarafından 2000-2002 yılları arası Sardunya (Akdeniz) kıyılarından sivri burun karagöz balığında (*Diplodus puntazzo*) %51 oranında enfeksiyon yaptığı, Fiovaranti ve ark., (2006)'ı tarafından 2002-2005 yılları

arası İtalya’da farklı çiftlik şartlarındaki levreklerde yaptığı bir çalışmada total prevalansının %1.2 olduğu, Rocha ve ark., (2016)’larının 2012-2013 yılları arası Portekiz’den alınan levrek balıklarıyla yapılan bir çalışmada yıllık parazit prevalansının %7.1 olduğu, Castro ve ark., (2018)’nin 2003-2013 yılları arasında Portekiz’de levrek balıklarında farklı lokasyonlarda yaptığı bir çalışmada *C. diplodae* türü parazit prevalansının en yüksek ve en düşük %46.5 ile %11.6 arasında değiştiği bildirilmiştir. Prevalanslardaki bu değişikliğin lokasyon farklılığından, denizlerin tuzluluk ve sıcaklık derecelerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda *Ceratomyxa* cinsi mikospor morfolojisi gösteren Morfotip 3’e ait örnekler üzerine uygulanan moleküler analiz yöntemlerinden başarılı sonuçlar alınamamıştır. Parazitimizin detaylı morfolojik yapısı incelendiğinde ve morfometrik ölçüm değerleri alındığında mevcut literatürde yine levrek balıklarının safra kesesinden izole edilen *Ceratomyxa labracis* türüyle benzerlik gösterdiği görülmüştür. Bu tür ilk kez (1993a) Sitjà-Bobadilla ve Álvarez-Pellitero tarafından İspanya’dan levrek balıklarının (*Dicentrarchus labrax*) safra sıvısından izole edilmiştir. Bu tanım türüne ait parazitin morfometrik ölçüm değerlerinin bizim bulduğumuz parazit ölçümleriyle karşılaştırılması aşağıdaki çizelgede (Çizelge 4.12) verilmiştir.

Çizelge 4.12 *Ceratomyxa* sp. Türüne Ait Parazitle *C. labracis* (Sitjà-Bobadilla ve Alvarez-Pellitero, 1993) Türü Tanım Parazitin Konağı, Lokasyonu ve Mikrometrik Ölçüm Değerlerinin (μm) Karşılaştırılması

Konak/Kaynak	Lokasyon	Spor Boyu	Spor Genişliği
<i>D. labrax</i> (Bu Çalışma)	Ege Denizi/Türkiye	6.67±0.9 (5.65-9.42)	15.70±2.37 (13.37-22.97)
<i>D. labrax</i> (Sitjà-Bobadilla ve Alvarez-Pellitero, 1993)	EbroNehri/Akdeniz	6.2±0.4 (5-8)	12.4±1.5 (10-15)
Valf Uzantısı Boyu	Total Boy	PKU	PKG
61.19±11.45 (33-80)	138.08±16.9 (130-167)	2.40±0.46 (1.80-3.59)	2.41±0.5 (1.57-3.93)
66.1±20.6 (30-120)	144.6±39.9 (75-233)	3.1±0.6 (2-4)	2.7±0.5 (2-3.5)

Çizelge 4.12’de görüldüğü üzere bizim bulduğumuz parazite ait ölçülerde parazit uzunluğu ve her iki polar kapsülün genişlik ve uzunluk ölçümleri orjinal tanımlamadaki sınırın içerisindeyken, spor genişliğinin 13.37-22.97 (15.70±2.3) µm ile verilen değerlerden birkaç mikron yüksek olduğu görülmüştür. Ancak, valf uzantısı dahil total spor genişliği ölçüm değerlerinin verilen sınırların içerisinde ve ortalama değerlerde olduğu görülmektedir. Bu sonucun, spor genişliği ve valf uzantısı ölçümü yapılırken valf uzantısının ana gövdeyle birleşim yerinin tam ayırt edilememesinden kaynaklanabileceği kanısındayız. Örneklerimiz levrek balıklarından izole edilen *C. labracis* türüne benzer morfolojik özellik ve yakın morfometrik ölçüm değerleri gösterebilir de bu bulgulara ek moleküler çalışmalara da ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yüzden, bu *Ceratomyxa* türünün şimdilik tarafımızca *Ceratomyxa* sp. olarak cins bazında tanımlanması uygun bulunmuştur.

Bu çalışmada *Ceratomyxa* sp. olarak tanımladığımız bu parazit türünün yine bu çalışmada tanımladığımız *Kudoa dicentrarchi* ve *Ceratomyxa diplodae* türü parazitlere göre daha az oranda enfeksiyon oluşturduğu gözlenmiştir. İncelenen 240 tane levrek balığının sadece 6 tanesinin safra kesesinde bu parazit türü görülmüştür. Parazit prevalansı yıllık %2.5 olarak hesaplanmıştır. Parazitin yaz mevsiminde %1.66, kış mevsiminde %3.33, ilkbaharda ise %5 prevalans gösterdiği görülmüştür. Sonbahar mevsiminde bu parazite rastlanmamıştır. Álvarez-Pellitero ve Sitjà-Bobadilla tarafından Ebro Nehri deltasında 1993 yılında farklı yoğunluklardaki levrek kafeslerinden farklı zamanlarda ve farklı yaş gruplarından alınan levrek balıklarında %13.80 ile %70 oranında *C. labracis* türü parazit tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda görülen düşük parazit prevalansının örnekleme alanlarımızdaki coğrafi farklılığın bir sonucu olarak parazitin Ege Denizi’ne tam olarak adapte olamamasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

270’in üzerinde türü olduğu bilenen *Ceratomyxa* cinsinin levrek balıklarında tespit edilen sadece 2 türünün (*Ceratomyxa diplodae* ve *Ceratomyxa labracis*) olduğu bilinmektedir. Dünya çapında bir dağılıma sahip olan *Ceratomyxa* türleri genellikle konağın safra kesesini enfekte eden sölözoid parazitlerdir. Bu parazit türleri çeşitli hücrelerde vakuol oluşumuna, anormalliklere, doku hücrelerinde ölümlere ve safra

kesesinde histopatolojik hasara neden olsa da, konaklarında ölüm oranları oldukça düşüktür (Álvarez-Pellitero ve Sitjà-Bobadilla, 1993; Castro ve ark., 2018). Bu durumda en önemli etkenin enfeksiyonun gerçekleştiği organın spesifik olarak safra kesesi olması ve bu organın da hayati derecede önem arz etmemesinden kaynakladığı düşünülebilir (Özer, 2020).

Ülkemiz denizlerinde bu zamana kadar çeşitli balık türlerinden 29 miksozoa parazit tür seviyesinde, 8 parazit de cins seviyesinde tanımlanmıştır. Bu çalışmaların Karadeniz Bölgesi'nde yoğunluk kazandığı görülmektedir. Ege Denizi'nden daha önce sadece Altunel (1983) tarafından kefal balığından (*Mugil cephalus*) *Myxobolus exiguous* (Thélohan, 1985) türü ve Özer ve Öztürk (2011) tarafından levrek balıklarında (*Dicentrarchus labrax*) *Ceratomyxa* sp. türü parazit tanımlanmıştır (Özer, 2020).

Miksozoa taksonomisi esas olarak morfoloji ve spor yapısına dayanmasına rağmen, bazı araştırmacılar geleneksel sınıflandırmanın yeterli olmadığını ve filogenetik ilişkileri yansıtmadığını iddia eder (Fiala, 2006; Shin ve ark., 2014). Morfolojik verilerin yetersiz kaldığı ve birçok kriptik tür olduğu daha önce birçok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (kaynak). Bu nedenle tür farklılıklarını ortaya çıkarmak için moleküler araştırmalara ihtiyaç vardır. 18S rDNA'nın nükleotid dizilerine bağlı olarak yapılan filogenetik analizler bu çalışmada yüksek Bootstrap değerleriyle de desteklenmiş ve türler arası ilişkileri ortaya koymuştur.

Bu tez çalışmasında Ege Bölgesi levrek balıklarında görülen miksozoa parazit türlerine dair bilgiler ülkemiz parazit faunası için yeni kayıt niteliğindedir. Yapılan bu çalışmayla hem morfolojik hem de moleküler düzeyde *Kudoa dicentrarchi* ve *Ceratomyxa diplodae* türleri tanımlanmıştır. *Ceratomyxa* cinsine ait *C. labracis* morfolojisinde bir tür de *Ceratomyxa* sp. olarak tanımlanmıştır. Bu türler Türkiye'de levrek balıklarında tür seviyesinde tanımlanan ilk bireyler olmuştur. Bu araştırmayla Türkiye ve özellikle Ege Bölgesi'ndeki mevcut balık-parazit faunasına katkı sağlanmıştır. Ayrıca elde edilen filogenetik bulgular ile Ege Bölgesi miksozoa faunası soy hattının belirlenmesine yönelik çalışmalara katkıda bulunulmuştur. Sonuç olarak

morfolojik karakterlere ve filogenetik analizlere dayalı bu tez alışması Ege Denizi'ndeki tür seviyesindeki ilk miksozoa balık paraziti kaydıdır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında elde edilen önemli sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

1. Muğla ve İzmir'deki yetiştiricilik çiftliklerinden yıl boyunca temin edilen toplam 240 adet levrek örneğinin 147 tanesinde (%61.25) miksozoa enfeksiyonuna rastlanmıştır. Enfeksiyon en fazla yaz ve sonbahar aylarında görülmüştür.

2. Yapılan mikroskobik gözlemler neticesinde 3 farklı miksozoa türü tespit edilmiştir. Morfolojik ve moleküler analizler bunlardan bir tanesinin *Kudoa dicentrarchi*, diğerinin *Ceratomyxa diplodae* türlerine ait olduğunu ortaya koymuştur. Üçüncü türümüz her ne kadar morfolojik özelliklerine göre *Ceratomyxa labracis* türü ile benzeşiyorsa da, bu türe ait genetik bilgiler elde edilememiştir. Bu nedenle net olarak bu tür içerisine yerleştirilememiştir.

3. Bu çalışma sonucunda *Kudoa dicentrarchi* ve *Ceratomyxa diplodae* türleri için Türkiye denizlerinden ilk kayıtları vermekteyiz. Bu bulgular ülkemiz miksozoa parazit faunası için yeni kayıt niteliğindedir.

4. Elde ettiğimiz *Ceratomyxa diplodae* ve *Ceratomyxa* sp. örneklerinin tamamının safra kesesi enfekte ettiği gözlenmiştir. Bu sonuç mevcut literatür bilgisiyle uyumludur ve bu cinse ait türlerin doku seçiciliğinin olabileceği fikrini desteklemektedir.

5. Çalışmamızdaki *Kudoa dicentrarchi* örnekleri levreklerin safra kesesi ve gonadlarında tespit edilmiştir. Bu durum genel literatür ile uyum göstermektedir ve bu sonuç *Kudoa* türlerinin doku seçiciliği olmadığı fikrini desteklemektedir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar göstermiştir ki miksozoa balık parazitleri tıpkı Karadeniz'de olduğu gibi Ege Denizi'nde de yayılış gösteren balıklarda bulunmaktadır. Dolayısıyla sonuçlarımız denizlerimizde yetiştiriciliği ve avcılığı yapılan diğer balık türlerinde de moleküler tabanlı benzer çalışmaların yapılması gerektiğini ortaya koymuştur.

6. KAYNAKLAR

- Abdel-Ghaffar, F., El-Toukhy, A., Al-Quraishy, S., Al-Rasheid, K., Abdel-Baki, AS., Hegazy, A., & Bashtar, AR. (2008). Five new myxosporean species (Myxozoa: Myxosporea) infecting the Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in Bahr Shebin, Nile Tributary, Nile Delta, Egypt. *Parasitology research*, 103(5), 1197–1205. <https://doi.org/10.1007/s00436-008-1116-z>.
- Abeni, AA., Ibiyinka, O., & Funmilayo, CF. (2015). Effect of Processing on the Nutritive Value of *Clarias gariepinus* from Isinla Fish Pond, Ado Ekiti, Nigeria. *American Journal of BioScience*, 3, 262.
- Abollo, E., Novoa, B., & Figueras, A. (2005). SSU rDNA analysis of *Kudoa rosenbuschi* (Myxosporea) from the Argentinean hake *Merluccius hubbsi*. *Diseases of aquatic organisms*, 64(2), 135-139.
- Abou Zaid, AA., Bazh, EK., Desouky, AY., & Abo-Rawash, AA. (2018). Metazoan parasite fauna of wild sea bass; *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) in Egypt. *Life Science Journal*, 15(6).
- Ackman, RG. (1990). Seafood lipids and fatty acids. *Food Reviews International*, 6(4), 617-646.
- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE transactions on automatic control*, 19(6), 716-723.
- Akın, Y. (2010). Çipura ve Levrek Balıklarının Yetiştiriciliği ve Doğal Ortamda Avcılığı. 10.13140/RG.2.2.13171.58406.
- Akkaya, H., Türkmen, H. & Vuruşaner, C. (1996). Balık Parazitleri. İkinci Baskı, Teknik Yayıncılık, pp. 62. Avcılar- İstanbul.
- Alama-Bermejo, G., Raga, JA., & Holzer, AS. (2011). Host–parasite relationship of *Ceratomyxa puntazzi* n. sp. (Myxozoa: Myxosporea) and sharpnose seabream *Diplodus puntazzo* (Walbaum, 1792) from the Mediterranean with first data on ceratomyxid host specificity in sparids. *Veterinary Parasitology*, 182(2-4), 181-192.
- Alama-Bermejo, G., & Hernández-Orts, JS. (2018). *Ortholinea concentrica* n. sp. (Cnidaria: Myxozoa) from the Patagonian seabass *Acanthistius patachonicus* (Jenyns, 1840) (Perciformes: Serranidae) off Patagonia, Argentina. *Parasitology research*, 117(12), 3953–3963. <https://doi.org/10.1007/s00436-018-6105-2>.
- Alama-Bermejo, G., Hernández-Orts, JS., Huchon, D., & Atkinson, SD. (2021). Two novel myxosporean parasite species of *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 from the banded cusk-eel *Raneya brasiliensis* (Kaup) (Ophidiiformes: Ophidiidae) off Patagonia, Argentina. *Parasitology International*, 85, 102433.
- Alama-Bermejo, G., & Holzer, AS. (2021). Advances and discoveries in myxozoan genomics. *Trends in parasitology*, 37(6), 552-568.

- Ali, MA. (2000). Ortholinea basma n. sp. (Myxozoa: Myxosporea) from agile klipfish *Clinus agilis* (Teleostei: Clinidae), light and scanning electron microscopy. *European Journal of Protistology*, 36(1), 100-102.
- Alishahi, A., & Aider, M. (2012). Applications of chitosan in the seafood industry and aquaculture: a review. *Food and Bioprocess Technology*, 5(3), 817-830.
- Alparslan Y., & Baygar T. (2009). Levrek balığının Türkiye ve Dünyada yeri, önemi ve pazar durumu ABMYO Dergisi. 13, (31-40), Muğla Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi.
- Alpbaz, AG. (1990). Deniz Balıkları Yetiştiriciliği, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksekokulu Yayınları, İzmir, Türkiye. Ege Üniversitesi Basımevi. 9754830983-335s.
- Altunel, FN. (1983). Parasitism in mullets (*Mugil spp.*). I. national congress of the marine and freshwater researchs, Journal of Ege University Science Faculty 364-378.
- Alvárez-Pellitero, P., Sitjà-Bobadilla, A., & Franco-Sierra, A. (1993). Protozoan parasites of wild and cultured sea bass, *Dicentrarchus labrax* (L.), from the Mediterranean area. *Aquaculture Research*, 24(1), 101-108.
- Alvárez-Pellitero, P., & Sitjà-Bobadilla, A. (1993). Pathology of Myxosporea in marine fish culture. *Diseases of Aquatic Organisms*, 17, 229-229.
- Anlauf, A. (1990). Cyst formation of *Tubifex tubifex* (Müller)—an adaptation to survive food deficiency and drought. *Hydrobiologia*, 190(1), 79-82.
- Anonim, (2012). <https://akuaturk.com/2012/10/dicentrarchus-labrax-levrek/>-(Erişim Tarihi: 08.08.2021).
- Anonim, (2014). T.C Teknoloji ve Sanayi Bakanlığı, Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı (Doğaka), Kültür Balıkçılığı Sektör Raporu. <https://www.dogaka.gov.tr/dokuman-merkezi/arastirma-ve-planlama/enerji-sektor-raporu-2014>-(Erişim Tarihi: 11.07.2021).
- Anonim, (2016a). Su Ürünleri 2016. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2016-24657>-(Erişim Tarihi: 20.06.2021).
- Anonim, (2018). The Food and Agriculture Organization (FAO). The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/I9540EN/> -(Erişim Tarihi: 03.09.2021)
- Anonim, (2019a). Su Ürünleri Sektör Politika Belgesi 2019-2023. Tarım ve Orman Bakanlığı -TAGEM, Ankara.-(Erişim Tarihi: 15.07.2021).

- Anonim, (2019b). <https://bilgiyanem.com/levrek-baligi->(Erişim Tarihi: 09.06.2021).
- Anonim, (2020a). The Food and Agriculture Organization (FAO). http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/usr/local/tomcat/8.5.16/figis/webapps/figis/temp/hqp_608770916339444529.xml&outtype=html-(Erişim Tarihi: 22.07.2021).
- Anonim, (2020b). Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK). Su Ürünleri 2020. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2020-37252->(Erişim Tarihi: 23.06.2021).
- Anonim, (2020c). Kùltür Balıkları Üretim Miktarı, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK). <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> - (Erişim Tarihi: 03.08.2021).
- Anonim, (2021a). The Food and Agriculture Organization (FAO). Global Aquaculture Production database. <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/en->(Erişim Tarihi: 05.06.2021).
- Anonim, (2021b). Su Ürünleri 2020. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2020-37252->(Erişim Tarihi: 16.07.2021).
- Anonim, (2021c). <https://tr.wikipedia.org/wiki/Levrek->(Erişim Tarihi: 11.08.2021).
- Anonim, (2021d). https://fish-commercial-names.ec.europa.eu/fish-names/species_en?sn=14427- (Erişim Tarihi: 05.12.2021).
- Anonim, (2021e). The Food and Agriculture Organization (FAO). Fishery and Aquaculture Statistics. 1976-2019,(2021). www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en- (Erişim Tarihi: 01.10.2021).
- Anonim, (2021f). <http://ourmarinespecies.com/c-fishes/european-sea-bass/-> (Erişim Tarihi: 05.08.2021).
- Anonim, (2021g). World Register of Marine Species (WoRMS). <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=146271->(Erişim Tarihi: 13.08.2021).
- Anonim, (2021h). <https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Belgeler/Icerikler/Su%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi/Su-Urunleri-Tesisleri-2019.pdf->(Erişim Tarihi:07.08.2021).
- Anonim, (2021ı). https://tr.wikipedia.org/wiki/Ege_B%C3%B6lgesi-(Erişim Tarihi:16.03.2021).

- Anonim, (2021i). <https://www.indiamart.com/proddetail/dna-extraction-kit-21293661691.html>-(Erişim Tarihi:04.08.2021).
- Anonim, (2022a). Su Ürünleri 2021. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2021-45745>-(Erişim Tarihi:05.06.2022).
- Anonim, (2022b). World Register of Marine Species (WoRMS). <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=120243> -(Erişim Tarihi: 16.06.2022)
- Arvanitoyannis, IS., & Tserkezou, P. (2014). Irradiation of Fish and Seafood. *Seafood Processing*, 83-127.
- Atkinson, SD., Bartošová-Sojková, P., Whipps, CM., & Bartholomew, JL. (2015). Approaches for characterising myxozoan species. In *Myxozoan evolution, ecology and development* (pp. 111-123). Springer, Cham.
- Atkinson, SD., Bartholomew, JL., & Lotan, T. (2018). Myxozoans: ancient metazoan parasites find a home in phylum Cnidaria. *Zoology*, 129, 66-68. <https://doi.org/10.1016/j.zool.2018.06.005>.
- Austin, B. (1987). Bacterial fish pathogens. Diseases in Farmed and Wild Fish. Ellis Horwood Limited, 364 p., Chichester.
- Azevedo, C., Rocha, S., Matos, E., Oliveira, E., Matos, P., Al-Quraishy, S., & Casal, G. (2016). Ultrastructural and phylogenetic description of *Kudoa orbicularis* n. sp.(Myxosporidia: Multivalvulida): a parasite infecting the muscle of the fish *Chaetobranchopsis orbicularis* (Teleostei: Cichlidae) in the Amazon Region. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 63(1), 27-36.
- Bahri, S., & Marques, A. (1996). Myxosporean parasites of the genus *Myxobolus* from *Mugil cephalus* in Ichkeul lagoon, Tunisia: description of two new species. *Diseases of Aquatic Organisms*, 27(2), 115-122.
- Bartholomew, JL., Atkinson, SD., Hallett, SL., Lowenstine, LJ., Garner, MM., Gardiner, CH., ... & Brown, JD. (2008). Myxozoan parasitism in waterfowl. *International Journal for Parasitology*, 38(10), 1199-1207.
- Bartošová, P., Fiala, I. and Hypša, V. (2009). Concatenated SSU and LSU rDNA data confirm the main evolutionary trends within myxosporidians (Myxozoa: Myxosporidia) and provide an effective tool for their molecular phylogenetics. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 53, 81–93.
- Bartošová, P., Freeman, M. A., Yokoyama, H., Caffara, M. & Fiala, I. (2011). Phylogenetic position of *Sphaerospora testicularis* and *Latyspora scomberomori* n. gen. n. sp. (Myxozoa) within the marine urinary clade. *Parasitology* 138, 381–393.

- Bartošová, P., & Fiala, I. (2011). Molecular evidence for the existence of cryptic species assemblages of several myxosporeans (Myxozoa). *Parasitology Research*, 108(3), 573-583.
- Béné, C., Barange, M., Subasinghe, R., Pinstруп-Andersen, P., Merino, G., Hemre, G. I., & Williams, M. (2015). Feeding 9 billion by 2050—Putting fish back on the menu. *Food Security*, 7(2), 261-274.
- Berry, M., Fletcher, J., McClure, P., & Wilkinson, J. (2008). Effects of freezing on nutritional and microbiological properties of foods. *Frozen food science and technology*, 26.
- Bittencourt, LS., da Silva, DT., Hamoy, I., de Carvalho, AA., da Silva, MF., Videira, M., ... & Matos, E. (2021). Morphological and Phylogenetic Features of *Ceratomyxa macapaensis* n. sp. (Myxozoa: Ceratomyxidae) in *Mesonauta festivus* Heckel, 1840 (Cichliformes: Cichlidae) from the Eastern Amazon Region. *Acta Parasitologica*, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s11686-021-00460-x>.
- Boreham, RE., Hendrick, S., O'Donoghue, PJ., & Stenzel, DJ. (1998). Incidental finding of *Myxobolus* spores (Protozoa: Myxozoa) in stool samples from patients with gastrointestinal symptoms. *Journal of Clinical Microbiology*, 36(12), 3728-3730.
- Bozianis IS. (2014). Introduction to seafood processing-assuring quality and safety of seafood, West Sussex, UK: John Wiley & Sons, Ltd: 1-8.
- Braun, 2005. The world food situation. New driving forces and required actions. Washington, D.C, USA, International Food Policy Research Insitutute. 1-8.
- Brown-Elliott, BA., Brown, JM., Conville, PS., & Wallace Jr, RJ. (2006). Clinical and laboratory features of the *Nocardia* spp. based on current molecular taxonomy. *Clinical microbiology reviews*, 19(2), 259-282.
- Bruno, DW., & Woo, PT. (2002). 9 Sporadic, Emerging Diseases and Disorders. *Diseases and Disorders of Finfish in Cage Culture*, 305.
- Burger, M.; Cribb, T.; Adlard, R. (2007). Patterns of relatedness in the Kudoidae with descriptions of *Kudoa chaetodoni* n. sp. and *K. lethrini* n. sp. (Myxosporea: Multivalvulida). *Parasitology*. 134(05): 669-681., available online at <https://doi.org/10.1017/s0031182006001995>.
- Burger, MAA., Barnes, AC., & Adlard, RD. (2008). Wildlife as reservoirs for parasites infecting commercial species: host specificity and a redescription of *Kudoa amamiensis* from teleost fish in Australia. *Journal of Fish Diseases*, 31(11), 835-844.
- Burger, MA., & Adlard, RD. (2010). Phenotypic variation in a significant spore character in *Kudoa* (Myxosporea: Multivalvulida) species infecting brain tissue. *Parasitology*, 137(12), 1759-1772.

- Burger, MAA.; Adlard, RD. (2010). Four new species of *Kudoa* Meglitsch, 1947 (Myxosporea: Multivalvulida) from Australia with recommendations for species descriptions in the Kudoidae. *Parasitology*, 137(5): 793-814., available online at <https://doi.org/10.1017/s0031182009991557>.
- Bush, AO., Lafferty, KD., Lotz, JM., & Shostak, AW. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of parasitology*, 575-583.
- Butler, LJ., Janulewicz, PA., Carwile, JL., White, RF., Winter, MR., & Aschengrau, A. (2017). Childhood and adolescent fish consumption and adult neuropsychological performance: An analysis from the Cape Cod Health Study. *Neurotoxicology and teratology*, 61, 47-57.
- Bütschli, O. (1881). Myxosporidien. *Zoologischer Jahrbuch für*, 1, 162-164.
- Bütschli, O. (1892). Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Engelmann.
- Cairns, AJ., Blake, D., Dowd, K., Coughlan, GD., Epstein, D., Ong, A., & Balevich, I. (2009). A quantitative comparison of stochastic mortality models using data from England and Wales and the United States. *North American Actuarial Journal*, 13(1), 1-35.
- Canning, EU., Okamura, B., & Curry, A. (1996). Development of a myxozoan parasite *Tetracapsula bryozoides* gen. n. et sp. n. in *Cristatella mucedo* (Bryozoa: Phylactolaemata). *Folia Parasitologica*, 43(4), 249-261.
- Canning, EU., Curry, A., Feist, SW., Longshaw, M., & Okamura, B. (2000). A new class and order of myxozoans to accommodate parasites of bryozoans with ultrastructural observations on *Tetracapsula bryosalmonae* (PKX organism). *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 47(5), 456-468. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2000.tb00075.x>.
- Casal, G., Soares, EC., Rocha, S., Silva, TJ., Santos, EL., Nascimento, R., Oliveira, E., & Azevedo, C. (2019). Description of a new myxozoan *Kudoa eugerres* n. sp. and reclassification of two *Sphaerospora* sensu lato species. *Parasitology research*, 118(6), 1719–1730. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06324-8>.
- Castro, R., Cavaleiro, FI., Rangel, LF., Rocha, S., Severino, R., Casal, G., & Santos, MJ. (2018). Myxozoan parasites of the European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (Teleostei: Moronidae): Correlates of infections at the micro-and macroenvironment scales. *Aquaculture*, 485, 17-24.
- Cavalier-Smith, T. (1993). Kingdom protozoa and its 18 phyla. *Microbiological reviews*, 57(4), 953-994.
- Cheng, H., & Qia, ZY. (2012). Taxonomic Study on Myxosporean (Myxozoa: Myxosporea) from Marine Fishes of the Coastal Water of Xiamen. *Aquacultural Science Paper*.p:192.

- Clark, TP., Longo, SB., Clark, B., & Jorgenson, AK. (2018). Socio-structural drivers, fisheries footprints, and seafood consumption: A comparative international study, 1961-2012. *Journal of rural studies*, 57, 140-146.
- Çımat, A., & Duran T. (2018). Muğla İli Su Ürünleri Kooperatif İşletmelerinin Karşılaştıkları Temel Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 17 (66), 433-453.
- Çöteli, FT. (2020). Su Ürünleri Ürün Raporu 2020. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. 978-605-7599-43-8, Ankara.
- da Silva, DT., da Silva, MF., Lima, AM., Matos, PS., de Carvalho Sanches, O., Matos, ER., & Hamoy, IG. (2022). Ultrastructure and molecular phylogeny of the myxozoan *Kudoa ocellatus* n. sp.(Myxozoa: Kudoidae), a parasite of the Oscar, *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831; Teleostei: Cichlidae), a fish from northern Brazil. *Parasitology International*, 86, 102472.
- Davis, HS. (1944). A revision of the genus *Henneguya* (Myxosporidia) with descriptions of two new species. *Transactions of the American Microscopical Society*, 63(4), 311-320.
- Dean, LM. (1990). Nutrition and preparation. In: *The seafood industry*. Eds: Springer, p. 255-67.
- Demirkale, I. (2013). Doğu Akdeniz (Türkiye) Sahillerinden Yakalanan Has Kefal (*Mugil Cephalus* Linnaeus, 1758)'lerde Karşılaşılan *Myxobolus ichkeulensis*, Bahri Ve Marquez, 1996 (Myxosporea)'in Biyolojisi Üzerine Çalışmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı, Adana.
- Diamanka, A., Fall M., Diebakate C., Faye N., & Toguebaye B. (2008). Identification of *Myxobolus episquamalis* (Myxozoa, Myxobolidae) in flathead mullet *Mugil cephalus* (Pisces, Teleostei, Mugilidae) from the coast of Senegal (eastern tropical Atlantic Ocean). *Adriatica*, 49(1), 19-23.
- Diamant, A., Lom, J., & Dyková, I. (1994). *Myxidium leei* n. sp., a pathogenic myxosporean of cultured sea bream *Sparus aurata*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 20(2), 137-141. DOI: 10.3354/dao020137.
- Diamant, A. (1997). Fish-to-fish transmission of a marine myxosporean. *Diseases of Aquatic Organisms*, 30(2), 99-105.
- Diamant A. & Wajsbrot N. (1997) Experimental transmission of *Myxidium leei* in gilt head sea bream *Sparus aurata*. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 17, 99–103.
- Diamant, A. (1998). Red drum *Sciaenops ocellatus* (Sciaenidae), a recent introduction to Mediterranean mariculture, is susceptible to *Myxidium leei* (Myxosporea). *Aquaculture*, 162(1-2), 33-39.

- Diamant, A., Ucko, M., Paperna, I., Colorni, A., & Lipshitz, A. (2005). *Kudoa iwatai* (Myxosporea: Multivalvulida) in wild and cultured fish in the Red Sea: redescription and molecular phylogeny. *Journal of Parasitology*, *91*(5), 1175-1189. <https://doi.org/10.1645/GE-491R.1>.
- Dyková, I., & Lom, J. (1982). *Sphaerospora renicola* n. sp., a myxosporean from carp kidney, and its pathogenicity. *Zeitschrift für Parasitenkunde*, *68*(3), 259-268.
- Dyková I., Lom, J. (1988). *Chloromyxum reticulatum* (Myxozoa, Myxosporea) in the liver of burbot (*Lota lota* L.) and its migration to the final site of infection. *Europ J Protistol* *23*:258–261.
- Dyková, I., & Lom, J. (2007). *Histopathology of protistan and myxozoan infections in fishes: an atlas*. Academia, 219p.
- Dyková, I., Tyml, T., Fiala, I., & Lom, J. (2007). New data on *Soricimyxum fegeti* (Myxozoa) including analysis of its phylogenetic position inferred from the SSU rRNA gene sequence. *Folia Parasitologica*, *54*(4), 272.
- Dyková, I., de Buron, I., Fiala, I., & Roumillat, WA. (2009). *Kudoa inornata* sp. n. (Myxosporea: Multivalvulida) from the skeletal muscles of *Cynoscion nebulosus* (Teleostei: Sciaenidae). *Folia Parasitologica* (Prague), *56*(2), 91.
- Eck, RV., & Dayhoff, MO. (1966). *Atlas of protein sequence and structure* National Biomedical Research Foundation. Springs Silver, Maryland.
- Efron, B. (1982). *The jackknife, the bootstrap and other resampling plans*. Society for industrial and applied mathematics.
- Egusa, S., & Nakajima, K. (1980). *Kudoa amamiensis* n. sp. (Myxosporea: Multivalvulida) found in cultured yellowtails and wild damselfishes from Amami-Oshima and Okinawa, Japan. *Bull Jpn Soc Sci Fish*, *46*, 1193-1198.
- Egusa, S., & Shiomitsu, T. (1983). Two new species of the genus *Kudoa* (Myxosporea: Multivalvulida) from marine cultured fishes in Japan. *Fish Pathology*, *18*(3), 163-171.
- Egusa, S. (1986). The Order Multivalvulida Schulman, 1959 (Myxozoa; Myxosporea): a review. *Fish pathology*, *21*(4), 261-274.
- Eiras JC. (2006). Synopsis of the species of *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 (Myxozoa: Myxosporea: Ceratomyxidae). *Systematic parasitology*, *65*(1), 49–71. <https://doi.org/10.1007/s11230-006-9039-5> FAO, 2018 *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals*. Rome.
- Eiras, JC., Saraiva, A., & Cruz, C. (2014). Synopsis of the species of *Kudoa* Meglitsch, 1947 (Myxozoa: Myxosporea: Multivalvulida). *Systematic parasitology*, *87*(2), 153–180. <https://doi.org/10.1007/s11230-013-9461-4>.

- Eiras, J.C., Cruz, C., & Saraiva, A. (2018). Synopsis of the species of *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 (Cnidaria, Myxosporidia, Ceratomyxidae) described between 2007 and 2017. *Systematic parasitology*, 95(5), 427–446. <https://doi.org/10.1007/s11230-018-9791-3>.
- Eszterbauer, E. & Székely, C. (2004). Molecular phylogeny of the kidney-parasitic *Sphaerospora renicola* from common carp (*Cyprinus carpio*) and *Sphaerospora* sp. from goldfish (*Carassius auratus auratus*). *Acta Veterinaria Hungarica* 52, 469–478.
- Felsenstein, J. (1985). Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution*, 39(4), 783-791.
- Feist, S.W. & Longshaw, M. (2006). Phylum Myxozoa, in: Woo, P.T.K. (Ed.), *Fish Diseases and Disorders. Volume 1: Protozoan and Metazoan Infections*. CABI. <https://doi.org/10.1079/9780851990156.0000>.
- Fiala, I. (2006). The phylogeny of Myxosporidia (Myxozoa) based on small subunit ribosomal RNA gene analysis. *International Journal for Parasitology*, 36: 1521–1534.
- Fiala I., Bartošová-Sojková P., & Whipps CM. (2015a). Classification and Phylogenetics of Myxozoa. In: Okamura B., Gruhl A., Bartholomew J. (eds) *Myxozoan Evolution, Ecology and Development*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14753-6_5.
- Fiala, I., Bartošová O-Sojková, P., Okamura, B., & Hartikainen, H. (2015b). Adaptive radiation and evolution within the myxozoa. In B. Okamura, A. Gruhl, & J. L. Bartholomew (Eds.), *Myxozoan Evolution, Ecology and Development* (pp. 69-84). https://doi.org/10.1007/978-3-319-14753-6_4.
- Fioravanti, M.L., Caffara, M., Florio, D., Gustinelli, A., & Marcer, F. (2004). *Sphaerospora dicentrarchi* and *S. testicularis* (Myxozoa: Sphaerosporidae) in farmed European seabass (*Dicentrarchus labrax*) from Italy. *Folia parasitologica*, 51(2/3), 208.
- Fioravanti, M.L. (2005). Stato dell'arte sulle esatose patologiche parassitarie nella maricoltura nazionale. XII Convegno Nazionale Società Italiana Patologia Ittica, Cesenatico, Italia, s. 35.
- Fioravanti, M.L., Caffara, M., Florio, D., Gustinelli, A., & Marcer, F. (2006). A parasitological survey of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead sea bream (*Sparus aurata*) cultured in Italy. *Veterinary Research Communications*, 30, 249. <https://doi.org/10.1007/s11259-006-0053-5>.
- Fitch, W.M. (1977). On the problem of discovering the most parsimonious tree. *The American Naturalist*, 111(978), 223-257.

- Fontes, I., Hallett, S.L., & Mo, T.A. (2015). Comparative epidemiology of myxozoan diseases. In *Myxozoan evolution, ecology and development* (pp. 317-341). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14753-6_17.
- Freeman, M.A., & Kristmundsson, Á. (2015). Histozoic myxosporeans infecting the stomach wall of elopiform fishes represent a novel lineage, the Gastromyxidae. *Parasites & Vectors*, 8(1), 1-13.
- Freeman, M.A., Yanagida, T., & Kristmundsson, Á. (2020). A novel histozoic myxosporean, *Enteromyxum caesio* n. sp., infecting the redbelly yellowtail fusilier, *Caesio cuning*, with the creation of the Enteromyxidae n. fam., to formally accommodate this commercially important genus. *PeerJ*, 8, e9529. <https://doi.org/10.7717/peerj.9529>.
- Friedrich, C., Ingolic, E., Freitag, B., Kastberger, G., Hohmann, V., Skofitsch, G., ... & Kepka, O. (2000). A myxozoan-like parasite causing xenomas in the brain of the mole, *Talpa europaea* L., 1758 (Vertebrata, Mammalia). *Parasitology*, 121(5), 483-492. <https://doi.org/10.1017/S0031182099006769>.
- Garbouj, M., Rangel, L.F., Castro, R., Hmissi, J., Santos, M.J., & Bahri, S. (2016). Morphological description and phylogeny of *Ceratomyxa scorpaeni* n. sp. (Myxosporea: Ceratomyxidae) infecting the gallbladder of *Scorpaena porcus* (L.) (Scorpaeniformes: Scorpaenidae) from the bay of Bizerte in Tunisia. *Parasitology research*, 115(12), 4495-4502.
- Gilbert, M.A., & Granath Jr, W.O. (2001). Persistent infection of *Myxobolus cerebralis*, the causative agent of salmonid whirling disease, in *Tubifex tubifex*. *Journal of Parasitology*, 87(1), 101-107.
- Gleeson, R.J., Bennett, M.B., & Adlard, R.D. (2010). First taxonomic description of multivalvulidan myxosporean parasites from elasmobranchs: *Kudoa hemiscylli* n. sp. and *Kudoa carcharhini* n. sp. (Myxosporea: Multivalvulidae). *Parasitology*, 137(13), 1885-1898.
- Gómez, D., Bartholomew, J., & Sunyer, J.O. (2014). Biology and mucosal immunity to myxozoans. *Developmental & Comparative Immunology*, (43) 243–256.
- Grabda, J. (1991). *Marine fish parasitology, an outline*. Wiley-VCH (Wiley-VCH Verlag), Weinheim, Germany.
- Grabner, D.S., & El-Matbouli, M. (2010). *Tetracapsuloides bryosalmonae* (Myxozoa: Malacosporea) portal of entry into the fish host. *Diseases of aquatic organisms*, 90(3), 197-206.
- Grassé, P.P. (1970). Embranchement des myxozoaires. *Précis de zoologie, Invertébrés*. Second Edition. Mason et Cie, Paris, 1, 107-112.

- Griffin, M., Quiniou, S., Ware, C., Bogdanovic, L., & Soto, E. (2014). *Kudoa thunni* from blackfin tuna (*Thunnus atlanticus*) harvested off the island of St. Kitts, West Indies. *Journal of Parasitology*, 100(1), 110-116.
- Guindon, S., & Gascuel, O. (2003). A simple, fast, and accurate algorithm to estimate large phylogenies by maximum likelihood. *Systematic biology*, 52(5), 696-704.
- Gunter, NL., Whipps, CM., & Adlard, RD. (2009). *Ceratomyxa* (Myxozoa: Bivalvulida): robust taxon or genus of convenience. *International Journal for Parasitology*, 39(12), 1395-1405.
- Gunter, NL., Burger, MA., & Adlard, RD. (2010). Morphometric and molecular characterisation of four new *Ceratomyxa* species (Myxosporea: Bivalvulida: Ceratomyxidae) from fishes off Lizard Island, Australia. *Folia Parasitologica (Prague)*, 57(1), 1.
- Gunter, NL., & Adlard, RD. (2010). The demise of *Leptotheca* Thélohan, 1895 (Myxozoa: Myxosporea: Ceratomyxidae) and assignment of its species to *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 (Myxosporea: Ceratomyxidae), *Ellipsomyxa* Køie, 2003 (Myxosporea: Ceratomyxidae), *Myxobolus* Bütschli, 1882 and *Sphaerospora* Thélohan, 1892 (Myxosporea: Sphaerosporidae). *Systematic Parasitology*, 75(2), 81-104. <https://doi.org/10.1007/s11230-009-9227-1>.
- Gürkanlı, CT., Okkay, S., Çiftçi, Y., Yurakhno, V., & Özer, A. (2018). Morphology and molecular phylogeny of *Ortholinea mullusi* sp. nov. (Myxozoa) in *Mullus barbatus* from the Black Sea. *Diseases of Aquatic Organisms*, 127(2), 117-124. <https://doi.org/10.3354/dao03192>.
- Hall, TA. (1999). BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucl Acid Symp* 41: 95–98.
- Hallett, SL., O'Donoghue, PJ., & Lester, RJ. (1998). Structure and development of a marine actinosporean, *Sphaeractinomyxon ersei* n. sp. (Myxozoa). *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 45(1), 142-150.
- Hallett SL., & Bartholomew JL. (2012). Chapter 8: *Myxobolus cerebralis* and *Ceratomyxa shasta*. In: Woo PTK, Buchmann K (eds) *Fish parasites: pathobiology and protection*. CABI, Oxfordshire, pp 131–162.
- Hamazaki, K., Tsuchida, A., Takamori, A., Tanaka, T., Ito, M., & Inadera, H. (2019). Dietary intake of fish and ω -3 polyunsaturated fatty acids and physician-diagnosed allergy in Japanese population: The Japan Environment and Children's Study. *Nutrition*, 61, 194-201.
- Hartigan, A., Wilkinson, M., Gower, DJ., Streicher, JW., Holzer, AS., & Okamura, B. (2016). Myxozoan infections of caecilians demonstrate broad host specificity and indicate a link with human activity. *International journal for parasitology*, 46(5-6), 375-381.

- Hatschek, B. (1888). Lehrbuch der Zoologie. Eine morphologische Übersicht der Tierreiches zur Einführung in das Stadium der Wissenschaft. Erste Lieferung. iv + 304 pp. Fischer, Jena.
- Hausmann, K., Hülsmann, N., & Radek, R. (2003). Protistology. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Berlin, p. 379.
- Hedrick, RP., Baxa, DV., De Kinkelin, P., & Okamura, B. (2004). Malacosporean-like spores in urine of rainbow trout react with antibody and DNA probes to *Tetracapsuloides bryosalmonae*. *Parasitology research*, 92(1), 81–88. <https://doi.org/10.1007/s00436-003-0986-3>.
- Heiniger, H., Gunter, NL., & Adlard, RD. (2008). Relationships between four novel ceratomyxid parasites from the gall bladders of labrid fishes from Heron Island, Queensland, Australia. *Parasitology international*, 57(2), 158–165. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2007.11.006>.
- Heiniger, H., Cribb, TH., & Adlard, RD. (2013). Intra-specific variation of *Kudoa* spp. (Myxosporea: Multivalvulida) from apogonid fishes (Perciformes), including the description of two new species, *K. cheilodipteri* n. sp. and *K. cookii* n. sp., from Australian waters. *Systematic parasitology*, 84(3), 193–215.
- Hennig, W. (1999). Phylogenetic systematics. University of Illinois Press, London.
- Hermanns, W., & Körting, W. (1985). *Sphaerospora tincae* Plehn, 1925 in tench, *Tinca tinca* L., fry. *Journal of Fish Diseases*, 8(3), 281–288.
- Huang, YM., Zhao, YJ., Zhou, Y., & Yang, CZ. (2020). First Molecular Evidence of *Ceratomyxa Epinephela* (Myxozoa: Ceratomyxidae) and Its Genetic Variation from Different Host Species. *水生生物学报*, 44(5).
- Jirků, M., Fiala, I., & Modrý, D. (2007). Tracing the genus *Sphaerospora*: rediscovery, redescription and phylogeny of the *Sphaerospora ranae* (Morelle, 1929) n. comb. (Myxosporea, Sphaerosporidae), with emendation of the genus *Sphaerospora*. *Parasitology*, 134(Pt 12), 1727–1739. <https://doi.org/10.1017/S0031182007003241>.
- Jurine L. (1825). Histoire des poissons du Lac Léman, Mém Soc Phys Hist Nat Genève, p. 3.
- Karlsbakk, E., & Køie, M. (2011). Morphology and SSU rDNA sequences of *Ortholinea orientalis* (Shul'man and Shul'man-Albova, 1953), (Myxozoa, Ortholineidae) from *Clupea harengus* and *Sprattus sprattus* (Clupeidae) from Denmark. *Parasitology research*, 109(1), 139–145.
- Kasai, A., Li, YC., Mafie, E., & Sato, H. (2016). Morphological and molecular genetic characterization of two *Kudoa* spp., *K. musculoliquefaciens*, and *K. pleurogrammi* n. sp. (Myxosporea: Multivalvulida), causing myoliquefaction of commercial marine fish. *Parasitology Research*, 115(5), 1883–1892.

- Katharios, P., Garaffo, M., Sarter, K., Athanassopoulou, F., & Mylonas, CC. (2007). A case of high mortality due to heavy infestation of *Ceratomyxa diplodae* in sharpsnout sea bream (*Diplodus puntazzo*) treated with reproductive steroids. *Bulletin-European Association of Fish Pathologists*, 27(1), 43.
- Kawai, T., Sekizuka, T., Yahata, Y., Kuroda, M., Kumeda, Y., Iijima, Y., ... & Ohnishi, T. (2012). Identification of *Kudoa septempunctata* as the causative agent of novel food poisoning outbreaks in Japan by consumption of *Paralichthys olivaceus* in raw fish. *Clinical Infectious Diseases*, 54(8), 1046-1052.
- Kent, ML., Margolis, L., & Corliss, JO. (1994). The demise of a class of protists: taxonomic and nomenclatural revisions proposed for the protest phylum Myxozoa Grassé, 1970. *Canadian Journal of Zoology*, 72(5), 932-937.
- Kent, ML., Andree, KB., Bartholomew, JL., El-Matbouli, M., Desser, SS., Devlin, RH., Feist, SW., Hedrick, RP., Hoffmann, RW., Khattra, J., Hallett, SL., Lester, RJ., Longshaw, M., Palenzeula, O., Siddall, ME., & Xiao, C. (2001). Recent advances in our knowledge of the Myxozoa. *The Journal of eukaryotic microbiology*, 48(4), 395–413. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2001.tb00173.x>.
- Kocher, TD., Thomas, WK., Meyer, A., Edwards, SV., Pääbo, S., Villablanca, FX., & Wilson, AC. (1989). Dynamics of mitochondrial DNA evolution in animals: amplification and sequencing with conserved primers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 86(16), 6196-6200.
- Kodádková, A. (2014). *Myxosporean phylogeny and evolution of myxospore morphotypes* (Doctoral dissertation, Ph. D. Thesis Series). School of Doctoral Studies in Biological Sciences. pp.86.
- Kudo, R. (1933). A taxonomic consideration of Myxosporidia. *Transactions of the American Microscopical Society*, 52(3), 195-216.
- Le Breton, AD. (1999). Mediterranean finfish pathologies: Present status and new developments in prophylactic methods, *Bulletin- European Association of Fish Pathologists*. 19(6):250-253.
- Lee, SU. (2017). Analysis of *Kudoa septempunctata* as a cause of foodborne illness and its associated differential diagnosis. *Epidemiology and Health*, 39.
- Levine, ND., Corliss, JO., Cox, FE., Deroux, G., Grain, J., Honigberg, BM., Leedale, GF., Loeblich, AR., 3rd, Lom, J., Lynn, D., Merinfeld, EG., Page, FC., Poljansky, G., Sprague, V., Vavra, J., & Wallace, FG. (1980). A newly revised classification of the protozoa. *The Journal of protozoology*, 27(1), 37–58. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.1980.tb04228.x>.
- Linnaeus, CV. (1758). *Systema Naturae per regna tria naturae. Secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio, 1*(10), 823.

- Liu, J., Cui, Y., Li, L., Wu, L., Hanlon, A., Pinto-Martin, J., Raine, A., & Hibbeln, JR. (2017). The mediating role of sleep in the fish consumption - cognitive functioning relationship: a cohort study. *Scientific reports*, 7(1), 17961. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-17520-w>.
- Lom, J., & Noble, ER. (1984). Revised classification of the class Myxosporea Bütschli, 1881. *Folia Parasitologica*, 31(3), 193-205.
- Lom, J., & Arthur, JR. (1989). A guideline for the preparation of species descriptions in Myxosporea. *Journal of Fish Diseases*, 12(2), 151-156.
- Lom J., & Dyková I. (1992). Protozan Parasites of Fishes, [An excellent, influential classic book containing a chapter on Myxozoa, written when this group was still studied with protozoans. Contains keys, drawings and photomicrographs of the majority of myxozoan taxa and morphotypes] Elsevier, New York, No. 593.1 LOMP, 315pp.
- Lom, J., & Dyková, I. (1993). Scanning electron microscopic revision of common species of the genus *Chloromyxum* (Myxozoa: Myxosporea) infecting European freshwater fishes. *Folia Parasitologica*, 40, 161-161.
- Lom, J., & Hoffman, GL. (2003). Morphology of the spores of *Myxosoma cerebralis* (Hofer, 1903) and *M. cartilaginis* (Hoffman, Putz, and Dunbar, 1965). *Journal of Parasitology*, 89(4), 653-657.
- Lom, J., & Dyková, I. (2006). Myxozoan genera: definition and notes on taxonomy, life-cycle terminology and pathogenic species. *Folia parasitologica*, 53(1), 1–36. <https://doi.org/10.14411/fp.2006.001> PMID:16696428.
- Love, RM. (1970). The chemical biology of fishes. With a key to the chemical literature. The chemical biology of fishes. With a key to the chemical literature.
- Lövy, A., Smirnov, M., Brekhman, V., Ofek, T., & Lotan, T. (2018). Morphological and molecular characterization of a novel myxosporean parasite *Myxobolus bejeranoi* n. sp. (Cnidaria: Myxosporea) from hybrid tilapia in Israel. *Parasitology research*, 117(2), 491-499.
- Lubat, J., Radujkovic, B., Marques, A. & Bouix, G. (1989) Parasites des poissons marins du Montenegro: Myxosporidies. *Acta Adriatica*, 30, 31–50.
- Magnusse, OA., Hemmingsen, AKT., Hardarsson, V., Nordtvedt, TS., & Eikevik, TM. (2008). Freezing of fish. In “Frozen Food Science and Technology” edit by Judith A. Evans. JA: Blackwell Publishing, p. 151.
- Markiw, ME., & Wolf, KEN. (1983). *Myxosoma cerebralis* (Myxozoa: Myxosporea) etiologic agent of salmonid whirling disease requires tubificid worm (Annelida: Oligochaeta) in its life cycle. *The Journal of protozoology*, 30(3), 561-564.

- Matsukane, Y., Sato, H., Tanaka, S., Kamata, Y., & Sugita-Konishi, Y. (2010). *Kudoa iwatai* and two novel *Kudoa* spp., *K. trachuri* n. sp. and *K. thunni* n. sp. (Myxosporea: Multivalvulida), from daily consumed marine fish in western Japan. *Parasitology Research*, 108, 913-926.
- Matsukane, Y., Sato, H., Tanaka, S., Kamata, Y., & Sugita-Konishi, Y. (2011). *Kudoa iwatai* and two novel *Kudoa* spp., *K. trachuri* n. sp. and *K. thunni* n. sp. (Myxosporea: Multivalvulida), from daily consumed marine fish in western Japan. *Parasitology research*, 108(4), 913–926. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-2133-2>.
- McAllister, CT. (2020). <https://encyclopediaofarkansas.net/entries/myxozoans-12636/>-(Erişim Tarihi: 19.07.2021).
- McGee, H. (2007). *On food and cooking: the science and lore of the kitchen*. Simon and Schuster., 896p.
- Meglitch, PA. (1947). Studies on Myxosporidia from the Beaufort Region. II. Observations on *Kudoa clupei* (Hahn), gen. nov. *The Journal of parasitology*, 33(3), 271-277.
- Meng, F., Yokoyama, H., Shirakashi, S., Grabner, D., Ogawa, K., Ishimaru, K., ... & Murata, O. (2011). *Kudoa prunusi* n. sp. (Myxozoa: Multivalvulida) from the brain of Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* (Temminck & Schlegel, 1844) cultured in Japan. *Parasitology International*, 60(1), 90-96.
- Merella, P., Cherchi, S., Salati, F., & Garippa, G. (2005). Parasitological survey of sharpsnout seabream *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777) reared in sea cages in Sardinia (western Mediterranean). *Bulletin of the European Association of fish Pathologists*, 25(4), 140-147.
- Merella, P., Garippa, G., & Salati, F. (2006). Parasites of cage cultured European seabass *Dicentrarchus labrax* and gilthead seabream *Sparus aurata* from Sardinia (western Mediterranean): first results. 48, 290.
- Meyer, FP. (1991). Aquaculture disease and health management. *Journal of animal science*, 69(10), 4201-4208.
- Miller, TL., & Adlard, RD. (2012). Brain infecting kudoids of Australia's coral reefs, including a description of *Kudoa lemniscati* n. sp. (Myxosporea: Kudoidae) from *Lutjanus lemniscatus* (Perciformes: Lutjanidae) off Ningaloo Reef, Western Australia. *Parasitology International*, 61(2), 333-342.
- Mladineo, I. (2003). Myxosporidean infections in Adriatic cage-reared fish. *Bulletin-European Association of Fish Pathologists*, 23(3), 113-122.
- Mladineo, I., Petrić, M., Šegvić, T., & Dobričić, N. (2010). Scarcity of parasite assemblages in the Adriatic-reared European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*). *Veterinary parasitology*, 174(1-2), 131-138. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.08.015>.

- Mladineo, I., Hrabar, J., Vidjak, O., Bočina, I., Čolak, S., Katharios, P., ... & Beraldo, P. (2020). Host-parasite interaction between parasitic cymothoid *Ceratothoa oestroides* and its host, farmed European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Pathogens*, 9(3), 230.
- Moncada, LI., López, MC., Murcia, MI., Nicholls, S., León, F., Guío, OL., & Corredor, A. (2001). *Myxobolus* sp., another opportunistic parasite in immunosuppressed patients. *Journal of Clinical Microbiology*, 39(5), 1938-1940.
- Moran, JDW., Whitaker, DJ., & Kent, ML. (1999). A review of the myxosporean genus *Kudoa* Meglitsch, 1947, and its impact on the international aquaculture industry and commercial fisheries. *Aquaculture*, 172(1-2), 163-196.
- Morris, DJ., & Adams, A. (2007). Sacculogenesis and sporogony of *Tetracapsuloides bryosalmonae* (Myxozoa: Malacosporea) within the bryozoan host *Fredericella sultana* (Bryozoa: Phylactolaemata). *Parasitology research*, 100(5), 983-992. <https://doi.org/10.1007/s00436-006-0371-0>.
- Morris, DJ., & Adams, A. (2008). Sporogony of *Tetracapsuloides bryosalmonae* in the brown trout *Salmo trutta* and the role of the tertiary cell during the vertebrate phase of myxozoan life cycles. *Parasitology* 135, 1075–1092.
- Müller, J., & Henle, J. (1841). Systematische beschreibung der Plagiostomen. Veit.
- Noble A. (1980). A newly revised classification of the Protozoa. *Journal of Protozoology*, 27(1): 37-58. [Zoological Record Volume 117.
- Obaroh, IO., Haruna, MA., & Ojibo, A. (2015). Comparative study on proximate and mineral element composition of *Clarias gariepinus* from the cultured and wild sources. *European Journal of Basic and Applied Sciences*, 2(2), 19-26.
- Okamura, B., & Canning, EU. (2003). Orphan worms and homeless parasites enhance bilaterian diversity. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(12), 633-639.
- Okamura, B., & Gruhl, A. (2015). Myxozoan affinities and route to endoparasitism. *Myxozoan evolution, ecology and development*, 23-44. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14753-6_1.
- Okamura, B., Gruhl, A., & Bartholomew, JL. (2015). An Introduction to Myxozoan Evolution, Ecology and Development. In: B. Okamura, Gruhl, A. & Bartholomew, J. L. (Eds.), *Myxozoan Evolution, Ecology and Development*. Springer, pp. 1–20.
- Okay, S. (2019). Bazı Kemikli Balıkları Enfekte Eden Miksozoa Parazitlerinin Morfolojik ve Moleküler Yöntemlerle Belirlenmesi. Doktora Tezi, Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı, 141s, Sinop.

- Okkay, S., Gürkanlı, C.T., Çiftci, Y., Yurakhno, V., & Özer, A. (2021). First report of *Ceratomyxa scorpaeni* (Cnidaria: Myxozoa) from *Scorpaena porcus* in the Black Sea. *Zootaxa*, 5067(3), 429–438. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5067.3.6>.
- Ottinger, M., Clauss, K., & Kuenzer, C. (2016). Aquaculture: Relevance, distribution, impacts and spatial assessments—A review. *Ocean & Coastal Management*, 119, 244-266.
- Özacar, İ.U. (2020). <https://www.trthaber.com/haber/cevre/dunyada-ve-turkiyede-balik-yetistiriciligi-artiyor-496812.html>- (Erişim Tarihi: 10.07.2021).
- Özer, A. (2002). Atlantik Salmonu (*Salmo salar* L., 1758)'nda Görülen *Sphaerospora truttae* (Sphaerosporidae: Myxozoa) Enfeksiyonunun Tedavisi Üzerine Bir Araştırma. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 19(1). 35–40.
- Özer, A. (2003). *Sphaerospora elegans* Thelohan, 1892 and *Myxobilatus gasterostei* Davis, 1944 (Phylum: Myxozoa) infections in the threespined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L., 1758 in Turkey. *Turk. J. Zool.*, 27: 163-169.
- Özer, A., & Erdem, O. (2008). Balık Hastalıkları Ders Kitabı. Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Sinop, 75 s.
- Özer, A. & Öztürk, T. (2011). First report of *Ceratomyxa* sp. (Myxozoa) from *Dicentrarchus labrax* in the Aegean Sea and *Caligus minimus* (Copepoda) in the Black Sea.). 16th National Fisheries Symposium Abstract Book. Akdeniz University, Antalya, pp. 266.
- Özer, A., & Yurakhno, V. (2013). Parasite fauna of garfish *Belone belone* collected from Sinop coasts of the Black Sea, Turkey.
- Özer, A., Öztürk, T., Özkan, H., & Çam A. (2014). First report of *Enteromyxum leei* (Myxozoa) in the Black Sea in a potential reservoir host *Chromis chromis*. *Fish Pathol.*, 49, 57-60.
- Özer, A. (2007). Metazoan parasite fauna of the round goby *Neogobius melanostomus* Pallas, 1811 (Perciformes: Gobiidae) collected from the Black Sea coast at Sinop, Turkey. *Journal of Natural History*, 41(9-12), 483-492. Özer, A. (2019). İstilacı Endemik Yerelleşmiş Balıklar ve Parazitleri. İdeal kültür Yayıncılık, İstanbul, 177s.
- Özer, A. (2020). Deniz Balıkları ve Parazitler. İdeal kültür Yayıncılık, İstanbul, ISBN: 978-625-7059-04-6, 302s.
- Öztürk MO. (2000). Manyas (Kuş) Gölü Balıklarının Helminth faunası. Doktora tezi. Uludağ Üniv. Fen Bil. Enst. Biyoloji Anabilim Dalı. Bursa.
- Öztürk, MO., & Aydoğdu A. (2003). Metazoan Parasites of Grey Mullet (*Mugil cephalus* L.) from Karacabey Bayramdere Lagoon. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 50, 53-58.

- Padrós, F., Palenzuela, O., Hispano, C., Tosas, O., Zarza, C., Crespo, S., & Álvarez-Pellitero, P. (2001). Myxidium leei (Myxozoa) infections in aquarium-reared Mediterranean fish species. *Diseases of Aquatic Organisms*, 47(1), 57-62.
- Palenzuela, O., Sitjà-Bobadilla, A., & Álvarez-Pellitero, P. (1997). Ceratomyxa sparusaurati (Protozoa: Myxosporea) infections in cultured gilthead sea bream Sparus aurata (Pisces: Teleostei) from Spain: aspects of the host-parasite relationship. *Parasitology Research*, 83(6), 539-548. <https://doi.org/10.1007/s004360050295>.
- Palenzuela, O., Redondo, MJ., & Álvarez-Pellitero, P. (2002). Description of Enteromyxum scophthalmi gen. nov., sp. nov. (Myxozoa), an intestinal parasite of turbot (Scophthalmus maximus L.) using morphological and ribosomal RNA sequence data. *Parasitology*, 124(4), 369-379.
- Paperna, I. (1998) Mariculture versus environment: risks and impacts. *Biol Mar Mediterr* 5:381–389.
- Pascual, S., Abollo, E., Yurakhno, V., & Gaevskaya, A. (2012). Molecular characterization of Kudoa nova (Myxosporea: Multivalvulida) infecting the round goby Neogobius melanostomus from the Sea of Azov.
- Patra, S., Bartošová-Sojková, P., Pecková, H., Fiala, I., Eszterbauer, E., & Holzer, AS. (2018). Biodiversity and host-parasite cophylogeny of Sphaerospora (sensu stricto) (Cnidaria: Myxozoa). *Parasites & vectors*, 11(1), 1-24. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2863-z>.
- Perez-Ruzafa A., & Marcos C. (2015). Ecology and distribution of Dicentrarchus labrax. In: *Biology of European sea bass*. Eds: Vázquez FJS, Muñoz-Cueto JA. Spain: CRC Press, p. 3-33.
- Phan Van, Q. (2020). Güllük Körfezinde (Muğla) Off shore kafeslerde yetiştiriciliği yapılan levrek (Dicentrarchus labrax) ve çipura (Sparus aurata) balıklarında bulunan ektoparazitlerin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Su Ürünleri Ana Bilim Dalı, Doktora tezi, Ankara, 2020, 122s.
- Picard-Sánchez, A., Estensoro, I., Perdiguero, P., Del Pozo, R., Tafalla, C., Piazzon, MC., & Sitjà-Bobadilla, A. (2020). Passive immunization delays disease outcome in gilthead sea bream infected with Enteromyxum leei (Myxozoa), despite the moderate changes in IgM and IgT repertoire. *Frontiers in immunology*, 2242.
- Posada, D. (2008). jModel test: phylogenetic model averaging. *Mol. Biol. Evol.* 25: 1253–1256.
- Prunescu, CC., Prunescu, P., Pucek, Z., & Lom, J. (2007). The first finding of myxosporean development from plasmodia to spores in terrestrial mammals: Soricimyxum fegati gen. et sp. n. (Myxozoa) from Sorex araneus

(Soricomorpha). *Folia parasitologica*, 54(3), 159–164.
<https://doi.org/10.14411/fp.2007.022>.

- Rangel, LF., Rocha, S., Borkhanuddin, MH., Cech, G., Castro, R., Casal, G., Azevedo, C., Severino, R., Székely, C., & Santos, MJ. (2014). *Ortholinea auratae* n. sp. (Myxozoa, Ortholineidae) infecting the urinary bladder of the gilthead seabream *Sparus aurata* (Teleostei, Sparidae), in a Portuguese fish farm. *Parasitology Research*, (113) 3427–3437.
- Rangel, LF., Rocha, S., Castro, R., Severino, R., Casal, G., Azevedo, C., Cavaleiro, F., & Santos, MJ. (2015). The life cycle of *Ortholinea auratae* (Myxozoa: Ortholineidae) involves an actinospore of the triactinomyxon morphotype infecting a marine oligochaete. *Parasitology Research* 1–8.
- Rangel, LF., (2016). Myxozoan parasites from annelids and aquaculture fishes. PhD thesis, University of Porto, 221p.
- Rangel, LF., Castro, R., Rocha, S., Severino, R., Casal, G., Azevedo, C., ... & Santos, MJ. (2016). Tetractinomyxon stages genetically consistent with *Sphaerospora dicentrarchi* (Myxozoa: Sphaerosporidae) found in *Capitella* sp. (Polychaeta: Capitellidae) suggest potential role of marine polychaetes in parasite's life cycle. *Parasitology*, 143(8), 1067-1073.
- Rangel, LF., Rocha, S., Casal, G., Castro, R., Severino, R., Azevedo, C., ... & Santos, MJ. (2017). Life cycle inference and phylogeny of *Ortholinea labracis* n. sp. (Myxosporidia: Ortholineidae), a parasite of the European seabass *Dicentrarchus labrax* (Teleostei: Moronidae), in a Portuguese fish farm. *Journal of Fish Diseases*, 40(2), 243-262.
- Reece-Hoyes, JS., Pons, C., Diallo, A., Mori, A., Shrestha, S., Kadreppa, S., ... & Walhout, AJ. (2013). Extensive rewiring and complex evolutionary dynamics in a *C. elegans* multiparameter transcription factor network. *Molecular cell*, 51(1), 116-127.
- Reimschuessel, R., Gieseke, CM., Driscoll, C., Baya, A., Kane, AS., Blazer, VS., ... & Poynton, SL. (2003). Myxosporean plasmodial infection associated with ulcerative lesions in young-of-the-year Atlantic menhaden in a tributary of the Chesapeake Bay, and possible links to *Kudoa clupeiidae*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 53(2), 143-166.
- Rigos, G., Christophiligiannis, P., Yiagnisi, M., Andriopoulou, A., Koutsodimou, M., Nengas, I., & Alexis, M., (1999). Myxosporean infections in Greek mariculture. *Aquac Int* 7, 361–364. <https://doi.org/10.1023/A:1009200732200>.
- Rocha, SRO, (2011). Ultrastructural and Molecular Description of Some Myxosporidia (Phylum Myxozoa) Infecting The Aquatic Fauna. Dissertation for Master in Marine Sciences – Marine. Marine Resources in the Institute of Biomedical Sciences Abel Salazar of the University of Porto. 156p.

- Rocha, SRO., Casal, G., Rangel, LF., Castro, R., Severino, R., Azevedo, C., & Santos, MJ. (2015). Ultrastructure and phylogeny of *Ceratomyxa auratae* n. sp. (Myxosporea: Ceratomyxidae), a parasite infecting the gilthead seabream *Sparus aurata* (Teleostei: Sparidae). *Parasitology International*, (64) 305–313.
- Rocha, SRO., Rangel, LF., Castro, R., Severino, R., Azevedo, C., Santos, MJ., & Casal, G. (2016). Ultrastructure and phylogeny of *Ceratomyxa diplodae* (Myxosporea: Ceratomyxidae), from gall bladder of European seabass *Dicentrarchus labrax*. *Diseases of aquatic organisms*, 121(2), 117–128. <https://doi.org/10.3354/dao03049>.
- Rocha, SRO. (2019). Biodiversity and phylogeny of myxosporean parasites (Cnidaria, Myxozoa) infecting fish and annelids in Portuguese estuaries.
- Saitou, N., & Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular biology and evolution*, 4(4), 406–425.
- Santos, MJ. (1998). Parasitas do robalo (*Dicentrarchus labrax* L.) da Ria de Aveiro e sua dinâmica populacional. PhD thesis, University of Porto.
- Schlegel, M., Lom, J., Stechmann, A., Bernhard, D., Leipe, D., Dyková, I., & Sogin, ML. (1996). Phylogenetic analysis of complete small subunit ribosomal RNA coding region of *Myxidium lieberkuehni*: evidence that Myxozoa are Metazoa and related to the Bilateria. *Archiv für Protistenkunde*, 147(1), 1–9.
- Schmidt-Posthaus, H., & Wahli, T. (2015). Host and environmental influences on development of disease. *Myxozoan evolution, ecology and development*, 281–293. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14753-6_15.
- Scholz, T. (1999). Parasites in cultured and feral fish. *Veterinary parasitology*, 84(3–4), 317–335.
- Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *The annals of statistics*, 461–464.
- Shin, SP., Nguyen, VG., Jeong, JM., Jun, JW., Kim, JH., Han, JE., Baeck, GW. & Park, SC. (2014). The phylogenetic study on *Thelohanellus* species (Myxosporea) in relation to host specificity and infection site tropism. *Molecular Phylogeny and Evolution*, 72, 31–34.
- Shin, SP., Shirakashi, S., Hamano, S., Kato, K., Lasso, LT., & Yokoyama, H. (2016). Phylogenetic study of the genus *Kudoa* (Myxozoa: Multivalvulida) with a description of *Kudoa rayformis* sp. nov. from the trunk muscle of Pacific sierra *Scomberomorus sierra*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 98, 337–345.
- Shul'man, SS. (1959). The Main Direction of Evolution in the Order Myxosporidia. *Zoologicheskii zhurnal*. 3: 1481–1497.

- Shul'man, SS. (1966). The myxosporidian fauna of the USSR. Moscow-Leningrad: Nauka, 504 pp (In Russian).
- Siddall, ME., Martin, DS., Bridge, D., Desser, SS., & Cone, DK. (1995). The demise of a phylum of protists: phylogeny of Myxozoa and other parasitic Cnidaria. *The Journal of parasitology*, 961-967.
- Simon, C., Pääbo, S., Kocher, TD. & Wilson, AC. (1990). Evolution of mitochondrial ribosomal RNA in insects as shown by the polymerase chain reaction. *UCLA Symposia on Molecular and Cellular Biology*, 122, 235-244.
- Sitjà-Bobadilla, A., & Álvarez-Pellitero, P. (1992a). Light and electron microscopic description of *Sphaerospora dicentrarchi* n. sp. (Myxosporea: Sphaerosporidae) from wild and cultured sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. *The Journal of protozoology*, 39(2), 273-281.
- Sitjà-Bobadilla, A., & Álvarez-Pellitero, P. (1992b). *Sphaerospora testicularis* (Myxosporea: Bivalvulida). *Dis. Aquat. Org*, 14, 171-178. <https://doi.org/10.3354/dao014171>.
- Sitjà-Bobadilla, A., & Álvarez-Pellitero, P. (1993a). Light and electron microscopical description of *Ceratomyxa labracis* n. sp. and a redescription of *C. diplodae* (Myxosporea: Bivalvulida) from wild and cultured Mediterranean sea bass *Dicentrarchus labrax* (L.) (Teleostei: Serranidae). *Systematic parasitology*, 26(3), 215-223.
- Sitjà-Bobadilla, A., & Álvarez-Pellitero, P. (1993b). Pathologic effects of *Sphaerospora dicentrarchi* Sitjà-Bobadilla and Álvarez-Pellitero, 1992 and *S. testicularis* Sitjà-Bobadilla and Álvarez-Pellitero, 1990 (Myxosporea: Bivalvulida) parasitic in the Mediterranean sea bass *Dicentrarchus labrax* L.(Teleostei: Serranidae) and the cell-mediated immune reaction: A light and electron microscopy study. *Parasitology Research*, 79(2), 119-129.
- Sitjà-Bobadilla, A., & Álvarez-Pellitero, P. (1993c). Population dynamics of *Sphaerospora dicentrarchi* Sitjà-Bobadilla et Álvarez-Pellitero, 1992 and *S. testicularis* Sitjà-Bobadilla et Álvarez-Pellitero, 1990 (Myxosporea: Bivalvulida) infections in wild and cultured Mediterranean sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Parasitology*, 106(1), 39-45.
- Sitjà-Bobadilla, A., Diamant, A., Palenzuela, O., & Álvarez-Pellitero, P. (2007). Effect of host factors and experimental conditions on the horizontal transmission of *Enteromyxum leei* (Myxozoa) to gilthead sea bream, *Sparus aurata* L., and European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (L.). *Journal of Fish Diseases*, 30(4), 243-250.
- Sitjà-Bobadilla, A., & Palenzuela, O. (2012). *Enteromyxum* species. *Fish parasites: pathobiology and protection*, 163, 76.

- Sitjà-Bobadilla, A., & Palenzuela, O. (2013). Myxozoan biology and ecology. *Committee U-EJ, editor. Fisheries and Aquaculture. EOLSS; Oxford, UK.*
- Smothers, JF., von Dohlen, CD., Smith Jr, LH., & Spall, RD. (1994). Molecular evidence that the myxozoan protists are metazoans. *Science*, 265(5179), 1719-1721. <https://doi.org/10.1126/science.8085160>.
- Sterud, E. (2002). Parasites of wild sea bass *Dicentrarchus labrax* from Norway. *Diseases of aquatic organisms*, 48(3), 209-212.
- Stilwell, J., & Yanong, RP. (2017). Myxosporidiosis (Myxozoan Infections) in Warmwater Fish: FA201, 5/2017. EDIS, 2017(5).
- Štolc, A. (1899). Actinomyxidies, nouveau groupe de Mesozoaires parent des Myxosporidies. *Bull Int Acad Sci Bohème*, 22, 1-12.
- Subasinghe, RP. (2005). Epidemiological approach to aquatic animal health management: opportunities and challenges for developing countries to increase aquatic production through aquaculture. *Preventive veterinary medicine*, 67(2-3), 117-124.
- Sugita-Konishi, Y., Sato, H., & Ohnishi, T. (2014). Novel foodborne disease associated with consumption of raw fish, olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Food Safety*, 2(4), 141-150.
- Suzuki, J., Murata, R., Yokoyama, H., Sadamasu, K., & Kai, A. (2015). Detection rate of diarrhoea-causing *Kudoa hexapunctata* in Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* from Japanese waters. *International Journal of Food Microbiology*, 194, 1-6.
- Swofford, DL. (1998). PAUP* Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and other methods). Version 4 beta 10. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Şahin, G. (2004). İthal Edilen Altın Balıkların (*Carassius auratus auratus*) Ektoparazitolojik Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi. 63 s., Ankara.
- Takeuchi, F., Sekizuka, T., Ogasawara, Y., Yokoyama, H., Kamikawa, R., Inagaki, Y., ... & Kuroda, M. (2015). The mitochondrial genomes of a myxozoan genus *Kudoa* are extremely divergent in Metazoa. *PloS one*, 10(7), e0132030.
- Temizkan, G. (2004). Moleküler Biyolojide Kullanılan Yöntemler, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 345s.
- Thélohan, P. (1892). Observation sur les myxosporidies et essai de classification de ces organismes. *Bulletin de la Société Philomatique*, 4, 165–178.
- Thélohan, P. (1895). *Recherches sur les myxosporidies...* impr. L. Danel. *Bull Sci Fr Belg*. 1895;26:100–394

- Thompson, JD., Gibson, TJ., Plewniak, F., Jeanmougin, F., & Higgins, DG. (1997). The CLUSTAL_X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic acids research*, 25(24), 4876-4882.
- Tindall, BJ., Rosselló-Móra, R., Busse, HJ., Ludwig, W., & Kämpfer, P. (2010). Notes on the characterization of prokaryote strains for taxonomic purposes. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 60(1), 249-266.
- Tokay, FG. (2020). Levrek Etinden Üretilen Yeniden Yapılandırılmış Ürün Optimizasyonu ve Dondurulmuş Depolama Süresince Kalite Değişimlerinin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Antalya.
- Tonguthai, K. (1997). Control of freshwater fish parasites: a Southeast Asian perspective. *International journal for parasitology*, 27(10), 1185–1191. [https://doi.org/10.1016/s0020-7519\(97\)00116-1](https://doi.org/10.1016/s0020-7519(97)00116-1).
- Tripathi, YR. (1948). Some new Myxosporidia from Plymouth with a proposed new classification of the order. *Parasitology*, 39(1-2), 110-118.
- Tun, T., Yokoyama, H., Ogawa, K., & Wakabayashi, H. (2000). Myxosporeans and their hyperparasitic microsporeans in the intestine of emaciated tiger puffer. *Fish Pathology*, 35, 145–156.
- Uçal, O. & Benli, HA. (1993). Levrek balığı ve yetiştiriciliği. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri, Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Bodrum. Seri A, Yayın No. 9, 72s.
- Urawa, S., & Awakura, T. (1994). Protozoan diseases of freshwater fishes in Hokkaido. *Sci Rep Hokkaido Fish Hatch*, 48: 47–58.
- Varvarigos, P. (2003). Parasitic isopods (suborder Flabellifera) affecting the farmed marine fish in Greece, with special reference to *Ceratomyxa oestroides* (family Cymothoidae). Veterinary services to aquaculture and distribution of fish health products. *Athens, Greece. Available online at: http://www.vetcare.gr/ARTPRES/Pathogenic_isopoda*.
- Vázquez, FJS., & Muñoz-Cueto, JA., (2015). *Biology of European sea bass*, CRC press, p. 433.
- Weill, R. (1938). L'interprétation des Cnidosporides et la valeur taxonomique de leur cnidome. Leur cycle com-pare a la phase larvaire des narcomeduses cuninides. *Trav. Stat. Zool. Wimereux* 13: 727-744.
- Whipps, CM., Adlard, RD., Bryant, MS., & Kent, ML. (2003a). Two unusual myxozoans, *Kudoa quadricornis* n. sp. (Multivalvulida) from the muscle of goldspotted trevally (*Carangoides fulvoguttatus*) and *Kudoa permulticapsula* n. sp. (Multivalvulida) from the muscle of Spanish mackerel (*Scomberomorus*

- commerson) from the Great Barrier Reef, Australia. *Journal of Parasitology*, 89(1), 168-173.
- Whipps, CM., Adlard, RD., Bryant, MS., Lester, RJ., Findlav, V., & Kent, ML. (2003b). First report of three *Kudoa* species from eastern Australia: *Kudoa thyr sites* from mahi mahi (*Coryphaena hippurus*), *Kudoa amamiensis* and *Kudoa minithyr sites* n. sp. from sweeper (*Pempheris ypsilychnus*). *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 50(3), 215-219.
- Whipps, CM., Gossel, G., Adlard, RD., Yokoyama, H., Bryant, MS., Munday, BL., & Kent, ML. (2004). Phylogeny of the Multivalvulidae (Myxozoa: Myxosporea) based on comparative ribosomal DNA sequence analysis. *Journal of Parasitology*, 90(3), 618-622.
- Whipps, CM., & Kent, ML. (2006). Phylogeography of the cosmopolitan marine parasite *Kudoa thyr sites* (Myxozoa: Myxosporea). *The Journal of eukaryotic microbiology*, 53(5), 364-373. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2006.00114.x>.
- Whipps, CM., & Diggles, BK. (2006). *Kudoa alliar*a in flesh of Argentinian hoki *Macruronus magellanicus* (Gadiformes; Merlucciidae). *Diseases of Aquatic Organisms*, 69(2-3), 259-263.
- Whipps, CM., & Zhao, Y. (2015). Synopsis of the species of the genus *Sphaeromyxa* Thélohan, 1892 (Myxosporea: Bivalvulida: Variisporina: Sphaeromyxidae). *Systematic parasitology*, 92(2), 81-99. <https://doi.org/10.1007/s11230-015-9591-y>.
- Wolf, K., & Markiw, ME. (1984). Biology contravenes taxonomy in the myxozoa: new discoveries show alternation of invertebrate and vertebrate hosts. *Science (New York, N.Y.)*, 225(4669), 1449-1452. <https://doi.org/10.1126/science.225.4669.1449>.
- Xavier, R., Severino, R., Pérez-Losada, M., Cable, J., & Harris, DJ. (2013). First record of *Sphaerospora dicentrarchi* (Myxosporea, Sphaerosporidae) in *Dicentrarchus punctatus*. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 33, 21-23.
- Xie, B., Qin, J., Yang, H., Wang, X., Wang, YH., & Li, TY. (2013). Organic aquaculture in China: A review from a global perspective. *Aquaculture*, 414, 243-253.
- Yasunaga, N., Hatai, K., Ogawa, S., & Yasumoto, S. (1981). An unknown Myxozoa found in brain of cultured Sea bass, *Lateolabrax japonicus* and cultured Japanese striped knifejaw, *Oplegnathus fasciatus*. *Fish Pathology*, 16(1), 51-54.
- Yavuzcan, H., Pulatsü, S., Demir, N., Kırkağaç, M., Bekcan, S., Topçu, A., Doğançaya, L., & Başçınar, N. (2010). Türkiye’de sürdürülebilir su ürünleri

yetiştiriciliği, Bildiriler Kitabı-2, TMMOB Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 767-789.

- Yokoyama, H., & Itoh, N. (2005). Two multivalvulid myxozoans causing postmortem myoliquefaction: *Kudoa megacapsula* n. sp. from red barracuda (*Sphyræna pinguis*) and *Kudoa thyrsites* from splendid alfonso (*Beryx splendens*). *Journal of Parasitology*, 91(5), 1132-1137.
- Yokoyama, H., Grabner, D., & Shirakashi, S. (2012). Transmission biology of the Myxozoa. *Health and environment in aquaculture*, 3-42. <https://doi.org/10.5772/29571>.
- Yurakhno, VM., & Ovcharenko, MO. (2014). Study of Myxosporea (Myxozoa), infecting worldwide mullets with description of a new species. *Parasitology Research*, 113(10), 3661-3674.
- Yurakhno, VM., & Thi, HV. (2019). First data on bivalvulida myxosporeans of Nha Trang bay mullets (Vietnam). *Marine Biological Journal*, 4(4), 82-88.
- Yurakhno, V. M., Slynko, Y. V., Slynko, E. E., Nguyen, C. N., Vo, T. H., & Whipps, C. M. (2021). New Data on Parasites of the Genera *Kudoa* and *Unicapsula* (Myxosporea: Multivalvulida) in Marine Fish of Nha Trang Bay, Vietnam.
- Zatti, SA., Atkinson, SD., Maia, AA., Bartholomew, JL., & Adriano, EA. (2018). *Ceratomyxa gracillima* n. sp.(Cnidaria: Myxosporea) provides evidence of panmixia and ceratomyxid radiation in the Amazon basin. *Parasitology*, 145(9), 1137-1146.
- Zhang, B., Zhai, Y., Liu, Y., & Gu, Z. (2017). *Myxobolus pseudowulii* sp. n.(Myxozoa: Myxosporea), a new skin parasite of yellow catfish *Tachysurus fulvidraco* (Richardson) and redescription of *Myxobolus voremkhai* (Akhmerov, 1960). *Folia Parasitol*, 64(10.14411).
- Zhang D., Zhao Y., Yang S., & Yang C. (2019). Morphological and Molecular Identification of a Novel Species, *Ceratomyxa siganicola* n. sp. (Myxozoa: Ceratomyxidae) from *Siganus fuscescens*, in East China Sea. *Acta Parasitologica*. 64(3):596-602. DOI: 10.2478/s11686-019-00077-1. PMID: 31187389.
- Zhi, XY., Li, WJ., & Stackebrandt, E. (2009). An update of the structure and 16S rRNA gene sequence-based definition of higher ranks of the class Actinobacteria, with the proposal of two new suborders and four new families and emended descriptions of the existing higher taxa. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 59(3), 589-608.
- Zimmer, E., & Wildman, D. (2017). Editorial for 25 th Anniversary Issue of Molecular Phylogenetics and Evolution. *Molecular phylogenetics and evolution*, 117, 1.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Duygu ODABAŞ ALVER
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	T.C.
Telefon	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fakülte	Fen Edebiyat
Bölümü	Biyoloji
Mezuniyet Yılı	03.07.2009
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	28.01.2012
Doktora	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	22.07.2022
Yayımlar	
<p>ERTÜRK ÖMER, AYDIN SİNEM, KARAMAN ÜLKÜ, ODABAŞ ALVER DUYGU (2021). GENEL MİKROBİYOLOJİ, NOBEL AKADEMİK YAYINCILIK, Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı 395, ISBN:978-625-439-464-5, Türkçe (Bilimsel Kitap), (Yayın No: 7089543).</p> <p>ERTÜRK ÖMER, ODABAŞ ALVER DUYGU (2021). Overview of Molecular Biology, Replication, Pathogenesis and Resources of Endemic Human Coronavirus (COVID-19). ACTA BIOLOGICA TURCICA, 34(2), 59-75. (Yayın No: 6942512).</p> <p>ÇİFTÇİ YEGİN SEVİM, ODABAŞ ALVER DUYGU (2020). The Investigation of Antimicrobial Activities and Hypoglycemic Effect of Sumac (<i>Rhus coriaria</i> L.) Syrups in Different Region. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 9(1), 85-90., Doi: 10.17798/bitlisfen.583338 (Kontrol No: 6130714).</p> <p>ODABAŞ ALVER DUYGU, ERTÜRK ÖMER (2018). Effects of Four Soil-Originated <i>Bacillus</i> spp. on The Great Spruce Bark Beetle, <i>Dendroctonus micans</i> (Kugelann) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). Egyptian Journal of Biological Pest Control, 28(70), Doi: 10.1186/s41938-018-0074-8 (Yayın No: 4340254).</p>	

ÇİFTÇİ YEGİN SEVİM, ODABAŞ ALVER DUYGU, ÇİÇEK FİGEN, GÜDER AYTAÇ (2018). Investigation of Antioxidant and Antimicrobial Activity of Different Multifloral Honeys. *Mellifera*, 18(2), 7-14. (Yayın No: 4884048).

KORKMAZ KÜRŞAT, ERTÜRK ÖMER, ÇOL AYVAZ MELEK, ÖZCAN MEHMET MUHARREM, AKGÜN MEHMET, KIRLI AYŞEGÜL, ODABAŞ ALVER DUYGU (2018). Effect of Cadmium Application on Antimicrobial, Antioxidant and Total Phenolic Content of Basil Genotypes. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 52(4), 108-114., Doi: 10.5330 (Yayın No: 4569065).