

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MÜCEVHER ÇİKLİT (*Hemichromis bimaculatus* Gill, 1862)'LERDE
RADYOGRAFİK YÖNTEMLE MİDE BOŞALTIMININ
BELİRLENMESİ

TANJU KARAL

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ FATMA DELİHASAN SONAY

TEZ JÜRİLERİ

PROF. DR. NADİR BAŞÇINAR

DOÇ. DR. RAHŞAN EVREN MAZLUM

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

RİZE-2019

Her Hakkı Saklıdır

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MÜCEVHER ÇİKLİT (*Hemichromis bimaculatus* Gill, 1862)'LERDE
RADYOGRAFİK YÖNTEMLE MİDE BOŞALTIMININ BELİRLENMESİ**

Dr. Öğr. Üyesi Fatma DELİHASAN SONAY danışmanlığında, Tanju KARAL tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 07/08/2019 tarihinde Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı	İmzası
Başkan	: Dr. Öğr. Üyesi Fatma DELİHASAN SONAY	
Üye	: Prof. Dr. Nadir BAŞÇINAR	
Üye	: Doç. Dr. Rahşan Evren MAZLUM	



Doç. Dr. Ferhat KALAYCI
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

ÖNSÖZ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışmada; Mücevher çiklit (*Hemichromis bimaculatus* Gill, 1862)'lerde radyografik yöntemle mide boşaltımının belirlenmesi adlı konu araştırılmıştır. Tez çalışması Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Akvaryum Ünitesi ve Su Ürünleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmam süresince ve sonuçların değerlendirilmesinde bilgi ve tecrübesiyle yardımlarını esirgemeyen ve göstermiş olduğu ilgiden dolayı değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Fatma DELİHASAN SONAY'a teşekkür ederim. Ayrıca, laboratuvar çalışmaları esnasındaki desteklerinden dolayı Doç. Dr. Rahşan Evren MAZLUM'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini üzerimde hissettiğim aileme sonsuz teşekkür ederim.

Tanju KARAL

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Mücevher Çiklit (*Hemichromis bimaculatus* Gill, 1862)’lerde Radyografik Yöntemle Mide Boşaltımının Belirlenmesi” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 07/08/2019

Tanju KARAL

Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

MÜCEVHER ÇIKLİT (*Hemichromis bimaculatus* Gill, 1862)'LERDE RADYOGRAFİK YÖNTEMLE MİDE BOŞALTIMININ BELİRLENMESİ

Tanju KARAL

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Fatma DELİHASAN SONAY

Bu tez çalışmasının amacı mücevher çiklit balığının (*Hemichromis bimaculatus*) mide boşaltım oranının (GER) ve zamanının belirlenmesidir. Mide boşaltım oranı akvaryum balıklarında beslenmeden sonra mide doluluğunu tahmin etmek, aşırı beslemeyi önlemek için kullanılabilir. Mücevher çiklitler için formüle edilmiş yemle (akvaryum çiklit yemi) beslenen balıkların mide boşaltımı üzerine balık büyüklüğü (cm), yem miktarı (g) ve sıcaklığın (°C) etkileri incelenmiştir. Çalışmada farklı miktarlarda beslenen 6,3 ile 9,5 cm arasında boya (total boy) sahip balıklar kullanılmıştır. Mücevher çiklitlerin midesindeki besinin boşaltımı yemek miktarından bağımsız olarak surface-dependent model tarafından en iyi şekilde tanımlanmıştır. Balık büyüklüğünün mide boşaltım oranı üzerine etkisi basit üssü ilişki ile belirlenirken, mide boşaltım oranı ile sıcaklık arasındaki ilişki eksponansiyel model ile açıklanmıştır. Formüle yemle beslenen mücevher çiklit balıklarının mide boşaltım modeli $\frac{dS_t}{dt} = -0.000333 L^{0.76} e^{0.15T} S_t^{2/3}$ (g h⁻¹) şeklinde tespit edilmiştir. Çalışma sonunda, akvaryum yetiştiriciliğinde aşırı beslenmenin yanı sıra yetersiz beslenmeyi önlemek için farklı balık boyu, yem miktarı ve sıcaklık (22, 26, 28°C) için mide boşaltım modelleri modellenmiştir. Elde edilen sonuçlarla tür için uygun besleme yöntemleri belirlenmiştir.

2019, 58 sayfa

Anahtar Kelimeler: Akvaryum Balığı, Beslenme Rejimi, Mücevher Çiklit, *Hemichromis bimaculatus*, Mide Boşaltımı.

ABSTRACT

DETERMINATION OF GASTRIC EVACUATION BY RADIOGRAPHIC METHOD IN JEWELFISH (*Hemichromis bimaculatus* Gill, 1862)

Tanju KARAL

Recep Tayyip Erdogan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Fisheries
Master Thesis

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Fatma DELİHASAN SONAY

The aim of this study was to determine the gastric evacuation rates (GER) and duration in jewelfish (*Hemichromis bimaculatus*). Gastric evacuation rate experiments can be used to estimate the stomach fullness in aquarium fish at a postprandial time so as to avoid the overfeeding of the fish. The influences of fish size L (cm), meal size (g) and temperature T (°C) on gastric evacuation rates of jewelfish fed formulated food (aquarium cichlid fish food) were examined. Fish used in these experiments were ranged in sizes (total length) from cm 6.3 to 9.5 cm that were fed a ranged of meal sizes. The evacuation of food from the stomach of jewelfish was best described by the surface-dependent model independently of meal size. The relationship between gastric evacuation rate and temperatures were described using exponential model while the effects of fish size on gastric evacuation rates was determined by the simple power function of length. The gastric evacuation model of jewelfish fed formulated food could thus be described by $\frac{dS_t}{dt} = -0.000333 L^{0.76} e^{0.15T} S_t^{2/3}$ (g h⁻¹). At the end of the study, gastric evacuation of jewel fish modeled to avoid overfeeding as well as underfeeding in aquarium culture for different fish size, meal size and temperature (22, 26, 28°C). The optimal feeding management strategies were determined as a result of the study in the species of interest.

2019, 58 pages

Keywords: Aquarium Fish, Feeding Regime, Jewelfish, *Hemichromis bimaculatus*, Gastric Evacuation.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ	IX
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Balıklarda Yem Tüketimlerine Göre Sınıflandırma	2
1.3. Balıklarda Sindirim Sistemi	5
1.3.1. Ağız ve Dişler	6
1.3.2. Farinks ve Özofagus (Yemek Borusu).....	6
1.3.3. Mide	7
1.3.4. Bağırsaklar	7
1.3.5. Anüs	8
1.4. Balıklarda Sindirim Üzerine Etki Eden Faktörler	8
1.4.1. Su Sıcaklığı	9
1.4.2. Balık Büyüklüğü	9
1.4.3. Besin Miktarı ve İçeriği	10
1.5. Sindirim Çalışmalarında Kullanılan Yöntemler	10
1.5.1. Seri Kesim Tekniği	11
1.5.2. Radyografik Yöntem (X Işınları).....	11
1.5.3. Mide Yıkama Tekniği (Kusturma Yöntemi)	11
1.5.4. Radyoizotopik Yöntem	12
1.5.5. Kusturucuların Kullanılması.....	12
1.6. Mücevher Çiklit (<i>Hemichromis bimaculatus</i> Gill, 1862).....	12
1.7. Literatür Özeti	14
1.8. Tezin Amacı ve Gerekçesi	18

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	19
2.1. Materyal.....	19
2.1.1. Balık Materyali	19
2.1.2. Yem Materyali	19
2.1.3. Araştırma Ünitesi.....	21
2.1.4. Araştırmada Kullanılan Diğer Araç ve Gereçler	21
2.2. Yöntem	24
2.2.1. Deneme Dizaynı ve Alıştırma Süresi.....	24
2.2.2. Pelet Yem Hazırlanması	25
2.2.3. Mide Boşaltım Denemeleri	27
2.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi ve Yorumlanması.....	28
3. BULGULAR	30
4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR	45
5. ÖNERİLER	47
KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ	58

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Sindirim sisteminin uzunluğuna göre dizilmiş 4 balık türünün sindirim sistemi. a) Gökkuşağı alabalığı (karnivor), b) Kanal yayın balığı (hayvansal orijinli materyalleri tercih eden omnivor), c) Sazan (bitkisel orijinli materyalleri tercih eden omnivor), d) Süt balığı (mikrofagus: plankton tüketici) (Smith, 1980).	3
Şekil 2.	Balıklarda bulunan organlar ve bulunma yerleri (URL-7).....	5
Şekil 3.	Mücevher çiklit (<i>Hemichromis bimaculatus</i> Gill, 1862) (Orijinal).	13
Şekil 4.	Denemede kullanılan akvaryum düzeneği.	21
Şekil 5.	Mide içeriğinin görüntülenmesinde kullanılan Toshiba marka Port-X III cihazı.	22
Şekil 6.	MAXIRAY marka radyovizyografik sensör.....	22
Şekil 7.	Kurşun yelek.	23
Şekil 8.	Mide boşaltımı deneylerinde kullanılacak olan baryum sülfat içerikli yemin hazırlanması (A: Kullanılan ticari akvaryum yemi; B: Öğütülmüş yem, C: Toz haline gelen yemin karışım için tartılması, D: Plastik aparat yardımıyla yeniden şekillendirilmesi, E: Yemin kurutulması, F: Uygun büyüklüklerde parçalanması).	26
Şekil 9.	Radyografik yöntemle mide boşaltımının görüntülenmesi (A: Ölçek olarak sensör üzerine yerleştirilen ölçüsü belli cisim(metal toplu iğne), B: Sensör üzerinde anesteziye maruz kalmış mücevher çiklit, C: Röntgeni çekilmiş balık (yeni beslenmiş-dolu mide), D: Röntgeni çekilmiş balık (sindirim sistemi boş).	27
Şekil 10.	22 °C’de ağırlığın %1’i oranında beslemede Mücevher çiklit türünün mide boşaltımının zamanla değişimi (A: Balık No 6, 9); B: Balık No 2).	31
Şekil 11.	22 °C’de ağırlığın Ad libitum oranında beslemede Mücevher çiklit türünün mide boşaltımının zamanla değişimi (A: Balık No 6, 7, 10; B: Balık No 2; C: Balık No 3).	32
Şekil 12.	26 °C’de ağırlığın %1’i oranında beslemede Mücevher çiklit türünün mide boşaltımının zamanla değişimi (Balık No 10).	33
Şekil 13.	26 °C’de ağırlığın Ad libitum oranında beslemede Mücevher çiklit türünün mide boşaltımının zamanla değişimi (A: Balık No 9; B: Balık No 5).	34
Şekil 14.	28 °C’de ağırlığın %1’i oranında beslemede Mücevher çiklit türünün mide boşaltımının zamanla değişimi (Balık No 10).	35
Şekil 15.	28 °C’de ağırlığın Ad libitum oranında beslemede Mücevher çiklit türünün mide boşaltımının zamanla değişimi (A: Balık No 1, 3, 4; B: Balık No 6, 10).	36

Şekil 16.	26 °C’de ağırlığının %1 oranında beslenen mücevher çiklit için mide boşaltımı röntgen görüntüleri (L:9,5, W:15,93).....	37
Şekil 17.	26 °C’de ağırlığının Ad lib. oranında beslenen mücevher çiklit için mide boşaltımı röntgen görüntüleri (L:7,0, W:6,90).....	38
Şekil 18.	Mücevher çiklitin mide içeriğinin farklı sıcaklıklarda zamana bağlı ilişkisi (22°C (●), 26°C (○) and 28°C (○)). Mücevher çiklit ve yemlere ait veriler Tablo 9’da verilmiştir.	42



TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 1.	Omnivor, herbivor ve karnivor beslenen bazı akvaryum balığı türleri (URL-5).....	4
Tablo 2.	Denemede kullanılan mücevher çiklit balıklarının boy (cm) ve ağırlık (g) verileri.	20
Tablo 3.	Deneme süresince kullanılan ticari yemin besinsel içeriği.	20
Tablo 4.	Çalışmalarda kullanılan araç, gereç ve kimyasallar maddeler.	24
Tablo 5.	Deneme dizaynı.	25
Tablo 6.	22°C su sıcaklığında mücevher çiklitin mide boşaltımı deneyleri; total boy (cm), yaş ağırlık (g), tüketilen yem miktarı (% Ad libitum) (g), modelleme türü (%1 veya Ad lib.), katılmama (-).	30
Tablo 7.	26°C su sıcaklığında mücevher çiklitin mide boşaltımı deneyleri; total boy (cm), yaş ağırlık (g), tüketilen yem miktarı (% Ad libitum) (g), modelleme türü (%1 veya Ad lib.), katılmama (-).	33
Tablo 8.	28°C su sıcaklığında mücevher çiklitin mide boşaltımı deneyleri; total boy (cm), yaş ağırlık (g), tüketilen yem miktarı (% Ad libitum) (g), modelleme türü (%1 veya Ad lib.), katılmama (-).	35
Tablo 9.	Mücevher çiklit türü için modellemede kullanılan sıcaklık, balık boyu ve ağırlığı, yem miktarı ve gözlem (n) verileri.	39
Tablo 10.	Mücevher çiklit türünün modellemesinde kullanılan tüm verilerin general power fonksiyonunda $\frac{dS_t}{dt} = -\rho_{LT} L^\lambda e^{\delta T} S_t^\alpha$ hesaplanan parametrelere ait özet istatistiksel değerler (Ort. $\pm$ S.E.).....	41
Tablo 11.	Mücevher çiklit balığında 0,10 g yemin farklı sıcaklık ve boylarda tamamen sindirilmesi için gereken mide boşaltım zamanı (h).	44

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Ad lib.	Ad Libitum
ANOVA	Varyans Analizi (Analysis of Variance)
BaSO ₄	Baryumsülfat
cm	Santimetre
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
FO	Balık Yağı (Fish Oil)
GE	Mide Boşaltımı
GER	Mide Boşaltım Oranı (Gastric Evacuation Rates)
GET	Mide Boşaltım Süresi (Gastric Evacuation Time)
KF	Kondisyon Faktörü
IUCN	Uluslararası Doğayı Koruma Birliği
kg	Kilogram
l	Litre
L	Boy
m ³	Metreküp
mg	Milligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
M.Ö.	Milattan Önce
N	Örnek Sayısı
RTEÜ	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Sd	Standart Sapma
S ₀	Yenen Besin Ağırlığı
sp	Tür (Species)
St	t Saat Sonra Mide İçeriği Ağırlığı
t	Zaman
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
URL	Bir Örnek Kaynak Konumlayıcı (Uniform Resource Locator)
vb	Ve Benzeri
vd	Ve Diğerleri
W	Ağırlık

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

“Yetiştiricilik”, su canlılarının en azından hayatlarının belirli bir safhasında stoklama, besleme, büyütme, üretme, koruma veya muhafaza amacıyla kontrollü veya yarı kontrollü şartlar altında yetiştirilmesidir. Su ürünleri yetiştiriciliği, dünyanın en hızlı büyüyen gıda üretim sektörlerinden birisidir. Dünya nüfusunun hızla artmasına paralel olarak insanlarda beslenme bilincinin gelişmesi balık etinde bulunan hayvansal proteine talebi artırmaktadır. Dolayısıyla su ürünleri yetiştiriciliği, dünya genelinde besin üretimi açısından en hızlı büyüyen sektördür ve dünya balık ihtiyacının yaklaşık %50’sini karşılamaktadır (URL-1). Su ürünleri yetiştiriciliğinin temel amaçları başta gıda üretimi olmasının yanısıra süs balıkçılığı, sportif balıkçılık, su kaynaklarının ıslahı, balıkçılığın desteklenmesi, türlerin ve çevrenin korunması, bilimsel çalışmalar, istihdam ve ekonomik gelişim konularını da kapsamaktadır. Süs balıkçılığı yetiştiriciliğini ise balık, yumuşakça, eklembacaklı, su bitkileri ve diğer (kurbağa, kaplumbağa, timsah gibi) canlı gruplarını kapsamaktadır.

Dünyada yaklaşık 60 milyon kişinin akvaryum meraklısı olduğu tahmin edilmektedir (Hekimoğlu, 2012). Ülkemizde ise hızla gelişen bir sektör olmasına rağmen Amerika, Avrupa ve Asya ile karşılaştırıldığında çok uzun bir geçmişi yoktur (Sales ve Janssens, 2003). Türkiye’de popüler anlamda akvaryum merakı, 1980’li yıllarda oldukça artmıştır (Türkmen ve Aktuğ, 2011).

Akvaryum balıkları yetiştiriciliği başta bir hobi olarak görülsede gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ticari olarak önem taşımaktadır (Hekimoğlu, 2006). Akvaryum balıklarını tropikal tatlı su balıkları (sektörün %80-90’nı oluşturur), tropikal deniz ve acı su balıkları ve soğuk su türleri olmak üzere üç başlık altında toplanır. (Gümüş vd., 2013). Bilinen binlerce akvaryum balığı türünden günümüzde çok azının yetiştiriciliği yapılmakta veya yapılabilmektedir. Akvaryum ortamında tutulan 1600 türün 750 adedi tatlı sulardan gelmektedir. Bu balıkların %90’nın yetiştiriciliği yapılırken diğerleri doğadan toplanmaktadır. Bu durum deniz balıklarında farklılık

göstermektedir. Deniz balıkları akvaryum piyasasının %20'ni kapsarken, %5'inin üretimi yapılmaktadır (Hekimoğlu, 2006).

Su ürünleri türlerinin yetiştiriciliğinin yapılması esnasında (gıda, süs, sportif vd., amaçlı) pazar değeri ve talebi, kontrollü koşullarda yavru üretimi veya doğadan yavru toplama olanağı, kültür koşullarına uygunluk (yüksek stoklama yoğunluğuna dayanıklılık ve adaptasyon), yapay yem alımı, yüksek yem değerlendirme ve hızlı büyüme, basit larval gelişme ve kuluçka teknikleri gibi özelliklerine dikkat edilmektedir. Bu özellikler arasında yetiştirilecek balığın beslenme şeklinin bilinmesi en önemli kriterlerden bir tanesidir. Bunun için de balığın sindirim sistemi içeriğinin, yapısının ve beslenme şeklinin incelenmesi gerekmektedir.

Gıdalar ve canlılar bakımından dünyamız çok karmaşık bir yapıya sahiptir. Canlı türleri milyonlarca yıldan beri geçirdikleri evrim sonunda çevrelerinde bulabilecekleri yem durumuna göre yem alma ve bunlardan yararlanma alışkanlıklarına sahip olmuşlardır. Tükettikleri besinlere göre de sindirim organları değişim göstermiş ve gelişmiştir. Her su kaynağında var olan yem olanağına göre bir denge kurulmuştur (URL-2).

1.2. Balıklarda Yem Tüketimlerine Göre Sınıflandırma

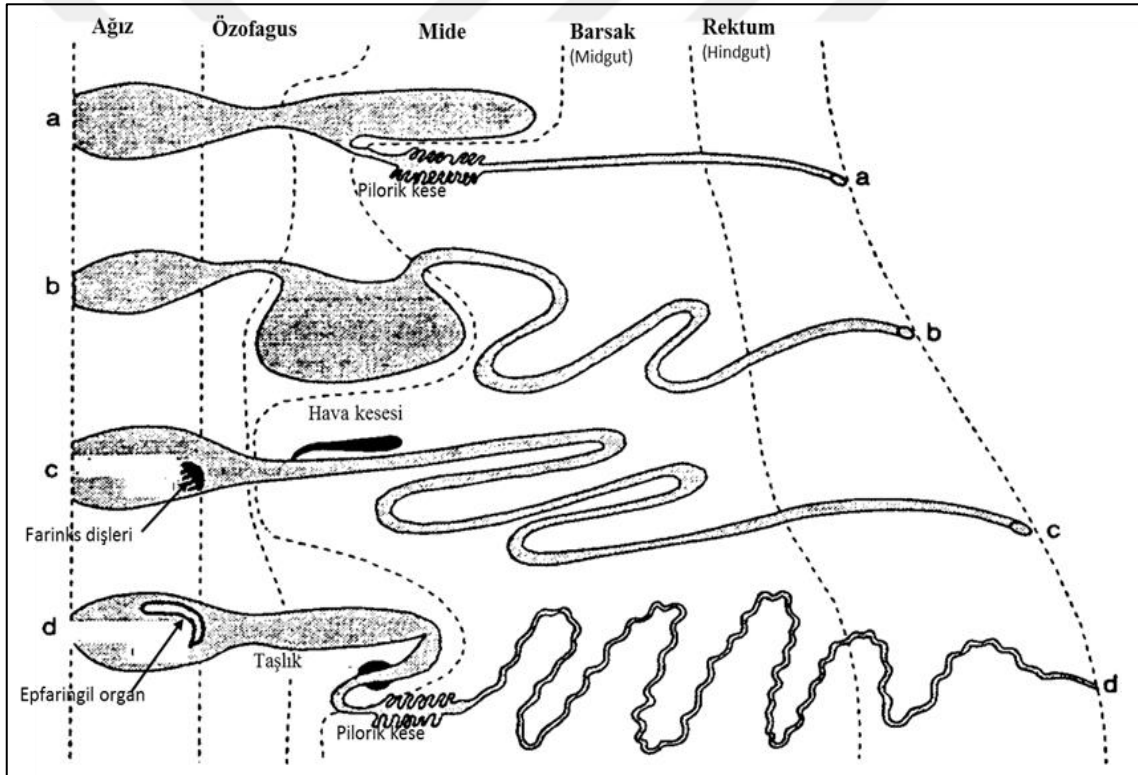
Balıkların besinlerini sucul ortamlarda gelişen çeşitli bitkisel ve hayvansal gıdalar oluşturmaktadır. Balıkların bir kısmı su yüzeyinde yüzen canlılarla, bir kısmı orta düzeyde yosun, bitki ve taşınan diğer yemlerle, bir kısmı ise dip kısmından eşeleyip beslenirler. Balıklar bu beslenme rejimleri bakımından üç kategoride toplanabilirler (URL-3):

- Omnivor (Hem etçil hemde otçul) balıklar.
- Herbivor (Otçul) balıklar,
- Karnivor (Etçil) balıklar,

Omnivor balıklar; hem bitkisel hem de hayvansal kökenli yemlerle beslenirler. Balıkların birçoğu yaşamın erken evrelerinde omnivor olarak beslenirler (Tablo 1).

Ancak büyüme ilerledikçe beslenme alışkanlıkları gelişir, değişikliğe uğradığı gibi sınırlıda kalabilir. Omnivor beslenen balıkların bazıları uzun bir bağırsağa sahipken bazı türlerde gerçek bir mide yoktur (Şekil 1) (URL-3). Örneğin; koi (sazan), kedi balığı.

Herbivor balıklar; su ortamındaki bitkisel yemler ve çürümüş organik materyallerle beslenirler (Tablo 1). Bu balıklarda taş ve odun parçaları üzerindeki algleri kopartmaya yarayan keratin dudaklar mevcuttur. Fakat, bu balıklar otlar arasında bulunan böcek larvaları, küçük kabuklular ve kurtları yedikleri için vejeteryan olarak kabul edilmezler (Karal vd., 2016). Bu türler küçük mide ve uzun bağırsak yapısına sahiptirler (Şekil 1). Örneğin; Gümüş sazanı, ot balığı (URL-3).



Şekil 1. Sindirim sisteminin uzunluğuna göre dizilmiş 4 balık türünün sindirim sistemi. a) Gökkuşaağı alabalığı (karnivor), b) Kanal yayın balığı (hayvansal orijinli materyalleri tercih eden omnivor), c) Sazan (bitkisel orijinli materyalleri tercih eden omnivor), d) Süt balığı (mikrofagus: plankton tüketici) (Smith, 1980).

Karnivor balıklar; ortamda bulunan çeşitli kurtlar, kabuklu canlılar, midyeler, yumuşakçalar ve birçok böcek larvalarını tüketirler (Tablo 1) (Karal vd., 2016). Bu türler büyük mide ve kısa bağırsaklara sahiptirler (Şekil 1). Örneğin; pirana, alabalık

(URL-3). Karnivor balıklardan piskivor olanlar, turna balığı gibi sadece balıklarla beslenirler. Alabalıklar gibi insektivor olanlar sinek larvaları ile beslenirler. Turna ve lüfer gibi balık türleri ise kanibalistiktir (URL-4).

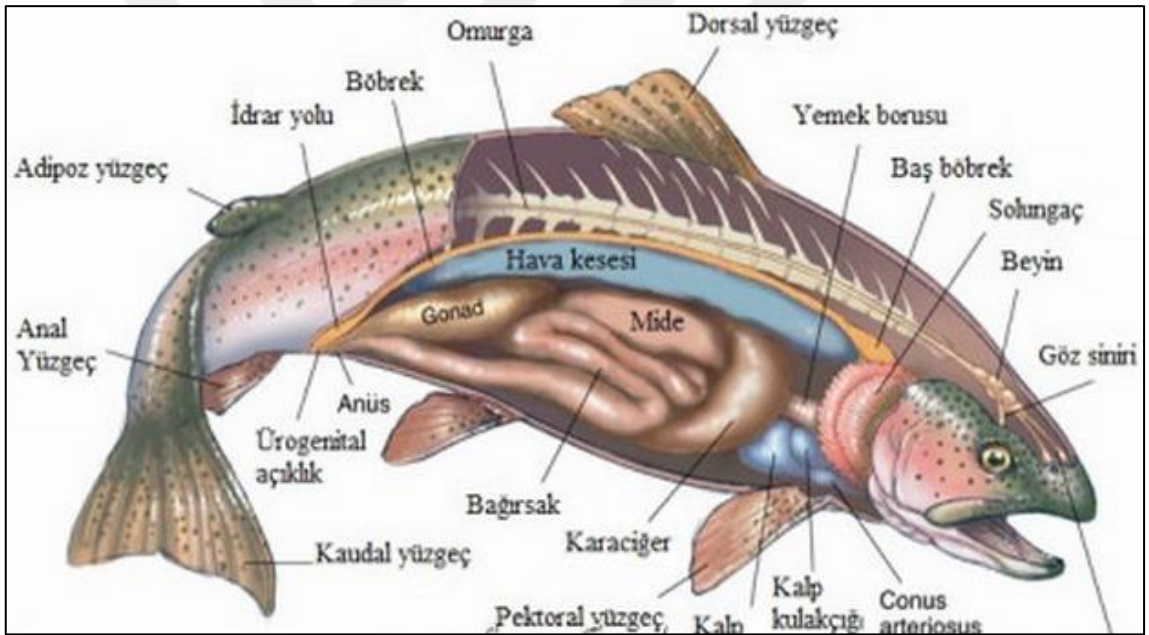
Tablo 1. Omnivor, herbivor ve karnivor beslenen bazı akvaryum balığı türleri (URL-5).

Türkçe Adı	Latince Adı
Omnivor	
Mücevher Çiklit	<i>Hemichromis guttatus</i>
Melek Balığı	<i>Pterophyllum scalare</i>
Auratus Çiklit	<i>Melanochromis auratus</i>
Discus	<i>Symphysodon sp.</i>
Gurami	<i>Osphronemus sp.</i>
Lepistes	<i>Poecilia reticulata</i>
Jack Demsey	<i>Rocio octofasciatum</i>
Platy	<i>Xiphophorus maculatus</i>
Kılıç Kuyruk	<i>Xiphophorus helleri</i>
Herbivor	
Pacu	<i>Colossoma sp.</i>
Molly	<i>Poecilia sphenops</i>
Silver Dolar	<i>Myleus rubripinnis</i>
Farowella	<i>Farlowella acus</i>
Tropheus Çiklitler	<i>Tropheus sp.</i>
Karnivor	
Acara	<i>Aequidens pulcher</i>
Kakadu	<i>Apistogramma cacatuoides</i>
Beta	<i>Betta splendens</i>
Frontosa	<i>Cyphotilapia frontosa</i>
Halfbeak	<i>Zenarchopterus buffonis</i>
Astronot Çiklit	<i>Astronotus ocellatus</i>

1.3. Balıklarda Sindirim Sistemi

Sindirim sistemi; insanlarda, hayvanlarda, omurgalılarda ya da omurgasızlarda canlılığın devamını sağlayan en önemli yapıdır. Yemle birlikte alınan besinleri vücut ve hücrelerine alma olayına beslenme denir. Alınan besin maddelerinin işlenmesi; yeme, sindirim, emilim ve dışkılama olmak üzere dört temel aşamadan oluşmaktadır (URL-6).

Balıklarda sindirim sistemi; ağız, farinks (yutak), özofagus (yemek borusu), mide ve bağırsak, anüs, karaciğer ve pankreas'tan meydana gelmektedir (Hekimoğlu, 2012) (Şekil 2). Balıkların türlerine göre beslenme tarzları ve sindirim sistemleri farklılık göstermektedir (Şekil 1).



Şekil 2. Balıklarda bulunan organlar ve bulunma yerleri (URL-7).

Sindirim ilk olarak yemin balık tarafından ağza alınmasıyla başlar sonra kas ile kaplı olan ve genişleyebilme yeteneğinde olan özefagustan geçer ve mideye ulaşır. Midede bulunan sindirim salgılarıyla parçalanan besinler bağırsağa ulaşır. Bağırsakta pankreastan salgılanan enzimlerle son parçalanma işlemleri meydana gelir (Çiçek, 2012).

1.3.1. Ağız ve Dişler

Ağız açıklığı başın ön kısmında iki çene arasındadır. Konumlarına göre isimlendirilirler. Bunlar; terminal veya uç durumlu, üst durumlu veya yukarıya yönelik ve alt durumlu veya aşağıya yöneliktir (URL-8).

Balıklarda hareket etmeyen, esnek olmayan ve çizgili kas ihtiva etmeyen bir dil mevcuttur. Ancak, balıklarda dilin sindirimle bir ilgisi yoktur. Balıklarda besini saran mukus bezleri bulunmaktadır. Ayrıca, balıklarda tükürük bezleri de bulunmaz. Ağız açıklığı beslenme tarzları ve yaşadıkları su kesimlerine göre değişiklik göstermektedir. Örneğin; karnivor ve derin sularda yaşayan balıklarda ağız açıklığı daha fazladır (Çelikkale, 2003).

Beslenme şekillerine göre değişim gösteren dişler mevcuttur. Bazı balıklarda ise diş bulunmaz. Üst çene kemiği üzerindeki dişler maksiller veya premaksiller diş, damağa yerleşmiş dişler palatinium diş ve alt çene üzerindeki dişlere ise mandibular dişler denir. Salmonidae gibi bazı türlerin damağının ön tarafında çengel şeklinde vomer dişleri bulunur. Ayrıca, bazı türlerde dil üzerinde dil dişleri ve boğaz bölgesinde beşinci solungaç yayı üzerinde farinks dişleri görülür (Akşiray, 1987).

Bazı balıklarda ince zar gibi olan dudaklar, bazı türlerde kalın ve hatta boynuzumsu şekildedir. Besinlerini emerek beslenen balıklarda dudaklar daha etlidir. Balıkların dudakları üzerinde türlere göre sayısı ve şekilleri değişen duyu organları vardır (Çelikkale, 2003).

1.3.2. Farinks ve Özofagus (Yemek Borusu)

Özofagus, farink ile mide arasında bulunan bir kanaldır (URL-9). Beslenme esnasında balık tarafından ağza alınan besin kısa olan farikse gelir ve özofagusa geçer. Farinks mideye suyun gitmemesi için sürekli kapalıdır, sadece besinler geçerken açılır (Çelikkale, 2003). Bazı türlerde (ör; sazanlarda) sayısı ve büyüklüğü farklılık gösteren farinks dişlerinin yer aldığı iki kemik yaydan ibaret çok kısa bir yutak kısmı mevcuttur.

Özofagus; kıvrımlı, büzülüp açılan, boyutu türlere göre değişen ve dışarıdan bakıldığında mideden pek ayırt edilemeyen bir yapıdır (URL-8).

1.3.3. Mide

Balıklarda mide kardiyak bölgesi ve pilor bölgesi olmak üzere iki kısımdan oluşur. Kardiyak bölge; besinlerin sindirilmemiş halde toplandığı yer, Pilor bölge ise; sayısı türlere göre değişik olan ve parmakımsı görünüşte bulunan Plorik çekum veya kör bağırsakların açıldığı yerdir (URL-8). Örneğin; *Esox americanus* ve *Tilapia spilurus*. Fakat, *Anguilla anguilla*, *Oreochromis niloticus*, *Oncorhynchus mykiss* ve *Salmo trutta magrostigma* gibi bazı türlerde midenin kardiya, fundus ve pilorus olmak üzere üç kısımdan oluştuğu bildirilmektedir (Clarke ve Whitcomb, 1980; Caceci vd., 1997; Çınar vd., 1997). Bazı çalışmalarda ise mide başlangıç, orta ve son kısım ya da glandular = korpus ve nonglandular = pilorus olarak isimlendirilmiştir (Sis vd., 1979; Osman ve Caceci, 1991). Midenin içerisinde HCl ile pepsinojen salgılanan mide bezleri bulunmaktadır. Mide, karnivor türlerde uzunlamasına, omnivorlarda kese biçimindedir. Ancak bazı omnivor türlerde mide yoktur (Sazan). Gerçek mideye sahip olmayan bu türlerde özofagus, farinks ile bağırsaklar arasında genişlemiştir (Şekil 1) ve asit salgılayarak mide görevi görür (Diler, 2009).

1.3.4. Bağırsaklar

Mideden sonra gelen uzunlukları türden türe değişen organlardır. Beslenme türüne bağlı olarak etçil beslenenlerde düz ve kısa, otçul beslenenlerde uzundur (Şekil 1) (URL-8). Mideden gelen besinler son olarak bağırsaklara gelir ve sindirim enzimleriyle emilim meydana gelir. Onikiparmak bağırsağı, ön bağırsak, arka bağırsak ve son bağırsak kısımlarını oluşturur. Onikiparmak bağırsağı, hepatik ve pankreatik kanalların bağırsağa açıldığı ve pilorik kör keselerin bulunduğu kısımdır (Karaman ve Dörücü, 2017).

Bağırsaklar; midenin pilorus bölgesinden itibaren anüse kadar ince ve kalın (Kuru, 1999), anteriorposterior (Scocco vd., 1997), anterior-middle-posterior (Çınar ve Şenol, 2006), proksimal-distal (Marchetti vd., 2006) ya da kranial-intermediate-kaudal

(Albrecht vd., 2001) olarak isimlendirilmiştir. Sindirim kanalının yüzeyinin bez epiteli ve goblet hücreleri tarafından salgılanan mukus tabakası ile kaplı olduğu belirlenmiştir (Diler, 2009).

Sindirim sisteminde yardımcı organlar ve bu organların yardımcı sindirim enzimleri de bulunmaktadır. Bunlar, karaciğer ve pankreas olup, özsularını mide ile bağırsağın birleştiği bölgeye bırakırlar. Kalın bağırsak kemikli balıklarda anüs adı verilen delikle dışarıya açılır (Timur, 2008).

1.3.5. Anüs

Sindirim işleminin tamamlandığı açıklık ise anüstür. Türler göre anüsün konumu değişiklik göstermektedir. Kemikli balıklarda genellikle anal yüzgecin hemen önündedir. Ayrıca, bazı türlerde cinsiyet ayrımında da kullanılmaktadır. Örneğin, dişi sazanda anüs konvex veya kabarık durumda olduğu halde, erkekte konkav şekildedir (Çelikkale, 2003).

1.4. Balıklarda Sindirim Üzerine Etki Eden Faktörler

Kültür koşulları araştırma denemleri kapsamında çevresel faktörlerin büyük bir bölümünü kontrol altında tutmak mümkündür. Ancak, ticari işletmelerde veya pratikte çevresel faktörlerin hepsinin kontrol altına alınması oldukça zordur. Balıklarda yem tüketimini, sindirim ve metabolizmayı etkileyen abiyotik ve biyotik faktörler mevcuttur (Jobling, 1987; Jobling, 1994; Başçınar vd., 2006).

Abiyotik faktörler:

- Su sıcaklığı
- Oksijen miktarı
- Tuzluluk
- Fotoperiyot
- Stres faktörleri
- Yemin besin içeriği ve büyüklüğü

Biyotik faktörler:

- Balık büyüklüğü
- Aktivite
- Davranış faktörleri
- Stres
- Cinsi gelişme ve üreme
- Açlık

1.4.1. Su Sıcaklığı

Su sıcaklığı; balık türleri arasında değişim gösterir. Hatta aynı türün farklı dönemlerinde (yumurtlama, kuluçka dönemi, besin kesesi tüketimi, büyüme vs) farklı su sıcaklığı istekleri vardır. Yem tüketimi, metabolizma, sindirim, üreme ve büyüme oranı üzerinde etkilidir. Farklı sıcaklıklarda sindirim oranı çalışmaları yapılmış ve türün minimum, maksimum ve optimum su sıcaklık değerleri belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda sıcaklık ile sindirim oranı arasında negatif ilişki olduğu ortaya konulmuştur (Seyhan vd., 2016). Su sıcaklığının optimum değerlerde tutulması en yüksek sindirim oranını (Smith, 1967; Brett ve Higs, 1970; Tyler, 1970), su sıcaklığının düşmesi ise sindirim oranının düştüğünü göstermiştir (Windell, 1978). Ayrıca, su sıcaklığı gazların suda çözünürlüğü, biyolojik oksijen ihtiyacı, kirleticilerin toksitesi ve balık patojenlerinin gelişimleri üzerinde de etkilidir (Sonay, 2013).

Su sıcaklığının düşüşüne paralel olarak iştah, sindirim oranı ve salgı üretimi azalmakta, optimum sıcaklığın üstündeki değerlerde ise salgı miktarında düşüşler ortaya çıkmaktadır (Çiçek, 2012).

1.4.2. Balık Büyüklüğü

Sindirim aktivitesinin gerçekleşmesi sindirim enzimlerine bağlıdır. Balıklarda; balığın türü, yaşı, büyüklüğü, beslenme şekli, besin kalitesi, beslenme sıklığı, verilen yem miktarı, stoklama yoğunluğu ve çevresel etkiler enzim aktivitesi ve sindirim üzerinde etkilidir. Aynı türe ait balıklarda büyük balıklar aynı boyuttaki besini küçük balıklardan daha hızlı tüketirler (Flowder ve Grove, 1979; Jobling vd., 1977; Swenson

ve Smith, 1973; Jones, 1974; Seyhan, 1994). Bazı balık türlerinde ise büyüklük ile sindirim oranı arasında fark yoktur (Seyhan vd., 2016).

1.4.3. Besin Miktarı ve İçeriği

Kompleks bir yapı olan mide boşaltımının bir diğer faktörü ise besindir. Besin miktarı, besin içeriği (karma yemdeki proteinler, yağlar, karbonhidratlar, mineral ve vitaminler), beslenme sıklığı ve verilen yem miktarıdır. Canlılarda besin miktarı arttıkça sindirim oranı da artmaktadır (Grove ve Crawford, 1980; Gwyther ve Grove, 1981; Dos Santos, 1990). Öğün büyüklüğü artırıldığında balık mide boşaltım hızını (GER) artırmaktadır (Jobling vd., 1977). Ayrıca, hayvansal kaynaklı yemler, bitkisel kaynaklı yemlere göre sindirim kanalından daha düşük bir geçiş hızına sahiptir. Farklı tahıl ve nişasta kaynakları içeren yem hammaddeleri peletlerin fiziksel karakterlerini değiştirirken balığın sindirim fonksiyonlarını etkilemektedir (Briggs vd., 1999).

Tüm canlılarda olduğu gibi balıklarda da yaşamsal tüm faaliyetler üzerinde etkili olan faktör strestir. Stres faktörü canlının yaşadığı ortamdaki uyarıcılara veya değişimlere karşı oluşturduğu genel tepkidir. Balıklarda; su sıcaklığı, pH, kirlilik, predatör baskısı, parazitik, bakteriyel veya çeşitli hastalık etmenleri, nakil, populasyon yoğunluğu, ilaç uygulama, düzensiz ve bilinçsiz besleme gibi birçok faktör stres meydana getirebilir (Çam ve Öztürk, 2015).

1.5. Sindirim Çalışmalarında Kullanılan Yöntemler

Sindirim oranı çalışmaları; beslenen balığın mide içeriğinin belirli zaman aralıklarıyla takip edilerek, içerikte meydana gelen değişimin takibiyle gerçekleştirilmektedir. Takip işlemi için aşağıdaki teknikler yaygın olarak kullanılmaktadır:

- 1- Seri kesim tekniği (Basimi ve Grove, 1985),
- 2- Radyografik yöntem (X ışınları) (Edwards, 1971; Mazlan vd., 2002),
- 3- Mide yıkama tekniği (Kusturma yöntemi (gastric lavaj)) (Jobling vd., 1977),
- 4- Radyoizotop yöntemi (Talbot ve Higgins, 1983),
- 5- Kusturucuların kullanılması (Bromley, 1994).

1.5.1. Seri Kesim Tekniği

Mide boşaltım süresi ve oranının hesaplanması amacıyla yapılan çalışmalarda balık midelerinin yemlemeden önce tamamen boş olması gerekmektedir. Belirli bir miktar yemlenen balıklar, belirlenen zaman periyotlarında örneklenerek seçilir, karınları kesilerek mideleri çıkarılır ve içerik kurutularak tartılır. Bu uygulamada, gelişmiş cihazlara ihtiyaç yoktur, balık tekrar kullanılmadığı için stresten kaynaklanan etkiler görülmemektedir, balığın mide içeriğindeki yemler farklı olsa dahi ayırt edilebilir. Fakat aynı balığı daha sonra kullanma olanağı olmadığı için çok sayıda balığın deneylerde kullanılması gerekmektedir (Seyhan, 1994).

1.5.2. Radyografik Yöntem (X Işımları)

Yöntem ilk kes 1960 yılında Mölnar & Tölg tarafından kullanılmıştır. Çalışmalarda hazırlanan rasyonun içeriğinde %20-25'i oluşturacak şekilde baryum sülfat bulunmaktadır. Hazırlanan yem balığa verilerek X-ray cihazı ile mide takip edilmektedir. Ayrıca, benzer özellikler gösteren belirleyici madde olarak metalik demir tozu (Talbot ve Higgins, 1983) ve polystyrene küreciklerde kullanılmaktadır (Grove vd., 1985; Grove, 1986).

1.5.3. Mide Yıkama Tekniği (Kusturma Yöntemi)

Bu yöntemde balığa yem verildikten sonra belirlenen zaman aralıkları sonunda ağızdan mideye veya anüsten sindirim kanalına bir tüpün yerleştirilmesi ve bu tüp vasıtasıyla basınçla verilen su ile mide içeriğinin dışarıya çıkarılmasıyla gerçekleşir. Dışarıya çıkarılan mide içeriğı kuru ve yaş olarak tartılıp değerlendirilebilir. Ancak bu yöntemde her zaman mide içeriğinin tam olarak dışarı çıkarılamama ihtimali vardır (Seyhan 1994). Aynı balıkların ikince denemede kullanılmasında stres faktörü etkili olabilmektedir (Singh-Renton, 1990).

1.5.4. Radyoizotopik Yöntem

Bu yöntemde belirlenen radyoizotoplardan biri yeterli miktarda yeme katılarak hazırlanmaktadır. Örneğin; Technetium (99Tc) (Aldman, 1994), Chromium (51C) ve Iodine (131I) (Storebaken vd., 1981), Cerium (144Ce) (Peters ve Hoss, 1974), Caesium (137Cs) (Kevern, 1966; Kolehmainen, 1974) yapılan çalışmalardır.

1.5.5. Kusturucuların Kullanılması

Bu yöntem kusturucu özelliği olan maddeler (potasyum nitrat veya apomorfin) kullanılarak gerçekleştirilir. Kusturucu maddeler arsenik asit veya hidroklorik asitle solüsyon haline getirilerek kullanıma hazırlanır. Aynı balığın tekrar kullanılabilmesi sebebiyle az miktardaki bireyle denemeler tamamlanabilir ancak aynı balığın ikinci tekerrürde kullanılması stres faktörünü ortaya çıkarabilir. Bu yöntemde dikkat edilmesi gereken en önemli nokta balığın midesinin tamamen boşalmamasıdır (Seyhan, 1994).

1.6. Mücevher Çiklit (*Hemichromis bimaculatus* Gill, 1862)

Mücevher çiklit balığı Batı Afrika'da yaygın olarak dağılım gösteren Cichlidae türüdür. Ayrıca Kamerun, Kongo Demokratik Cumhuriyeti ve Nil havzasının kıyı bölgelerinden rapor edilmiştir. Bilinen iki türü vardır ancak bir tanesi akvaryumda yetiştirilmektedir (URL-10). Akvaryum balığı olarak tüm Dünya'ya yayılım göstermiştir. Doğal yaşama alanları acı ve tatlı su olan dere, akarsu, nehir ve göllerdir (Indira ve Pugazhendy, 2016). Ancak, IUCN kapsamında Kuzey Afrika'daki tatlı su balıkları arasında kırmızı listede olan bir türdür (Bhosale vd., 2017).

Birçok araştırmacı tarafından farklı sinonim isimlerle kullanılsa da en yaygın olanı *Hemichromis bimaculatus*'tur. Türün sistematigi aşağıdaki gibi verilmektedir (URL-10; Hekimoğlu, 2012):

Alem	: Hayvanlar Alemi
Şube	: Chordata
Alt Şube	: Vertebrata
Üst Sınıf	: Osteichthyes
Sınıf	: Actinopterygii
Alt Sınıf	: Neopterygii
İnfrac Sınıf	: Teleostei
Üst Takım	: Actinopterygii
Takım	: Perciformes
Aile	: Cichlidae
Cins	: Hemichromis
Tür	: <i>Hemichromis bimaculatus</i> Gill, 1862

“Mücevher çiklit, Yakut balığı veya kırmızı Cichlidae” olarak adlandırılan türün boyları 15 cm’ye kadar büyüyebilir. Renkleri çok güzeldir ve özellikle üreme zamanında parlaklaşırlar. Zeytin yeşili renk yanlarda açılarak gri-yeşile dönüşür. Karnı ve göğsü ise açık sarı renktedir. Dişiler ve erkekler üreme döneminde parlıtlı yeşil benekleri bulunan koyu kırmızı renk alırlar. Yüzgeçler sarımsı kahverengiden yeşile kadar değişim gösterir. Solungaç üzerinde ve vücudun ortasında olmak üzere iki siyah benekleri vardır (Alpbaz, 2000) (Şekil 3). Dorsal yüzgeçlerinde; 14-15 diken ve 10-12 yumuşak ışın, anal yüzgeçlerinde; 3 diken ve 8-9 yumuşak ışın bulunur (URL-10).



Şekil 3. Mücevher çiklit (*Hemichromis bimaculatus* Gill, 1862) (Orijinal).

Su sıcaklığı 21-23 °C ve pH 6,5 - 7,5 aralığında olan sularda yaşamayı seven tropikal balıklardır (URL-10). Diğer balık türleri ile aynı akvaryumda bulunmayı sevmezler (Alpbaz, 2000). Özellikle üreme döneminde çift oluştururlar ve saldırganlıkları artar (Indira ve Pugazhemdy, 2016). Üremeleri için akvaryumlara taşlar, küçük saksılar ve kökler konulabilir. Üretimleri basittir. Anaçlar 500-550 adet yumurta bırakabilir (Bhosale, 2017). Yavrular 48 saat içinde yumurtadan çıkar. Yumurtadan çıkan yavrular çok küçüktür. Yavrular dişi balık tarafından çukur bir yere taşınır (URL-11). Yavruların ilk besinini infusaria ve kurutulmuş tubifex tozu oluşturur. Daha sonra *Artemia salina* ve ilerde de su piresinin küçük boyları verilebilir (Alpbaz, 2000). Omnivor oldukları için doğada aquatik organizmaları tercih ederler (URL-11; Indira ve Pugazhemdy, 2016). Ebeveynler yaklaşık bir ay sonra tekrar yumurta bırakabilir bu yüzden yavrular akvaryumdan çıkarılmalıdır (URL-11).

1.7. Literatür Özeti

Su ürünleri yetiştiriciliği sekrötünde gün geçtikçe yeni türler kültür altına alınmaktadır. Türler deniz balıkları, içsu balıkları, akvaryum balıkları ve diğer sucul hayvan ve bitkileri kapsamaktadır. Kültür altına alınan türlerin belirlenmesi gereken en önemli özelliklerden bir tanesi beslenme özelliğidir. Sağlıklı bir gelişim için doğasına uygun beslemenin yanısıra beslenme zamanı ve sıklığı, beslenme şekli, besin içeriği ve çevresel faktörler (sıcaklık, oksijen seviyesi, tuzluluk, ışık miktarı vb.) önemlidir. Balıklarda yem tüketimi tür ve balık boyutu ile de ilişkilidir.

Uygun yemleme stratejilerinin geliştirilmesi ve yetiştiriciliği yapılan türün iştahının ne zaman geri geleceğinin belirlenmesi için mide boşaltım zamanı ve mide boşaltım oranlarının belirlenmesi önem arz etmektedir (Çiçek, 2012).

Jobling vd., (1977) 16,4 °C su sıcaklığının 8,5 °C'ye düşürülmesinin pisi balığında (*Limanda limanda*) mide boşaltım zamanını düşürdüğünü belirlemişlerdir.

Ng vd., (2004) iki farklı büyüklükteki ekstrude yeme (1,2-1,4 cm) balık yağı, kolza yağı ve palmye yağı ilave etmiştir. Çalışmada ortalama ağırlığı 3,4 kg olan 880 adet Atlantik salmonunu (*Salmo salar*) kullanarak iki farklı su sıcaklığında (11°C ve

6°C) kuru madde sindirilebilirliğini belirlemiştir. Çalışma sonunda palmiye yağının beslendiği grupta düşük sıcaklıklarda kuru madde sindirilebilirliğinin istatistiki olarak azaldığını bildirmiştir.

Sweka vd., (2004) sinek ve böcek larvalarıyla besledikleri *Salvelinus fontinalis* türünün 4,3, 9,1, 12,1, 15,6 ve 17,0 °C su sıcaklıklarında mide boşaltım oranını (GER) belirlemişlerdir. Kaynak alabalıklarında tüm sıcaklıklarda linear (doğrusal) modelin en uygun olduğunu ve sıcaklık artışıyla mide boşaltımının arttığını ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada, 12,1, 15,6 ve 17,0 °C’lerde mide boşaltım oranının yavaşladığını rapor etmişlerdir.

Ballagh vd., (2008) *Argyrosomus japonicus*’ta yaptıkları fotoperiyot çalışmasında, midenin yarısının boşaltım süresini 10 saat olarak belirlemişlerdir.

Gamsız vd., (2008) başlangıç ağırlıkları $28 \pm 2,3$ gr olan sariağız balığının (*Argyrosomus regius*) yemlerine baryum sülfat ilave ederek balıkları beslemişlerdir. İki saatlik periyotlarla röntgen filmlerinin incelenmesiyle midesel boşaltım süresini belirlemişlerdir. Çalışma sonunda türün 20°C sıcaklıkta midesel boşaltım süresinin ortalama 9 saat, sindirim sisteminin tamamı ile boşalma süresinin ise ortalama 21 saat olduğunu ortaya koymuşlardır.

Handeland vd., (2008) Atlantik salmonu ile yaptıkları çalışmada 6, 14, 18, ve 24 °C’lerde mide boşaltım oranını belirlemişlerdir. 6 °C’de tutulan grupta mide boşaltım oranının yavaşladığını, 14 ve 24 °C’de tutulan gruplarda fark olmadığını ve 18 °C’de tutulan gruplarda yükseldiğini belirlemişlerdir.

Venou vd., (2008) saf ve ekstrat olarak mısır ve buğdayı yeme %40 olarak ilave ederek çipuraları (*Sparus aurata*) 10 hafta beslemiştir. Çalışma süresince besinlerin sindirilebilirlik katsayılarını, büyüme, vücut ve karaciğer kompozisyonu, mide boşaltım süresi (GET), tripsin ve amilaz aktivitelerini belirlemiştir. GET değerlerini saf buğdayda 218 dakika, ekstrat buğdayda 513 dakika, saf mısırdaki 180 dakika ve ekstrat mısırdaki 214 dakika belirlemiştir.

Levrek balığında yapılan çalışmada; bakla unu, nohut unu, yer fıstığı unu ve buğday unu içeren rasyonlar hazırlanmıştır. Kontrol grubu olarak buğday unu içeren grup kabul edilmiştir. Mide boşaltım sürelerinin yarısını (GET %50) buğday unu grubunda 5,3 saat, yer fıstığı ununu 5,6 saat, bakla ununu 8,0 saat ve nohut ununu 9,8 saat olarak belirlemişlerdir (Adamidou vd., 2009).

Pérez-Casanova vd., (2009) Atlantik kod (*Gadus morhua*) ve Haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) türleri ile yapmış olduğu çalışmada; 2 ve 11,6 °C su sıcaklığında %42 protein ve %16 yağlı yem ile %55 protein ve % 11 yağlı yemin mide boşaltım süresine etkisini araştırmışlardır. Protein miktarının mide boşaltım zamanını etkilemediğini fakat su sıcaklığının düşünülenin aksine mide boşaltım süresinin arttığını bildirmişlerdir.

Miegel vd., (2010) uskumru (*Seriola lalandi*) türünde yaptıkları araştırmada yüksek su sıcaklığında (20,8 °C) mide boşaltım süresinin 36-48 saat, düşük su sıcaklığında (12,6 °C) mide boşaltım süresinin 12-16 saat olduğunu bulmuşlardır.

Nikolopoulou vd., (2011) balık unu ve keçiyoynuzu tohumu unu ile hazırlamış olduğu rasyonlarla Çipura ve Avrupa levrek balığını besleyerek mide boşaltım oranı, sindirim içeriği, nem ve pH değerlerini belirlemiştir. İki tür arasında mide boşaltım zamanları farklı bulunurken türün kendi içinde iki farklı yem arasında fark bulunmamıştır. Çipurada mide içeriği ve su miktarı azalırken, Avrupa levrek balığında sindirim süresince yüksek değerlerde bulunmuştur. Ayrıca, rasyonun mide nemi ve pH'sını etkilediğini bildirmişlerdir.

Çiçek (2012) yapmış olduğu tez çalışmasında yüksek su sıcaklığında bitkisel yağ içeren yemlerle beslenen Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*)'nin sindirim kanalı boşaltım süresini araştırmıştır. Başlangıç ağırlıkları 39,7 g olan balıkları iki farklı su sıcaklığında (24°C) ve (30°C) büyüttüştür. Mide kanalı boşaltımını belirlemek için balıkları %100 balık yağı (FO), %70 FO + %30 bitkisel yağ karışımı (%15 kanola: %15 pamuk tohumu yağı; Miks-1) ve %40 FO + %60 bitkisel yağ karışımı (%30 kanola: %30 pamuk tohumu yağı; Miks-2) içeren yemle doyana kadar beslemiştir. 0., 8., 16.,

24., 32. ve 48. saatlerde örnekleme yapmıştır. %30 veya %60 oranında bitkisel yağ karışımı içeren yemlerin mide sindirim kanalı boşaltım süresini uzattığını bildirmiştir.

Seyhan vd., (2016) kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*)’nda larval boydan porsiyonluk boya kadar sindirim denemeleri yapmış ve mide içeriğinin değişimini matematiksel modelleme yaparak belirlemiştir. %0,18 oranında yem alan larvaların 15 saat sonra yemin yavaş yavaş mideyi terk ettiğini, 18-21.saatte yemin midede iyice azalmış olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, serbest yüzme aşamasında 45 saat sonra, 0,5 g’lık yavrularda 54 saat, 1 g’lık yavrularda 51 saat, $W < 50$ g balıklarda 72 saat, $W = 150-200$ g balıklarda 68 saat ve $W \geq 200$ g balıklarda 56 saat sonra mide boşalmıştır. Kaynak alabalıklarında sindirim üzerinde sıcaklık ve yem miktarında etkili olduğunu rapor etmişlerdir.

Mazlum (2018), Sibirya Mersin (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) ve Karaca Mersin (*Acipenser gueldenstaedtii* Brant & Ratzeburg, 1833) balıklarında mide boşaltımını radyografik yöntemle belirlemiştir. Ticari pelet yem ve yaş yemle (*Merlangius merlangus euxinus*) *Acipenser baerii* ve *A. gueldenstaedtii* türlerini beslemiştir. Radyografik ölçümler sonucunda; her iki tür için en iyi modelin karekök modeli olduğunu belirleyerek, alınan yem miktarının her iki balık için mide boşaltım oranı üzerine etkisinin olmadığını rapor etmiştir.

Mide boşaltım oranının belirlenmesi amacıyla kullanılan yöntemlerden bir taneside X-Ray yöntemidir. Farklı türler üzerinde yapılan çalışmalar mevcuttur (Molnár ve Tölg, 1960; Edwards, 1971; Grove vd., 1978; Talbot ve Higgins, 1983; Grove vd., 1985; Grove, 1986; McCarthy vd., 1993; Seyhan, 1994; Saether vd., 1999; Mazlan vd., 2002; Mazlan ve Grove, 2003).

Teleost balıklarda (Kitchell ve Windell, 1968; Durbin vd., 1983), Elasmobranch’larda (Medved vd., 1988; Macpherson vd., 1989), Salmonid’lerde (Grove vd., 1978; Brodeur ve Pearcy, 1987; Dunbrack, 1988), yassı balıklarda (Jobling ve Davies, 1979; Fletcher vd., 1984), güneş balıklarında (Rogers ve Burley, 1991) ve mezgit balıklarında (Mazlan vd., 2002; Seyhan ve Grove, 1998) mide boşaltımı çalışmaları yoğun bir şekilde yapılmıştır. Akvaryum balıklarından mücevher çiklit

(*Hemichromis bimaculatus*)'in sindirim fizyolojisi ve mide boşaltım oranları ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

1.8. Tezin Amacı ve Gerekçesi

Canlılar yaşamsal faaliyetlerini sürdürmek için beslenmeye ihtiyaç duyarlar. Alınması gereken besin çeşidi ve miktarı canlının türüne, metabolik özelliklerine, fiziksel aktivitesine, yaşına, cinsiyetine ve çevresel şartlara göre değişim göstermektedir. Yetiştiriciliğe alınan balık türlerinde, türe özgü kültür sistemlerinin geliştirilmesinde beslenme önemli bir parametredir. Kültür koşullarında yem ve beslenme büyümeyi optimize etmesinin yanında gereksiz ve fazla kullanılması sonucu su kalitesinde bozulma, fekal atıkların fazlalığı ve ekonomik kayıplara neden olması sebebiyle mide boşaltım zamanı, mide boşaltım oranı ve bunları etkileyen faktörlerin bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada; üç farklı sıcaklık ve iki farklı yemleme miktarının farklı boy ve ağırlığa sahip mücevher çiklit (*Hemichromis bimaculatus*) türünde mide boşaltım zamanı ve oranının belirlenmesi amaçlanmıştır. Mide boşaltım zamanı ve oranının tespitinde röntgen tekniği kullanılarak, modellenmesi gerçekleştirilmiştir. Belirlenen bu model akvaryum balığı olan mücevher çiklitin hangi su sıcaklığında, ne zaman ve ne kadar besleneceği hakkında yol gösterecektir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

“Mücevher çiklit (*Hemichromis bimaculatus* Gill, 1862)’lerde radyografik yöntemle mide boşaltımının belirlenmesi” çalışması Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi akvaryum ünitesi, yem teknolojisi ve toksikoloji laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

2.1.1. Balık Materyali

Tez çalışması kapsamında iki farklı boy grubuna sahip 18 adet mücevher çiklit balığı kullanılmıştır (Tablo 2). Balıklar Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi akvaryum ünitesinden temin edilmiştir.

Balıkların sağlık kontrolleri yapılmıştır. Adaptasyon için balıklar 15 gün toksikoloji laboratuvarında denemenin yapılacağı akvaryum düzeneğinde tutulmuştur. Bireysel boy-ağırlık verileri alınarak ağırlık üzerinden yem hazırlığı yapılmıştır. Üç farklı su sıcaklığında 10’ar balık kullanılmıştır.

2.1.2. Yem Materyali

Çalışmalarda özel bir firma tarafından üretilen ve çiklit balıklarının beslenmesinde kullanılan ticari akvaryum balıkları yemi kullanılmıştır. Yemin besin içerikleri Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 2. Denemede kullanılan mücevher çiklit balıklarının boy (cm) ve ağırlık (g) verileri.

Balık No	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1.	6,0	3,84
2.	6,3	4,22
3.	6,5	5,74
4.	6,5	5,01
5.	6,7	6,53
6.	6,8	6,57
7.	6,8	6,65
8.	6,9	5,60
9.	7,0	6,90
10.	8,2	10,06
11.	8,5	12,28
12.	8,7	10,38
13.	8,8	13,35
14.	8,9	13,53
15.	9,0	13,83
16.	9,1	13,09
17.	9,1	14,78
18.	9,5	15,93

Tablo 3. Deneme süresince kullanılan ticari yemin besinsel içeriği.

Temel Besin Maddeleri	İçerikler
Ham Protein (%)	47,5
Ham Yağ (%)	6,5
Ham Selüloz (%)	2,0
Su (%)	6,0
Kül (%)	10,5
Vitamin A (IU/kg)	29770
Vitamin D ₃ (IU/kg)	1860
E5 Manganez (mg/kg)	67
E6 Çinko (mg/kg)	40
E1 Demir (mg/kg)	26

2.1.3. Araştırma Ünitesi

Deneme Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi toksikoloji laboratuvarında yapılmıştır. Herbir akvaryumda bir balık olacak şekilde 40x35x20 cm ebatlarında 10 adet cam akvaryum kullanılmıştır (şekil 4).



şekil 4. Denemede kullanılan akvaryum düzeneği.

2.1.4. Araştırmada Kullanılan Diğer Araç ve Gereçler

Mide içeriğinin görüntülenmesi için Toshiba marka Port-X III cihazı kullanılmıştır (şekil 5). Mide içeriği görüntülerinin bilgisayara aktarılması 4x2,5 cm büyüklüğünde MAXIRAY marka radyovizyografik sensör ile gerçekleştirilmiştir (şekil 6).



Şekil 5. Mide içeriğinin görüntülenmesinde kullanılan Toshiba marka Port-X III cihazı.



Şekil 6. MAXIRAY marka radyovizyografik sensör.

Röntgen cihazı kullanımı esnasında oluşan x-ışınlarından korunma amaçlı kurşun yelek kullanılmıştır (Şekil 7). Ayrıca, çalışmada kullanılan diğer araç, gereç ve kimyasallar tablo 4’de verilmiştir.



Şekil 7. Kurşun yelek.

Tablo 4. Çalışmalarda kullanılan araç, gereç ve kimyasallar maddeler.

Cihazlar:

Terazi ($\pm 0,0001$ g hassasiyetli) (Yem tartımı)

Terazi ($\pm 0,01$ g hassasiyetli) (Balık tartımı)

Dijital Termometre ($0,1^{\circ}\text{C}$ hassasiyetli- TR-52 T&D Corporation)

Isıtıcılar

Öğütücü (Yemi parçalama)

Buzdolabı

Fotoğraf Makinesi

Havalandırma pompası

Havalandırma taşları

Cam ve Diğer Malzemeler:

Ölçüm Tahtası ($0,1$ hassasiyetli)

Petri Plakları

Erlen (250 ml)

Kova

Mezür (100 ml)

Ölçekli Kap

Parafilm

Solüsyonlar:

Karanfil Yağı (2 ml/l)

2.2. Yöntem

2.2.1. Deneme Dizaynı ve Alıştırma Süresi

Deneme dizaynı kapsamında 10 adet akvaryuma su doldurularak hava taşı ve ısıtıcı yerleştirilmiştir. Akvaryumlarda bulunan suyun klorunun gitmesi ve uygun sıcaklığın oluşması için üç gün bekletilmiştir. Deneme kapsamında üç farklı sıcaklık (22 , 26 ve 28°C) ve iki farklı yemleme ($\%1$ ve Ad libitum (Ad lib.)) uygulanmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Deneme dizaynı.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
	Balık	Balık	Balık	Balık	Balık	Balık	Balık	Balık	Balık	Balık
Sıcaklık (°C)	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Yemleme	%1	%1	%1	%1	%1	%1	%1	%1	%1	%1
	Ad	Ad	Ad	Ad	Ad	Ad	Ad	Ad	Ad	Ad
	lib.	lib.	lib.	lib.	lib.	lib.	lib.	lib.	lib.	lib.

Uygun sıcaklık sağlandıktan sonra balıkların boy-ağırlık verileri alınarak 10 adet mücevher çiklit RTEÜ Su Ürünleri Fakültesi Akvaryum ünitesinden akvaryumlara yerleştirilmiştir. Deneme kapsamında iki farklı boy-ağırlık (6-7 cm, 3,84-6,90 g ve 8,2-9,5 cm, 10,06-15,93 g) grubu balık kullanılmıştır. Herbir akvaryuma bir balık konulmuştur. Hergün düzenli olarak akvaryum temizliği ve su sıcaklığı kontrol edilmiştir.

2.2.2. Pelet Yem Hazırlanması

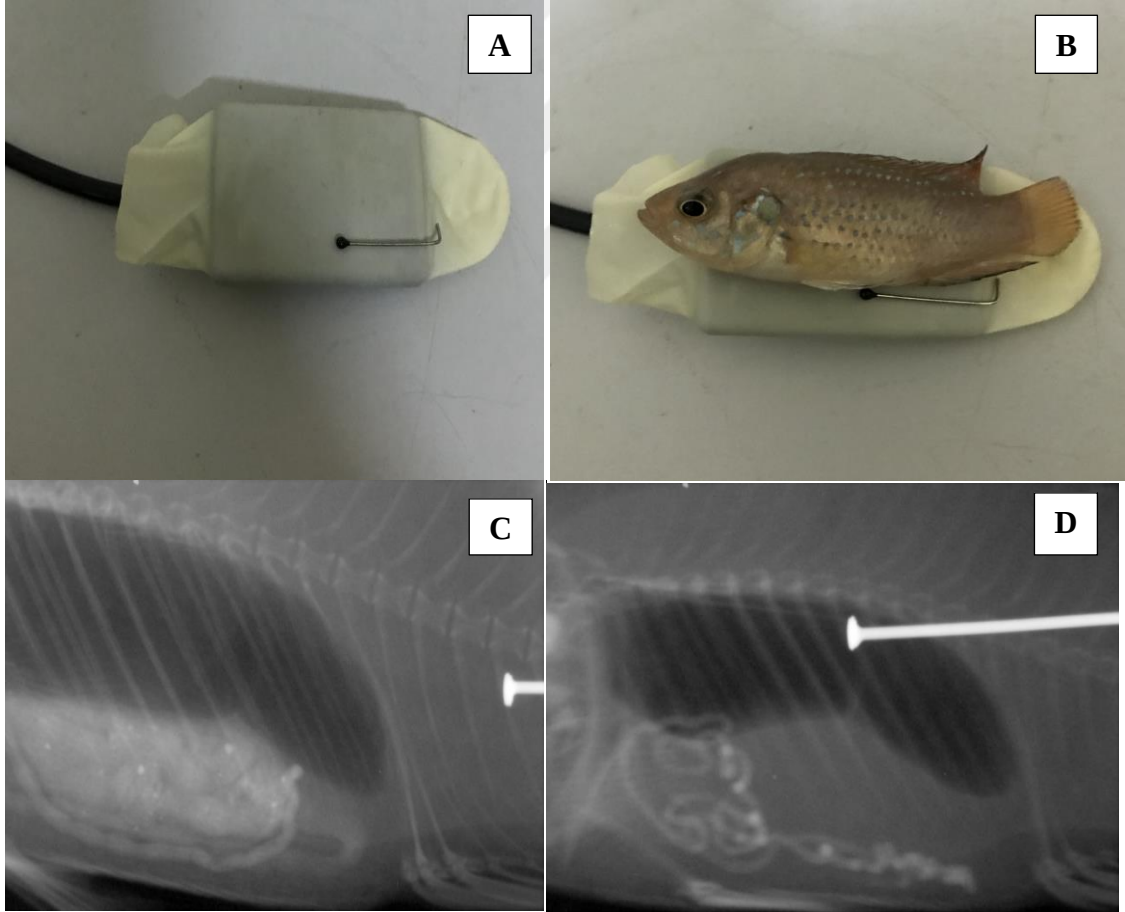
Mide boşaltımı denemelerinde kullanılacak yemi balığın sindirim kanalından geçerken takip etmek amacıyla baryum sülfat ($BaSO_4$) ilave edilmiştir. Yemin hazırlanması RTEÜ Yem Teknolojisi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Akvaryum balıkları için kullanılan ticari yem önce bir öğütücü yardımıyla un haline getirilmiştir. Yemin %20'si oranında baryum sülfat (Talbot ve Higgins, 1983) ilave edilerek karıştırılmıştır. Homojen hale gelinceye kadar su ilave edilerek yoğurulmuştur. Plastik bir aparat yardımıyla yeniden pelet haline getirilip, kurutma tablalarına yerleştirilmiştir. Yemler 60°C sıcaklığa ayarlanmış kurutma dolabında 24 saat kurutmaya bırakılmıştır. Kuruyan yemler elle uygun büyüklükte kırılarak plastik poşetlere yerleştirilmiştir. +4 °C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Mide boşaltımı deneylerinde kullanılacak olan baryum sülfat içerikli yemin hazırlanması (A: Kullanılan ticari akvaryum yemi; B: Öğütülmüş yem, C: Toz haline gelen yemin karışım için tartılması, D: Plastik aparat yardımıyla yeniden şekillendirilmesi, E: Yemin kurutulması, F: Uygun büyüklüklerde parçalanması).

2.2.3. Mide Boşaltım Denemeleri

Mücevher çiklitler denemeler başlamadan önce midelerinin tamamen boşalması için üç gün aç bırakılmıştır. Çalışmanın yapılacağı su sıcaklığına adaptasyon sağlanmış olan balıklar baryum sülfat içeren yem ile beslenmiştir. Balıkların tüm yemi alması ve kusma işleminin olup olmadığını takip etmek amacıyla 30 dakika beklenmiştir. Mide içeriği görüntülenecek balıklar 2 ml/l karanfil yağı (Han vd., 2016) ilave edilmiş suda sakinleşene kadar bekletilmiştir. Sakinleşen balığın Toshiba marka Port-X III cihazı ile mide içeriği görüntülenmiştir. Mide içeriği görüntüleri radyovizyografik sensör ile bilgisayara aktarılmıştır (Şekil 6). Sindirim sistemindeki yem tamamen tükeninceye kadar iki saat aralıklarla örneklemeler gerçekleştirilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Radyografik yöntemle mide boşaltımının görüntülenmesi (A: Ölçek olarak sensör üzerine yerleştirilen ölçüsü belli cisim (metal toplu iğne), B: Sensör üzerinde anesteziye maruz kalmış mücevher çiklit, C: Röntgeni çekilmiş balık (yeni beslenmiş-dolu mide), D: Röntgeni çekilmiş balık (sindirim sistemi boş).

2.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi ve Yorumlanması

Akvaryum balığı olan mücevher çiklitin mide sindirim oranını (GE) belirlemek için general power model uygulanmıştır:

$$\frac{dS_t}{dt} = -\rho S_t^\alpha \quad (1a)$$

Bu modelde; ρ değeri mide boşaltım oranı, t değeri beslenmeden sonra geçen zaman (saat), S_t t saat sonra mide içeriğinin ağırlığı (g) ve α sabit katsayıdır.

Balık büyüklüğü ve sıcaklık hesaba katılarak ρ modeli genişletilmiştir:

$$\frac{dS_t}{dt} = -\rho_{LT} L^\lambda e^{\delta T} S_t^\alpha \quad (1b)$$

Burada; ρ sabit katsayı ($g^{1-\alpha} h^{-1}$), λ boy katsayısı ve δ sıcaklık katsayısıdır. α değeri mücevher balıklarının midesinden besinin boşaltımını tanımlar. Mide boşaltımında $\alpha = 0$ ise lineer (doğrusal), $\alpha = 1/2$ ise karekök modeli, $\alpha = 2/3$ ise yüzey alanına bağlı model (surface-area dependent model) ve $\alpha = 1$ ise eksponansiyel modeldir.

General power model doğrusal olmayan regrasyon ve tekrarlayan Marquardt yöntemi ile tanımlanmıştır (NLIN prosedürü, SAS, 9.04.01). Eşitliğe t değeri (yemin yendiği andan (t_0) tamamen boşaltılmasına kadar geçen süre) eklenerek eşitlik aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

$$S_t = S_0(1 - S_0^{(a-1)} \rho(1 - a)t)^{1/(1-a)} + \varepsilon \quad (2)$$

α model parameter değeri $2/3$ 'e yakın olduğundan mide boşaltım tanımlanması için mücevher çiklitlerde surface-dependent modeli kullanılmıştır:

$$\frac{dS_t}{dt} = -\rho S_t^{2/3} \quad (3a)$$

Balık büyüklüğü ve sıcaklığın etkisinin hesaba katılarak (1b) eşitliğindeki mide boşaltım oranı sabiti ρ genişletilmiştir:

$$\frac{dS_t}{dt} = -\rho_{LT} L^{1.31} e^{\delta T} S_t^{2/3} \quad (3b)$$

(3b) eşitliğine t eklenerek (yemin yendiği andan (t_0) tamamen boşaltılmasına kadar geçen süre) aşağıdaki eşitlik oluşmuştur:

$$S_t^{1/3} = S_0^{1/3} - \frac{1}{3} \rho_{LT} L^{1.31} e^{\delta T} t + \varepsilon \quad (4)$$

Doğrusal olmayan regrasyon ve tekrarlayan Marquardt yöntemi (NLIN prosedürü, SAS, 9.04.01) ile (4) eşitlik tahmin edilmiştir.

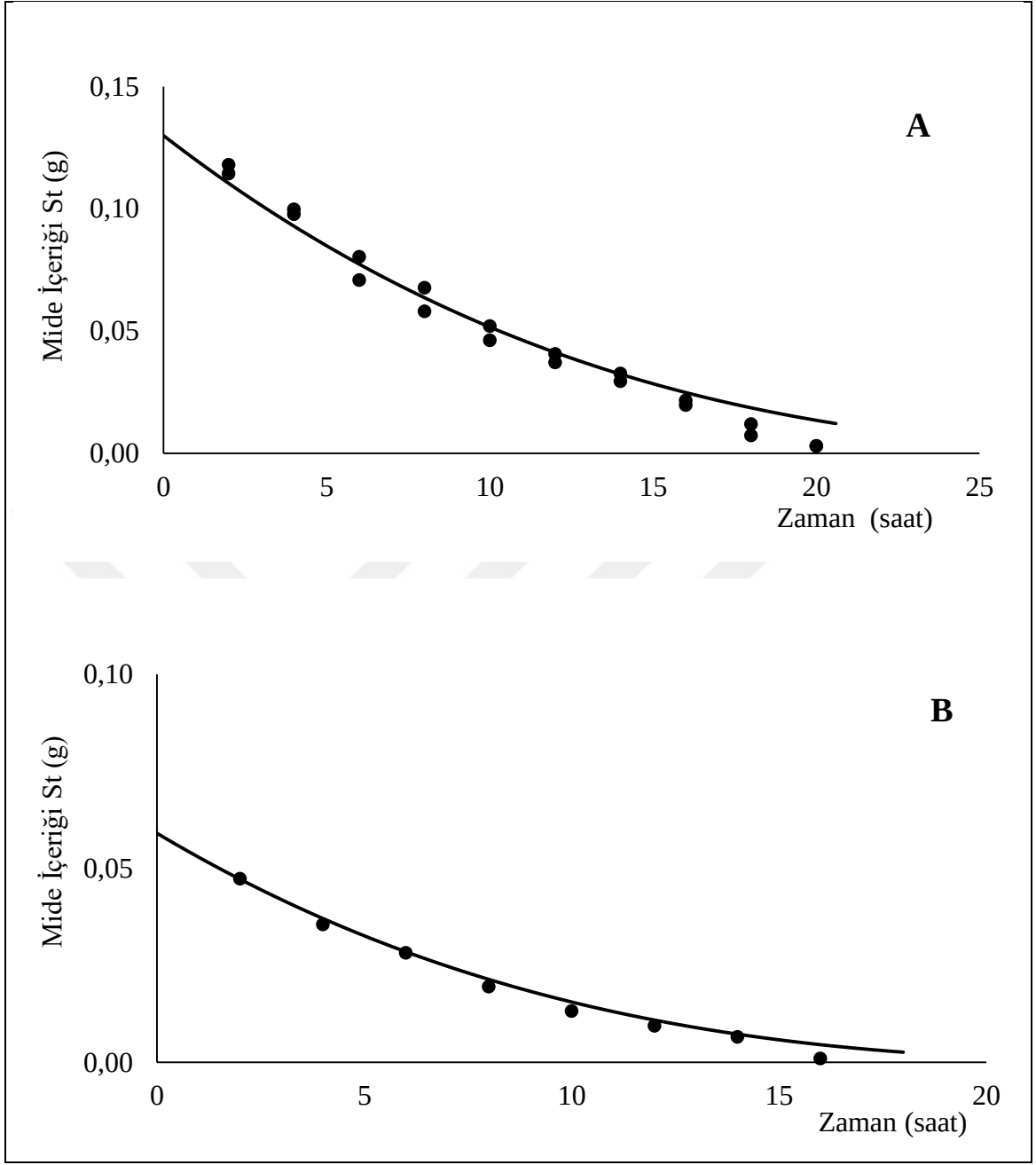
3. BULGULAR

Mücevher çiklitlerde iki farklı yem miktarı (%1 ve Ad libitum (doyuncaya kadar beslenme) ve üç farklı su sıcaklığında (22, 26, 28 °C) mide boşaltımının belirlenmesi amacıyla iki farklı boy grubunda (6,0-7,0, 8,2-9,5) total boylarda 18 adet balık kullanılmış ve 60 adet deneme gerçekleştirilmiştir.

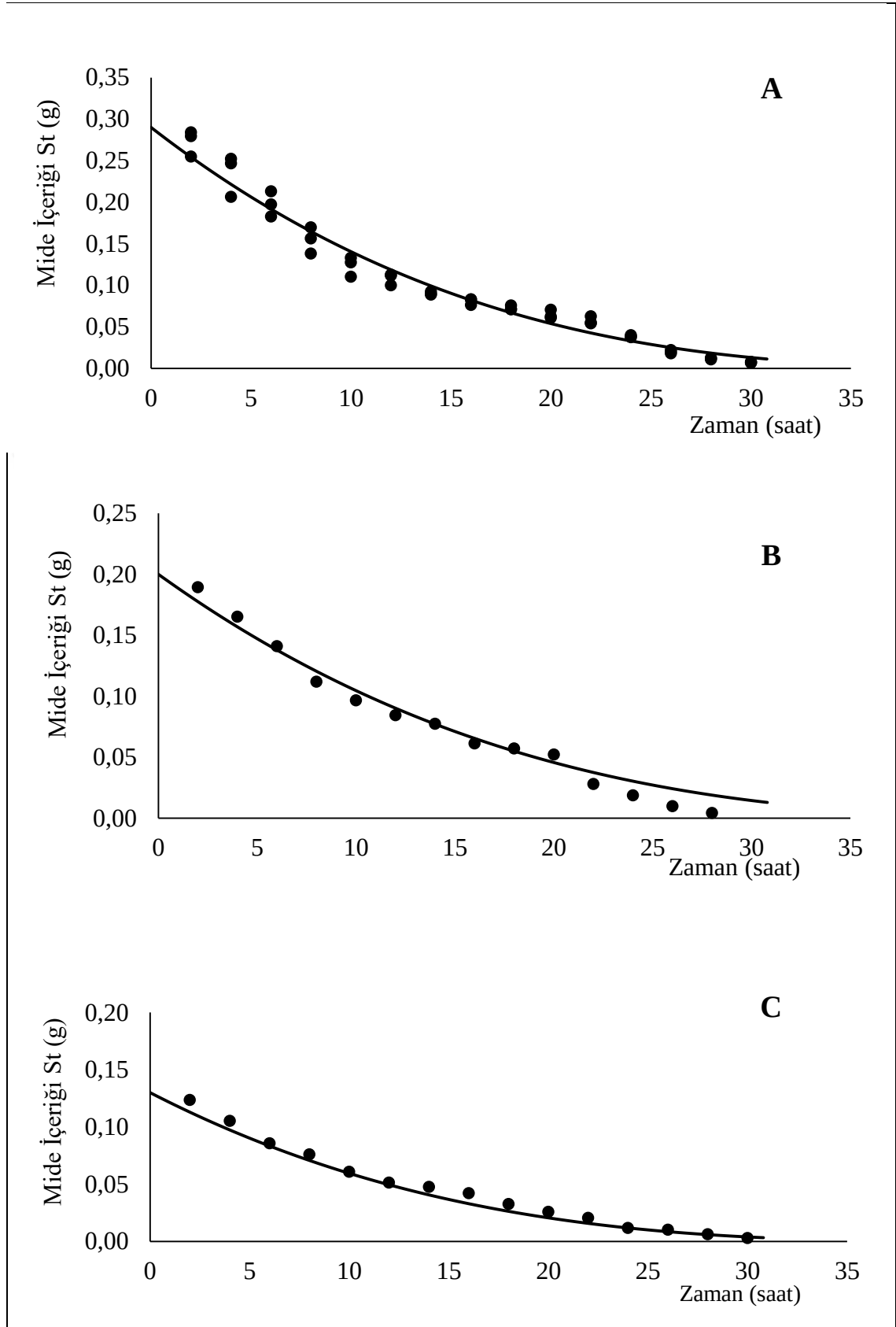
22°C su sıcaklığında %1 yemlemede balıklar 0,04-0,14 g yem, ad libitumda ise 0,13-0,29 g arasında yem tüketmiştir. %1 yemlemede 16-20 saatte (Şekil 10), ad libitumda 28-30 saatte (Şekil 11) mide tamamen boşalmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. 22°C su sıcaklığında mücevher çiklitin mide boşaltımı deneyleri; total boy (cm), yaş ağırlık (g), tüketilen yem miktarı (%1, Ad libitum) (g), modelleme türü (%1 veya Ad lib.), katılmama (-).

Balık No	Total Boy (cm)	Ağırlık (g)	Tüketilen Yem (%1) (g)	Tüketilen Yem (Ad libitum) (g)	Modelleme türü (%1 veya Ad lib.) Katılmama (-)
1	6,3	4,22	0,04	0,14	Ad lib.
2	6,5	5,74	0,06	0,20	%1/Ad lib.
3	6,5	5,01	0,05	0,13	Ad lib.
4	6,7	6,53	0,07	0,16	Ad lib.
5	6,8	6,57	0,07	0,17	(-)
6	8,5	12,28	0,12	0,29	%1/Ad lib.
7	8,7	10,38	0,10	0,24	Ad lib.
8	8,8	13,35	0,13	0,29	(-)
9	8,9	13,53	0,14	0,26	%1
10	9,0	13,83	0,14	0,28	Ad lib.



Şekil 10. 22 °C’de ağırlığın %1’i oranında beslemede Mücevher çiklit türünün mide boşaltımının zamanla değişimi (A: Balık No 6, 9); B: Balık No 2).

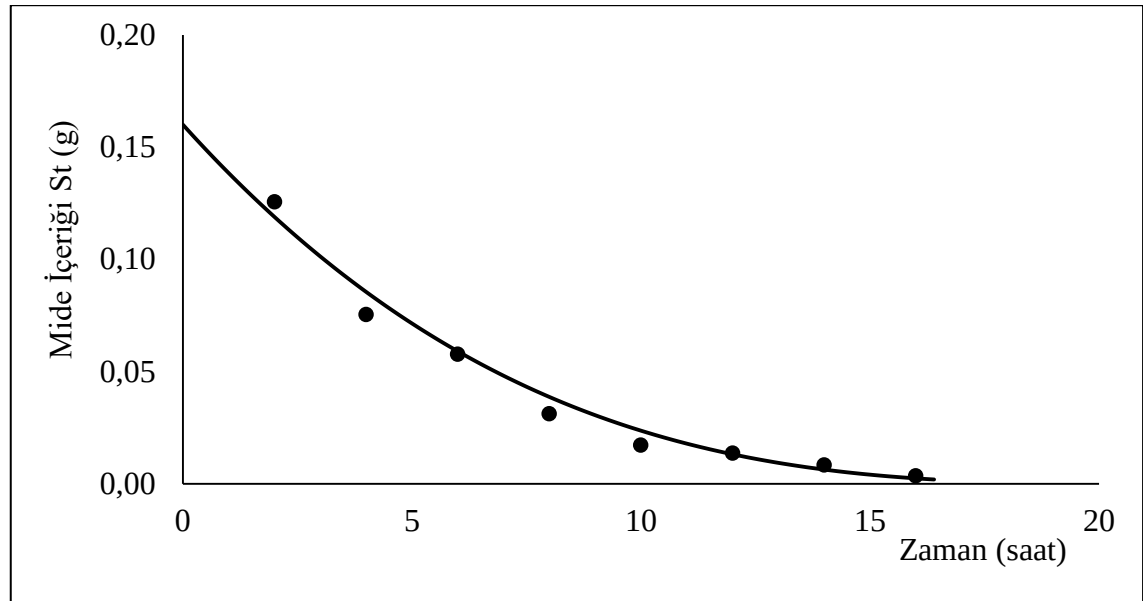


Şekil 11. 22 °C’de ağırlığın Ad libitum oranında beslemede Mücevher çiklit türünün mide boşaltımının zamanla değişimi (A: Balık No 6, 7, 10; B: Balık No 2; C: Balık No 3).

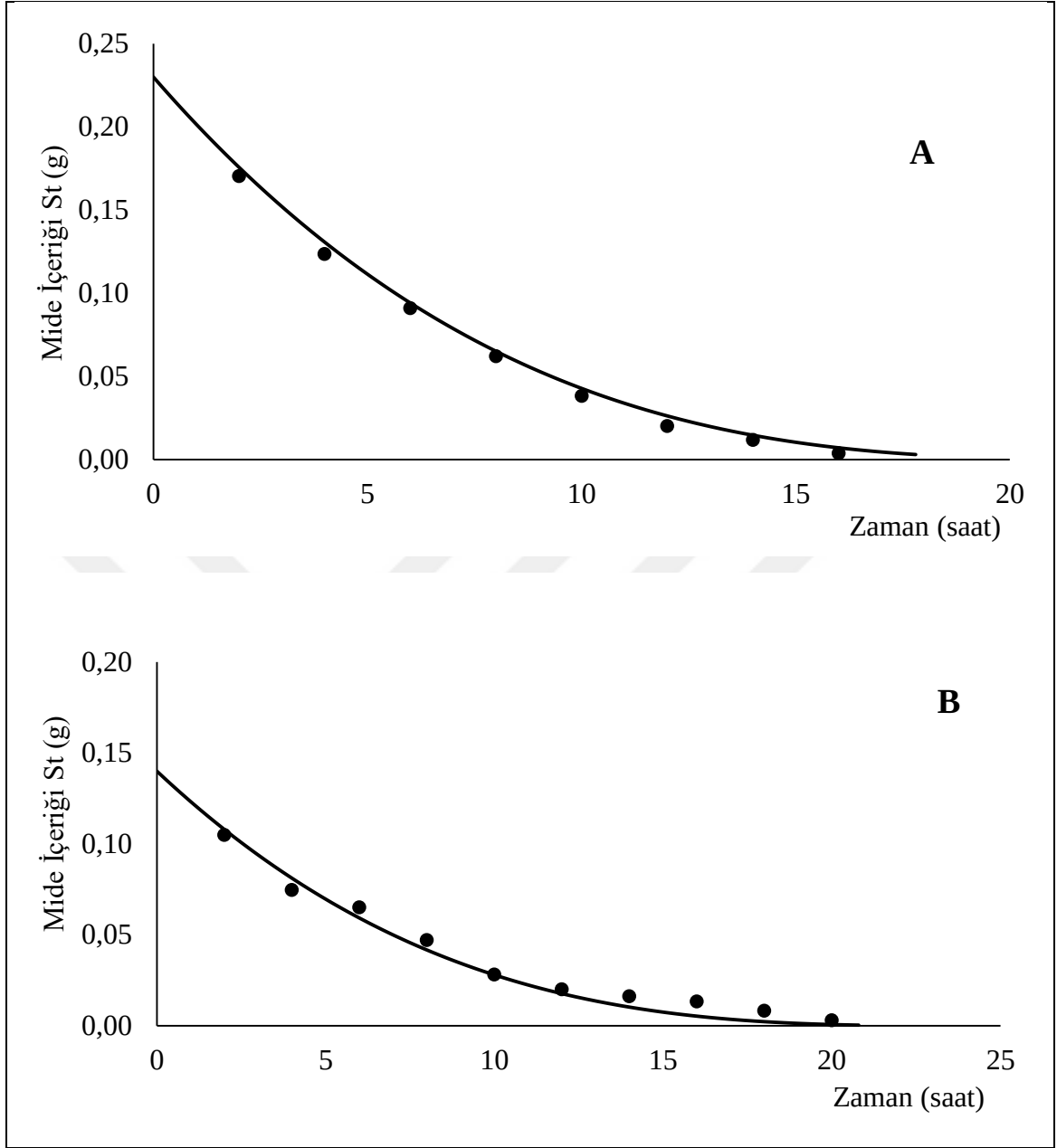
26°C su sıcaklığında; balıklar değiştiği için %1 yemlemede yem miktarları 0,04-0,16 g arasında değişmiştir. Ad libitumda ise 0,11-0,26 g arasında yem almışlardır. Mide boşalması %1 yemlemede 14-16 saatte (Şekil 12), ad libitumda 16-20 saatte (Şekil 13) gerçekleşmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. 26°C su sıcaklığında mücevher çiklitin mide boşaltımı deneyleri; total boy (cm), yaş ağırlık (g), tüketilen yem miktarı (%1, Ad libitum) (g), modelleme türü (%1 veya Ad lib.), katılmama (-).

Balık No	Total Boy (cm)	Ağırlık (g)	Tüketilen Yem (%1) (g)	Tüketilen Yem (Ad libitum) (g)	Modelleme türü (%1 veya Ad lib.) Katılmama (-)
1	6,0	3,84	0,04	0,11	%1
2	6,5	5,74	0,06	0,19	(-)
3	6,5	5,01	0,05	0,16	(-)
4	6,7	6,53	0,07	0,19	(-)
5	7,0	6,90	0,07	0,14	Ad lib.
6	8,5	12,28	0,12	0,22	(-)
7	8,8	13,35	0,13	0,24	(-)
8	9,1	13,09	0,13	0,22	%1
9	9,1	14,78	0,15	0,23	Ad lib.
10	9,5	15,93	0,16	0,26	%1/Ad lib.



Şekil 12. 26 °C’de ağırlığın %1’i oranında beslemede Mücevher çiklit türünün mide boşaltımının zamanla değişimi (Balık No 10).

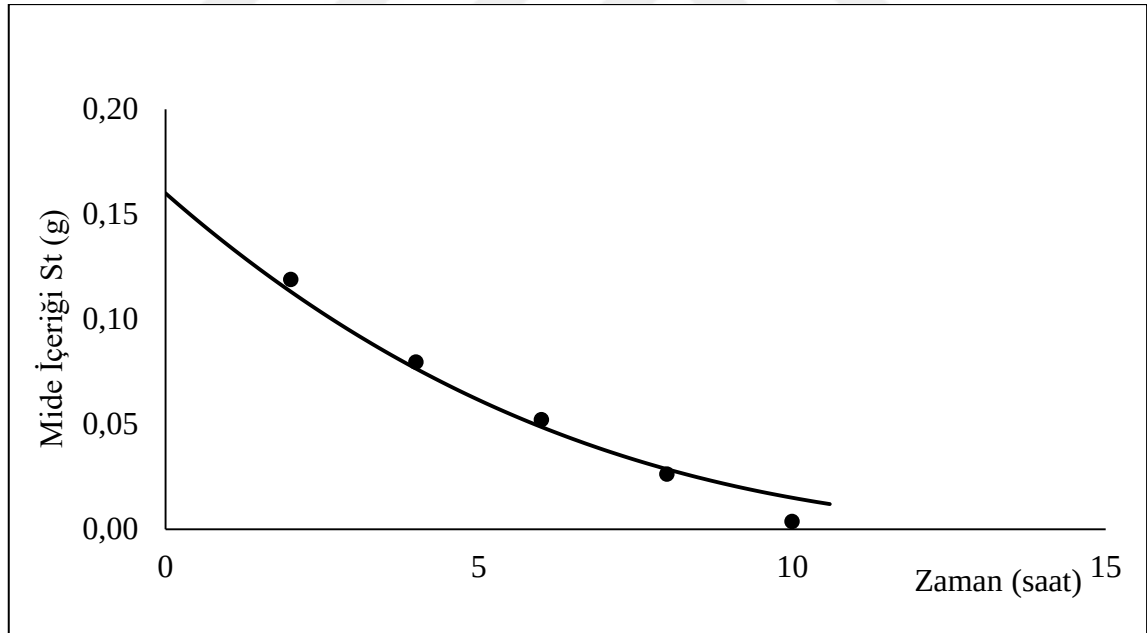


Şekil 13. 26 °C’de ağırlığın Ad libitum oranında beslemede Mücevher çiklit türünün mide boşaltımının zamanla değişimi (A: Balık No 9; B: Balık No 5).

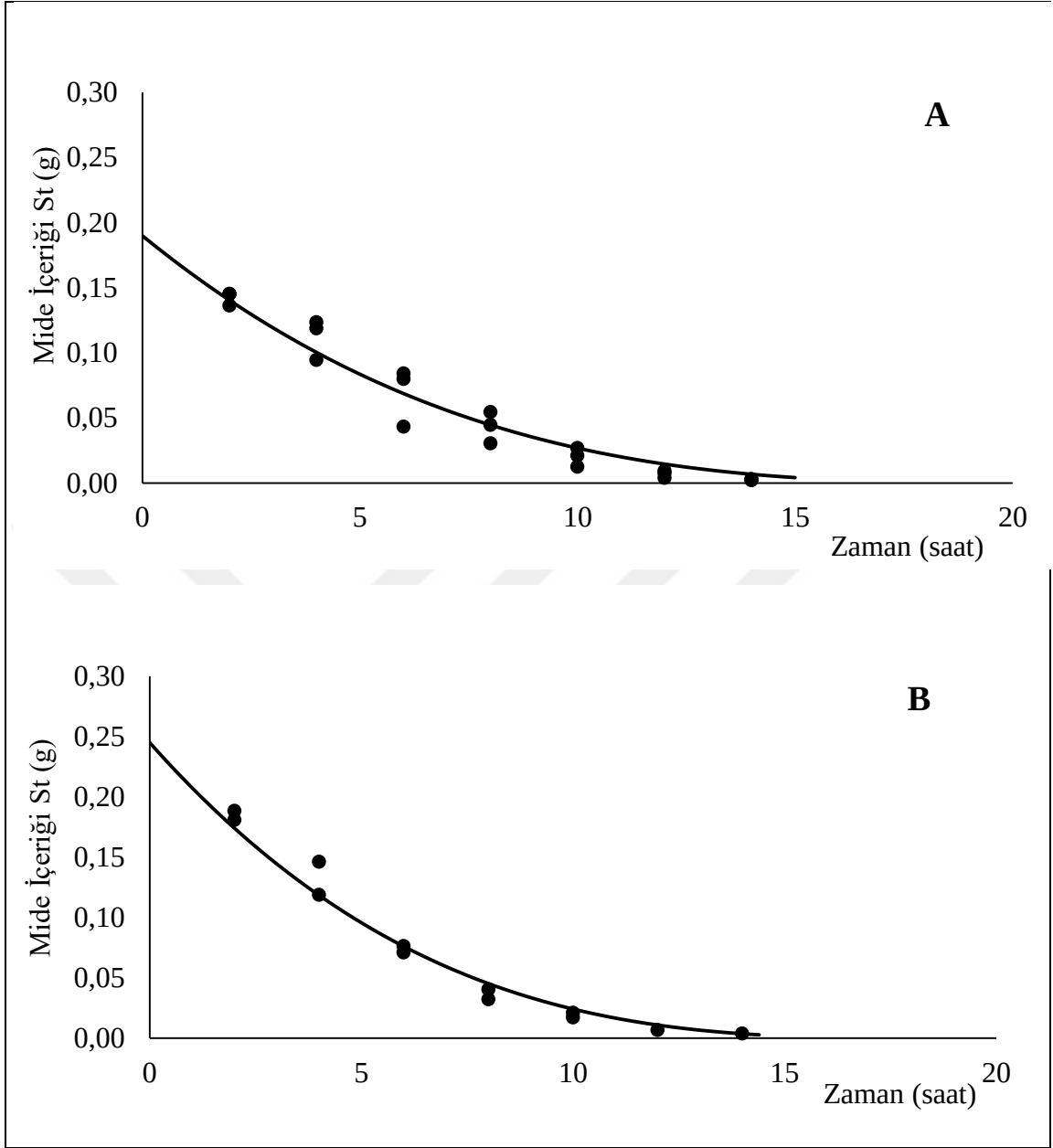
28°C su sıcaklığında %1 yemlemede 0,04-0,16 g yem verilirken, ad libitum yemleme 0,12-0,35 g arasında gerçekleşmiştir ve mide boşaltımı %1 yemlemede 10-12 saat (Şekil 14), ad libitumda 12-15 saat (Şekil 15) sürmüştür (Tablo 8).

Tablo 8. 28°C su sıcaklığında mücevher çiklitin mide boşaltımı deneyleri; total boy (cm), yaş ağırlık (g), tüketilen yem miktarı (% Ad libitum) (g), modelleme türü (%1 veya Ad lib.), katılmama (-).

Balık No	Total Boy (cm)	Ağırlık (g)	Tüketilen Yem (%1) (g)	Tüketilen Yem (Ad libitum) (g)	Modelleme türü (%1 veya Ad lib.) Katılmama (-)
1	6,0	3,84	0,04	0,12	Ad lib.
2	6,5	5,74	0,06	0,17	(-)
3	6,8	6,65	0,07	0,19	%1/ Ad lib.
4	6,9	5,60	0,06	0,19	Ad lib.
5	7,0	6,90	0,07	0,28	Ad lib.
6	8,2	10,06	0,10	0,20	Ad lib.
7	8,8	13,35	0,13	0,19	(-)
8	8,9	13,53	0,14	0,28	(-)
9	9,0	13,83	0,14	0,35	(-)
10	9,5	15,93	0,16	0,24	%1/ Ad lib.

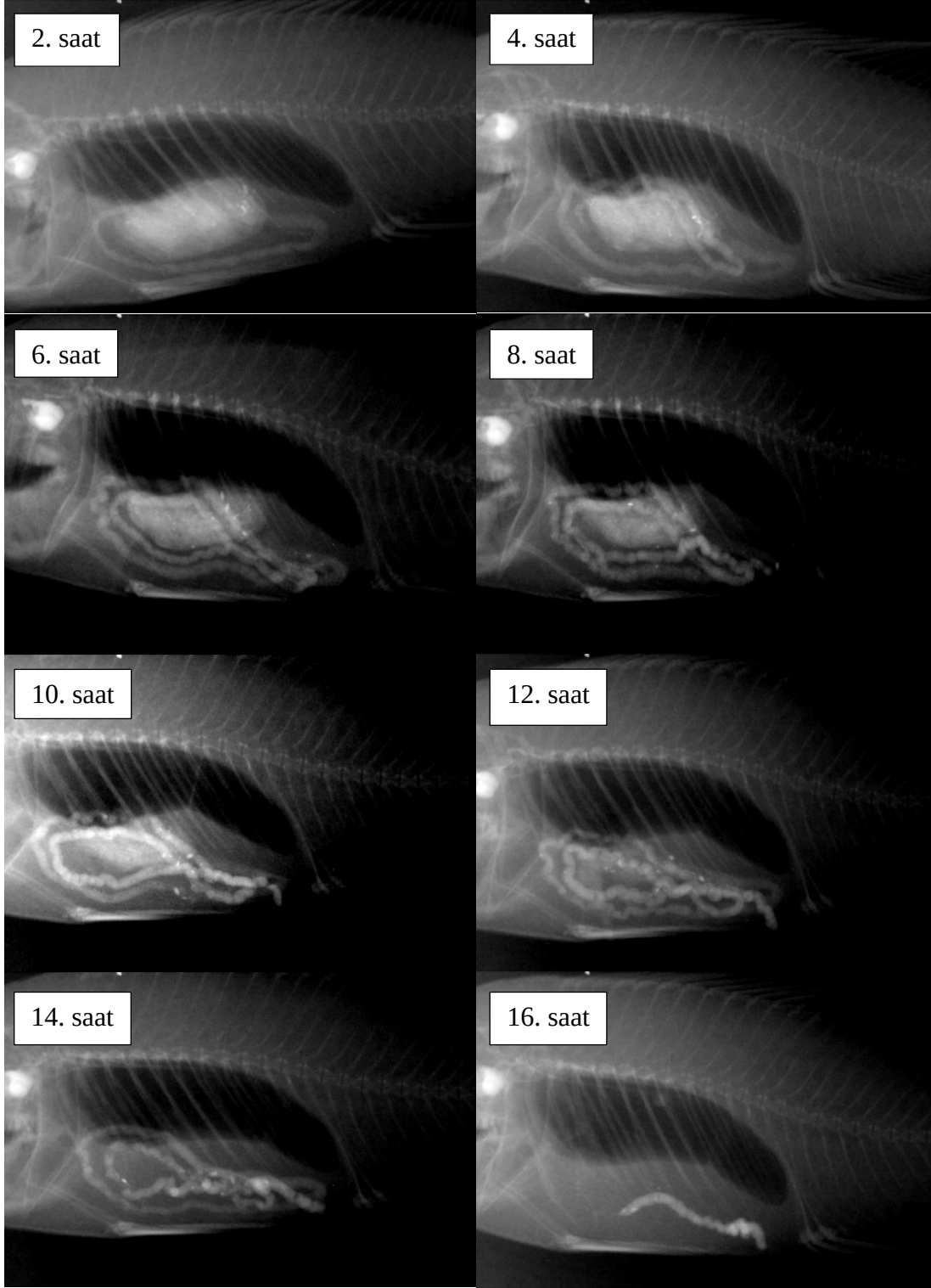


Şekil 14. 28 °C’de ağırlığın %1’i oranında beslemede Mücevher çiklit türünün mide boşaltımının zamanla değişimi (Balık No 10).

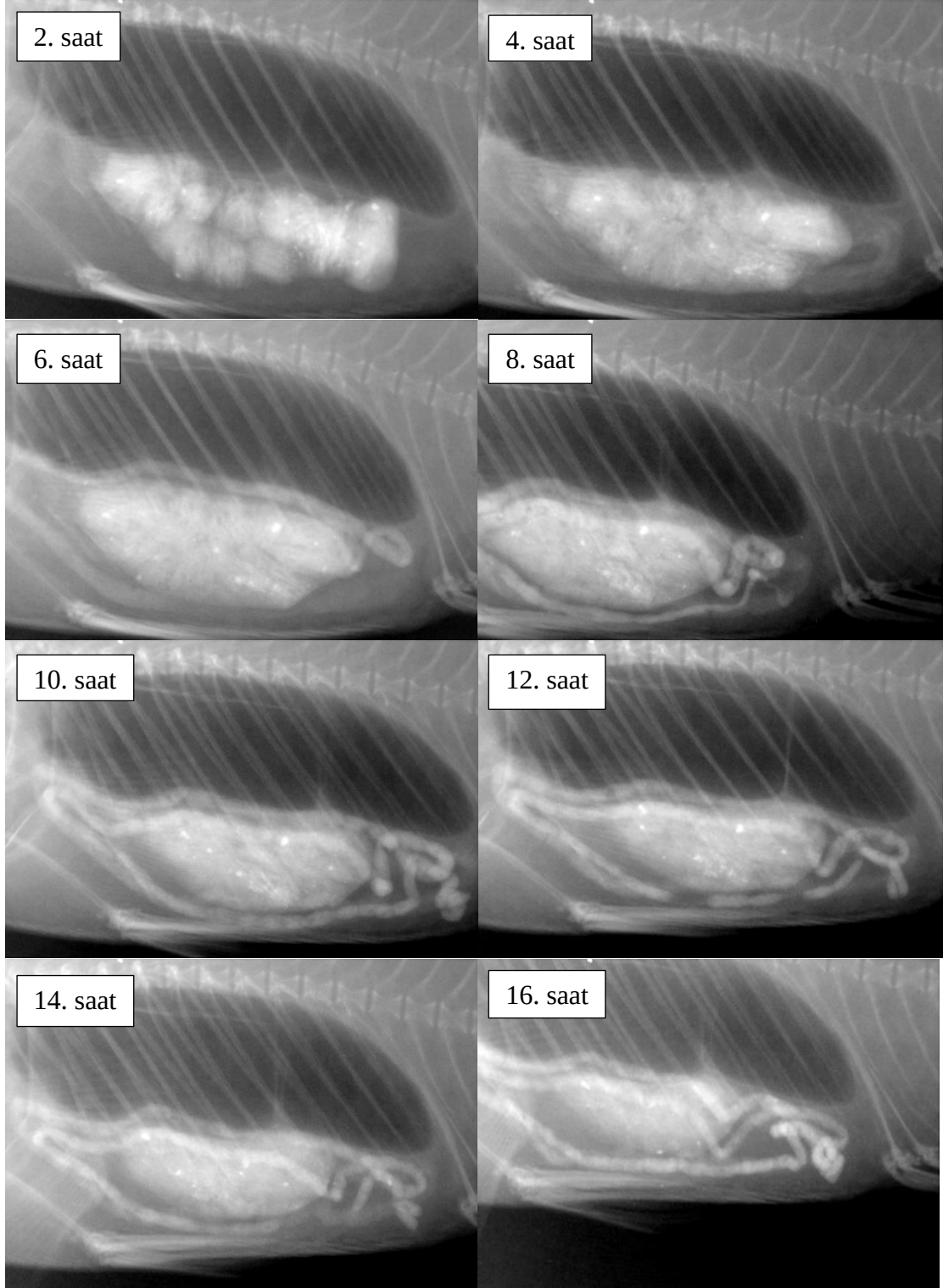


Şekil 15. 28 °C’de ağırlığın Ad libitum oranında beslemede Mücevher çiklit türünün mide boşaltımının zamanla değişimi (A: Balık No 1, 3, 4; B: Balık No 6, 10).

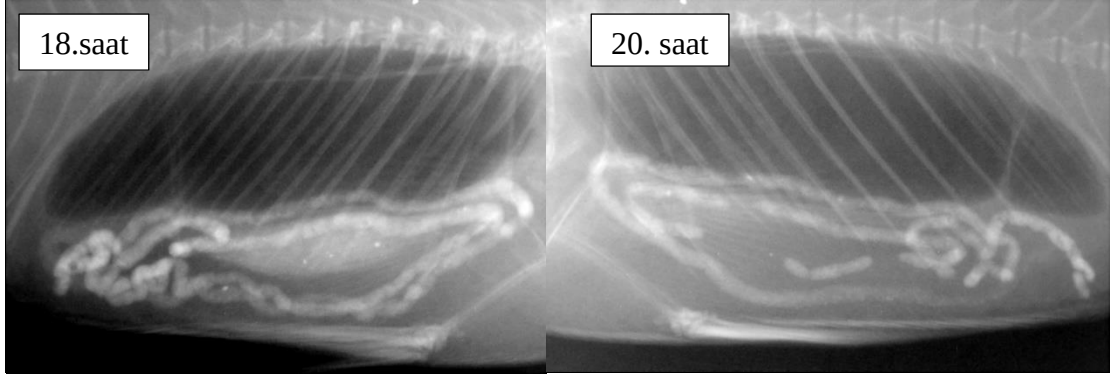
Radyografik yöntemle aynı su sıcaklığında (26 °C) farklı yem miktarı (%1 ve Ad lib.) verilen mücevher çiklit balıklarının ikişer saat aralıklarla mide içeriklerinin görüntüleri aşağıda verilmiştir (Şekil 16) (Şekil 17).



Şekil 16. 26 °C’de ağırlığının %1 oranında beslenen mücevher çiklit için mide boşaltımı röntgen görüntüleri (L:9,5, W:15,93).



Şekil 17. 26 °C’de ağırlığının Ad lib. oranında beslenen mücevher çiklit için mide boşaltımı röntgen görüntüleri (L:7,0, W:6,90).



Şekil 17 Devamı. 26 °C’de ağırlığının Ad lib. oranında beslenen mücevher çiklit için mide boşaltımı röntgen görüntüleri (L:7,0, W:6,90).

Denemeler sonucunda %1 oranında besleme yapılan balıklardan yeterli sayıda veri elde edilemediği için modellemede herhangi bir hataya neden olmaması sebebiyle hesaplamalar Tablo 9’da ki balıklar ve yem miktarlarına göre belirlenmiştir.

Tablo 9. Mücevher çiklit türü için modellemede kullanılan sıcaklık, balık boyu ve ağırlığı, yem miktarı ve gözlem (n) verileri.

Deney No	Sıcaklık (° C)	Mücevher Çiklit		Yem Miktarı	Gözlemler (n)
		Boy (cm)	Ağırlık (g)		
1	22	8,73 ± 0,03	12,16 ± 0,21	0,29 ± 0,00	45
2	22	6,50 ± 0,00	5,74 ± 0,00	0,20 ± 0,00	14
3	22	6,50 ± 0,00	5,01 ± 0,00	0,13 ± 0,00	15
4	22	6,30 ± 0,00	4,22 ± 0,00	0,14 ± 0,00	15
5	26	9,10 ± 0,00	14,78 ± 0,00	0,23 ± 0,00	8
6	26	9,50 ± 0,00	15,93 ± 0,00	0,12 ± 0,00	7
7	26	7,00 ± 0,00	6,90 ± 0,00	0,14 ± 0,00	10
8	28	7,00 ± 0,00	6,90 ± 0,00	0,28 ± 0,00	8
9	28	8,58 ± 0,13	11,32 ± 0,45	0,25 ± 0,00	12
10	28	6,57 ± 0,09	5,36 ± 0,26	0,19 ± 0,00	21

Bütün balık ve yem miktarı verileri birleştirildiğinde α değeri 0,689 (%95 güven aralığında 0,628 -0,750) olarak tahmin edilmiştir. Elde edilen değerler sonucunda mide

boşaltımını tanımlayan en uygun model surface-area dependent model olarak belirlenmiştir. General power model mücevher çiklitin mide boşaltımı üzerine balık büyüklüğü ve sıcaklığında etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Modele göre balık boyunun etkisi 0,76 (%95 güven aralığında 0,599 -0,946) sıcaklığın etkisi ise 0,147 (%95 güven aralığında 0,139 -0,155) olarak tahmin edilmiştir. Balık boyu ve sıcaklığın etkileri sabitlenerek mide boşaltım oranları belirlenmiştir (Tablo 10).

Surface-area dependent modeline bağlı mide boşaltım hızı sabiti (ρLT), general power modelde tahmin edilenden farklı çıkmamıştır. δ ve λ değerleri surface-area dependent modelde sabitlenmiş ve birayse ρLT değerleri 0,25-0,33 arasında değişmiş ve bireyler arasında fark görülmemiştir (ANOVA; $F_{14,427} = 0.054$; $P > 0.05$) (Tablo 10). Böylece, formüle edilmiş yemlerle beslenen mücevher balıklarında farklı sıcaklıklarda boşalan mideler, şu şekilde formüle edilmiştir:

$$\frac{dS_t}{dt} = -0.000333 L^{0.76} e^{0.15T} S_t^{2/3} (g h^{-1}) \quad (5)$$

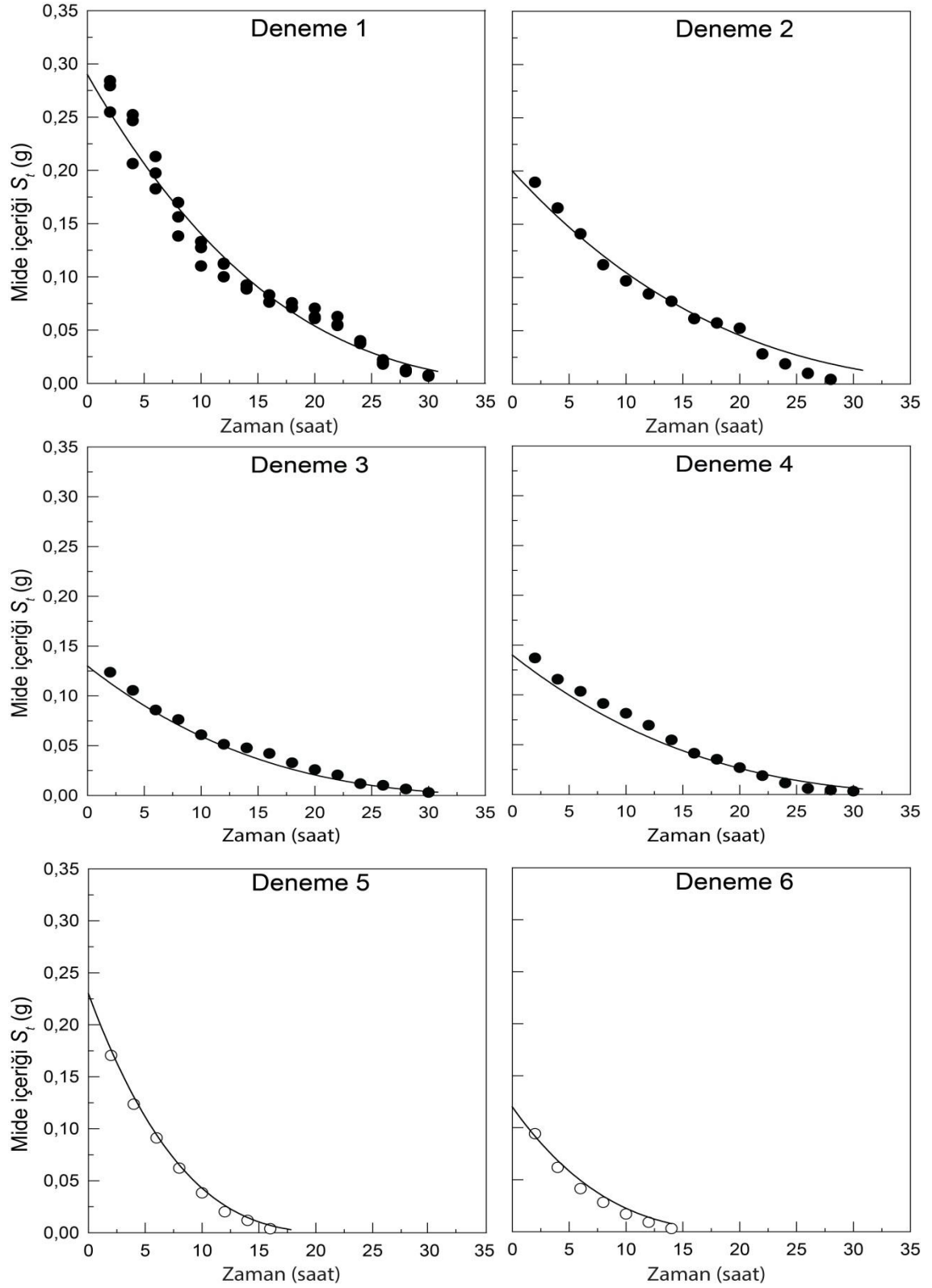
Burada; L balık boyu (cm), T sıcaklık ($^{\circ} C$) ve t zamandır (saat).

Bu özetlenen model mücevher çiklit türü için bireysel deneylere eğri çizgisi sağlamak için kullanılmıştır (Şekil 18).

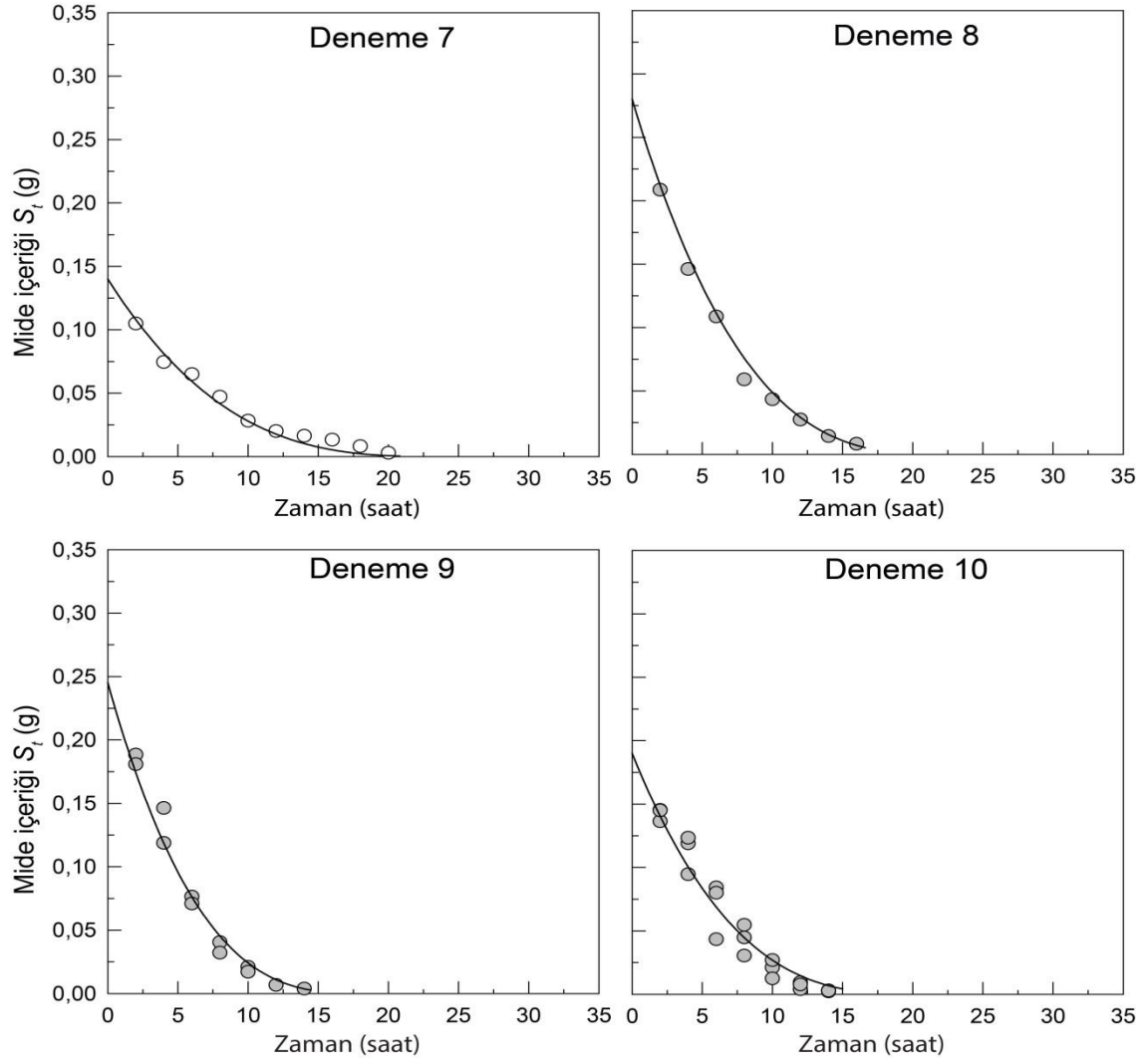
Tablo 10. Mücevher çiklit türünün modellemesinde kullanılan tüm verilerin general power fonksiyonunda $\frac{dS_t}{dt} = -\rho_{LT}L^\lambda e^{\delta T}S_t^\alpha$ hesaplanan parametrelere ait özet istatiki değerler (Ort. $\pm$ S.E.).

Deney No	α	δ	λ	ρ_{LT} ($\times 10^{-3}$)	Düzenlenmiş r^2	Gözlemler (n)
1-10 (birleştirilmiş)	$0,69 \pm 0,63$	$0,15 \pm 0,14$	$0,76 \pm 0,6$	$0,33 \pm 0,17$	0,974	143
1-10 (birleştirilmiş)	$0,69 \pm 0,64$	0,15 (sabitlenmiş)	0,76 (sabitlenmiş)	$0,31 \pm 0,28$	0,973	143
1-4	$0,71 \pm 0,64$	0,15 (sabitlenmiş)	0,76 (sabitlenmiş)	$0,33 \pm 0,28$	0,974	85
5-7	$0,87 \pm 0,77$	0,15 (sabitlenmiş)	0,76 (sabitlenmiş)	$0,47 \pm 0,37$	0,985	22
8-10	$0,54 \pm 0,42$	0,15 (sabitlenmiş)	0,76 (sabitlenmiş)	$0,23 \pm 0,17$	0,968	36

*L, total balık boyu (cm); T, sıcaklık (° C); St, mide içeriği (g), t (h) zaman; α , δ (sıcaklık katsayısı), λ (balık boyu katsayısı) ve ρ_{LT} , sabit katsayı.



Şekil 18. Mücevher çiklitin mide içeriğinin farklı sıcaklıklarda zamana bağlı ilişkisi (22°C (●), 26°C (○) and 28°C (◐)). Mücevher çiklit ve yemlere ait veriler Tablo 9’da verilmiştir.



Şekil 18 Devamı. Mücevher çiklitin mide içeriğinin farklı sıcaklıklarda zamana bağlı ilişkisi (22°C (●), 26°C (○) and 28°C (◐)). Mücevher çiklit ve yemlere ait veriler Tablo 9’da verilmiştir.

Çalışma sonucunda; balık boyu ve sıcaklığa bağlı olarak mide boşaltım zamanları $\frac{dS_t}{dt} = -0.000333 L^{0.76} e^{0.15T} S_t^{2/3}$ (g h⁻¹) formülüne (L: Balık boyu; T: Sıcaklık; t: Zaman (h)) göre belirlenmiştir (Tablo 11).

Tablo 11. Mücevher çiklit balığında 0,10 g yemin farklı sıcaklık ve boylarda tamamen sindirilmesi için gereken mide boşaltım zamanı (h).

Balık Boyu(cm)	Sıcaklık (°C)									
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
6	67,2	58,1	50,2	43,4	37,5	32,4	28,0	24,2	20,9	18,1
6,5	63,3	54,7	47,3	40,8	35,3	30,5	26,4	22,8	19,7	17,0
7	59,8	51,7	44,7	38,6	33,4	28,8	24,9	21,5	18,6	16,1
7,5	56,8	49,1	42,4	36,6	31,7	27,4	23,6	20,4	17,7	15,3
8	54,1	46,7	40,4	34,9	30,2	26,1	22,5	19,5	16,8	14,5
8,5	51,6	44,6	38,6	33,3	28,8	24,9	21,5	18,6	16,1	13,9
9	49,5	42,7	36,9	31,9	27,6	23,8	20,6	17,8	15,4	13,3
9,5	47,5	41,0	35,5	30,6	26,5	22,9	19,8	17,1	14,8	12,8
10	45,7	39,5	34,1	29,5	25,5	22,0	19,0	16,4	14,2	12,3
10,5	44,0	38,0	32,9	28,4	24,5	21,2	18,3	15,8	13,7	11,8
11	42,5	36,7	31,7	27,4	23,7	20,5	17,7	15,3	13,2	11,4
11,5	41,1	35,5	30,7	26,5	22,9	19,8	17,1	14,8	12,8	11,0
12	39,8	34,4	29,7	25,7	22,2	19,2	16,6	14,3	12,4	10,7
12,5	38,6	33,3	28,8	24,9	21,5	18,6	16,1	13,9	12,0	10,4
13	37,4	32,4	28,0	24,2	20,9	18,0	15,6	13,5	11,6	10,1
13,5	36,4	31,4	27,2	23,5	20,3	17,5	15,2	13,1	11,3	9,8
14	35,4	30,6	26,4	22,8	19,7	17,1	14,7	12,7	11,0	9,5
14,5	34,5	29,8	25,7	22,2	19,2	16,6	14,4	12,4	10,7	9,3
15	33,6	29,0	25,1	21,7	18,7	16,2	14,0	12,1	10,4	9,0

4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Akvaryum balıkları yetiştiriciliği su ürünleri sektöründe son yıllarda oldukça talep görmektedir. Çok sayıda ve türde akvaryum balığının ithali ve yeni türlerin görülmeye başlanması ülkemizde akvaryum balığı severlerin sayısının artmasını sağlamıştır. Yetiştirilen türler arasında birçoğundan döl alınmakta ve piyasaya sunulmaktadır. Mücevher çiklit türü bunlardan bir tanesidir; kolay üretimi ve adaptasyonu türün yaygın şekilde üretilmesini sağlamıştır. Ancak, diğer türlerde ve mücevher çiklit balığında beslenme ile ilgili kritik sorunlar mevcuttur. Bunlar başlıca; türe özgü rasyon, ticari yem içerikleri ve kalitesi, besleme miktarı, besleme zamanı, vs olarak verilebilir.

Bu çalışmada mücevher çiklit balığının midesinin boşaltım zamanı ve yeniden ne zaman besleneceğinin tespit edilmesi amacıyla matematiksel modellemelerden faydalanarak gerçekleştirilmiştir. Ticari yeme baryum sülfat katılarak balığın radyografik yöntemle mide boşaltım takipleri yapılmıştır. Yeme katılan baryum sülfat mücevher çiklit balığında lezzet değişimine neden olmamış ve yem tüketimini etkilememiştir. Literatürde baryum sülfatın %25'in altında yeme ilavesinin balığın sindirim işlevi üzerinde bir etkisi olmadığı bildirilmiştir (Gamsız vd., 2008).

Örneklemeler esnasında meydana gelebilecek stres faktörünün engellenmesi için balık tarafından iyi tolere edilmesi, vücuttan atılma süresinin kısa olması, nispeten güvenli, kolay temin edilmesi ve ucuz olması (Metin vd., 2015) sebebiyle karanfil yağı tercih edilmiştir.

Balık midesinden besinlerin boşaltılmasını tanımlamak için çeşitli mide boşaltım modelleri kullanılmıştır (Jobling, 1981; Persson, 1986; Bromley, 1994; Andersen, 1998). Ancak en yaygın kullanılan üç model doğrusal, karekök ve üstel modellerdir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda karekök modelin farklı tür balıklarda mide boşaltımını tanımladığını belirlemiştir. Örneğin; *Oncorhynchus kisutch* (Andersen ve Beyer, 2007), *Salvelinus fontinalis* (Khan vd., 2016), *Acipenser gueldenstaedtii* ve *Acipenser baerii* (Mazlum, 2018). Bu çalışmada ise mide boşaltımının tanımlanabilmesi için $\alpha = \frac{2}{3}$ olması sebebiyle surface-dependent model kullanılmıştır. Bu sonuç Riche vd. (2004) ve Bernreuther vd. (2009) ile benzerlik göstermiştir.

Mücevher çiklitler için tahmin edilen λ değeri (balık boyu katsayısı) ($0,76 \pm 0,6$) diğer türlerle benzerlik göstermiştir. Örneğin; Atlanti kod balığında (Temming ve Herrmann, 2003; Dos Santos ve Jobling, 1995). Ancak, *Merlangius merlangus* (L. 1758), *Pollachius virens* (L. 1758) *Melanogrammus aeglefinus* (L. 1758), *G. morhua* ve kaynak alabalığında λ değerinin 1,30 ile 1,44 arasında değiştiği bildirilmiştir (Jones, 1974; Andersen, 1999; Andersen, 2001; Andersen, 2012; Khan vd., 2016).

Sıcaklık katsayısı δ değeri (0,15) daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında nispeten yüksek bulunmuştur. 0,15 δ değeri tahmini olarak 4,5 Q_{10} değerine tekabül etmektedir. Bu da mide boşaltım oranının her 10° C sıcaklık artışında 4,5 kat arttığı anlamına gelir. Q_{10} tahmini değerleri 2,18-2,29 arasında değişmektedir (Jones, 1974; Schurmann ve Steffensen, 1997; Andersen, 1998; Andersen, 1999; Andersen, 2001; Andersen, 2012). Ayrıca, sıcaklığın mide boşaltım oranı üzerine çok daha düşük etkisi olduğu (0,032 ($Q_{10} = 1,38$ ila 2,0)) çalışmalarda mevcuttur (Fletcher vd., 1984; Basimi ve Grove, 1985; Hölker ve Temming, 1996; Temming ve Herrmann, 2001; Maes vd., 2005).

Sonuç olarak, mücevher çiklit balıkları için özetlenen GER modeli mide tahliye süresini belirlemek için kullanılabilir. Ayrıca, model yemekten sonraki sürede mide dolgunluğunu tahmin etmektedir. Bu bilgiler, mücevher çiklitin aşırı beslenmesini önlemeye yardımcı olacaktır. Aşırı beslenme sonucu oluşabilecek su kirliliği ve yem masrafı gibi olumsuz etkenler önlenmiş olacaktır.

5. ÖNERİLER

Akvaryum yetiştiriciliği yapılan türler arasında yer alan mücevher çiklit Dünya’da ve ülkemizde popüler türler arasında yer almaktadır. Yetiştiriciliğinin ve yavru üretiminin kültür koşullarında yapılabilmesi sebebiyle akvaryum severler tarafından tercih edilmektedir. Yetiştiricilikte üretim, bakım, besleme ve satış kriterleri mevcuttur. Bunlardan en önemlilerinden bir tanesi beslemedir. Hangi boy balığın ne zaman, ne kadar sıklıkla, nasıl ve ne tür bir yemle beslenmesi gerektiği kültür balıkçılığı için gereklidir. Bu sorulara cevap vermek için bu çalışma yapılmış ve mücevher çiklit için uygun yemleme stratejisi geliştirilmiştir.

Yetiştiricilikte yem ana maliyeti oluşturmaktadır. Yapılan çalışma ile mücevher çiklit türünün optimum yaşam şartları için optimum besleme miktarı ve zamanının bilinmesi üretim maliyeti üzerine olumlu etki gösterecektir.

Beslemeye ve rasyon içeriğine bağlı olarak oluşan artık yem ve dışkı kalıntıları akvaryumlarda su kalitesini bozacağından, balıklar için stres, hastalık hatta ölümlere sebep olmaması için besleme stratejisinin geliştirilmesi gerekmektedir. Farklı rasyonlar hazırlanarak (bitkisel ve hayvansal) mide boşaltım oranının nasıl etkileneceği belirlenmelidir. Ayrıca, yem miktarı ve yemleme zamanı genişletilerek veriler değerlendirilmelidir.

Balıklarda mide boşaltımı oranı ve süresinin belirlenmesinde kullanılan radyografik yöntem; balıkların öldürülmeden farklı uygulamalarda kullanılmasıyla avantajlıdır. Fakat, X-ray cihazının çalışmayı yapan kişiye verdiği zarar yönünden dezavantajlıdır. Çalışmalar esnasında gerekli önlemler alınmalıdır.

Sıcaklığın yemleme sonrası mide boşaltımı üzerine etkileri yeniden incelenmeli ve mide boşaltımı için optimum sıcaklık seviyesini hesaplamak için sıcaklık aralığı genişletilmelidir.

Bu çalışma akvaryumlarda yetiştiriciliği yapılan diğer türlerin farklı yaşam safhalarında ilk beslenmeden başlayarak damızlık zamanına kadar (larval, yavru,

gonadal gelişim, parazitik, bakteriyel ve diğer hastalık etmenlerinin bulunduğu zaman ve damızlık), farklı fiziksel, kimyasal ve biyolojik şartlarda (farklı tuzluluk, sıcaklık ve oksijen düzeylerinde, yoğun stok koşullarında vb.) takip edilerek yeni bir çalışma olarak araştırılabilir.



KAYNAKLAR

- Adamidou, S., Nengas, I., Alexis, M., Foundoulaki, E., Ikolopoulou, D., Campbell, P., Karacostas, I., Rigos, G., Bell, G.J., Jauncey, K., 2009.** Apparent nutrient digestibility and gastrointestinal evacuation time in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing different levels of legumes. *Aquaculture*, 289, 106-112.
- Aldman, G., 1994.** Studies on Gall Bladder and Stomach Motility of The Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, with Special Reference to Cholecystokinin. Phd Thesis, Göteborg University, Swedish.
- Alpbaz, A., 2000.** Akvaryum Balıkları Ansiklopedisi. Alp Yayıncılık, ISBN:975-97056-0-5, 214 s., 68-69.
- Akşıray, F., 1987.** Türkiye Deniz Balıkları Ve Tayin Anahtarı. İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları, No: 3490, İstanbul, 811s., 101-289.
- Albrecht, M.P., Ferreira, M.F.N., Caramaschi, E.P., 2001.** Anatomical features and histology of the digestive tract of two related neotropical omnivorous fishes Characiformes; Anostomidae. *Journal of Fish Biology*, 58, 419-430.
- Andersen, N.G., 1998.** The effect of meal size on gastric evacuation in whiting. *Journal of Fish Biology*, 52, 4, 743-755.
- Andersen, N.G., 1999.** The effects of predator size, temperature, and prey characteristics on gastric evacuation in whiting. *Journal of Fish Biology*, 54, 2, 287-301.
- Andersen, N.G., 2001.** A gastric evacuation model for three predatory gadoids and implications of using pooled field data of stomach contents to estimate food rations. *Journal of Fish Biology*, 59, 5, 1198-1217.
- Andersen, N.G., 2012.** Influences of potential predictor variables on gastric evacuation in Atlantic cod *Gadus morhua* feeding on fish prey: parameterization of a generic model. *Journal of Fish Biology*, 80, 3, 595-612.
- Andersen, N.G. ve Beyer, J.E. 2007.** How are prey fishes of multiple meals evacuated from the stomach of a piscivorous fish? *Journal of Fish Biology*, 71, 219-234.
- Ballagh, D.A., Pankhurst, P.M., Fielder, D.S., 2008.** Photoperiod and feeding interval requirements of juvenile mulloway, *Argyrosomus japonicus*. *Aquaculture*, 277, 52-57.
- Basimi, R.A. and Grove, D.J., 1985.** Estimates of daily food intake by an inshore population of *Pleuronectes platessa* L. off eastern Anglesey, North Wales. *Journal of Fish Biology*, 27, 505-520.

- Başçınar, N., Okumuş, İ., Kocabaş, M., Şahin, Ş.A. ve Ögüt, H., 2006.** Kaynak Alabalığı (*Salvelinus fontinalis*) ve Doğal Alabalık (*Salmo trutta*) Hibridlerinin Yetiştiricilik Potansiyelinin İrdelenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyonu Birimi, Proje Sonuç Raporu, Trabzon, Türkiye, 98 s., 3.
- Bernreuther, M., Temming, A. and Herrmann, J.P., 2009.** Effect of temperature on the gastric evacuation in sprat *Sprattus sprattus*. Journal of Fish Biology, 75, 7, 1525-1541.
- Bhosale, M.M., Felix, S., Aruna, M.S., Antony, C. and Gopalakannan, A., 2017.** Induced breeding of African Jewelfish *Hemichromis bimaculatus* (Gill, 1862) using gonadotropic signaling molecular analogue WOVA-FH. Journal of Entomology and Zoology Studies, 5, 6, 2547-2551.
- Brett, J.R., Higgs, D.A., 1970.** Effect of temperature on the rate of gastric digestion in fingerling sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). Comparative Biochemistry and Physiology, 21, 125-132.
- Briggs, J., Maier, D., Watkins, B., Behnke, K., 1999.** Effect of ingredients and processing parameters on pellet quality. Poultry Science, 78, 1464-1471.
- Brodeur, R.D. ve Pearcy, W.G., 1987.** Diel feeding chronology, gastric evacuation and estimated daily ration of juvenile coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum), in the coastal marine environment. Journal of Fish Biology, 31, 465-477.
- Bromley, P.J., 1994.** The role of gastric evacuation experiments in quantifying the feeding rates of predatory fish. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 4, 36-66.
- Caceci, T., El-Habback, H.A., Smith, S.A., Smith, B.J., 1997.** The stomach of *Oreochromis niloticus* has three regions. Journal of Fish Biology, 50, 939-952.
- Clarke, A.J. and Whitcomb, D.M., 1980.** A study of the histology and morphology of the digestive tract of the common eel (*Anguilla anguilla*). Journal of Fish Biology, 16, 159 – 170.
- Çam, A. ve Öztürk, T., 2015.** Balıklarda stres mekanizması ve stresin balıklar üzerindeki etkisi. Sümder, 58-60.
- Çelikkale, M.S., 2003.** Balık Biyolojisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Yayın No:101, 3. Baskı, 387s., 86-218.
- Çınar, K., Diler, A., Boyacı, Ö., Bilgin, F., 1997.** *Salmo trutta macrostigma* ve *Oncorhynchus mykiss* midelerinin histolojik yapısı ve histokimyasal özellikleri. Turkish Journal of Zoology, 21, 503-508.

- Çınar, K., Şenol, N., 2006.** Histological and histochemical characterization of the mucosa of the digestive tract in flower fish (*Pseudophoxinus antalyae*). *Anatomia Histologia Embryologia*, 35, 147–151.
- Çiçek, I.C., 2012.** Yüksek Su Sıcaklığında Bitkisel Yağ İçeren Yemlerle Beslenen Avrupa Deniz Levreği (*Dicentrarchus labrax*)’nin Sindirim Kanalı Boşaltım Süresi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye, 67s., 18.
- Diler, D., 2009.** Levrek Balığının (*Dicentrarchus labrax*, l. 1758) Farklı Gelişme Dönemlerinde Sindirim Kanalının Bazı Bölgeleri Üzerine Histokimyasal ve İmmunohistokimyasal Çalışmalar. Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye, 104s., 15-28.
- Dos Santos, J., 1990.** Aspects of the eco-physiology of predation in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). The Doctoral Thesis (Dr. Scient. Thesis). NFH, University of Tromso, Norway, 116 p., 15-28.
- Dos Santos, J. and Jobling, M., 1995.** Test of a food consumption model for the Atlantic cod. *ICES Journal of Marine Science*, 52, 2, 209-219.
- Dunbrack, R.L., 1988.** Feding of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*): maximum appetite, sustained feeding rate, appetite return, and body size. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 45, 1191-1196.
- Durbin, E.G., Durbin, A.G., Langton, R.W. ve Bowman, R.E., 1983.** Stomach contents of silver hake *Merluccius bilinearis* and Atlantic cod, *Gadus morhua*, and estimation of their daily rations. *Fishery Bulletin*, 81, 437-454.
- Edwards, D.J., 1971.** Effect of temperature on rate of passage of food through the alimentary canal of the plaice *Pleuronectes platessa* L. *Journal of Fish Biology*, 3, 4, 433-439.
- Fletcher, D., Grove, D., Basimi, R. and Ghaddaf, A., 1984.** Emptying rates of single and double meals of different food quality from the stomach of the dab, *Limanda limanda* (L.). *Journal of Fish. Biology*, 25, 4, 435-444.
- Flowerdew, M.W., Grove, D.J., 1979.** Some observations on effects of body weight, temperature, meal size and quality on gastric emptying in turbot, *Scophthalmus maximus* L. Using radio-graphy. *Journal of Fish. Biology*, 14, 229-238.
- Gamsız, K., Cihaner, A., Altan, Ö., Korkut, A.Y., 2008.** Sariağız *Argyromus regius* Asso, 1801 balıkların mide ve sindirim sisteminin boşaltım süresinin belirlenmesinde röntgen tekniğinin kullanılabilirliği. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 25, 2, 165–167.
- Grove, D.J., Loizides, L.G. ve Nott, J., 1978.** Satiation amaunt, frequency of feeding and gastric emptying rate in *Salmo gairdneri*. *Journal of Fish Biology*, 31, 479-491.

- Grove, D.J., Crawford, C., 1980.** Correlation between digestion rate and feeding frequency in the stomachless teleost, *Blennius pholis* L. Journal of Fish Biology, 19, 63-71.
- Grove, D.J., Moctezuma, M.A., Flett, H.R.J., Foott, J.S., Watson, T., Flowerdew, M.W., 1985.** Gastric emptying and the return of appetite in juvenile turbot, *Scophthalmus maximus*, L., fed on artificial diets. Journal of Fish. Biology, 26, 339-354.
- Grove, D.J., 1986.** Gastro-Intestinal Physiology: Rates of Food Processing in Fish, In Fish physiology: Recent Advances, Editörler Nilsson, S., Holmgren, S., Springer, Netherlands, 198 p., 140-152.
- Gümüş, E., Kanyılmaz, M., Güle, İ. ve Sevgili, H., 2013.** Antalya Bölgesi'ndeki süs balığı üreten işletmelerin yapısal ve teknik analizi: II. Teknik özellik ve pazarlama durumları. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 6, 2, 35-41. ISSN: 1308-3961.
- Gwyther, D., Grove, D.J., 1981.** Gastric emptying in *Limanda limanda* (L.) and return of appetite. Journal of Fish Biology, 18, 245-249.
- Han, M.C., Sağlıyan, A. ve Polat, E., 2016.** Akvaryum Balıklarında Karanfil Yağının Anestezik Etkisinin Araştırılması. Harran Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 5, 1, 12-17.
- Handeland, S.O., Imsland, A.K., Stefansson, S.O., 2008.** The effect of temperature and fish size on growth, feed intake, food conversion efficiency and stomach evacuation rate of Atlantic salmon post-smolts. Aquaculture, 283, 36-42.
- Hekimoğlu, M.A., 2006.** Akvaryum sektörünün Dünya'daki ve Türkiye'deki genel durumu. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, 23, 1-2, 237- 241.
- Hekimoğlu, M.A., 2012.** Akvaryum Teknolojisi. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 78, 3. Baskı, ISBN:978-975-483-798-8, 360 s., 7-360.
- Hölker, F. and Temming, A., 1996.** Gastric evacuation in ruffe (*Gymnocephalus cernuus* L.) and the estimation of food consumption from stomach content data of two 24h fisheries in the Elbe Estuary. Archive of fishery and marine research/Archiv fuer Fischerei- und Meeresforschung, 44,1, 47-67.
- Indira, R. and Pugazhendy, K., 2016.** Studies on Population Dynamics of Jewel Cichlid *Hemichromis bimaculatus* (Gill). International Journal of Modern Research and Reviews. 4, 4, 1139-1143.
- Jobling, M., Gwyther, D., Grove, D.J., 1977.** Some effects of temperature, meal size and body weight on gastric evacuation time in dab (*Limanda limanda* L.). Journal of Fish Biology, 10, 291-298.
- Jobling, M. ve Davies, P.S., 1979.** Gastric evacuation in plaice, *Pleuronectes platessa* L.: effects of temperature and meal size. Journal of Fish Biology, 14, 539-546.

- Jobling, M. 1981.** Mathematical models of gastric emptying and the estimation of daily rates of food consumption for fish. *Journal of Fish Biolog*, 19, 245-257.
- Jobling, M., 1987.** Influences of food particle size and dietary energy content on patterns of gastric evacuation in fish: test of a physiological model of gastric emptying. *Journal of Fish Biology*, 30, 299-314.
- Jobling, M., 1994.** *Fish Bioenergetics*. Springer Netherlands, Fish & Fisheries Series, ISBN:041258090X- 9780412580901, 309 p., 29-101.
- Jones, R., 1974.** The rate of elemination of food from the stomach of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*), cod (*Gadus moruha*) and whiting (*Merlangius merlangus*). *International Journal of Construction Education and Research*, 35, 3, 225-243.
- Karal, M., Şeker, E. ve Dörücü, M., 2016.** Balıklarda beslenme hastalıkları. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 2, 1, 1-12. ISSN:2149-0910.
- Karaman, Z. ve Dürücü, M., 2017.** Balıklarda bağışıklık sistemi organları ve histolojisi. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 3, 1, 65-74.
- Kevern, N.R., 1966.** Feeding rate of carp estimated by a radioisotopic method. *Transactions of the American Fisheries Society*, 95, 363-371.
- Khan, U., Seyhan, K., Başçınar, N. ve Başçınar, N.S. 2016.** Satiation meal and the effects of meal and body sizes on gastric evacuation rate in brook trout *Salvelinus fontinalis* fed commercial pellets. *Journal of Fish Biology*, 89, 1227-1238.
- Kitchell, J.F. ve Windell, J.T., 1968.** Rate of gastric digestion in pumpkinseed sunfish, *Lepomis gibbosus* (L.). *Transactions of the American Fisheries Society*, 97, 489-92.
- Kolhemainen, S.E., 1974.** Daily feeding rates of bluegill (*Lepomis macrochirus*) determined by a refined radioisotope method. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 31, 67-74.
- Kuru, M., 1999.** Omurgalı Hayvanlar. Palme Yayınları, No: 145, Ankara, 841 s., 514-602.
- Maes, J., Tackx, M. and Soetaert, K., 2005.** The predation impact of juvenile herring *Clupea harengus* and sprat *Sprattus sprattus* on estuarine zooplankton. *Hydrobiologia*, 540, 1-3, 225-235.
- Macpherson, E., Lleonart, J. ve Sanchez, P., 1989.** Gastric emptying in *Scyliorhinus canicula* (L.): A comparison of surface-dependent and non-surface dependent models. *Journal of Fish Biology*, 35, 37-48.

- Marchetti, L., Capacchietti, M., Sabbieti, M.G., Accili, D., Materazzi, G., Menghi, G., 2006.** Histology and carbohydrate histochemistry of the alimentary canal in the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Journal of Fish Biology, 68, 1808-1821.
- Mazlan, A.G., Othman, B.H.R. ve Grove, D.J. 2002.** An evaluation of X-Radiograph studies in estimation of gastric emptying time (GET) in whiting (*Merlangius merlangus* L.). Online Journal of Biological Sciences, 2, 2, 109-115.
- Mazlan, A.G., Grove, D.J., 2003.** Gastric digestion and nutrient absorption along the alimentary tract of whiting (*Merlangius merlangus* L.) fed on natural prey. Journal of Applied Ichthyology, 19, 4, 229- 238.
- Mazlum, R.E., 2018.** Sibirya Mersin (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) ve Karaca Mersin (*Acipenser gueldenstaedtii* Brant & Ratzeburg, 1833) Balıklarında Mide Boşaltımı. TUBİTAK Proje Sonuç Raporu, Proje No: 116O905, 61 s., 7-35.
- Mc Carthy, I.D., Houlihan, D.F., Carter, C.G., Moutou, K., 1993.** Variation in individual food consumption rates of fish and its implications for the study of fish nutrition and physiology. Proceedings of the Nutrition Society, 52, 427-436.
- Medved, R.J., Stilwell, C.E. ve Casey, J.J., 1988.** The rate of food consumption of young sandbar sharks (*Carcharhinus plumbeus*) in Chincoteague Bay. Virginia. Copeia, 956-963.
- Metin, S., Didinen, B.I., Kubilay, A., Pala, M., Aker, İ., 2015.** Bazı tıbbi bitkilerin gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) üzerinde anestezi etkilerinin belirlenmesi. Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research, 1, 37-42.
- Miegel R.P., Pain S.J., Van Wetters W.H.E.J., Howarth G.S., Stone D.A.J., 2010.** Effect of water temperature on gut transit time, digestive enzyme activity and nutrient digestibility in yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*). Aquaculture, 308, 145-151.
- Molnár, G. ve Tölgy, I. 1960.** Röntgenologic investigation of the duration of gastric digestion in the pike perch (*Lucioperca lucioperca*). Acta Biologica Hungarica, 13, 103-8.
- Ng, W.K., Sigholt, T., Bell, J.G., 2004.** The influence of environmental temperature on the apparent nutrient and fatty acid digestibility in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed finishing diets containing different blends of fish oil, rapeseed oil and palm oil. Aquaculture Research, 35, 1228-1237.
- Nikolopoulou, D., Moutou, K.A., Fountoulaki, E., Venou, B., Adamidou S., Alexis M.N., 2011.** Patterns of gastric evacuation, digesta characteristics and pH changes along the gastrointestinal tract of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Comparative Biochemistry and Physiology, Part A, 158, 406-414.

- Osman, A.H.K., Caceci, T., 1991.** Histology of the stomach of *Tilapia nilotica* (Linnaeus, 1758) from the River Nile. *Journal of Fish Biology*, 38, 211-223.
- Pérez-Casanova, J., Lall, S.P., Gamperl, A.K., 2009.** Effect of feed composition and temperature on food consumption, growth and gastric evacuation on juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.). *Aquaculture*, 294, 228-235.
- Persson, L. 1986.** Patterns of food evacuation in fishes: A critical review. *Environmental Biology of Fishes*, 16, 51-58.
- Peters, D.S., Hoss, D.E., 1974.** A radioisopic method of measuring food evacuation time in fish. *Transactions of the American Fisheries Society*, 103, 3, 626-629.
- Riche, M., Haley, D.I., Oetker, M., Garbrecht, S. and Garling, D.L. 2004.** Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 234, 657-673.
- Rogers, J.B. ve Burley, C.C., 1991.** A sigmoid model to predict gastric evacuation rates of smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*) fed juvenile salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48, 933-937.
- Saether, B., Christiansen, J.S., Jobling, M., 1999.** Gastrointestinal evacuation of particulate matter in polar cod *Boreogadus saida*. *Marine Ecology Progress Series*, 188, 201-205.
- Sales, J. and Janssens, G.P.J., 2003.** Nutrient requirements of ornamental fish. *Aquatic Living Resources*, 16, 6, 533-540.
- Schurmann, H. and Steffensen, J.F., 1997.** Effects of temperature, hypoxia and activity on the metabolism of juvenile Atlantic cod. *Journal of Fish Biology*, 50, 6, 1166-1180.
- Scocco, P., Menghi, G., Ceccarelli, P., 1997.** Histochemical differentiation of glycoconjugates occurring in the tilapine intestine. *Journal of Fish Biology*, 51, 848-857.
- Seyhan, K., 1994.** Gastric Emptying, Food Consumption and Ecological Impact of Whiting *Merlangius merlangus* (L.) in The Eastern Irish Sea Marine Ecosystem. Phd Thesis. University of College of North Wales School of Ocean Sciences, North Wales, United Kingdom.
- Seyhan, K. ve Grove, D.J., 1998.** Food consumption of whiting, *Merlangius merlangus*, in the Eastern Irish Sea. *Fisheries Research*, 38, 233–245.
- Seyhan, K., Başçınar, N.S., Başçınar, N., Türe, M. ve Khan, U., 2016.** Larva, Yavru ve Damızlık Kaynak Alabalığı (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814)’nda Yem Tüketimi, Mide Boşaltımı ve Modelleme. TUBİTAK Proje sonuç raporu, Proje No: 113O362. 59 s., 10-23.

- Singh-Renton, S., 1990.** Gadoid Feeding: An Emprical and Theoretical Study of Factors Affecting Food Consumption and Composition in North Sea Gadoids, with Emphasis on Juvenile Cod, *Gadus morhua* (L) and Whiting, *Merlangius merlangus* (L). Phd Thesis, University of Buckingham, England.
- Sis, R.F., Ives, P.J., Jones, D.M., Haensly, D.H., 1979.** The microscopic anatomy of the oesophagos, stomach and intestine of the Channel Catfish, *Ictalurus punctatus*. Journal of Fish Biology, 14, 179–186.
- Smith, H., 1967.** Influence of temperature on the rate of gastric juice secretion in the Brown bullhead (*Ictalurus nebulosus*). Comparative Biochemistry and Physiology, 12, 125-132.
- Smith, L.S., 1980.** Digestion in teleost fishes. In: Chow K.W., Edit. Fish feeds technology. FAO/UNDP Aquaculture Development and Coordination Programme. ADCP/REP/SO/11. Rome: FAO/UNDP, 295 pp. 3-18.
- Sonay, F.D., 2013.** Triploid Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas,1811) Üretimi ve Büyüme Potansiyeli ve Et Kalitesinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 138 s., 43-44.
- Storebakken, T., Austreng, E., Steenberg, K., 1981.** A method for determination of food intake in salmonids using radioactive isotopes. Aquaculture, 24, 133-142.
- Sweka, J.A., Cox, M.K., Hartman, K.J., 2004.** Gastric evacuation rates of brook trout. Transactions of the American Fisheries Society, 133, 204–210.
- Swenson, W.A., Smith, L.L., 1973.** Gastric digestion, food consumption, feeding periocity and food conversion efficiency in Walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*). Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 30, 1327-1336.
- Talbot, C., Higgins, P.J. 1983.** A radiographic Method for Feeding and Nutritional Studies, In Tyler, P., Calow, P., (Eds.), Fish Energetics, Beckenham and Sidney: Croom Helm Ltd., 349 pp. 52-207.
- Temming, A. and Herrmann, J.P., 2001.** Gastric evacuation in horse mackerel. I. The effects of meal size, temperature and predator weight. Journal of Fish Biology, 58, 5, 1230-1245.
- Temming, A. and Herrmann, J.P., 2003.** Gastric evacuation in cod. Fisheries Research, 63, 1, 21-41.
- Timur, G., 2008.** Balık Anatomisi. Nobel yayın dağıtım, Ankara, 184 s., 20-163.
- Türkmen, G. ve Aktuğ, A.M., 2011.** İzmir İli'nde deniz akvaryumu sektörü ve ele alınan ithal balık türlerinin araştırılması. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 28, 2, 59-64. ISSN: 1300-1590.

Tyler, A.V., 1970. Rates of gastric emptying in young cod. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 27, 1177-1189.

URL-1. <http://www.fao.org/fishery/aquaculture>. (21.12.2018).

URL-2. <http://www.atillaalpbaz.com/?o=3&y=289>. (19.03.2019).

URL-3. <http://su.agri.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/326/2017/05/Beslenme.pdf>. (19.03.2019).

URL-4. <https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/85403/modresource/0/B.biyolojisi-6.hafta>. (19.03.2019).

URL-5. <https://akvaryumbaliklarim.wordpress.com/2012/02/11/baliklara-gore-eslenme-turleri>. (20.03.2019).

URL-6. <http://www.sindirim.gen.tr/canlilarda-sindirim-sistemi.html>. (20.03.2019).

URL-7. <http://www.forumgercek.com/balik-avciligi/114853-bilent-yidirimla-balik-aviteknikleri-baliklarda-duyu-organlari.html>. (21.03.2019).

URL-8. http://www.megep.meb.gov.tr/mte_progra/moduller_pdf/Bal%C4%B1klar.pdf. (24.04.2019).

URL-9. <http://www.turkcerrahi.com/makaleler/ozofagus/ozofagus-anatomisi>. (24.04.2019).

URL-10. <http://www.fishbase.org/summary/2389>. (06.05.2019).

URL-11. <https://www.seriouslyfish.com/hemichromis-bimaculatus> (07.05.2019).

Venou, B., Alexis, M.N., Haralabous, J., 2008. Performance factors, body composition and digestion characteristics of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fed pelleted or extruded diets. Aquaculture Nutrition, 15, 390-401.

Windell, J.T., 1978. Digestion and Daily Ration of Fishes, In: Ecology of Freshwater Fish Production, Editör: S.D.Gerking, Blackwell Scientific Publications, Oxford.

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında İstanbul’da doğdu. ilk ve orta öğretim eğitimini İstanbul’da tamamladı. Lise öğrenimini Rize’de tamamladı. 2013 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Su Ürünleri bölümünden mezun oldu ve aynı yıl Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği bölümüne geçiş yaptı, 2015 yılında mezun oldu. 2016 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans eğitimine başladı ve halen devam etmekte.

