



**T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**SİBİRYA MERSİN (*Acipenser baerii* BRANDT, 1869) VE KARACA
MERSİN (*Acipenser gueldenstaedtii* BRANT & RATZEBURG,
1833) BALIKLARINDA MİDE BOŞALTIMI**

(Doktora Tezi)

Alhabeeb ALABDULLAH

**Danışman
Doç. Dr. Rahşan Evren MAZLUM**

RİZE

2022

KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalında, Doç. Dr. Rahşan Evren MAZLUM danışmanlığında, Alhabeeb ALABDULLAH tarafından hazırlanan *Sibirya Mersin (Acipenser baerii Brandt, 1869) ve Karaca Mersin (Acipenser gueldenstaedtii Brant & Ratzeburg, 1833) Balıklarında Mide Boşaltımı* adlı bu tez çalışması, 20.09.2022 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/oy çokluğuyla başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı, Adı Soyadı	İmza
Başkan	: Prof. Dr. Kadir SEYHAN	
Üye	: Doç. Dr. Rahşan Evren MAZLUM	
Üye	: Prof. Dr. Serkan GÜL	
Üye	: Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Umar Khan DURRANI	

ETİK BEYAN

Su Ürünleri Doktora Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “Sibirya Mersin (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) ve Karaca Mersin (*Acipenser gueldenstaedtii* Brant & Ratzeburg, 1833) Balıklarında Mide Boşaltımı” adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

Tez çalışmamda, başka kaynaklardan aktarılan bütün bilgi ve alıntılar, Enstitünüz Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak açıkça gösterilmiştir. Kaynağı gösterilenler dışında kalan bütün bilgiler uygun araştırma yöntemi kullanılarak tarafımdan edinilmiş ve esere bu şekilde yansıtılmıştır. Şahsıma ait olmayan hiçbir bilgi, kasıt veya kusurlar, şahsıma aitmiş gibi gösterilmemiştir. İnternet kaynakları dâhil, sahibine/kaynağına atıf yapılmaksızın hiçbir bilgi kullanılmamıştır. Aksinin ortaya çıkması halinde doğacak bütün hukuki, idari, akademik ve etik sorumluluk tarafıma ait olacaktır. Eserin tesliminden sonra herhangi bir zamanda, bilim etiğine aykırılık tespit edilmesi ve / veya eserimle ilgili intihal veya intihal şeklinde anlaşılacak bir durumun ortaya çıkması halinde; Üniversiteniz ve eğitim kadronuzun hiçbir şekilde sorumlu tutulmayacağını hür irademle kabul, beyan ve taahhüt ederim.

20 /09/2022

Alhabeeb ALABDULAH

ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasında, suni yem ve yaş yemle beslenen Sibirya mersin (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) ve Karaca mersin (*Acipenser gueldenstaedtii* Brant & Ratzeburg, 1833) balıklarında mide boşaltımı ilk kez çalışılmış ve mide boşaltımı matematiksel olarak modellenmiştir. Tüm veriler ışığında gerçekleştirilen sindirim modellemesi ile yetiştiricilik şartlarında yem sarfiyatını azaltıcı bir kaynak üretilmiştir.

Tez çalışmam süresince her türlü desteği sağlayan, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, danışmanlığımı üstlenen sayın hocam Doç. Dr. Rahşan Evren MAZLUM'a; Doktora tez izleme komitesinde yer alarak tez çalışmama fikirleriyle katkı sağlayan sayın hocalarım Prof. Dr. Serkan GÜL ve Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU'na, mide içeriklerinin radyografik olarak görüntülenmesinde radyolojik atım yapmak için kullanılan cihaz desteği için K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi'ne, elde edilen görüntülerin dijital olarak kaydedilmesinde kullanılan cihaz desteği için R.T.E.Ü. Tıp Fakültesi'ne, tezimin başarıyla tamamlanmasında kurumsal desteğini esirgemeyen R.T.E.Ü. Su ürünleri Fakültesi'ndeki değerli hocalarıma, tez çalışmamı yürüttüğüm R.T.E.Ü Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'ndeki hocalarıma ve personellerine, bu çalışmada bana olan Dr. Muhammet Nurullah ARSLAN'a ve Öğr. Gör. Özay KÖSE'ye; arkadaşlarım Erton YZEILLARI, Muhammet ALAZZAWI ve Muhammet GAYED'e, destek ve yardımlarını eksik etmeyen babama, rahmetli anneme, ablama, sevgili eşime, cömert ailesine ve oğluma çok teşekkür ederim.

“Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası:116O905”

Alhabeeb ALABDULLAH

2022/ RİZE

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	I
ETİK BEYAN	II
ÖN SÖZ.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÖZET	V
ABSTRACT	VI
KISALTMALAR	VII
TABLolar LİSTESİ	VIII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	IX
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	9
1.2. Türkiye’de Su Ürünleri Yetiştiriciliği	9
1.3. Mersin Balıklarının Biyo-Ekolojik Özellikleri	11
1.3.1. Sibirya Mersin Balığı (<i>Acipenser baerii</i>).....	12
1.3.2. Karaca Mersin Balığı (<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>)	13
1.4. Mide Boşaltımı Çalışmalarına Genel Bakış.....	14
2. MATERYAL METOT	17
2.1. Su ve Balık Materyali	17
2.2. Suni Yem ve Yaş Yemin Hazırlanması	18
2.3. Mide Boşaltım Deneyleri	20
2.4. Verilerin Analizi ve Yorumlanması	24
2.4.1. Sindirim Oranının Modellenmesi.....	24
2.4.2. Model Seçimi	25
2.5. Bulgular.....	27
2.5.1. Mide Boşaltımı Deneyleri	27
2.5.1.1. <i>Acipenser baerii</i>	29
2.5.1.2 <i>Acipenser gueldenstaedtii</i>	36
3. TARTIŞMA VE SONUÇ	43
KAYNAKÇA	48

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Ana Bilim Dalı : Su Ürünleri Anabilim Dalı

Tez Türü: : Doktora

Danışman : Doç. Dr. Rahşan Evren MAZLUM

Hazırlayan : Alhabeeb ALABDULLAH

Yıl : 2022

Sayfa Sayısı : 58

ÖZET

SİBİRYA MERSİN (*Acipenser baerii* BRANDT, 1869) VE KARACA MERSİN (*Acipenser gueldenstaedtii* BRANT & RATZBURG, 1833) BALIKLARINDA MİDE BOŞALTIMI

Sibirya mersin balığı (*Acipenser baerii*) ve Karaca mersin balığı (*Acipenser gueldenstaedtii*) Acipenseridae familyasına ait türlerdir. İnsan etkileri, aşırı avlanma ve iklim değişikliği nedeniyle nesli tehlike altında olan türler içerisinde bulunmaktadır. Suni yemlerle beslenerek yetiştiricilik şartlarında başarılı bir şekilde üretimleri devam etmekle birlikte, üretimi arttırmak adına konu ile ilgili olarak daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu gerçektir. Bu çalışmanın amacı, Sibirya mersin balığı *A. baerii* ve Karaca mersin balığı *A. gueldenstaedtii* türlerinin mide boşaltım oranlarının tespiti ve elde edilen sonuçların kullanılmasıyla uygun beslenme yöntemlerinin belirlenmesidir. Bu amaçla yaş yem (mezgit balığı) veya suni yem ile beslenen Sibirya mersin balığı (*A. baerii*) ve Karaca mersin balığının (*A. gueldenstaedtii*) mide boşaltımı (GE) üzerindeki vücut ve yemek boyutlarının etkileri parametreleştirilmiştir. *Acipenser baerii* ve *A. gueldenstaedtii* nesli tehlike altında olan türler olduğundan, mide içerikleri kesilerek değil, radyografik yöntemle belirlenmiştir. Suni yeme ve yaş yeme ilave edilen baryumsülfat ($BaSO_4$) ile opak görüntü kazanan mide içeriği radyografik teknikle görüntülenmiştir. Mide boşaltımı deneyleri, ticari peletlerden veya canlı yemden oluşan 4,6-47,6 g arası öğünlerle beslenen 1,5 kg ila 5 kg (toplam boy, 76,1-104 cm) arasında değişen farklı vücut boyutlarında *A. baerii* kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Farklı vücut ölçülerine sahip (toplam boy 82-105 cm, yaş ağırlık 3-5,1 kg) *A. gueldenstaedtii*, canlı yem veya ticari peletlerden oluşan 23-72 g arasında öğün miktarıyla beslenmiştir. *A. baerii*'deki GE'nin seyri, öğün büyüklüğünden bağımsız olarak en iyi karekök modeliyle tanımlanmıştır. Vücut kütlesi ve sıcaklığın GE oranları üzerindeki etkileri sırasıyla üssi model ve eksponansiyel model ile açıklanmıştır. *A. baerii* için mide boşaltımı özet modeli suni yem için, $\frac{dS_t}{dt} = -0,00182W^{0,40} e^{0,080T} \sqrt{S_t}$ (g saat⁻¹) şeklinde; yaş yem için, $\frac{dS_t}{dt} = -0,00169W^{0,40} e^{0,080T} \sqrt{S_t}$ (g saat⁻¹) olarak tespit edilmiştir. Karekök modelinin, öğün tipi ve büyüklüğünden bağımsız olarak *A. gueldenstaedtii*'de GE sürecini tanımlamada yeterli olduğu belirlenmiştir. Balık boyutunun GER üzerindeki etkileri üssi model ile tanımlanmıştır. *A. gueldenstaedtii* için mide boşaltımı özet modeli suni yem için, $\frac{dS_t}{dt} = -0,000062 L^{1,84} \sqrt{S_t}$ (g saat⁻¹) şeklinde; yaş yem için, $\frac{dS_t}{dt} = -0,000053 L^{1,84} \sqrt{S_t}$ (g saat⁻¹) şeklinde olmuştur. Sonuç olarak, her iki tür için de mide boşaltımı süreci en iyi karekök modeli ile tanımlanmıştır. Bu çalışma sonucunda suni yem ve yaş yem ile beslenen *A. baerii* ve *A. gueldenstaedtii* türleri için farklı sıcaklık, balık büyüklüğü ve yem miktarı için mide boşaltımı modellenmiş ve yetiştiricilik şartlarında yem sarfiyatını azaltmak için altyapı oluşturulmuştur. Elde edilen modellerle her bir balık türü için deney koşullarına uygun ortamlarda yetiştiricilik çalışmaları için yapılan bu çalışma yol gösterici niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: Mide boşaltım oranı, Mide boşaltım zamanı, *Acipenser baerii*, *Acipenser gueldenstaedtii*.

Recep Tayyip Erdogan University Institute of Graduate Studies
Department : Department of Faculty of Fisheries and Aquatic Sciences
Thesis Type : Ph. D
Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Rahşan Evren MAZLUM
Author : Alhabeeb ALABDULLAH
Year : 2022
Pages : 58

ABSTRACT

GASTRIC EVACUATION IN SIBERIAN STURGEON (*Acipenser baerii* BRANDT, 1869) AND RUSSIAN STURGEON (*Acipenser gueldenstaedtii* BRANT & RATZEBURG, 1833)

Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) and Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) are species from Acipenseridae family. They have been listed as endangered species because of human activities, overfishing and climate change. Though they have been successfully maintained in captivity fed on artificial diets, but their production under aquaculture conditions still needs further studies to obtain their high yields. The aim of this study was to estimate the gastric evacuation (GE) in *A. baerii* and *A. gueldenstaedtii* for their proper feeding management. For this purpose, the effects of body and meal sizes on gastric excretion (GE) of Siberian sturgeon (*A. baerii*) and Russian sturgeon (*A. gueldenstaedtii*) fed live food (whiting fish) or commercial pellet feed were parameterized. Since they are endangered species, therefore, their GER were investigated by radiographic methods instead of dissection of fish to recover the stomach contents. The commercial pellets used in these experiments had barium sulphate at concentrations of 20%, while the same amount was injected into the body of live food for radiography technique monitoring. *A. baerii* ranged from 1.5 kg to 5 kg (total length ranged 76.1-104 cm) fed on meal sizes of 4.6 g to 47.6 g composed of either commercial pellets or live food (fish prey, whiting). *Acipenser gueldenstaedtii* of different body sizes (total length ranged 82 to 105 cm, wet weight 3-5.1 kg) were fed on meal sizes ranged from 23 to 72 g composed of either live food or commercial pellets. The course of GE in *A. baerii* was best described by the square root model independently of meal size. The effects of body mass and temperature on GE rates were described by power model and exponential model respectively. The gastric evacuation of *A. baerii* can be summarized by by $\frac{dS_t}{dt} = -0.00182W^{0.40} e^{0.080T} \sqrt{S_t}$ (g h⁻¹) fed commercial pellets and $\frac{dS_t}{dt} = -0.00169W^{0.40} e^{0.080T} \sqrt{S_t}$ (g h⁻¹) fed live food. The square root model was found to adequacy describe the process of GE in *A. gueldenstaedtii* independently of meal type and size. The effects of fish size on GER was described by power model. The gastric evacuation of *A. gueldenstaedtii* can be summarized by $\frac{dS_t}{dt} = -0.000062 L^{1.84} \sqrt{S_t}$ (g h⁻¹) fed commercial pellets, and $\frac{dS_t}{dt} = -0.000053 L^{1.84} \sqrt{S_t}$ (g h⁻¹) fed on live food. The process of gastric evacuation in both fishes were best described by the square root model. In this study, we have made an attempt to model gastric emptying of *A. baerii* and *A. gueldenstaedtii* fed on commercial and live food. The results of this investigation should facilitate the aquaculture practice to design a feeding frequency for *A. baerii* and *A. gueldenstaedtii* to minimize the food waste.

Keywords: Gastric Evacuation rate, Gastric evacuation time, *Acipenser baerii*, *Acipenser gueldenstaedtii*.

KISALTMALAR

a	: Kesme Noktası
BaSO ₄	: Baryum sülfat
BW	: Vücut Ağırlığı
CITES	: Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Konvansiyonu
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
FAO	: Gıda Ve Tarım Örgütü
GE	: Mide Boşaltımı
GER	: Mideden Besin Geçiş Hızı
GET	: Mideden Besin Geçiş Süresi
IUCN	: Dünya Doğa Ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği
L	: Toplam Boy
mg	: Miligram
m/s	: Hız Saniyede Metre
n	: Gözlem Sayısı
ρ	: Sindirim Oranı
ρL	: Mide Boşaltım Oranı
RAS	: Kapalı Devre Akuakültür Sistemleri
R ²	: Regresyon Katsayısı
RSS	: Kalan Kareler Toplamı
S ₀	: Yenen Besin Ağırlığı
SAS	: Paket Program
St	: Saat Sonra Mide İçeriği Ağırlığı
T	: Sıcaklık
t	: Beslemeden Sonra Geçen Zaman (Saat)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
λ	: Vücut Büyüğü Katsayısı
δ	: Sıcaklık Katsayısı

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1. Ülkemizde 2000-2020 yılları arasında su ürünleri üretimi (ton/yıl).....	10
Tablo 2. Türkiye iç sularından yetiştiricilik yoluyla 2012-2021 yılları arasında elde edilen türler ve üretim miktarları (ton/yıl).....	11
Tablo 3. Mide boşaltımını tanımlamada kullanılan denklemler	16
Tablo 4. Çalışmada kullanılan kuyu suyunun analiz sonuçları.....	18
Tablo 5. <i>A. baerii</i> türü için gerçekleştirilen mide boşaltımı deneyleri.....	28
Tablo 6. <i>A. gueldenstaedtii</i> türü için gerçekleştirilen mide boşaltımı deneyleri.....	29
Tablo 7. Suni yem ve yaş yemle beslenen <i>A. baerii</i> türünde mide boşaltımı deneyleri	30
Tablo 8. Suni yem ve yaş yemle beslenen <i>A. baerii</i> balıkları mide boşaltımı verilerinden tahmin edilen karekök model, lineer model ve eksponansiyel model için hesaplanan parametreler ($\pm$ S.E.).....	32
Tablo 9. Suni yem ve yaş yemle beslenen <i>A. baerii</i> türü için modellemede kullanılan tüm veriler birleştirilerek karekök fonksiyon uygulamasıyla elde edilen istatistiki parametreler ($Ort \pm S.E$)	34
Tablo 10. Farklı su sıcaklıklarında, 0,8-2,5 kg Sibirya Mersin balıklarında (<i>A. baerii</i>) 10 g öğün büyüklüğü için mide boşaltımı zamanı (saat).....	36
Tablo 11. Suni yem ve yaş yemle beslenen <i>A. gueldenstaedtii</i> türünde mide boşaltımı deneyleri	37
Tablo 12. Suni yem ve yaş yemle beslenen <i>A. gueldenstaedtii</i> balıkları mide boşaltımı verilerinden tahmin edilen karekök model, lineer model ve eksponansiyel model için hesaplanan parametreler ($\pm$ S.E.)	39
Tablo 13. Farklı öğün büyüklükleri ile beslenen <i>A. gueldenstaedtii</i> türü için modellemede kullanılan tüm veriler birleştirilerek karekök fonksiyon uygulamasıyla elde edilen istatistiki parametreler ($Ort \pm S.E$).....	40
Tablo 14. Farklı büyüklüklere sahip <i>A. gueldenstaedtii</i> türü için 17,5 °C’de farklı öğün miktarları için mide boşaltım zamanları (saat)	42
Tablo 15. <i>A. gueldenstaedtii</i> için Chebanov ve Galich (2011) tarafından önerilen beslenme kılavuzuna göre tahmin edilen mide boşaltım süreleri (saat)	46

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Sibirya mersin balığı (<i>Acipenser baerii</i>)	13
Şekil 2. Karaca mersin balığı (<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>).....	14
Şekil 3. Denemelerde kullanılan beton havuzların genel görünümü	18
Şekil 4. Mide boşaltımı deneylerinde kullanılacak suni yemin hazırlanması	19
Şekil 5. Mide boşaltımı deneylerinde kullanılacak yaş yemin hazırlanması.....	20
Şekil 6. <i>Acipenser baerii</i> (A) ve <i>Acipenser gueldenstaedtii</i> (B) total boy ölçümü (± 1 mm)	21
Şekil 7. <i>Acipenser baerii</i> (A) ve <i>Acipenser gueldenstaedtii</i> (B) yaş ağırlık ölçümü (± 5 g)	21
Şekil 8. Mide boşaltımı denemeleri hazırlık aşaması	22
Şekil 9. Mide içeriği görüntülemesinde kullanılan Toshiba marka Port-X III cihazı.	22
Şekil 10. CR-IR 363 marka Fujifilm (CR) FCR PROTECT marka film okuyucu....	23
Şekil 11. IP CASSETTE TYPE CC marka Fujifilm kasetleri (35,4x43 cm)	23
Şekil 12. Radyografik yöntemle mide boşaltımının görüntülenme basamakları.....	24
Şekil 13. Suni yemle beslenen <i>A. baerii</i> için mide boşaltımı röntgen görüntüleri	31
Şekil 14. Suni yemle beslenen <i>A. baerii</i> için mide boşaltımı röntgen görüntüleri	31
Şekil 15. Farklı büyüklüklerde suni yemle (A) ve yaş yemle (B) beslenen Sibirya Mersin balığında mide boşaltımı	35
Şekil 16. Suni yemle beslenen <i>A. gueldenstaedtii</i> için mide boşaltımı röntgen görüntüleri ($S_0 = 58,68$ g, $L = 95,6$ cm, $W = 7925$ g, $17,5$ °C)	37
Şekil 17. Yaş yemle beslenen <i>A. gueldenstaedtii</i> için mide boşaltımı röntgen görüntüleri ($S_0 = 23,03$ g, $L = 82$ cm, $W = 3005$ g, $17,6$ °C)	38
Şekil 18. Farklı büyüklüklerde yaş yem (●) ve suni yem (●) ile beslenen Karaca mersin balıklarında (<i>A. gueldenstaedtii</i>) mide boşaltımı.....	41

GİRİŞ

Su ürünleri ıslah ve yetiştiricilik araştırmaları, kaynaklarımızın rasyonel kullanımının sağlanması, üretim artışı ve artan su ürünleri talebinin karşılanması, doğal stokların korunması ve desteklenmesi, yeni istihdam imkânlarının yaratılması ve ihracatın geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Su ürünleri üretiminde artışı sağlayacak araştırma alanlarından bir tanesi de su ürünleri ıslahı ve yetiştiriciliğidir. Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliğinin geliştirilmesi genel bir politika olarak benimsenmiş olup bu bağlamda alternatif türlere ilişkin olarak sürdürülen çalışmalar son on yıl içinde yoğunlaşmıştır. Bu bağlamda Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Master Plan (TAGEM, 2016)'a göre Karadeniz alabalığı, kalkan balığı ve mersin balığı gibi türlerin yetiştiriciliği (büyüme performansları, yem değerlendirme, yaşama oranları vs.) konusunda araştırmaların yürütüldüğü ve bu çalışmaların önemleri vurgulanmaktadır (TAGEM, 2016). Aynı raporda ayrıca, mersin balıklarının suni şartlarda üretimi ve doğal stokların rehabilitasyonu özellikle belirtilmektedir.

Karadeniz Bölgesi'nde alabalık yetiştiriciliği oldukça yaygın olmakla birlikte son yıllarda beton havuzlarda üretim yapmak için kurulan işletme sayılarının ve kapasitelerinin hızla artışı, kafeslerde alabalık üretimi yapmak amacıyla deniz ve baraj göllerinde kurulan işletmelerin üretimlerinin önemli bir seviyede olması bölge kültür balıkçılığının karlılığını düşürmüştür. Ayrıca, alabalık yetiştiriciliğinde yumurta ve yavru desteği kaldırılarak damızlık balık desteklemeleri kapasiteye göre sınırlandırılmıştır (Anonim, 1). Alabalık üretim miktarındaki hızlı artışla birlikte yem maliyetlerinin artışı ve sektörel sübvansiyonun sınırlandırılması işletmelerde karlılığı sınırlandırmıştır. Yeni türlere sağlanan devlet desteğinin konvansiyonel türlere göre nispeten yüksek oluşu, Bakanlık tarafından da ilk sırada olan ve ekonomik değeri yüksek türlerden olan mersin balığı türleri yetiştiriciliği yatırımlarını cazip hale getirmiştir. Değişen çevresel şartlar ve küresel ısınmanın da etkisiyle, özellikle düşük rakımlı yerlerde kurulan işletmelerin kullanmış oldukları yüzey sularının sıcaklıkları zaman zaman alabalık türleri için belirtilen sınır değerlerin (22°C) üzerine çıkmaktadır. Bu da soğuk suları tercih eden alabalık yetiştiriciliğini olumsuz etkilemekte, sürdürülebilir alabalık yetiştiriciliğini tehdit etmektedir.

Kültür sistemlerinin geliştirilmesi ve türe uygun yönetim stratejilerinin belirlenmesi, kârlılığın ve ticari üretimin artmasını sağlayabilecektir. Ülkelerin akuakültür girdilerinin ulusal ekonomideki yerlerini, gelecekteki gelişim stratejilerini ve planlama yönetimlerini ortaya koymaları sektörün gelişimi açısından önemlidir (Chua ve Tech, 1990; Javed vd., 1990; Chelong, 1990; Bromage ve Roberts, 1995). Akuakültür sektörünün işleyişi ve olumlu sonuçları kalite ve kantite açısından yüksek değerlerde larva yetiştiriciliği ile sağlanabilir. Yüksek kalitedeki larva üretimi ise, kültür koşullarında biyotik (beslenme özellikleri, hava kesesi oluşumu, parazit, bakteri vb.) ve abiyotik (debi, sıcaklık, tuzluluk, bulanıklık vb.) faktörlerin türe uygun değerlerde tutulması ve iyi bir anaç yönetiminin desteklenmesi ile gerçekleştirilebilmektedir. Türkiye balık yetiştiriciliği sektörünün en önemli darboğazlarından biri tür çeşitliliğinin sınırlı oluşudur. Ekonomik değeri yüksek, yetiştiricilik protokolünün uygulanabilir olduğu türlerin mevcut sektöre entegrasyonu önemsenmektedir. Bu amaçla Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı yeni türlere konvansiyonel türlerden daha fazla destek sağlamaktadır (URL-1). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ar-Ge konu başlıklarını sınıflandırırken, sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliği gelişiminin sağlanması için alternatif türlerin araştırılmasını öncelikli listelerinde ilk sıraya almışlardır (URL-2). Ar-Ge Projelerinin “Tarımsal Araştırma Enstitüleri ve İstasyonları Görev Yönergesi” nde “Yetiştiricilik” başlığı “Yüksek Öncelikli” olarak değerlendirilmiştir (TAGEM, 2016). Sınırlı tür varlığına sıkışan sürdürülebilir Türkiye su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişiminin sağlanabilmesi için ekonomik değeri yüksek, üretilip yetiştirilebilirliği uygun, alternatif türlerin su ürünleri yetiştiriciliğine kazandırılması öncelikli konulardan biri olduğu açıktır. DPT 9. Kalkınma Planında, “Amaç ve Politikaları Gerçekleştirmeye Yönelik Öncelikler, Tedbirler ve Yasal Kurumsal Düzenlemeler” başlığı altında, Türkiye’de sürdürülebilir akuakültür üretiminin sağlanabilmesi için “*Yetiştiricilik üretiminin arttırılması için yeni türlerin denemelerine önem verilmelidir*” saptamasının önemine işaret edilmiştir (Anonim, 2).

Mersin balıkları türleri doğal olarak Karadeniz havzasının balıklarından olup, Kuzey Yarıküre’de Avrasya ve Kuzey Amerika’nın ılıman sularında yayılım gösteren en eski kemikli balıklardandır (Çelikkale vd., 2003; Birstein, 1993). Karadeniz Bölgesi su kaynakları kalite ve kantite bakımından mersin balığı yetiştiriciliği için oldukça elverişlidir. Bu bağlamda, alabalıklarla benzer su kalitesi istemlerinden yola

çıkılarak Karadeniz havzasının doğal türlerinden mersin balıkları yetiştiriciliği ilk akla gelen türlerdendir (Mohler, 2003).

Hedef üretici kitle olan alabalık yetiştiriciliği işletmeleri altyapıları türlerin yetiştiriciliğe başlamaları için ilk odak noktası olabilecek potansiyele sahiptir. Kara tabanlı alabalık işletmelerin sayılarının ve kapasitelerinin hızla artışı, deniz ve baraj göllerinde kurulan kafes işletmelerinin üretimlerinin önemli bir yekûn oluşturması Bölge akuakültür karlılığını gün geçtikçe düşürmektedir. Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin sürdürülebilirliği arz talep dengesinin değişmesinden olumsuz etkilenmektedir. İklim değişikliği ve küresel ısınmanın da etkisiyle nispeten düşük rakımlı işletmelerin kullandıkları akarsuların yaz su sıcaklığı ortalamalarının yıldan yıla alabalık yetiştiricilik üst sınırını zorlaması küçük ve orta ölçekli işletmelerin sürdürülebilirlikleri için çözüm önerisi üretme zorunluluğunu gündeme getirmiştir. Doğu Karadeniz Bölgesi Türkiye alabalık yetiştiriciliği sektöründe yoğun küçük ve orta ölçekli işletmeciliği kırsalda önemli bir üretim ve istihdam oluşturmaktadır. Bölgede iç su kaynakları kullanılarak sadece alabalık üretimine dayalı bir su ürünleri yetiştiriciliği hakimdir. Karadeniz Bölgesi'nde çoğunluğu iç su balıkları yetiştiriciliği tesisi olmak üzere yaklaşık 500 adet çiftlik bulunmaktadır. Bunların çoğunluğu gökkuşağı yetiştiriciliği yapmakta ve ülkemizdeki yetiştiricilik üretiminin %10'u bu bölgeden sağlanmaktadır (Akbulut vd., 2005). Alabalıklarla nispeten benzer su kalitesi istemlerine sahip mersin balıkları Türkiye, özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi alabalık yetiştiriciliği için alternatif oluşturabilecektir.

Sterlet (*Acipenser ruthenus*) ve Sibirya mersin balığı (*Acipenser baerii*) dünyada başarılı bir şekilde üretilmektedir. Sibirya mersin balığı yetiştiricilik protokolü Rusya'da, 1970'li yıllarda tamamen ortaya konulmuştur. Bunu takiben Fransa, Amerika, İtalya, Japonya ve Polonya gibi diğer ülkelerde türün yetiştiriciliği başlatılmıştır (Chebanov ve Billard, 2001). Avrupa'nın İtalya, Fransa, Almanya, Avusturya, Bulgaristan, Belçika, Estonya, Yunanistan ve Macaristan gibi ülkelerinde üretilmekte olan Acipenseridler Rusya'da oldukça önemli kültür balıklarıdır (Steffens vd., 1990; Bronzi vd. 1999; Burtzev 1999). Dünyada akuakültür üretiminde en çok kullanılan türler Sibirya mersin balığı (*A.baerii*), Karaca mersin balığı (*A.gueldenstaedtii*), Beyaz mersin balığı (*A. transmontanus*), sterlet ve bester (*Huso huso* X *Acipenser ruthenus*) türleridir (Mims vd., 2002). İtalya'da beyaz mersin balığı

ile Sibirya mersin balığı, Fransa, Almanya, İtalya ve İspanyada Adriyatik mersin balığı (*A. naccari*), İtalya ve İspanya’da (%13) 1999 yılında Batı Avrupa’nın baskın türleri olan ve birçok ülkede az miktarda yetiştirilen karaca mersin balığı Avrupa’nın en çok yetiştirilen mersin balıklarıdır. İtalya’da *A. naccari* X *A. baerii* hibriti semirtme için yetiştirilirken, *A. naccari* balıklandırma amacıyla üretilen tek türdür (Nathanailides vd., 2002). Akademik çalışmalar, birçok mersin balığı gibi Sibirya, beyaz ve Adriyatik mersin balıklarının da dış beslenmeye geçişten sonra yoğun ticari yetiştiriciliğinde suni larval diyetlerin başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir (Gisbert ve Williot, 1997; Memiş vd., 2009).

Doğal ortamda anadromik davranış sergilemeyen Sibirya mersin balığı, ılıman kuşak şartları altında göletlerde yetiştirilebilecek bir tür olarak dikkat çekmektedir. Kapalı devre akuakültür sistemlerinde ve ısıtılmalı sistemlerde kontrollü şartlar altında mersin balığı yetiştiricilik denemeleri yanında, birçok mersin balığı türleri ve hibritlerinin gölet çiftlik teknolojileri de giderek daha fazla ilgi çekmektedir (Filipiak vd., 1997). Geçen 20 yıldır, mersin balıkları yetiştiriciliği kültür balıkçılığında ekonomik değeri yüksek eti, kıkırdak iskelet sistemi ve sağlık açısından benzersiz değere sahip havyarı ve diğer yan ürünleriyle gün geçtikçe daha önemli hale gelmektedir (Steffens vd., 1990; Bronzi vd., 1999; Chebanov ve Billard, 2001; Williot vd., 2001).

Sibirya mersin balığı, kontrollü şartlarda, nispeten yüksek sıcaklıklarda yetiştirilebilen mersin balıklarından biridir. Avrupa iklim şartlarında düşük sıcaklıklara nazaran ılıman su kaynaklarında daha iyi gelişim gösterdiği bildirilmiştir (CITES, 2000; Pyka ve Kolman, 1997; Adámek vd., 2007). Mersin balığı türleri içerisinde Sibirya mersin balığı, hızlı büyümesi ve patojenlere dayanıklılığı bakımından ticari önemi en yüksek türlerden biridir (Gisbert ve Williot, 2002; Kolman, 2002). Dünyanın birçok yerinde ticari olarak bu türün yoğun yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Mersin balıkları tercihen su sıcaklığı ayarlanabilen sistemlerde, tam kontrollü kültür şartlarında, endüstriyel (nükleer veya termal enerji santralleri gibi) soğutma sularında veya kapalı devre akuakültür sistemlerinde suni yem kullanılarak yetiştirilmektedir. Bazı ülkelerde mersin balıkları ve hibritleri toprak havuzlarda, monokültür veya sakin türlerle polikültür olarak yetiştirilmektedir (Pyka ve Kolman,

2003). Mersin balıklarının akuakültüre diğer türlere nazaran daha uygun türleri *Acipenser ruthenus*, *A. transmontanus*, *A. baerii* ve Amerikan kürek balığı (*Polyodon spatula*)'dır. Polikültür denemelerinde Avrupa yayın balığı ile birlikte bulundurulduklarında, yaşama oranlarında bir farklılık oluşmamıştır. Ancak, polikültür ortamındaki mersin balıklarının tek tür olarak yetiştirilenlere nazaran daha yavaş geliştikleri bildirilmiştir (Ulikowski vd., 2003).

Yumurtlama sahalarının tahrip edilmesi, su kirliliği, baraj inşaatları, sulama amaçlı su kullanımı, aşırı avcılık gibi etmenler doğal stokların sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir (Gisbert ve Williot, 2002; Fopp-Bayat, 2008). Ancak, yetiştiricilik yoluyla üretilen et ve havyar ticaretinde sürekli artış söz konusudur (FAO, 2022). Rusya, İran ve Fransa başta olmak üzere birçok ülke mersin balığı yetiştiriciliği konusunda oldukça ilerlemiştir. Bu ülkelerde anaçlardan yapay yolla elde edilen yavruların bir kısmı kara tabanlı işletmelerde yemeklik balık olarak büyütülürken, büyük bir kısmı ise doğal stokları takviye etmek amacıyla doğaya salıverilmektedir (Akbulut vd., 2005). Dünyada mersin balığı yetiştiriciliği, İtalyan mersini (*Acipenser naccarii*), çoka balığı (*Acipenser ruthenus*), beyaz mersin (*Acipenser transmontanus*) ve Sibiry mersin balığı (*Acipenser baerii*) gibi saf türler ile hibritler üzerinde yoğunlaşmıştır (Atar vd., 2008). Birçok ülkede olduğu gibi Ülkemizde de mersin balıklarının doğal stokları azaldığından, mersin balığı avcılığı 1971 yılında yasal olarak sınırlandırılmış ve 1997 yılından itibaren de tamamen yasaklanmıştır. Ancak, bazı ülkelerde bu balıkların gerek ticareti gerekse de yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için, doğadan avcılığına belirli kotalar kadar izin verilmektedir. Bu ülkelerin birçoğunda doğadan yakalanan balıklar kuluçkahanelere taşınmakta ve üretilen yavrular doğal stokların desteklenmesi amacı ile tekrar doğaya salınmaktadır. Doğadan yakalanan ve yetiştiricilik yolu ile elde edilen mersin balıklarının yumurtalarından havyar üretilmektedir. Dünyada 46 ülkede Acipenseridae ailesine ait 13 saf tür ve 4 hibrid türün yetiştiriciliği yapılmaktadır (Bronzi vd., 2019). Yetiştiricilikte en çok kullanılan türü Sibiry mersini (*A. baerii*) olduğu belirtilmektedir (Bronzi vd., 2019).

Yaklaşık 200 milyon yıldır dünya üzerinde bulunan ve yaşayan fosiller olarak adlandırılan mersin balıkları etinin kalitesi ve havyarlarından dolayı binlerce yıldır dünyada ekonomik açıdan çok değerli balıklar arasında yer almaktadır (Gisbert ve

Williot, 2002). 1940'lı yıllardan bu yana dünyadaki mersin balığı stoklarının azalmaya başladığının farkına varılmış ve sonrasında mevcut stokları korumak, artırmak ve bu balıktan ekonomik olarak faydalanmak amacıyla yetiştiriciliği konusunda çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Steffens, 1994). Doğal ortamında Mersin balıklarının stoklarının azalması ve türlerinin yok olması tamamen insan aktivitelerinin bir sonucudur. Bu aktiviteleri; yıllardan beri devam eden aşırı avcılık, nehirlerin akışının yeniden düzenlenmesi, teleost balıklara özgü hazırlanmış küçük ağ gözüne sahip ağlar ile juvenil bireylerin toplu halde yakalanması ve yok edilmesi, yumurtlamak üzere nehirlere giren anaç dişilerin havyarı için öldürülmesi, doğal suların endüstri ve ziraat faaliyetleri sonucu kirlenmesi, nehirlere inşa edilen barajlar, setler, hidroelektrik santraller, kum-çakıl ocakları gibi yapılanmalar ile yumurtlama göç hareketlerinin engellenmesi gibi sebepler oluşturmaktadır (Dettlaff vd., 1993; Wirgin vd., 1997; Billard ve Lecointre, 2001; Fopp-Bayat, 2008; Gisbert ve Williot, 2002).

Mersin balığı üretimi ilk defa 1869 yılında Rus araştırmacı F.V. Ovsyannikov'un Volga nehrinden elde ettiği *Acipenser ruthenus* yumurtalarını suni olarak döllemeyi başararak başlamıştır. Bunu 1875'de ABD'de S. Green tarafından *Acipenser fulvescens*, 1881 ve 1886'da Frauen ve Mohr tarafından *Acipenser sturio*'nun üretim denemeleri takip etmiştir (Dettlaf vd., 1993). Mersin balıklarının yetiştiriciliğine olan ilginin artmasıyla önce Bulgaristan, Macaristan ve Almanya'da başlatılan yetiştiricilik çalışmaları, daha sonra Japonya, ABD, İtalya, Fransa, Polonya, Belçika, Danimarka, Avusturya, İspanya, Çin, Norveç, İsrail ve diğer bazı ülkelere yayılarak halen devam etmektedir.

Dünyadaki mersin balığı üretiminin 2015 yılında 129.608 ton iken bu değer 2016 yılında 119.979 tona, 2017 yılında ise 102.327 tona düştüğü görülmektedir (Bronzi vd., 2019). FAO (2021) verilerine göre tüm dünya için mersin balığı üretim miktarları 2019 yılında 120.908 tona yükselmiştir.

Üretim çiftlikleri kaynaklı havyar üretimi 2003 yılında 1,69 ton iken, 2007 yılında 27,32 tona ulaşmıştır (Wuertz vd., 2009; FAO, 2010). Küresel havyar üretiminin son yıllarda artış gösterdiği ve 2017 yılı üretiminin yaklaşık 364 ton olduğu belirtilmektedir. Çin, 2017 yılında toplam üretime 100 tondan fazla katkıda bulunurken, onu Rusya (49 ton), İtalya (43 ton), Fransa (37 ton) ve diğer ülkeler izlemiştir. 2016 yılında havyar üretiminde tür kompozisyonunda *A. baerii* (toplam

hacmin %31'i), ardından *Acipenser gueldenstaedtii* (%20), hibrit *H. dauricus* × *A. schrenckii* (%13) ve *Acipenser transmontanus* (%12), diğer türler ise toplam verime %24 katkıda bulunmuştur (Bronzi vd., 2019).

FAO verilerine göre; mersin balığı avcılığı, çöken doğal stoklar sebebiyle düşüş göstermekte iken, akuakültür üretiminde ve dünya havyar ticaretindeki artış göze çarpmaktadır. Havyarın ülkeler için önemli bir gelir kaynağı oluşturması, mersin balıklarının akuakültürde hedef tür haline getirmiştir (Akbulut vd., 2005; Wuertz vd., 2009).

1 Nisan 1998 yılından itibaren 164 ülkenin imzalamış olduğu Nesli Tehlikede Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslar Arası Ticaretine İlişkin Sözleşme (CITES) kapsamında mersin balıkları koruma altına alınmıştır. Buna bağlı olarak balık ve balıktan elde edilen havyar, et, canlı balık ve yumurta gibi ürünlerin ticareti dünya genelinde kontrol edilmeye başlanmıştır. Uluslar Arası Doğa Koruma Birliği (IUCN, 2022) nesli tehlike altındaki 25 mersin balığı türünden *Acipenser gueldenstaedtii* türünün de dahil olduğu 16 türü “Kritik Olarak Tehlike Altında” olarak sınıflandırmıştır. *A. gueldenstaedtii* türünün bu sınıflandırmaya tabii tutulmasının nedeni; son 10 yılda veya 3 kuşakta, bu balıkların populasyon büyüklüğünde %80’den fazla azalma olarak belirtilmiştir (Billard ve Lecointre, 2001; IUCN, 2022). Bizim çalışmamıza konu olan diğer tür; *Acipenser baerii* türü ise kırmızı listede “Tehlikede” olarak belirtilmektedir (IUCN, 2022)

IUCN’ ye göre kırmızı listede yer alan Karadeniz’in doğal anadrom türlerinden olan, ekonomik değeri yüksek mersin balıklarının yetiştiriciliği ile ilgili bilimsel çalışmalar yapılarak, söz konusu türlerin yetiştiricilik performansları yapılan araştırmalarla belirlenmeye çalışılmaktadır. Literatürde verilen çalışmalara bakıldığında, dünyada mersin balıkları üretim ve yetiştiriciliği ile detaylı çalışmalar söz konusudur. Günümüzde en önemli protein kaynaklarından biri olan balık etinin tüketiciye kabul edilebilir fiyatlarla ve en iyi kalitede sunulması küresel besin dengesinin sağlanması açısından son derece önemlidir. Balıklarda yem tüketimi ve yem tüketimini etkileyen faktörler balıkçılık ekolojisi, balık davranışları ve balık üretimi gibi çalışma konularında yer almaktadır (Seyhan, 1994). Balık ve balığın yediği besin arasındaki ilişkinin tespitinde karşımıza iki ana soru çıkmaktadır. Bunlar; tüketilen yemin miktarı ve ne sıklıkta tüketildiğidir. Bu iki soru, bir balığın

beslenmesine etki eden iç (balık büyüklüğü, mide boşaltım oranı, metabolizma oranı vb.) ve dış (yem tipi, bulunabilirlik, sıcaklık, oksijen seviyesi, tuzluluk vb.) faktörlerin incelenerek etki düzeylerinin belirlenmesi ile cevaplanabilir (Seyhan, 1994). Predasyon mortalitesi de bu bağlamda birçok araştırmacının dikkatini çekmektedir. Bunun hesaplanması iki konuyu gündeme getirmektedir. Bunlardan bir tanesi saha çalışmalarıdır ki; burada üzerinde çalışılan canlının (predatör) beslenme ekolojisi, dağılımları, göçleri incelenir; ayrıca mevsimsel ve yıllara göre biomaslarının değişimi sürekli güncellenmeli, yakın takibe alınmalıdır. İkinci önemli konu ise, laboratuarda gerçekleştirilen sindirim fizyolojisi çalışmalarıdır. Bu bağlamda gerçekleştirilen bu çalışma ile birçok dünya ülkesinde et, havyar ve diğer ürünleri için yetiştiricilikte çok rağbet gören türlerden olan Sibirya mersin (*Acipenser baerii*) ve Karaca mersin (*Acipenser gueldenstaedtii*) balığı türlerinin sindirim fizyolojileri radyografik yöntemle ilk kez araştırılmıştır.

Mersin balıklarında mide boşaltımının çalışıldığı bu çalışma literatüre göre ilk olma özelliğini taşımaktadır. Elde edilen mide boşaltımı modelleri kullanılarak yetiştiricilik alanında yemleme sıklıklarının belirlenmesinde önemli sonuçlar elde edilmiştir. İlgili türler için belirlenen modeller ile tüketilen yem miktarlarına ait sindirim zamanları tespit edilebilir. Bu sayede yetiştiricilik çiftliklerinde maliyetin en büyük bölümünü teşkil eden yem giderleri düşürülerek ekonomik kazanç sağlanmış olacaktır.

1. GENEL BİLGİLER

1.2. Türkiye’de Su Ürünleri Yetiştiriciliği

Su ürünleri, Türkiye tarım sektörünün dört alt sektöründen birisi olup insan beslenmesine katkısı, sanayi sektörüne hammadde sağlaması, istihdam olanağı oluşturmaya ve yüksek ihracat potansiyeline sahip bulunması gibi göstergelerden dolayı önemli bir konuma sahiptir. Ancak su ürünleri sektörü gerek tarım ve gerekse milli ekonomide henüz yeterli düzeyde bir yer tutmamaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliği, dünya besin ihtiyacının önemli kısmını karşılayan temel endüstridir.

Son yıllarda Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliği gelişen teknoloji ve ekonomik büyümeye paralel olarak bir ivme kazanmış durumdadır. Aşırı avcılık ve popülasyondaki azalma sonucunda da yetiştiriciliğin önemi her geçen gün artmaktadır. Su ürünleri yetiştiricilik çalışmaları ilk önce iç sularda başlamış, daha sonra yerini deniz ortamlarına bırakmış, ekonomik yetiştirme yöntemlerinin saptanması ve uygulanması ile de girişim boyutundaki çalışmalar sektörel yapıya kavuşmuştur. İlk yıllarda yetiştiriciliği daha kolay olan sazan yetiştiriciliğine yönelme olmuşsa da, bugün ekonomik değeri yüksek olan alabalık, çipura ve levrek türlerinin yetiştiriciliğine geçilmiştir (Aydın ve Sayılı, 2009). 2000-2020 yılları arasında ülkemiz su ürünleri üretimi (ton/yıl) Tablo 1’de verilmiştir (TÜİK, 2021). Türkiye’de 2020 yılı toplam su ürünleri üretimi 785.811 tondur. Tablo 1’e bakıldığında deniz ve tatlı sulardan avcılık yoluyla elde edilen su ürünleri üretim miktarının yıllar içerisinde dalgalı bir görünüme sahip olduğu, ancak yetiştiricilik miktarının yıllar içerisinde sürekli artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Türkiye su ürünleri üretimi 2021 yılında bir önceki yıla göre %1,8 artarken; su ürünleri avcılığı %9,9 azalmış, yetiştiricilik üretimi ise %11,9 artmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Ülkemizde 2000-2020 yılları arasında su ürünleri üretimi (ton/yıl)

Yıllar	AVCILIK			YETİŞTİRİCİLİK			TOPLAM
	Deniz	İçsu	Toplam	Deniz	İçsu	Toplam	
2000	460.521	42.824	503.345	35.646	43.385	79.031	582.376
2001	484.410	43.323	527.733	29.730	37.514	67.244	594.977
2002	522.744	43.938	566.682	26.868	34.297	61.165	627.847
2003	463.074	44.698	507.772	39.726	40.217	79.943	587.715
2004	504.897	45.585	550.482	49.895	44.115	94.010	644.492
2005	380.381	46.115	426.496	69.673	48.604	118.277	544.773
2006	488.966	44.082	533.048	72.249	56.694	128.943	661.991
2007	589.129	43.321	632.450	80.840	59.033	139.873	772.323
2008	453.113	41.011	494.124	85.629	66.557	152.186	646.310
2009	425.275	39.187	464.462	82.481	76.248	158.729	623.191
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	644.85
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	295.018	33.140	328.158	355.644	136.042	471.686	799.844

Türkiye doğal sularında, 1980’li yıllara kadar 7 tür mersin balığından bahsedilmekte iken antropojenik etkiler ve ekolojik değişiklikler sebebiyle bu sayı 1980’lerin sonunda 4 tür olarak (*H. huso*, *A. gueldenstaedtii*, *A. stellatus*, *A. sturio*) bildirilmiştir (Edwards ve Doroshov, 1989). 2000’lerin başında ise sularımızda artık sadece üç türün varlığından bahsedilmektedir (*H. huso*, *A. gueldenstaedtii*, *A. stellatus*) (Çelikkale vd., 2003; Zengin vd., 2010).

Ülkemizde mersin balığı yetiştiricilik miktarlarının TUIK tarafından verilerinin tutulmaya başlandığı yıl 2014’tür. Tablo 2’de 2011-2020 yılları arasındaki Türkiye iç

sularından yetiştiricilik yoluyla elde edilen türler ve üretim miktarları verilmiştir (TÜİK, 2021). Tablo 2’ye göre 2014 yılında veri alınmaya başlanan dört türden biri de mersin balıklarıdır.

Tablo 2. Türkiye iç sularından yetiştiricilik yoluyla 2012-2021 yılları arasında elde edilen türler ve üretim miktarları (ton/yıl)

TÜRLER	YILLAR									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Alabalık (Gökkuşuğu)	100.239	111.335	122.873	107.533	100.411	99.712	101.761	103.192	113.678	126.101
Alabalık (<i>Salmo</i> sp.)*	-	-	-	450	755	1.585	1.944	1.695	2.375	1.804
Aynalı sazan	207	222	145,5	157	206	196	233	212	203	173
Mersin balığı*	-	-	-	17	28	6	13	2	-	14
Tilapya*	-	-	-	32	12	58	8	12	6	13
Yayın**	-	-	-	-	-	-	8	5	121	92
Kurbağa*	-	-	-	50	43	44	43	49	43	39

*2014 yılından itibaren derlenmeye başlanmıştır

**2017 yılından itibaren derlenmeye başlanmıştır

1.3. Mersin Balıklarının Biyo-Ekolojik Özellikleri

Mersin balıklarının nesillerini günümüze kadar sürdürebilmeleri Teleostei alt sınıfı ile karşılaştırıldığında bir takım morfolojik ve fizyolojik avantajlara sahip olmalarıyla açıklanabilir. Bu avantajlar, yumurtlama sıcaklık aralıklarının geniş olması, gametlerinin suda dölleme özelliğini uzun süre kaybetmemesi, geniş bir besin tercihi, balıkların genç evrede farklı tuzluluk aralıklarına adaptasyonu ve aynı evrede kemik plakaları sayesinde predatörlerden korunmaları olarak gösterilmektedir (Dettlaff vd., 1993; Billard ve Lecointre, 2001).

WoRMS Editorial Board (2022)’a göre dünya üzerinde Actinopteri sınıfı, Chondrostei alt sınıfı, Acipenseriformes takımına ait iki aile (Acipenseridae Bonaparte, 1831 ve Polyodontidae Bonaparte, 1835) bulunmaktadır. Acipenseridae ailesi 25 tür, Polyodontidae ailesi ise 2 tür olmak üzere Acipenseriformes takımı için dünya üzerinde toplam 27 tür tanımlanmıştır (WoRMS Editorial Board, 2022). Çalışmamıza konu olan Karaca mersin balığı (*A. gueldenstaedtii*) ve Sibirya mersin balığı (*A. baerii*) türleri Acipenseridae ailesi içerisinde yer almaktadır.

Mersin balıkları anadrom ve potamodrom türlere sahiptir. Az tuzlu denizlerden tuzlu okyanus sularına, nehirlere, derin göllere kadar çok değişik su koşullarına girebilmekte ve adapte olabilmektedirler (URL-3; URL-4). Denizde sığ kıyı ve nehir ağzı bölgelerinde görülür. Tatlı sularda, orta ila hızlı akıntıya sahip büyük nehirlerin derin kısımlarında yaşar (Kottelat ve Freyhof, 2007). Çoğunlukla kıyıya yakın kum ve çamur üzerinde bulunur. Genellikle yalnızdır, ancak kış uykusundayken veya yumurtlama göçleri sırasında sürü halindedir. Bentik yumuşakçalar, kabuklular ve küçük balıklarla beslenir. 1-1,5 m/s (Kottelat ve Freyhof, 2007) kuvvetli akıntıya sahip büyük ve derin nehirlerde taş veya çakıl taban üzerinde yumurtlar.

1.3.1. Sibirya Mersin Balığı (*Acipenser baerii*)

Sibirya mersininin maksimum boyu 200 cm, maksimum ağırlığı 210 kg ve rapor edilmiş maksimum yaşı ise 63 yıldır (URL-3). Bu türün orjinal dağılım alanı Sibirya bölgesi ve Baykal Gölü Havzası olup bu bölgelerdeki nehirlerde yaşamaktadır. Göç etmeyen popülasyonları mevcut olup bu popülasyonlar bölgedeki tüm nehir sistemlerinde bulunurlar (Sokolov ve Vasil'ev, 1989; URL-3)

Bu türün morfolojisi incelendiğinde burunları genişlemiş ve ağzın önünde dört diken bulunduğu görülür (Şekil 2). Vücudun arka kısmı açık gri ile koyu kahverengi arasında değişirken, karın kısmı ise beyazdan açık sarıya değişen bir renktedir (URL-3).

Doğal ortamlarında nehirlerin orta ve biraz hızlı akan bölgelerinde genellikle 1-8 m derinliklerde bulunurlar. Yetişkinleri genellikle tatlı suda yaşarlar ancak bazı bireyler haliç bölgesinde görülürler. Doğal ortamlarda erkekler 8-12 ve dişiler ise 16-20 yaşlarında eşeyssel olgunluğa erişirler. Ancak kültür ortamında eşeyssel olgunluğa 5 yaşından itibaren erişmektedirler. İlk eşeyssel olgunluk boyu ortalama 86.9 cm olup 65-167 cm arasında değişebilir (Hochleithner ve Gessner, 1999; Froese ve Pauly, 2022).



Şekil 1. Sibirya mersin balığı (*Acipenser baerii*)

1.3.2. Karaca Mersin Balığı (*Acipenser gueldenstaedtii*)

Uluslararası literatürde Rus mersini, ülkemizde ise Karaca mersini olarak bilinen bu tür *Acipenser* cinsinin en yaygın anadrom türlerinden biridir (Şekil 2).

Karadeniz, Hazar Denizi ve Azak Denizlerinde yaşamakta olup, bu denizlere dökülen büyük nehirlerde farklı popülasyonlar meydana getirir (URL-4). Ayrıca türün Avrupa'ya da giriş yaptığını belirtilmektedir (URL-4). Günümüzde en önemli üreme alanları Volga Nehri ve bu nehrin kollarıdır. Ülkemizde geçmişte Sakarya, Yeşilırmak ve Kızılırmak nehirlerinde üreme alanları mevcut iken bu nehirlerde yapılan barajlar ve habitat tahribatları yüzünden üreme alanları ülkemizde neredeyse yok olmuş durumdadır. Karadeniz'de yaşayan bu tür en çok Tuna ve Dinyeper nehrlerine üreme göçü yapmaktadır (Edwards ve Doroshov, 1989; Ustaoglu ve Okumuş, 2004; Memiş, 2007).

Karaca mersin balıkları erkek bireyleri 11-13 yaşlarında, dişileri ise 12-16 yaşlarında eşeysel olgunluğa erişmektedir (Birstein, 1993). Karaca mersin balığı için kaydedilen en büyük boy 236 cm, yaş ağırlık ise 115 kg'dır (URL-4).

Karaca mersinlerinde üreme göçünün Mart ayının sonu ile Nisan ayı başında gerçekleştiği belirtilmektedir. Üreme alanları 4 - 25 m derinlikte ve 1-1,5 m/s akış hızına sahip çakıl veya taşlı habitatlarda olur. Yumurta bıraktıktan sonra yetişkinler nehirlerde fazla kalmazlar hızla tekrar denize dönerler (Zheltenkova, 1964).



Şekil 2. Karaca mersin balığı (*Acipenser gueldenstaedtii*)

1.4. Mide Boşaltımı Çalışmalarına Genel Bakış

Ekolojik çalışmalarda mide boşaltımı (GE) deneyleri doğal stokların besin tüketim oranları ve bu stokların prey olarak seçtikleri populasyonlar üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde çok önemlidir (Basimi ve Grove, 1985; Pennington, 1985; Dos Santos ve Jobling, 1995). Birçok çalışmada sıcaklık, balık büyüklüğü, öğün büyüklüğü, peletin karakteristiği ve besleme rejimi gibi faktörlerin mide boşaltım oranını etkilediği bildirilmiştir (Sharple vd.,1969; Jobling, 1981; Bromley, 1994; Andersen, 2001). Balık ile yedikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi iki temel konuya cevap aranmaktadır. Bunlar; ne kadar yemin ve hangi sıklıkta tüketildiğidir. Bu iki soru, bir balığın beslenmesine etki eden biyotik (büyüklük, mide boşaltım oranı, metabolizma oranı vb.) ve abiyotik (yem tipi, bulunabilirlik, sıcaklık, oksijen seviyesi, tuzluluk, ışık miktarı vb.) faktörlerin incelenmesi ve etki düzeylerinin belirlenmesi ile cevaplanabilir (Seyhan, 1994).

Mideden besin geçiş hızı (GER), birçok araştırmacı tarafından değişik balıklar üzerinde, birim zamandaki enerji veya kütle olarak belirlenmiştir. Mide sindirim oranlarının ya da sindirim oranının belirlenmesi çalışmalarında, belirli miktarda veya belirli enerji içeriğine sahip besinin mideden geçiş süresi de (GET) saat olarak kayıt edilir (Seyhan, 1994).

Sindirim oranı hesaplamalarında yola çıkılan temel düşünce, mideye alınan yem ile mideden boşaltılan yem oranının uzun bir periyot içerisinde eşit olduğu varsayımdır. Üzerinde çalışılan birçok balık türünde, beslenme periyodunun

başlangıcında yem alım hızı yem boşaltım hızından çok yüksektir. Sindirim oranı verileri elde edildikten sonra, besin tüketim oranı hesaplamalarında kullanılmaktadır.

Balıkların yem tüketimlerinin belirlenmesi ve etkileyen faktörlerin ortaya çıkarılması konusunda yapılan çalışmalar, “balıkçılık ekolojisi”, “balık davranışları” ve “balık üretimi” gibi temel çalışma konularında yer almaktadır (Seyhan, 1994).

Balıklarda sindirim konusunda yapılan ilk çalışmalar 1800’lü yılların sonlarına kadar dayanmaktadır (Mölnar vd., 1967). Bu çalışmalar başlangıçta balıkların sindirim sistemlerinin tanınması ve fonksiyonlarının incelenmesi üzerinedir. Daha sonraki çalışmalar da mide sindirim işlemi üzerinde yoğunlaşmıştır (Grove ve Crawford, 1980; Steinberger ve Larkin, 1974).

Mide boşaltım oranı modellemesinde sindirim oranı, balık büyüme ve üretimin en önemli bileşenidir (Dunbrack vd., 2009). Literatüre göre, yetiştiricilik şartlarında hem büyümeyi optimize edici ve yem sarfiyatını azaltıcı (Riche vd., 2004) hem de aşırı beslemeden kaynaklanan su kalitesi bozulmaları ve fekal atıkların artışını azaltmak, oldukça pahalı olan suni yemlerin gereksiz kullanımını önleyerek ekonomik kayıpların önüne geçmek için en uygun beslenme rejimlerinin planlanması oldukça önemlidir (Pennell ve Barton, 1996; Culver ve Castle, 2008; White, 2013). Mide boşaltım oranının tahmininde yaygın olarak kullanılan modeller; seri kesim tekniği (Basimi ve Grove, 1985), radyografik yöntem (Molnár ve Tölg, 1960; Edwards, 1971; Mazlan vd., 2002), kusturma yöntemi (gastric lavaj) (Jobling vd., 1977), radyoisotopik metot (Talbot ve Higgins, 1983) ve kusturucuların kullanılmasıdır (Grove vd., 1985; Flowerdew ve Grove, 1979; Bromley, 1994; Talbot, 1985). Radyografik yöntemde, yeme katılan belirteçler yardımı ile yemin bağırsaktaki geçişi görüntülenmektedir (Talbot, 1985). Radyografik belirteçler, yemin bağırsaktan geçişini gözlemlemede sıklıkla kullanılmaktadır (Jørgensen ve Jobling, 1992). Mide boşaltımı üzerine literatür araştırması sonucunda çalışmaların özellikle teleost balıklarda (Kitchell ve Windell, 1968; Durbin vd., 1983; Smith vd., 1989), Elasmobranch’larda (Wetherbee vd., 1987; Medved vd., 1988; Macpherson vd., 1989), Salmonid’lerde (Grove vd., 1978; Brodeur ve Pearcy, 1987; Dunbrack, 1988), yassı balıklarda (Edwards, 1971; Edwards, 1973; Jobling vd., 1977; Jobling ve Davies, 1979; Jobling 1980 a,b; Fletcher vd., 1984; Basimi ve Grove, 1985), güneş balıklarında (Hunt, 1960; Beamish, 1972; Rogers ve Burley, 1991) ve mezigit balıklarında (Bromley, 1988; Mazlan vd., 2002; Seyhan ve

Grove, 1998) yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Yapılan literatür taramasında, mersin balıklarında mide boşaltım oranları ve sindirim fizyolojisi üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Vajhi vd. (2013) yaptığı çalışmalarında *Acipenser persicus* türünün sindirim sistemi anatomisini incelemiştir. Ayrıca, Venero vd. (2015) ise Meksika mersin balığında (*Acipenser oxyrhynchus desotoi*) besin geçiş zamanı ve yeri üzerine çalışmışlardır. Balıklarda mide boşaltımı modelleri Tablo 3’de görülmektedir (Persson, 1986; Bromley, 1994).

Tablo 3. Mide boşaltımını tanımlamada kullanılan denklemler

Denklem	Model
$\frac{dS_t}{dt} = -\rho t$	Lineer (Doğrusal)
$\frac{dS_t}{dt} = -\rho\sqrt{t}$	Karekök
$S_t = ae^{-\rho x}$	Eksponansiyel

St, t saat sonra mide içeriği ağırlığı; t, beslemeden sonra geçen zaman (saat)

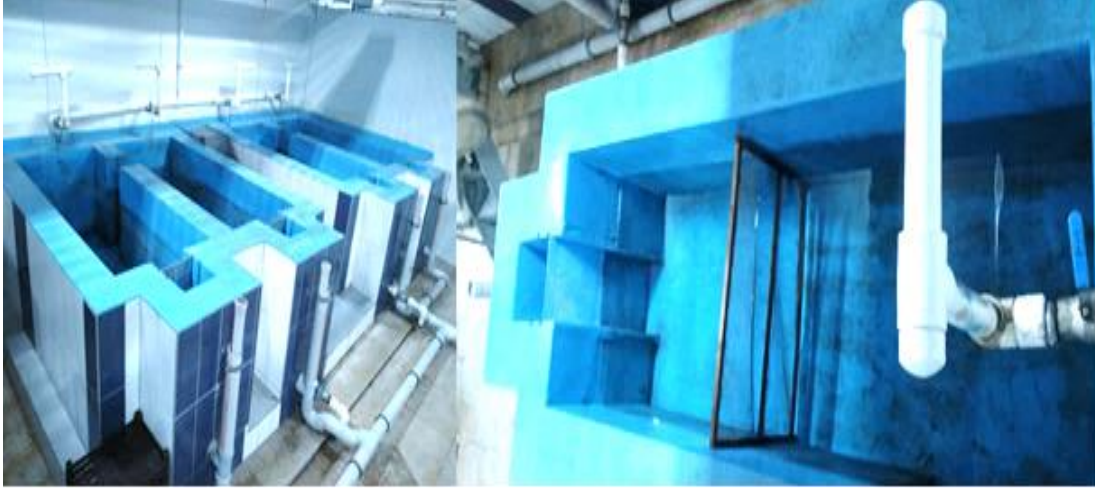
En yaygın olarak kullanılan üç model bulunmaktadır. Bunlar; lineer, karekök ve eksponansiyel modellerdir (Persson, 1986; Bromley, 1994). Bu modeller içerisinde en basit olanı lineer modeldir. Bu modelde ρ değeri mide boşaltım oranı, S , anlık mide içeriğinin üstel fonksiyonu ve t , beslemeden sonra geçen zaman (saat)’dır (Pennington, 1985; Jobling, 1987; Temming ve Anderson, 1992; Bromley, 1994).

2. MATERYAL METOT

2.1. Su ve Balık Materyali

Bu araştırma kapsamında, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Uygulama Araştırma Merkezinde bakım ve beslemeleri devam eden Sibirya (*Acipenser baerii*) ve Karaca mersin (*Acipenser gueldenstaedtii*) balığı türlerinin her ikisi içinde yaklaşık ağırlıkları 1,5 - 3 ve 5 kg olan bireyler denemelerde kullanılmıştır. Her iki türe ait bireyler RTEÜ BAP Birimi tarafından desteklenen “Karaca mersin (*Acipenser gueldenstaedtii*) ve Sibirya mersini (*Acipenser baerii*) türlerinin Doğu Karadeniz şartlarında alabalık yetiştiriciliği işletmelerine ilave tür olabilme ihtimalinin araştırılması Proje No: 2011.103.02.3” projesi kapsamında, 2011 yılı sonunda Almanya’dan ithal edilen döllenen yumurtalardan yetiştirilmiştir.

Bu çalışmada suni yem ve yaş yem (*Merlangius merlangus euxinus*) ile mide boşaltımı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Denemeler RTEÜ ana kampüsünde beton havuzlarda gerçekleştirilmiştir. Her bir denemede 8 adet beton havuz (100x127x100 cm) kullanılmıştır. Havuzlardaki su seviyesi, balık refahı göz önünde bulundurularak 70 cm olarak ayarlanmıştır. Deneme havuzlarında fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri sabit 98 m maksimum derinliğinde kuyudan pompajla alınan su kullanılmaktadır. Sistemde kuyu suyunun kullanılıyor olması, çalışmalarda su kaynaklı patojenik veya su kalitesi değişimlerinden yaşanabilecek olumsuz etkilerin yaşanmaması açısından faydalı olmuştur. Balık refahı açısından, havuzlara gelen kuyu suyunun sürekli izlenmesi ve fiziksel ve kimyasal parametrelerinin günlük takibi, gerçekleştirilen mide boşaltımı denemelerinin başarısında oldukça önemli yer tutmuştur (Şekil 3). Kuyu suyu havalandırılarak deneme tankına ulaştırılmıştır. Su kalitesi analiz sonuçları Tablo 4’de verilmiştir.



Şekil 3. Denemelerde kullanılan beton havuzların genel görünümü

Tablo 4. Çalışmada kullanılan kuyu suyunun analiz sonuçları

Parametre	Birimi	Ölçülen değer (Ort.)
Su sıcaklığı	°C	17,4
Çözünmüş oksijen	mg/l	8,4
Çözünmüş oksijen doygunluğu	%	85,2
Karbondioksit	mg/l	2,5
pH		7,4
Bulanıklık	NTU	18,35
Bikarbonat	mg/l	203,2
Kalsiyum	mg/l	8,7
Magnezyum	mg/l	3,4
Toplam sertlik	Mg CaCO ₃ /l	35,9
Nitrit	mg/l	0,046
Nitrat	mg/l	2,5
Amonyak	mg/l	0,0018
Amonyum	mg/l	0,2282
Fosfat	mg/l	0,497
Askıda katı madde	mg/l	32,33
Elektriksel iletkenlik	mS/cm	1,41
Tuzluluk	‰	0,98

2.2. Suni Yem ve Yaş Yemin Hazırlanması

Deneylerde kullanılan ve radyografik yöntemle balık tarafından yenen ticari pelet ve yaş yemlerin balığın sindirim kanalından geçişinin görüntülenmesinde belirteç olarak baryum sülfat (BaSO₄) kullanılmıştır. BaSO₄'ün suni yeme entegrasyonu RTEÜ Yem Teknolojisi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 4). RTEÜ Su Ürünleri Uygulama Araştırma Merkezi'nde bakım ve beslemeleri devam eden Sibirya

mersin (*A. baerii*) ve Karaca mersin (*A. gueldenstaedtii*) balığı bireylerinin beslenmesinde kullanılan ve her iki türün de yaş yem olarak aktif olarak tükettikleri mezgit balıkları (Şekil 5) kullanılmıştır.



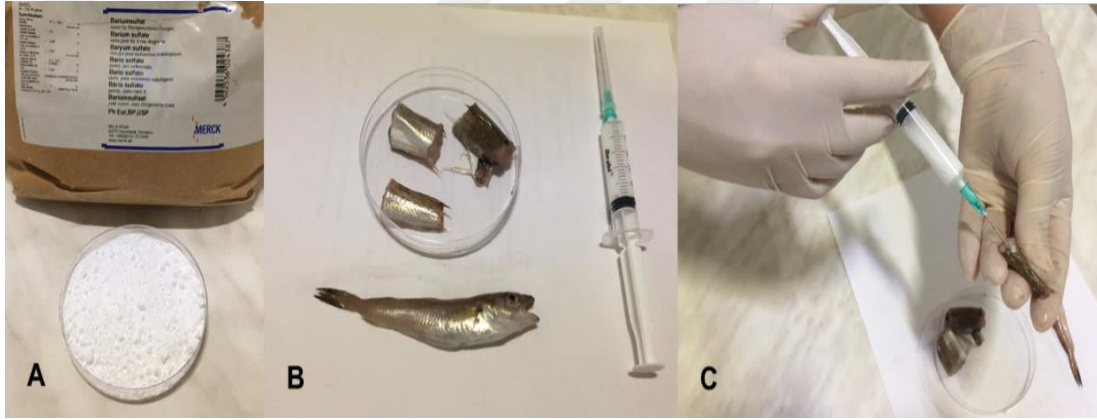
A; Homojenizatör, B; Öğütülmüş, homojenize edilmiş, toz baryum sülfat (BaSO_4) ilave edilmiş karışım, C; Deneme yeminin yoğurulması, D: BaSO_4 ilaveli yem

Şekil 4. Mide boşaltımı deneylerinde kullanılacak suni yemin hazırlanması

Denemede bölgede yaygın olarak kullanılan özel bir firmanın 10 mm alabalık yemi kullanılmıştır. Yem ekstruder pelet halde imal edilmiş olup, %45 protein, %21 ham yağ ve %7 kül içeriğine sahiptir. Önce yem karıştırıcı yardımıyla homojenize edilmiştir. Sonrasında suni yeme %20'si oranında BaSO_4 (Talbot ve Higgins, 1983) ilave edilerek karıştırılmış ve homojen hale gelinceye kadar (1/2 saat) yoğurulmuştur. Kıyma makinesi yardımıyla ön presten geçirildikten sonra ikinci kez kıyma makinesinden geçirilmiştir. Muntazam çubuklar haline gelen ürün el yordamıyla uygun büyüklüğe gelinceye kadar kabaca kırılmış, kurutma tablalarına aktarılmıştır. Tablalarda hazır edilen deneme yemleri, 60°C sıcaklığa ayarlanmış kurutma dolabında

24 saat kurutmaya bırakılmıştır. Tamamen kurumuş deneme yemleri fermuarlı plastik poşetlere yerleştirilerek buzdolabı şartlarında (+4 °C) muhafazaya alınmıştır.

Yaş yemin hazırlanmasında belirteç olarak kullanılacak olan baryum sülfatın (BaSO_4) yeme ilavesi 1 gram için 0,1-0,15 ml (Mazlan vd., 2002) olacak şekilde hesaplanmıştır. 20 ml hacimli enjektörler içerisine akışkan BaSO_4 solüsyonu hazırlanmıştır. Yaş yem olarak belirlenen mezgit balıklarına BaSO_4 enjektör yardımı ile dorsal kas içerisine (Mazlan vd., 2002) enjekte edilmiştir (Şekil 3). Uygun boyutta satın alınan taze mezgit balıkları tartılarak ağırlığına oranlanmış ve %30 oranında BaSO_4 solüsyonu enjektör yardımıyla mezgit balığına enjekte edilmiştir. Hazırlanan yemler zaman geçirmeden mersin balıklarına verilmiştir.



A: Toz halde BaSO_4 , B: Balıklara verilen yaş yemin hazırlanması, C: Solüsyon olarak hazırlanan BaSO_4 'ün enjekte edilmesi

Şekil 5. Mide boşaltımı deneylerinde kullanılacak yaş yemin hazırlanması

2.3. Mide Boşaltım Deneyleri

Sibiry mersin (*A. baerii*) ve Karaca mersin (*A. gueldenstaedtii*) türleri için ayrı olmak üzere mide boşaltımı denemeleri gerçekleştirilmiştir. Mide boşaltımı denemelerinde her bir deneme için 8 adet balık kullanılmıştır. Mide içeriklerinin tamamen boşalması amacıyla deneyden önce balıklar 3 gün aç bırakılmıştır. Deneylere başlanmadan önce rastgele örneklenen uygun büyüklükteki davranışsal ve görsel herhangi bir sorunu bulunmayan balıkların total boy (cm) ve yaş ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 6, Şekil 7). Total boy ve yaş ağırlık ölçümleri yapılan balıklar ayrı ayrı beton deneme havuzlarına yerleştirilmiştir.

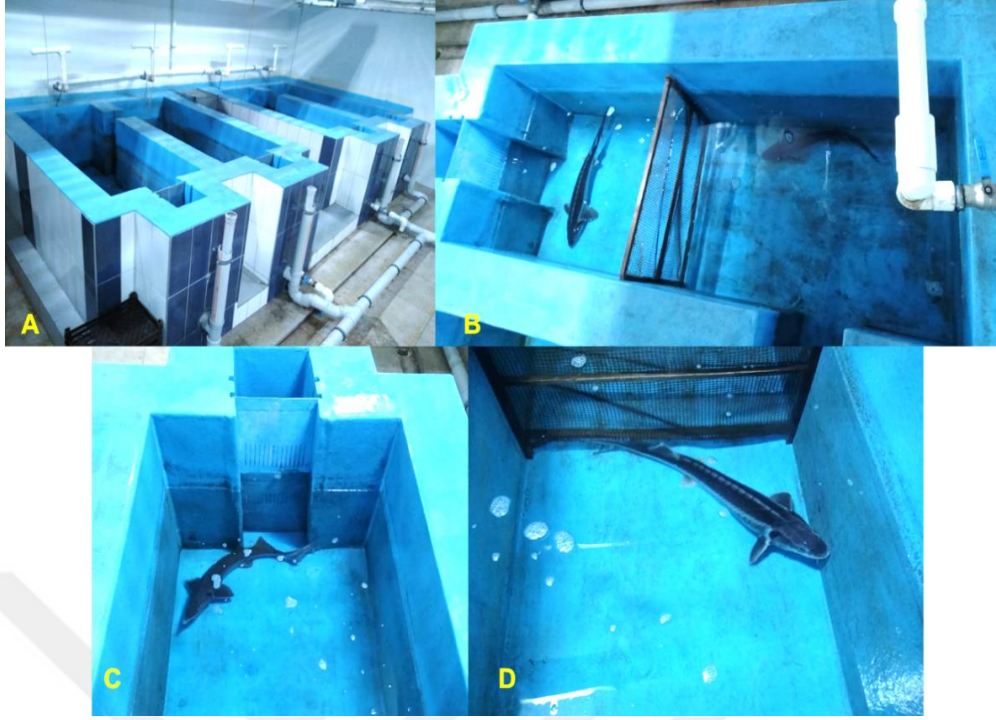


Şekil 6. *Acipenser baerii* (A) ve *Acipenser gueldenstaedtii* (B) total boy ölçümü ($\pm 1\text{mm}$)



Şekil 7. *Acipenser baerii* (A) ve *Acipenser gueldenstaedtii* (B) yaş ağırlık ölçümü ($\pm 5\text{ g}$)

Söz konusu türlerin Baryum sülfat (BaSO_4) ilave edilmiş suni yem ve yaş yem ile beslendiği havuzlar ve deneylere hazırlık aşaması Şekil 8’de verilmiştir. Bu aşamada balıkların beslenmesi için 30 dakika beklenilmiştir. Tüketilmeyen suni yemler $60\text{ }^\circ\text{C}$ kurutma fırınında sabit ağırlığa gelene kadar (24 saat) kurutulmuş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Tüketilmeyen yaş yemler ise havuzlardan toplanarak fazla suyu kurutma kâğıdı ile alınarak tartılmıştır. Böylelikle balıkların her bir deneme için tükettikleri yem miktarı gram cinsinden tespit edilmiştir. İlk beslemeden itibaren üçer saatlik periyotlarla balıkların mide içerikleri ve yemin sindirim kanalından geçişi belirlenmiştir. Ağırlığı daha önceden belirlenen ve belirteç olarak BaSO_4 (Mazlan vd., 2002) eklenmiş suni yem ve yaş yemle (her bir balık için ağırlığının %1, %1,5 ve %2’si oranında) elle beslenmiştir.



A: Denemelerin gerçekleştirildiği havuzlar, B: balıkların havuzlara yerleştirilmesi, C: *A. baerii*, D: *A. gueldenstaedtii*

Şekil 8. Mide boşaltımı denemeleri hazırlık aşaması

Mide içeriği görüntülenecek balıklar önce 40 mg/l karanfil yağı (Metin vd., 2015) kullanarak tankta 2-3 dakika süreyle anesteziye alınmış ve daha sonra Toshiba marka Port-X III cihazı (Şekil 9) ile radyolojik atım yapılmıştır.



Şekil 9. Mide içeriği görüntülenmesinde kullanılan Toshiba marka Port-X III cihazı.

Mide içeriklerinin görüntülenmesinde CR-IR 363 marka Fujifilm (CR) FCR PROTECT marka film okuyucu cihazı (Şekil 10) ile 3 adet IP CASSETTE TYPE CC marka Fujifilm kasetleri (35,4x43 cm) kullanılmıştır (Şekil 11). Elde edilen görüntülerden mide içeriği hesaplanması için gerekli olan, midede bulunan yemin

yoğunluğu mide yıkama tekniği ile tespit edilmiştir. Yoğunluk tespiti için önce röntgen tekniği ile mide içeriği görüntülenmiş, daha sonra mide yıkama tekniği ile midedeki yemin yoğunluk tespiti ve doğrulaması yapılmıştır.



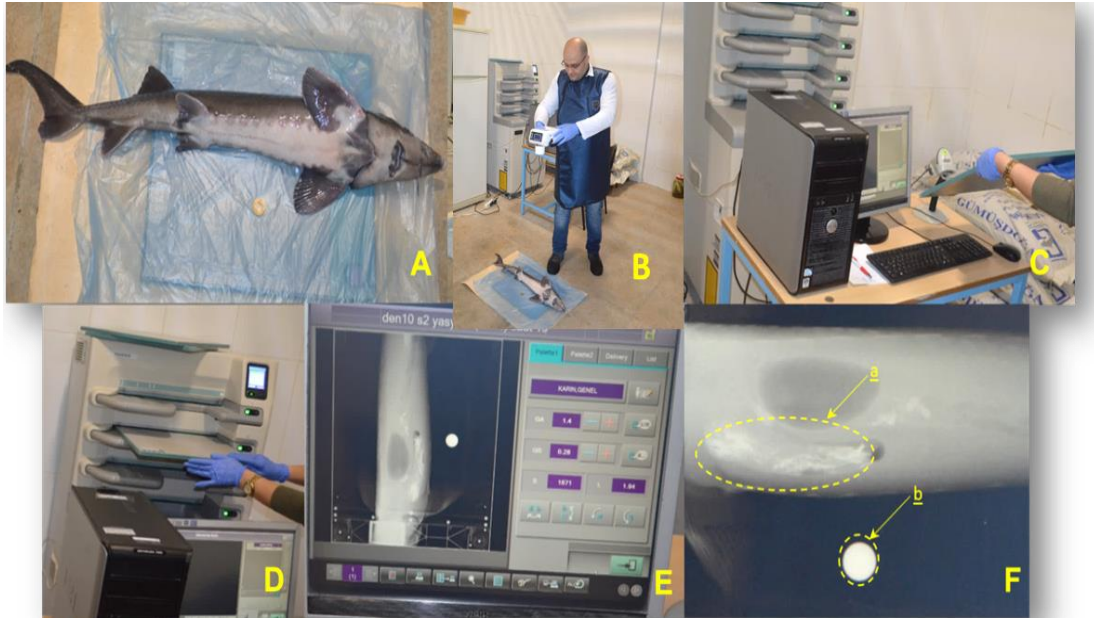
Şekil 10. CR-IR 363 marka Fujifilm (CR) FCR PROTECT marka film okuyucu



Şekil 11. IP CASSETTE TYPE CC marka Fujifilm kasetleri (35,4x43 cm)

Denemelerde balıkların anesteziye alınmasında balık tarafından iyi tolere edilmesi, vücuttan atılma süresinin kısa olması, nispeten güvenli, kolay bulunabilir ve ucuz olmasından dolayı karanfil yağı kullanılmıştır (Metin vd., 2015). Deneyler

esnasında hiçbir balık öldürülmemiş, deney sonunda mide içeriği görüntülenen balık tekrar rehabilitasyon sürecinden sonra (2 gün) stok havuzuna yerleştirilmiştir. Karanfil yağı ile derin anesteziye maruz bırakılan balıkların anesteziden çıkış süreleri literatüre göre 9 dakika sürmektedir (Metin vd., 2015). Metin vd. (2015) yaptıkları çalışmada ayrıca 30-100 mg/l arasındaki karanfil yağı değerlerinde ölüm gerçekleşmediğini bildirmiştir. Karanfil yağı ile 40 mg/l dozda anesteziye maruz bırakılarak sakinleşen balıkların mide içeriklerinin görüntülenmesi işlemine yemleme başlangıcından itibaren üçer saatlik periyotlarla mide boşaltıncaya kadar devam edilmiştir. Şekil 12’de radyografik yöntemle mide boşaltımının görüntülenme basamakları verilmiştir.



A: Anesteziye maruz bırakılan balıkların kaset üzerine yerleştirilmesi, B: Toshiba marka Port-X III cihazı ile görüntü alınması, C: Görüntünün dijital olarak kaydedilmesi, D: Kasetin CR-1 IR 363 marka Fujifilm (CR) FCR PROPECT marka film okuyucuya yerleştirilmesi, E: Görüntü ekranında BaSO₄ içeren yemin vücut boşluğunda görüntülenmesi, F: Midede BaSO₄ eklenmiş yemin görüntüsü (a: Yemin midedeki görüntüsü, b: Ölçek olarak plate üzerine yerleştirilen ölçüsü belli cisim (metal para))

Şekil 12. Radyografik yöntemle mide boşaltımının görüntülenme basamakları

2.4. Verilerin Analizi ve Yorumlanması

2.4.1. Sindirim Oranının Modellenmesi

Mersin balıklarında mide sindirimini (GE) tanımlayan en uygun modelin seçiminde He ve Wurtsbaugh (1993) ve Sweka vd. (2004)’nin modellemesi

kullanılmıştır. Grove vd., (1985), Jobling (1987) ve Seyhan ve Grove (2003)'e göre sindirimin önce hangi matematiksel modelle tanımlandığı önem arz etmektedir.

Lineer model $\frac{dS_t}{dt} = -\rho t$ (bütünleşik olarak):

$$S_t = a - \rho t \quad (1)$$

Karekök model $\frac{dS_t}{dt} = -\rho\sqrt{t}$ (bütünleşik olarak):

$$\sqrt{S_t} = \sqrt{a} - 0.5\rho t \quad (2)$$

Exponansiyel model $S_t = ae^{-\rho x}$ (bütünleşik olarak):

$$\ln(S_t) = \ln(a) - \rho t \quad (3)$$

S_t : t zamanındaki mide içeriği

a : kesme noktası

ρ : sindirim oranı

1, 2 ve 3 nolu formüller için hesaplamalar Excel programında yapılmıştır. 2 nolu karekök modeli için üçer saat aralarla alınan görüntü hesaplarından elde edilen midede kalan yem miktarları (S_t) excel programında aşağıda olduğu gibi çevirimleri yapılarak kullanılmıştır.

$=karekök(S_t)$ (karekök model için)

$=Ln(S_t)$ (Eksponansiyel model için)

2.4.2. Model Seçimi

En uygun model, düzenlenmiş R^2 değerleri ve kalan kareler toplamı (RSS) karşılaştırılarak yapılmıştır. Uygun model seçimi; en yüksek düzenlenmiş R^2 ve en düşük RSS değerleriyle ifade edilen model seçilerek gerçekleştirilmiştir. Bilinmeyen parametrelerin tahmininde esas amaç; gözlenen noktaları en iyi tahmin edecek regresyon hattının elde edilmesidir. Bunu sağlayan ise, incelenen modeller arasında kalan kareler toplamı değerinin en düşük olanının seçilmesi ile mümkündür. Modellemede üç farklı model (karekök, eksponansiyel ve lineer) kullanılmış ve yapılan değerlendirmelerde en yüksek düzenlenmiş R^2 ve en düşük kalan kareler

toplamı değerinin karekök model için gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu nedenle mide boşaltımının modellenmesinde karekök model ($\frac{dS_t}{dt} = -\rho\sqrt{S_t}$) kullanılmıştır. Kullanılan bu model sonuçlarına göre mide boşaltımının besin büyüklüğünden bağımsız olduğu belirlenmiştir. Balık büyüklüğü ve mide boşaltım oranı arasındaki ilişki basit üssü ilişki ile açıklanırken, mide boşaltım oranı üzerine sıcaklığın etkisi eksponansiyel model ile açıklanmıştır.

Karekök model için; mide boşaltımına etki eden balık boyu L (cm) ve sıcaklık T ($^{\circ}\text{C}$) modele dahil edilerek formül aşağıda olduğu gibi SAS programında kullanılmıştır.

$$\frac{dS_t}{dt} = -\rho_{WT} W^{\lambda} e^{\delta T} \sqrt{S_t} \quad (4)$$

Karekök model için; mide boşaltımına etki eden balık boyu L (cm) modele dahil edilerek formül aşağıda olduğu gibi SAS programında kullanılmıştır.

$$\frac{dS_t}{dt} = -\rho_L L^{\lambda} \sqrt{S_t} \quad (5)$$

Karekök model (SAS versiyon-başlangıç yem miktarı eklenmiş)

$$\sqrt{S_t} = \sqrt{S_0} - \frac{1}{2} \rho t + \varepsilon \quad (6)$$

$$\rho = \rho_{LT} L^{\lambda} e^{\delta T} \quad (7)$$

6 nolu formülde ifade edilen ρ (mide sindirim oranı) değeri 5 nolu formülde yerine koyularak mide boşaltımına etki eden balık boyu L (cm) ve sıcaklık T ($^{\circ}\text{C}$) modele dahil edilerek formül aşağıda olduğu gibi SAS programında kullanılmıştır.

$$\sqrt{S_t} = \sqrt{S_0} - \frac{1}{2} \rho_{LT} L^{\lambda} e^{\delta T} * t + \varepsilon \quad (8)$$

λ : balık boyu için hesaplanan sabit

δ : sıcaklık için hesaplanan sabit

Bazı denemeler için sıcaklık değerleri birbirine çok yakın veya aynı olduğundan 7 nolu formülde kullanılan sıcaklık sabiti modelden çıkarılmış ve aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\sqrt{S_t} = \sqrt{S_0} - \frac{1}{2} \rho_L L^{\lambda} * t + \varepsilon \quad (9)$$

Eksponansiyel model *A. baerii* ve *A. gueldenstaedtii* için mide boşaltımını en iyi tanımlayan ikinci model olarak belirlenmiştir. 7 ve 8 nolu karekök modellerin eksponansiyel modele çevirilmiş hali 9 ve 10 nolu modellerde verilmiştir.

$$S_t = S_0 \times \exp(-\rho_L L^\lambda e^{\delta T} * t + \varepsilon) \quad (10)$$

$$S_t = S_0 \times \exp(-\rho_L L^\lambda * t + \varepsilon) \quad (11)$$

Daha sonra regresyon analizi ile modelleme yapılmıştır. 4-10 nolu formüllerin hesabında ise nonlinear regresyon ve Iterative Marquardt method (NLIN procedure, SAS, 9.04.) kullanılmıştır (Andersen, 1998 tarafından yapılan düzenlemeler ile birlikte). Suni yemle ve yaş yemle beslenen *A. baerii* ve *A. gueldenstaedtii* için elde edilen sindirim oranı verileri istatistiki olarak önem derecesi açısından one-way ANOVA ile test edilmiştir.

Acipenser baerii ve *A. gueldenstaedtii* türlerinde üçer saat aralarla periyodik olarak gerçekleştirilen radyografik yöntemle mide içeriği görüntülerinden kalan yem miktarının hesaplanmasında tpsDig2 (Version 2.31) kullanılmıştır.

2.5. Bulgular

2.5.1. Mide Boşaltımı Deneyleri

Sibiry mersin balığı ve Karaca mersin balığı türlerinde her ağırlık grubu için, her bir yem çeşidi ile yaş ağırlıklarının %1-1,5 ve 2'si oranında 4'er tekerrürlü olarak beslenmiştir. Radyografik yöntemle mide boşaltımın tespiti için her iki tür için ayrı ayrı toplam 72 adet deneme (36 adet suni yem ve 36 adet yaş yem için) gerçekleştirilmiş ve 15 adet balık hiç yem almamıştır. Çalışma sonuna kadar Sibiry mersin (*A. baerii*) türü için toplam 31 adet mide boşaltımı deneyi (16 adet suni yem, 15 adet yaş yem) yapılmıştır (Tablo 5). Karaca mersin (*A. gueldenstaedtii*) türü için ise toplam 26 adet deney (16 adet suni yem, 10 adet yaş yem) gerçekleştirilmiştir (Tablo 6). Elde edilen verilerin modellenmesinde SAS programı kullanılmış olup, modellemeye ilk aşamada tüm veriler dâhil edilmiştir. Kullanılan program çalıştırılmış ve modellemeye uygun veri grubu SAS programı tarafından belirlenmiştir. Tablo 5 ve Tablo 6'da modellemede kullanılan denemeler görülmektedir. Denemeler esnasında bazı balıklarda beslenme olduktan ve deney

başladıktan sonra sindirim faaliyetinin çok yavaşladığı veya kısmen durduğu elde edilen sonuçlar irdelenerek tespit edilmiştir. Söz konusu durumun stres kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Tablo 5. A. baerii türü için gerçekleştirilen mide boşaltımı deneyleri

Sıra	% Oran	Su sıcaklığı (°C)	Toplam boy (cm)	Yaş ağırlık (g)	Tüketilen yem miktarı (g)
1	1	17,5			18,60*
2	1	17,5	76,1-85,6	1410-1860	14,15
3	1	17,5			15,15*
4	1	17,5			17,59
5	1,5	16,8			12,66
6	1,5	16,8	76,1-85,6	1410-1860	2,89
7	2	16,8			11,26
8	2	16,8			24,76
9	1	16,8			9,92
10	1	16,8	90,2-93,6	2885-3190	31,00*
11	1,5	16,8			33,86
12	2	16,8			35,52
13	1	17,5			47,59*
14	1,5	17,5	95,5-104	4520-5020	59,40
15	1,5	17,5			62,46
16	2	17,5			62,44
1	1	17,4			7,50*
2	1	17,4			4,57*
3	1	17,4			1,71
4	1,5	17,3	76,1-85,6	1410-1860	12,42*
5	1,5	17,3			2,69
6	2	17,4			19,05
7	2	18,7			14,52
8	2	18,7			21,30
9	1	17,6	89,8-90,3	2705-2780	12,34
10	1,5	17,6			33,65
11	1	17,5			7,13
12	1,5	17,5			51,25
13	1,5	17,5	97,2-105,8	4250-5340	1,9
14	1,5	17,6			29,7
15	2	17,6			31,94*

*Modellemede kullanılan veri grupları

% Oran: Canlı balık ağırlığına göre verilen yem miktarı oran

Tablo 6. *A. gueldenstaedtii* türü için gerçekleştirilen mide boşaltımı deneyleri

Sıra	% Oran	Su sıcaklığı (°C)	Toplam boy (cm)	Yaş ağırlık (g)	Tüketilen yem miktarı (g)
1	1	17,5			13,46
2	1	17,5			14,43
3	1	17,5	69,3-77,8	1565-1790	5,89
4	1,5	16,8			6,41
5	2	16,8			17,91
6	1	17,4			30,94
7	1	17,4			30,4
8	1,5	17,4			21,99
9	1,5	16,8	79,1-82,9	3090-3225	27,68
10	1,5	16,8			28,98
11	2	16,8			38,79
12	2	16,8			37
13	1	17,5			43,86*
14	1,5	17,5	95-95,6	4870-4925	55,03*
15	1,5	17,5			59,4
16	2	17,5			58,68*
1	1	17,4			3,43
2	1	17,4			8,14
3	1,5	17,3	69,4-70,2	1650-1710	15,42
4	1,5	18,7			6
5	2	18,7			3,32
6	1	17,6			6,82
7	2	17,6	80,8-82	3005-3075	23,03*
8	1,5	17,5			39,52*
9	1	17,6	86-105,2	4735-5115	24,82
10	2	17,6			72,13*

*Modellemede kullanılan veri grupları

% Oran: Canlı balık ağırlığına göre verilen yem miktarı oran

2.5.1.1. *Acipencer baerii*

Suni yemle beslenen *A. baerii* balıklarında gerçekleştirilen mide boşaltımı deneylerinde toplam 65 gözlem elde edilmiştir. Modellemeye dahil edilen verilerde havuz suyu sıcaklıkları 16,8-17,5 °C; balıklara ait toplam boy ve yaş ağırlıklar sırasıyla 76,1-104 cm ve 1525- 5020 g arasındadır. Denemelerde balıklar vücut ağırlığının % 1, %1,5 ve %2'si oranında elle beslenmiş ve tüketilen yem miktarları ise 15,2 -47,6 g arasında olmuştur (Tablo 7).

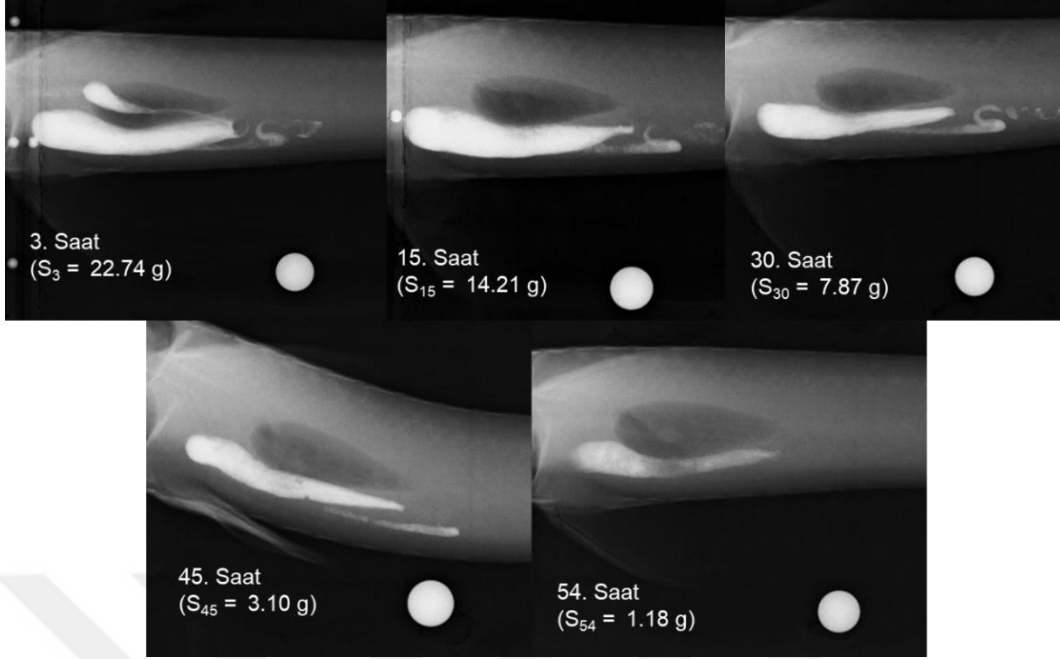
Yaş yemle beslenen *A. baerii* balıklarında gerçekleştirilen mide boşaltımı deneylerinde toplam 50 gözlem elde edilmiştir. Deneylerde havuz suyu sıcaklıkları

17,4 -17,6 °C; balıklara ait toplam boy ve yaş ağırlıklar sırasıyla 76,1-102 cm ve 1525-4660 g arasındadır. Denemelerde balıklar vücut ağırlığının % 1, %1,5 ve %2'si oranında elle beslenmiş ve tüketilen yem miktarları ise 4,6-31,9 g arasında olmuştur (Tablo 7).

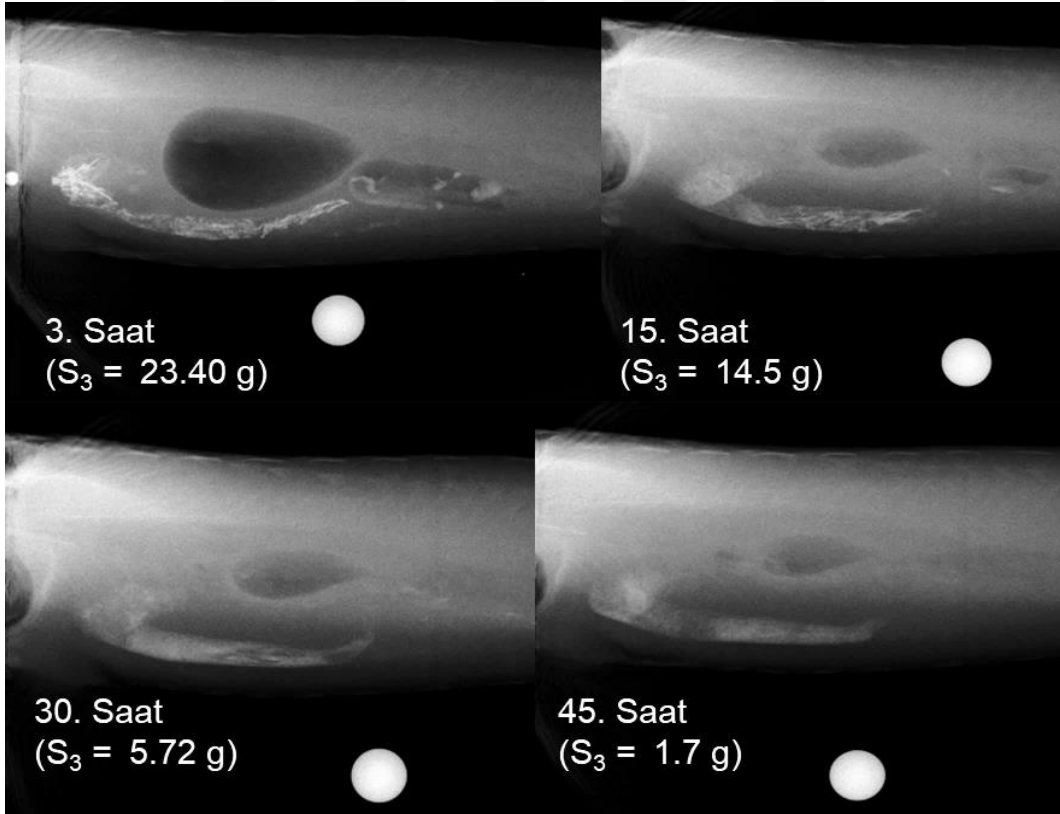
Tablo 7. Suni yem ve yaş yemle beslenen *A. baerii* türünde mide boşaltımı deneyleri

Yem türü	Deney	Gözlem	Sıcaklık (°C)	Toplam boy (cm)	Yaş ağırlık (g)	Tüketilen yem miktarı (g)
Suni yem	1	17	17,5	76,1	1525	15,2
	2	16	17,5	85,6	1860	18,6
	3	18	16,8	92,3	3100	31,0
	4	14	17,5	104,0	5020	47,6
Yaş yem	5	11	17,4	76,1	1525	4,6
	6	10	17,4	85,6	1860	7,5
	7	14	17,6	90,3	2705	12,4
	8	15	17,6	102,0	4660	31,9

Radyografik yöntemle üçer saat aralıklarla mide içerikleri görüntülenen *A. baerii* (suni yem, Şekil 13; yaş yem, Şekil 14) türüne ait röntgen çekim görüntüleri aşağıda sırayla verilmiştir.



Şekil 13. Suni yemle beslenen *A. baerii* için mide boşaltımı röntgen görüntüleri
($S_0 = 31,0$ g, $L = 92,3$ cm, $W = 3100$ g, $16,8$ °C).



Şekil 14. Suni yemle beslenen *A. baerii* için mide boşaltımı röntgen görüntüleri
($S_0 = 31.0$ g, $L = 92,3$ cm, $W = 3100$ g, $16,8$ °C)

Tablo 8. Suni yem ve yaş yemle beslenen *A. baerii* balıkları mide boşaltımı verilerinden tahmin edilen karekök model, lineer model ve ekspanansiyel model için hesaplanan parametreler ($\pm$ S.E.)

Deney No	Lineer model				Ekponansiyel model				Karekök model			
	Kesme noktası	Eğim	RSS	Düzenl. r^2	Kesme noktası	Eğim	RSS	Düzenl. r^2	Kesme noktası	Eğim	RSS	Düzenl. r^2
Suni Yem												
1	10,742 $\pm$ 0,549	-0,223 $\pm$ 0,018	1,171	0,906	2,721 $\pm$ 0,045	-0,054 $\pm$ 0,001	0,008	0,988	11,868 $\pm$ 0,066	-0,104 $\pm$ 0,004	0,017	0,974
2	13,898 $\pm$ 0,658	-0,324 $\pm$ 0,023	1,576	0,936	3,227 $\pm$ 0,094	-0,078 $\pm$ 0,003	0,032	0,974	16,160 $\pm$ 0,068	-0,148 $\pm$ 0,004	0,017	0,985
3	21,548 $\pm$ 0,616	-0,423 $\pm$ 0,020	1,475	0,965	3,443 $\pm$ 0,086	-0,051 $\pm$ 0,003	0,029	0,954	24,068 $\pm$ 0,038	-0,140 $\pm$ 0,001	0,006	0,995
4	38,329 $\pm$ 1,022	-0,831 $\pm$ 0,040	3,278	0,971	3,876 $\pm$ 0,047	-0,047 $\pm$ 0,002	0,007	0,980	41,512 $\pm$ 0,085	-0,192 $\pm$ 0,006	0,023	0,985
Yaş Yem												
5	3,066 $\pm$ 0,096	-0,095 $\pm$ 0,005	0,022	0,976	1,638 $\pm$ 0,140	-0,092 $\pm$ 0,007	0,047	0,947	3,545 $\pm$ 0,023	-0,088 $\pm$ 0,001	0,001	0,993
6	4,780 $\pm$ 0,210	-0,158 $\pm$ 0,011	0,094	0,956	2,018 $\pm$ 0,146	-0,092 $\pm$ 0,008	0,045	0,938	8,844 $\pm$ 0,040	-0,114 $\pm$ 0,002	0,003	0,987
7	7,986 $\pm$ 0,440	-0,199 $\pm$ 0,017	0,609	0,910	2,430 $\pm$ 0,040	-0,065 $\pm$ 0,002	0,005	0,993	8,844 $\pm$ 0,058	-0,108 $\pm$ 0,004	0,010	0,978
8	22,140 $\pm$ 0,766	-0,510 $\pm$ 0,028	1,985	0,959	3,568 $\pm$ 0,119	-0,066 $\pm$ 0,004	0,048	0,943	25,240 $\pm$ 0,065	-0,174 $\pm$ 0,004	0,014	0,990

RSS: Kalan kareler toplamı; Düzenl. r^2 : Düzenlenmiş r^2

Farklı vücut büyüklükleri ve besin miktarları kullanılarak yapılan deneyler sonucunda suni yem ve yaş yem için lineer, eksponansiyel ve karekök modeller kullanılarak sindirim modellenmiştir (Tablo 8). Suni yem ve yaş yemle beslenen *A. baerii* türü için mide boşaltımı en iyi karekök model ile tanımlanmıştır. Tablo 8 incelendiğinde, uygulanan modeller arasında en yüksek düzenlenmiş R^2 değeri ve en düşük kalan kareler toplamı (RSS) değerinin karekök model için olduğu tespit edilmiştir. Karekök modeli takiben Eksponansiyel model yeterliliği ikinci sırada gelirken; mide boşaltımını tanımlamada Lineer model yeterliliği tüm deneyler için düşük bulunmuştur (Tablo 8).

Suni yem ve yaş yemle beslenen *A. baerii* türü için mide boşaltımı üzerine vücut büyüklüğü ve sıcaklığın etkilerini tespit etmek amacıyla denklem 4 kullanılmıştır. Deney 1-4 için üssü vücut büyüklüğü katsayısı λ 0.40 ± 0.065 (ortalama $\pm$ %95 C.I.) olarak belirlenirken; bu deneylerden elde edilen tahmini sıcaklık katsayısı ise δ 0.08 ± 0.07 olarak tespit edilmiştir. λ ve δ , denklem (4)'teki tahmini değerleriyle sabitlenmiş daha sonra her bir deney için hız parametresini (ρ_{LT}) belirlemek için kullanılmıştır (Tablo 9).

Suni yem (deney 1-4) için ve yaş yem (deney 5-8) için mide boşaltımı oranı hız parametrelerinin istatistiki olarak önemlilik dereceleri tek yönü ANOVA ile test edilmiştir. Yapılan istatistiki analizler sonucunda, suni yem ve yaş yem ile beslenen *A. baerii* türü için mide boşaltım oranı hız parametreleri üzerine besin boyutunun etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Deney 1-4 ve deney 5-8 için tespit edilen mide boşaltımı modelleri aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

Suni yem için,

$$\frac{dS_t}{dt} = -0,00182W^{0,40} e^{0,080T} \sqrt{S_t} \text{ (g h}^{-1}\text{)} \quad (12)$$

Yaş yem için,

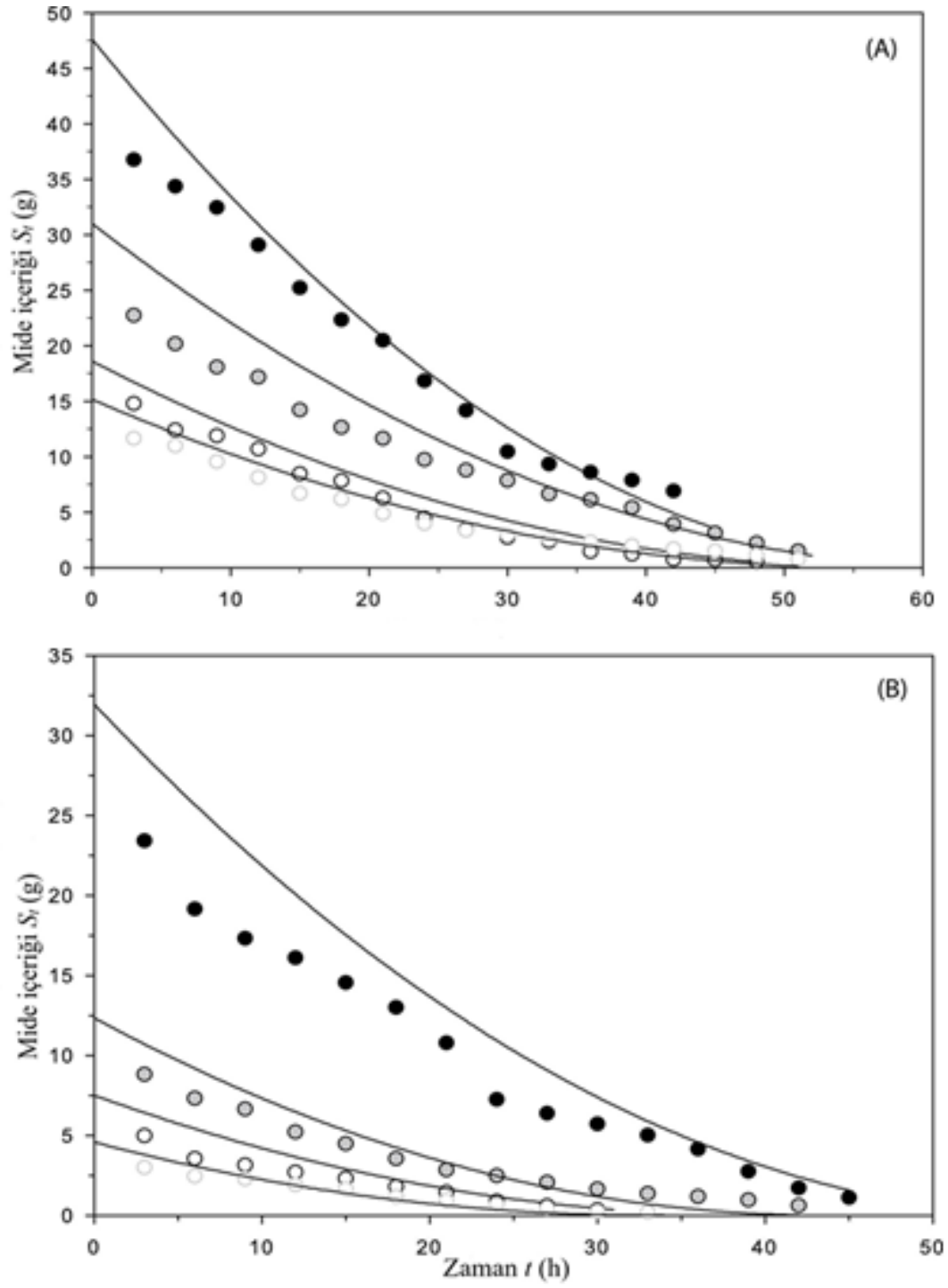
$$\frac{dS_t}{dt} = -0,00169W^{0,40} e^{0,080T} \sqrt{S_t} \text{ (g h}^{-1}\text{)} \quad (13)$$

Tablo 9. Suni yem ve yaş yemle beslenen *A. baerii* türü için modellemede kullanılan tüm veriler birleştirilerek karekök fonksiyon uygulamasıyla elde edilen istatistik parametreler (Ort±S.E)

Deney	$\rho_{LT} (\times 10^{-3})$	λ	δ	Düzenl. r^2	Gözlem (n)
Suni yem					
1-4	$1,82 \pm 0,61$	$0,40 \pm 0,065$	$0,08 \pm 0,07$	0,999	65
1	$2,01 \pm 0,09$	0,40 (sabitl.)	0,08 (sabitl.)	0,994	17
2	$1,85 \pm 0,11$	0,40 (sabitl.)	0,08 (sabitl.)	0,998	16
3	$1,72 \pm 0,12$	0,40 (sabitl.)	0,08 (sabitl.)	0,997	18
4	$1,83 \pm 0,10$	0,40 (sabitl.)	0,08 (sabitl.)	0,999	14
Yaş yem					
5-8	$1,69 \pm 0,07$	0,40 (sabitl.)	0,08 (sabitl.)	0,996	50
5	$1,88 \pm 0,20$	0,40 (sabitl.)	0,08 (sabitl.)	0,971	11
6	$1,75 \pm 0,11$	0,40 (sabitl.)	0,08 (sabitl.)	0,974	10
7	$1,61 \pm 0,13$	0,40 (sabitl.)	0,08 (sabitl.)	0,985	14
8	$1,79 \pm 0,11$	0,40 (sabitl.)	0,08 (sabitl.)	0,997	15

λ : Balık boyu katsayısı; ρ_{LT} : Mide boşaltım oranı; sabitl.: deneyler birleştirilerek elde edilen sıcaklık sabiti

A. baerii türünde suni yem (denklem 12) ve yaş yem (denklem 13) için hesaplanan mide boşaltımı eğrileri Şekil 15’de verilmiştir. Aynı zamanda bu modeller $2 \times \sqrt{\text{Öğün büyüklüğü}} / \rho_{wT} W^\lambda e^{\delta T}$ şeklinde birleştirilerek, 10 g öğün büyüklüğü için; farklı toplam ağırlığa sahip (0,8-2,5 kg) Sibiry mersin balıklarında, farklı su sıcaklıklarında midenin tamamen boşaltılması için ihtiyaç duyulan mide boşaltımı zamanının tahmini yapılmıştır (Tablo 10).



Şekil 15. Farklı büyüklüklerde sunu yemle (A) ve yaş yemle (B) beslenen Sibirya Mersin balığında mide boşaltımı

Tablo 10. Farklı su sıcaklıklarında, 0,8-2,5 kg Sibiry Mersin balıklarında (*A. baerii*) 10 g öğün büyüklüğü için mide boşaltımı zamanı (saat)

Sıcaklık°C	Balık büyüklüğü (kg)				
	0,8	1,2	1,6	2,0	2,5
Suni yem					
10	107,7	91,6	81,6	74,7	68,3
12	91,8	78,0	69,6	63,6	58,2
14	78,2	66,5	59,3	54,2	49,6
16	66,7	56,7	50,5	46,2	42,3
17	61,5	52,3	46,6	42,6	39,0
Yaş yem					
10	116,0	98,6	87,9	80,4	73,5
12	98,9	84,1	74,9	68,5	62,7
14	84,2	71,6	63,8	58,4	53,4
16	71,8	61,0	54,4	49,8	45,5
17	66,3	56,3	50,2	45,9	42,0

2.5.1.2 *Acipenser gueldenstaedtii*

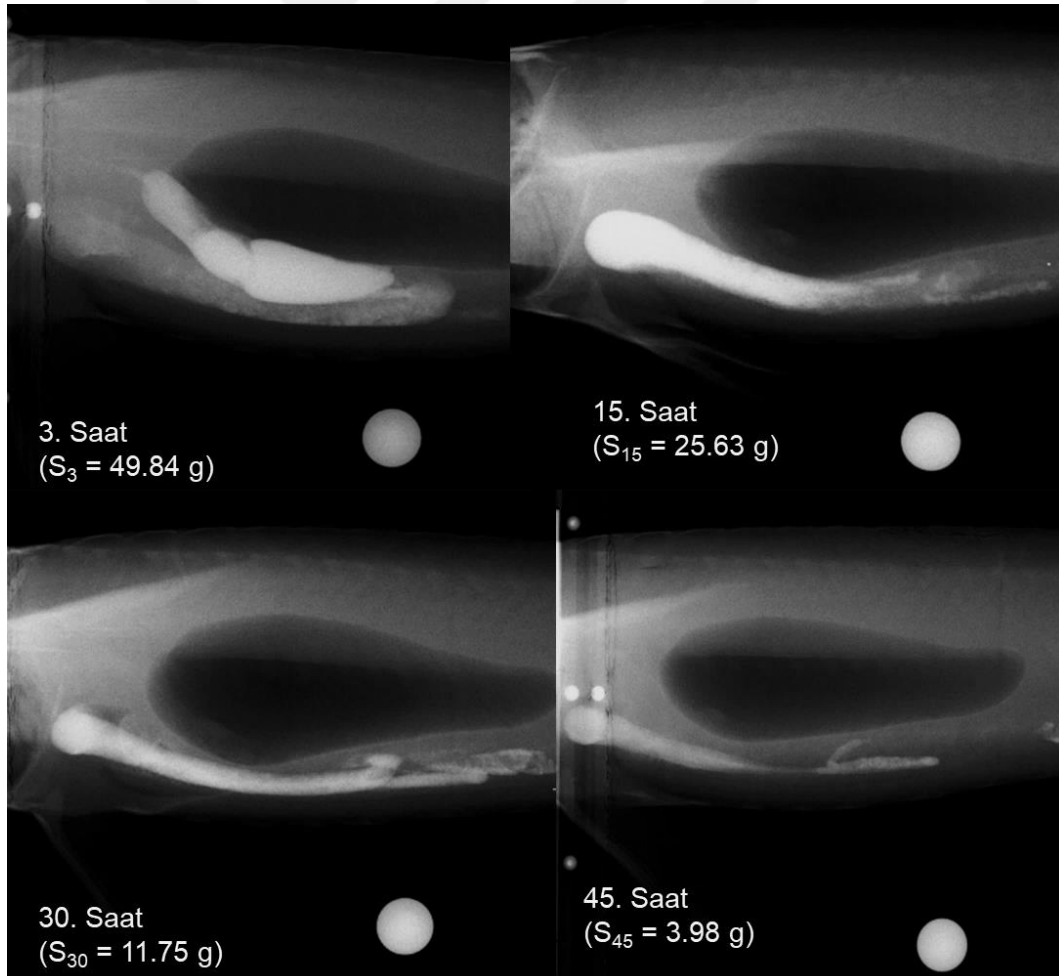
Suni yemle beslenen *A. gueldenstaedtii* balıklarında gerçekleştirilen mide boşaltımı deneylerinde toplam 49 gözlem elde edilmiştir. Modellemeye dahil edilen verilerde havuz suyu sıcaklıkları 17,5 °C; balıklara ait toplam boy ve yaş ağırlıklar sırasıyla 95-95,6 cm ve 4870-4925 g arasındadır. Denemelerde balıklar vücut ağırlığının % 1, %1,5 ve %2'si oranında elle beslenmiş ve tüketilen yem miktarları ise 43,86-58,68 g arasında olmuştur (Tablo 11).

Yaş yemle beslenen *A. baerii* balıklarında gerçekleştirilen mide boşaltımı deneylerinde toplam 52 gözlem elde edilmiştir. Deneylerde havuz suyu sıcaklıkları 17,5-17,6 °C; balıklara ait toplam boy ve yaş ağırlıklar sırasıyla 82-104,9 cm ve 3005-5115 g arasındadır. Denemelerde balıklar vücut ağırlığının %1, %1,5 ve %2'si oranında elle beslenmiş ve tüketilen yem miktarları ise 23,03-72,13 g arasında olmuştur (Tablo 11).

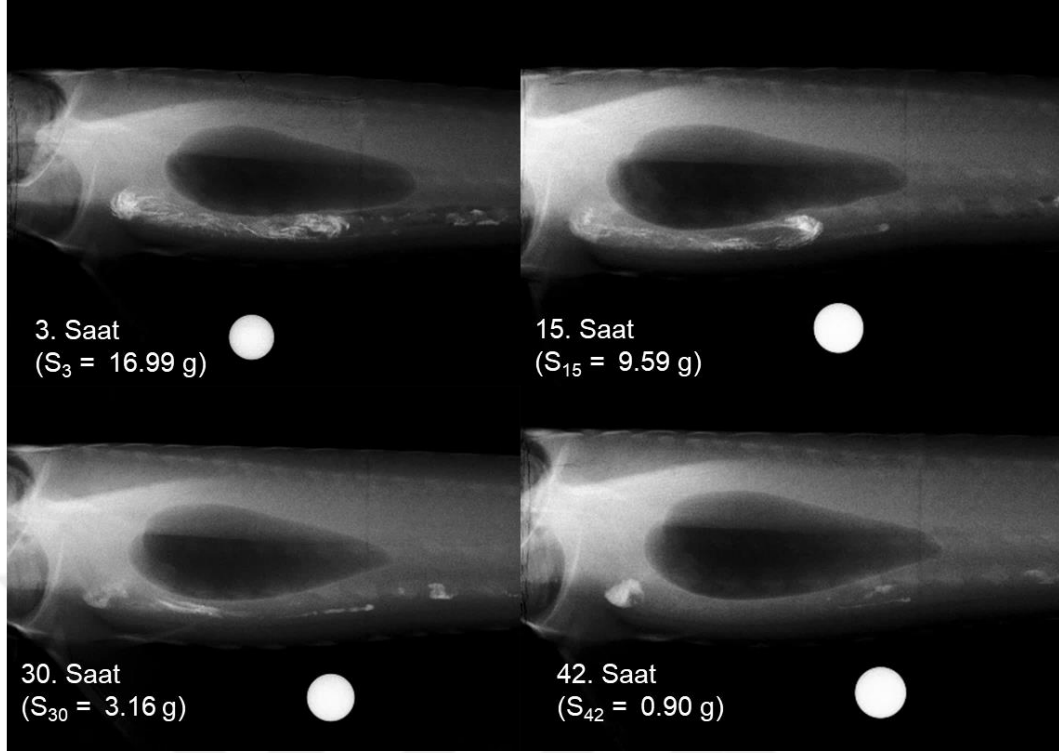
Tablo 11. Suni yem ve yaş yemle beslenen *A. gueldenstaedtii* türünde mide boşaltımı deneyleri

Yem türü	Dene y	Gözlem	Sıcaklık (°C)	Toplam boy (cm)	Yaş ağırlık (g)	Tüketilen yem miktarı (g)
Suni yem	1	15	17,5	95,6	4925	58,68
	2	19	17,5	95,3	4795	55,03
	3	15	17,5	95,0	4870	43,86
Yaş yem	4	13	17,5	104,9	5115	39,52
	5	26	17,6	86	4735	72,13
	6	13	17,6	82	3005	23,03

Radyografik yöntemle üçer saatlik periyotlarla mide içerikleri görüntülenen *A. gueldenstaedtii* (suni yem, Şekil 16; yaş yem, Şekil 17) bireylerine ait röntgen çekim görüntüleri aşağıda sırayla verilmiştir.



Şekil 16. Suni yemle beslenen *A. gueldenstaedtii* için mide boşaltımı röntgen görüntüleri ($S_0 = 58,68$ g, $L = 95,6$ cm, $W = 7925$ g, $17,5$ °C)



Şekil 17. Yaş yemle beslenen *A. gueldenstaedtii* için mide boşaltımı röntgen görüntüleri ($S_0 = 23,03$ g, $L = 82$ cm, $W = 3005$ g, $17,6$ °C)

Farklı vücut büyüklükleri ve besin miktarları kullanılarak yapılan deneyler sonucunda suni yem ve yaş yem için lineer, eksponansiyel ve karekök modeller kullanılarak sindirim modellenmiştir (Tablo 12). Suni yem ve yaş yemle beslenen *A. gueldenstaedtii* türü için mide boşaltımı en iyi karekök model ile tanımlanmıştır. Tablo 12 incelendiğinde, uygulanan modeller arasında en yüksek düzenlenmiş R^2 değeri ve en düşük kalan kareler toplamı (RSS) değerinin karekök model için olduğu tespit edilmiştir. Mide boşaltımını tanımlamada eksponansiyel model ve lineer model yeterliliği tüm deneyler için düşük bulunmuştur.

Tablo 12. Suni yem ve yaş yemle beslenen *A. gueldenstaedtii* balıkları mide boşaltımı verilerinden tahmin edilen karekök model, lineer model ve eksponansiyel model için hesaplanan parametreler ($\pm$ S.E.)

Deney No	Lineer model				Eksponansiyel model				Karekök model			
	Kesme noktası	Eğim	RSS	Düzenl. r^2	Kesme noktası	Eğim	RSS	Düzenl. r^2	Kesme noktası	Eğim	RSS	Düzenl. r^2
Suni Yem												
1	46,235 $\pm$ 2,106	-1,048 $\pm$ 0,077	15,022	0,929	4,178 $\pm$ 0,064	-0,058 $\pm$ 0,002	0,014	0,978	7,156 $\pm$ 0,112	-0,118 $\pm$ 0,004	0,042	0,983
2	36,146 $\pm$ 0,964	-0,669 $\pm$ 0,030	3,838	0,969	3,977 $\pm$ 0,090	-0,049 $\pm$ 0,003	0,033	0,952	6,369 $\pm$ 0,057	-0,087 $\pm$ 0,002	0,013	0,994
3	30,484 $\pm$ 1,093	-0,717 $\pm$ 0,040	4,043	0,958	3,885 $\pm$ 0,083	-0,068 $\pm$ 0,003	0,023	0,973	5,898 $\pm$ 0,057	-0,105 $\pm$ 0,002	0,011	0,994
Yaş Yem												
4	29,491 $\pm$ 0,982	-0,799 $\pm$ 0,041	2,783	0,969	3,979 $\pm$ 0,167	-0,087 $\pm$ 0,007	0,080	0,928	5,872 $\pm$ 0,084	-0,123 $\pm$ 0,004	0,021	0,990
5	50,674 $\pm$ 1,403	-0,679 $\pm$ 0,030	12,068	0,953	4,282 $\pm$ 0,041	-0,035 $\pm$ 0,001	0,010	0,984	7,504 $\pm$ 0,053	-0,074 $\pm$ 0,001	0,017	0,994
6	16,228 $\pm$ 0,699	-0,407 $\pm$ 0,026	1,139	0,952	3,429 $\pm$ 0,093	-0,080 $\pm$ 0,004	0,020	0,977	4,400 $\pm$ 0,051	-0,085 $\pm$ 0,002	0,006	0,994

RSS: Kalan kareler toplamı; Düzenl. r^2 : Düzenlenmiş r^2

Suni yem (bakınız Tablo 11, Deney 1-3) ve yaş yemle (bakınız Tablo 11, Deney 4-6) beslenen *A. gueldenstaedtii* türü için mide boşaltımı üzerine vücut büyüklüğünün etkisini tespit etmek amacıyla denklem 5 kullanılmıştır. Karekök modelde (denklem 5) yer alan üssü vücut büyüklüğü katsayısı λ $1,837 \pm 0,197$ (ortalama $\pm$ %95 S.E.) olarak belirlenmiştir. Bu değer λ denklem (5)'teki tahmini değerleriyle sabitlenmiş daha sonra her bir deney için hız parametresini (ρ_L) belirlemek için kullanılmıştır (Tablo 13). Suni yem ve yaş yem için belirlenen hız parametreleri (ρ_L) istatistiki olarak önemliliklerinin testi One-Way ANOVA testi ile yapılmıştır. Suni yem ve yaş yem için tahmin edilen bireysel mide boşaltımı oranı hız parametreleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Deney 1-4 ve deney 5-8 için tespit edilen mide boşaltımı modelleri aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

Suni yem için,

$$\frac{ds_t}{dt} = -0,000062 L^{1,84} \sqrt{S_t} \text{ (g h}^{-1}\text{)} \quad (14)$$

Yaş yem için,

$$\frac{ds_t}{dt} = -0,000053 L^{1,84} \sqrt{S_t} \text{ (g h}^{-1}\text{)} \quad (15)$$

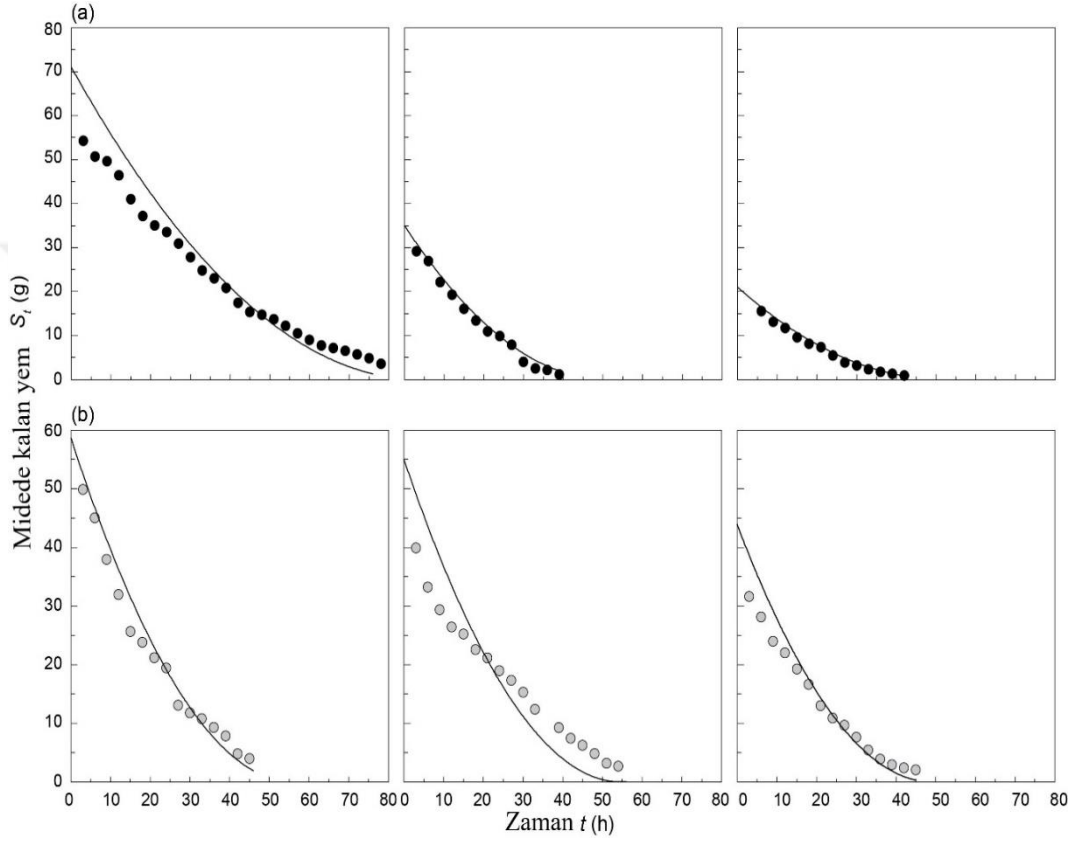
Tablo 13. Farklı öğün büyüklükleri ile beslenen *A. gueldenstaedtii* türü için modellemede kullanılan tüm veriler birleştirilerek karekök fonksiyon uygulamasıyla elde edilen istatistiki parametreler (Ort $\pm$ S.E.)

Deney	$\rho_L (\times 10^{-4})$	λ	Düzenl. r^2	Gözlem (n)
Suni yem				
1-3	$0,620 \pm 2,140$	1,837 (sabitl.)	0,9984	49
1	$0,670 \pm 0,014$	1,837 (sabitl.)	0,9994	15
2	$0,580 \pm 0,017$	1,837 (sabitl.)	0,9975	19
3	$0,640 \pm 1,700$	1,837 (sabitl.)	0,9982	15
Yaş yem				
4-6	$0,530 \pm 0,470$	$1,837 \pm 0,197$	0,999	52
4	$0,510 \pm 0,510$	1,837 (sabitl.)	0,9988	13
5	$0,530 \pm 0,011$	1,837 (sabitl.)	0,9991	26
6	$0,600 \pm 0,120$	1,837 (sabitl.)	0,997	13

λ : Balık boyu katsayısı; ρ_{LT} : Mide boşaltım oranı; sabitl.: deneyler birleştirilerek elde edilen sıcaklık sabiti

A. gueldenstaedtii balıklarında suni yem (denklem 14) ve yaş yem (denklem 15) için hesaplanan mide boşaltımı eğrileri Şekil 18'de verilmiştir. Özetlenmiş bu

modeller kullanılarak 17,5 °C’de farklı miktarlarda öğün ile beslenen farklı yaş ağırlığa sahip *A. gueldenstaedtii* balıkları için mide boşaltımı zamanları hesaplanmıştır (Tablo 14). Ağırlık tahmini Zengin vd. (2010)’a göre yapılmıştır ($W = 0,0037L^{3,061}$). Tablo 14 incelendiğinde suni yemin tüm öğün büyüklükleri için yaş yeme göre sindirim zamanının daha kısa olduğu görülmektedir.



Şekil 18. Farklı büyüklüklerde yaş yem (●) ve suni yem (●) ile beslenen Karaca mersin balıklarında (*A. gueldenstaedtii*) mide boşaltımı

Tablo 14. Farklı büyüklüklere sahip *A. gueldenstaedtii* türü için 17,5 °C’de farklı öğün miktarları için mide boşaltım zamanları (saat)

Toplam boy (cm)	Yaş ağırlık (g)*	Öğün büyüklüğü (g)				
		20	25	30	35	40
Yaş yem						
80	2474,9	53,2	59,4	65,1	70,3	75,2
90	3549,3	42,8	47,9	52,4	56,6	60,5
100	4900,1	35,3	39,4	43,2	46,6	49,9
110	6560,0	29,6	33,1	36,2	39,1	41,8
120	8562,0	25,2	28,2	30,9	33,3	35,7
Suni yem						
80	2474,9	45,4	50,8	55,7	60,1	64,3
90	3549,3	36,6	40,9	44,8	48,4	51,7
100	4900,1	30,1	33,7	36,9	39,9	42,6
110	6560,0	25,3	28,3	31,0	33,5	35,8
120	8562,0	21,6	24,1	26,4	28,5	30,5

*Tabloda ağırlık tahmini Zengin vd. (2010)’un $W = 0,0037L^{3,061}$ denklemine göre hesaplanmıştır.

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, suni yem ve yaş yem (*Merlangius merlangus euxinus*) ile beslenen Sibirya Mersin balığı (*A. baerii*) ve Karaca Mersin balığında (*A. gueldenstaedtii*) radyografik yöntem kullanılarak mide boşaltım süreci irdelenmiştir. Balıklar tarafından yenilen ticari pelet ve yaş yemin sindirim kanalından geçişinin radyografik yöntemle görüntülenmesinde belirteç olarak baryum sülfat ($BaSO_4$) kullanılmıştır. İlk beslemeden itibaren üçer saat aralıklarla mide içerikleri ve yemin sindirim kanalından geçişi belirlenmiştir. Talbot ve Higgins (1983)'e göre yeme %15-20 oranı üzerindeki baryum sülfat ilavesi balıkların yem alması ile ilgili sıkıntılara neden olmaktadır. Bu çalışmada yeme katılan baryum sülfattan kaynaklı yem alma problemleri bazı balıklarda yaşanmış olsa da çoğu deneyde verilen yemin tamamı ya da bir kısmı tüketilmiştir.

Acipenser baerii ve *A. gueldenstaedtii* balıklarında gerçekleştirilen denemeler sonucunda her iki tür için de mide boşaltımını en iyi karekök modelin tanımladığı belirlenmiştir (Şekil 17, Şekil 18). Literatüre göre karekök model, Turna balığı *Sander lucioperca* (Jones, 1974; Grove vd., 1985), coho somon balığı *Oncorhynchus kisutch* (Andersen, 2001), kalkan balığı *Psetta maxima* (Temming ve Herrmann, 2003), kahverengi alabalık *Salvelinus fontinalis* (Khan vd., 2016), Sibirya mersin balığı *Acipenser baerii* (Mazlum vd., 2020) ve Karaca mersin balığı *A. gueldenstaedtii* (Mazlum ve Alabdullah, 2020) için mide boşaltımını en iyi tanımlayan modeldir. Bu çalışma ile benzer metodolojiyi kullanan Grove vd. (1985) suni yemle besledikleri kalkan balıklarında (*Psetta maxima* L. 1758) mide boşaltım süresini radyografi tekniği ile belirlemiş ve mide boşaltımının en uygun karekök model ile tanımlandığını bildirmişlerdir.

Karekök model, farklı besleme ve çevre koşulları altında mide boşaltım oranını en iyi tahmin eden model olarak belirtilmektedir (Andersen ve Beyer, 2005a, 2005b, 2007). Bu model, mide boşaltımını mekanik silindir modeli tarafından desteklemektedir (Andersen ve Beyer, 2005a, 2005b, 2007). Andersen ve Beyer (2005b), deneysel kanıtlara dayanarak mide boşaltım süresini öğün boyutunun kareköküyle orantılı olduğunu öngörerek, basit geometrik bir soyutlaması olduğunu belirtmişlerdir. Modelde sindirim süreçlerinin, bir silindirin kavisli tarafı ile temsil

edilen toplam mide içeriğinin bir dış yüzeyi ile sınırlı olduğu varsayılmakta ve midenin anatomik ve dinamik özelliklerinin bu formülasyonu akla yatkın kıldığını belirtilmektedir (Andersen ve Beyer, 2005b).

Her iki tür ve her iki yem çeşidi için de eksponansiyel model mide boşaltımını tanımlayan en uygun ikinci model olarak belirlenmiştir. Genel olarak eksponansiyel model büyük besinlerde mide boşaltım oranının yüksek, küçük besinlerde ise düşük hesaplanmasına neden olmaktadır (Andersen, 2001). Ancak, deney sonuçları değerlendirildiğinde eksponansiyel model için mide boşaltım oranının yem büyüklüğünden bağımsız olduğu belirlenmiştir. Boisclair ve Sirois (1993) ve Forrester vd. (1994) göre boşaltımının modellenmesinde en yaygın olarak kullanılan model eksponansiyel modeldir. Khan vd. (2016)'ne göre mide boşaltımının tanımlanmasında eksponansiyel model uygulaması matematiksel olarak diğer modellere göre hesaplama açısından kolay olması nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir.

Literatüre göre mide boşaltım oranına etkisi bakımından farklı çalışmalarda balık ağırlığı (Grove vd., 1985; Koed, 2001) ve balık boyu kullanıldığı görülmektedir (Jones, 1974; Dos Santos ve Jobling, 1992). Andersen (2001)'e göre sindirim kapasitesinin boyutlandırılması, esas olarak, vücut kütlelerinden ziyade yapısal büyüklük (uzunluk) ile ilgilidir. Bu nedenle bu çalışmada, mide boşaltım oranına balık büyüklüğünün etkisinin değerlendirilmesinde, total boy kullanılmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda *A. baerii* ile ilgili birleşik mide boşaltımı verilerinden tahmin edilen vücut kütle üssü $0.40 (\pm 0.065)$ olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu değer, önceki çalışmaların bulgularıyla uyumludur (Jones, 1974; Dos Santos ve Jobling, 1992; Andersen, 2001, 2012; Khan vd., 2016). Literatür araştırmaları sonucunda bazı çalışmalarda vücut kütle üssü değerinin 0.20 ila 0.30 arasında rapor edildiği belirlenmiştir (Grove vd., 1985; Dos Santos ve Jobling, 1995; Koed, 2001; Temming ve Herrmann, 2003).

Acipenser. baerii ve *A. gueldenstaedtii* türleri için yapılan mide boşaltımı deney verileri kullanılarak elde edilen birleştirilmiş tahmini uzunluk üssü 5 numaralı denklem kullanılarak sırasıyla $1.70 (\pm 0.25)$, $1.83 (\pm 0.197)$ olarak tespit edilmiştir. Yapılan literatür araştırmalarına göre uzunluk üssü (λ) değeri Atlantik morina *Gadus morhua* (L. 1758) ve dere alabalığı *Salvelinus fontinalis* dahil olmak üzere farklı

gadoidler için tahmin edilen 1,3-1,4 aralığından biraz daha yüksektir (Jones, 1974; Dossantos ve Jobling, 1992; Andersen, 2001; Andersen, 2012; Khan vd., 2016).

Acipenser baerii ve *Acipenser gueldenstaedtii* mide boşaltım denemelerinde sıcaklık değişimi genelde sınırlı kalmıştır. Sadece *A. baerii* türünde ticari pellet yemle yapılan denemelerde sıcaklık değişimi 16,8-17,5 °C arasında olmuştur. Diğer denemelerin tümünde sıcaklık değişimi sınırlı kalmıştır (17,4-17,6 °C). Bunun nedeni; deneysel çalışmalar esnasında kuyu suyu kullanımından kaynaklanmıştır. Denemelerin yapıldığı havuz hacmi ve deney süresinin uzunluğundan dolayı su sıcaklığını kontrolünü imkansız kılmıştır. Söz konusu sebeplerden ötürü su sıcaklığın mide boşaltımına etkisi ancak sınırlı sıcaklık aralığında çalışılabilmiştir.

Kullanılan sıcaklık aralığı *A. baerii* için sıcaklığın etkilerinin muhtemelen parametrisasyonu için yeterli olmayabilir. Mide boşaltımı deneyleri sonucunda birleştirilmiş verilerden tahmin edilen sıcaklık katsayısı 0,08 ($\pm$ 0,07) olup, diğer yazarların sonuçlarıyla uyumludur (Jones, 1974; Andersen, 2001, 2012). Bu, 2,23'lük bir Q10 değerine karşılık gelir; mektedir. Tespit edilen bu değer, sıcaklıktaki her 10 °C'lik artış için mide boşaltım oranının 2,23 artacağı anlamına gelir. Genel olarak, üstel model, sıcaklık ve mide boşaltım oranı arasındaki ilişkiyi yalnızca düşük sıcaklıkta (optimum aralığın altında) tanımlamak için kullanılmaktadır. Çünkü literatüre göre mide boşaltım oranlarının optimum seviyenin üzerindeki üst sıcaklık aralıklarında keskin bir şekilde düştüğü rapor edilmektedir (Tyler, 1970; Temming ve Herrmann, 2003; Andersen, 2012). Bu çalışma, >18 °C'de mide boşaltımı deneyi yapılamadığından, *A. baerii* için optimum sıcaklık aralığını bildirmemiştir.

Mide boşaltımı deneyleri sonucunda elde edilen veriler kullanılarak yapılan istatistiki analizler sonucunda, suni yem ve yaş yem ile beslenen *A. baerii* türü için mide boşaltım oranı hız parametreleri üzerine besin boyutunun etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Chebanov ve Galich'e (2011) göre, çiftlikte yetiştirilen *A. gueldenstaedtii* günde vücut ağırlığının %0,12 - 0,20 (BW) arasında beslenmelidir. Özetlenen mide boşaltımı modelleri kullanılarak, farklı balık boyutlarının vücut ağırlıklarının %0,12'si ve %0,20'si kadar olan öğünleri boşaltması için gereken süre tahmin edilmiş ve Tablo 15'te verilmiştir. Ayrıca, Chebanov ve Galich (2011) besleme yönergelerine göre, *A. gueldenstaedtii*'nin yetersiz beslenme olasılığının daha yüksek olduğunu

belirtmektedir (Tablo 15). Karekök modeline göre, balık daha büyük yem boyutuyla beslendiğinde nispeten daha kısa süreye ihtiyaç duyar. Bu, mekanik olarak silindir modeli ile kanıtlanmıştır, çünkü balığın midesindeki besin, ardışık soyulma ile kademeli olarak küçülen silindir olarak kabul edilir (Andersen ve Beyer, 2005b, 2005a, 2007). Bu nedenle, sindirim süreçlerine maruz kalan yemek yüzey alanı ne kadar büyük olursa, kavisli soyulma o kadar büyük olur ve sonuç olarak, daha büyük öğünün sindirim zamanı, küçük öğün boyutundan nispeten daha küçüktür. Sindirim zamanı aynı zamanda bir öğünün enerji içeriği tarafından güçlü bir şekilde düzenlenmektedir (Jobling, 1987).

Tablo 15. *A. gueldenstaedtii* için Chebanov ve Galich (2011) tarafından önerilen beslenme kılavuzuna göre tahmin edilen mide boşaltım süreleri (saat)

Toplam boy (cm)	Ağırlık (g)*	Öğün büyüklüğü (g)	
		0,12%BW Sindirim zamanı	0,20%BW Sindirim zamanı
Yaş yem			
80	2,5	20,5	26,4
90	3,5	19,8	25,5
100	4,9	19,1	24,7
110	6,6	18,6	24,0
120	8,6	18,1	23,3
Suni yem			
80	2,5	17,5	22,6
90	3,5	16,9	21,8
100	4,9	16,3	21,1
110	6,6	15,9	20,5
120	8,6	15,4	19,9

*Tabloda ağırlık tahmini Zengin vd. (2010)'un $W = 0,0037L^{3,061}$ denklemine göre hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, bu tez çalışması ile balık boyutu ve yem miktarının *A. baerii* ve *A. gueldenstaedtii*'nin mide boşaltımı üzerindeki etkileri hakkında önemli bulgulara ulaşılmıştır. Mide boşaltımını tanımlamak için her iki tür için de en iyi model olarak karekök fonksiyonunu önermektedir. Balıklardaki mide boşaltımı ayrıca sıcaklıktan, diyet bileşiminden ve enerjiden etkilenmektedir (Bromley, 1994). Bu nedenle, bu çalışmada özetlenen model, daha fazla deneysel çalışma ile yukarıda belirtilen değişkenlerin etkilerini kapsayacak şekilde genişletilmelidir. Özetlenen mide boşaltımı modelleri *A. baerii* (suni yem için denklem no 12, yaş yem için denklem

no 13) ve *A. gueldenstaedtii* (suni yem için denklem no 14, yaş yem için denklem no 15) türlerinde farklı çevresel koşullar altında mide doluluğunun yanı sıra iştahın geri dönüşünü belirlemek için kullanılabilir. Elde edilen bilgilerin yetiştiricilik çiftliklerinde beslenme rejimlerinin planlanmasında aktif olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Bu sayede yetiştiricilik çiftliklerinde maliyetin en önemli kısmını oluşturan yem giderleri düşürülerek ekonomik kazanç sağlanmış olabilecektir.



KAYNAKÇA

- Adámek, Z., Prokeš M., Baruš V. ve Sukop I. (2007). Diet and Growth of 1+ Siberian Sturgeon, *Acipenser baerii* in Alternative Pond Culture. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7: 153-160.
- Akbulut, B., Kurtoğlu, İ. Z., Çakmak, E., Çavdar, Y., Savaş, H., Aksungur, N. ve Ergun, H. (2005). Karadeniz Bölgesi'nde Mersin Balığı Üretim İmkanlarının Araştırılması. *Proje No: TAGEM/HAYSÜD-2001-07-01-04*.
- Andersen, N.G. (1998). The effect of meal size on gastric evacuation in whiting. *Journal of Fish Biology*, 52: 743–755.
- 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: 1198–1217. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2001.tb00186>.
- Andersen, N.G. ve Beyer, J. (2005a). Gastric evacuation of mixed stomach contents in predatory gadoids: an expanded application of the square root model to estimate food rations. *Journal of Fish Biology*, 67: 1413-1433.
- Andersen, N.G. ve Beyer, J. (2005b). Mechanistic modelling of gastric evacuation in predatory gadoids applying the square root model to describe surface-dependent evacuation. *Journal of Fish Biology*, 67: 1392-1412.
- 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(1): 219-234.
- 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: 595– 612. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.03195>.
- Anonim 1. (2021). Su Ürünleri Yetiştiriciliği Kapsamında Alabalık Kuluçkahanelerinde Damızlık Alabalık Desteğine İlişkin Tebliğ (Tebliğ No: 2021/49). <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=39107&mevzuatTur=Tebliğ ve mevzuatTertip=5>. 20.08.2022
- Anonim 2. (2014). DPT 9. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Balıkçılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2007-2013. Yayın No: DPT2719-ÖİK: 672, ss: 108, Ankara, 2007. <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/Dokuzuncu-Kalkinma-Plani-Balikcilik-Sanayii-OIK.pdf> (20.08.2022)

- Atar, H.H., Bekcan, S. ve Keskin, E. (2008). Sibirya mersin balığı yetiştiriciliğinde kuluçka ve yavru üretim tekniklerinin geliştirilmesi. Mersin Balığı Koruma Stratejisi ve Üretim Çalıştayı Kitabı. Samsun, 30-31 Ekim 2008.
- Aydın, O. ve Sayılı, M. (2009). Samsun ilinde alabalık işletmelerinin yapısal ve ekonomik analizi. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 26: 97-107.
- Basimi, R.A. ve 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.
- Beamish, R.J. (1972). Lethal pH for the White Sucker *Catostomus commersoni* (Lacépède). *Transactions of the American Fisheries Society*: 101(2), 355–358. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1972\)101<355:LPFTWS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1972)101<355:LPFTWS>2.0.CO;2)
- Billard, R. ve Lecointre, G. (2001). Biology and conservation of sturgeon and paddlefish,. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10: 355-392.
- Birstein, V.J. (1993). Sturgeon and paddlefishes: threatened fishes in need of conservation. *Conservation Biology*, 7 (4): 773-787.
- Boisclair, D. ve Sirois, P. (1993). Testing Assumptions of Fish Bioenergetics Models by Direct Estimation of Growth, Consumption, and Activity Rates. *Transactions of the American Fisheries Society*, 122(5), 784–796. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1993\)122<0784:TAOFBM>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1993)122<0784:TAOFBM>2.3.CO;2)
- 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.
- Bromage, N.R. ve Roberts R.N. (1995). Brood Stock Management and Egg and Larval Quality. Blackwell, Oxford 424 ss.
- Bromley, P.J. (1988). Gastric digestion and evacuation in whiting, *Merlangius merlangus* (L.). *Journal of Fish Biology*, 33: 331-338.
- 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.
- Bronzi, P., Rosenthal, H., Arlati, G. ve Williot, P. (1999). A brief overview on the status and prospects of sturgeon farming in Western and Central Europe. *Journal of Applied Ichthyology*, 15: 224-227.
- Bronzi, P., Chebanov, M., Michaels, J.T., Wei, Q., Rosenthal, H. ve Gessner, J. (2019) Sturgeon meat and caviar production: Global update 2017. *Journal of Applied Ichthyology*, 35 (1):257–266. <https://doi.org/10.1111/jai.13870>

- Burtzev, I.A. (1999). The history of global sturgeon aquaculture. *Journal of Applied Ichthyology*, 15: 325.
- Chebanov, M. ve Billard, R. (2001). The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. *Aquatic Living Resources*, 14(6): 375-381. [http://dx.doi.org/10.1016/S0990-7440\(01\)01122-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0990-7440(01)01122-6).
- Chebanov, M.S. ve Galich, E.V. (2011). Sturgeon hatchery manual (S.125) Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from <http://www.fao.org/3/i2144e/i2144e.pdf>
- Chelong, L. (1990). Aquaculture Development in Singapore, Asian Fisheries Society, Indian Branch, Mangoloria, Primary Prod. Dep. Minist. National Dep. Singapore, 325- 332 s.
- Chua, T.E. ve Tech, E. (1990). Aquaculture in Asia. Asian Fisheries Society Indian Branch Mangalore, Asian Fish. Soc. M.C.P.O. Box. 1184 M.C.C., Makati, Metro Manila, Philippines, 180 s.
- CITES, (2000). Implementation of Resolution Conf. 8.9 (Rev.), Sixteenth meeting of the CITES Animals Committee, Sheperdstown, USA, 11 -15 December 2000, CITES. 139 s.
- Culver, K. ve Castle, D. (2008). Aquaculture, Innovation and Social Transformation Dordrecht. Springer Science and Business Media, 145-146 s.
- Çelikkale, M.S., Memiş, D. ve Ercan, E. (2003). Sturgeon culture in Turkey. İstanbul Univ. International Symposium of Fisheries and Zoology, 23-26 Ekim İstanbul.
- Dettlaff, T.A., Ginsburg, A.S. ve Schmalhausen, O.I. (1993). Sturgeon Fishes: Development Biology and Aquaculture. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, ISBN: 3-540-54744-4.
- Dos Santos, J. ve Jobling, M. (1992). A model to describe gastric evacuation in cod (*Gadus morhua* L.) fed natural prey. *ICES Journal of Marine Science*, 49(2): 145–154. <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/49.2.145>.
- Dos Santos, J. ve Jobling, M. (1995). Test of a food consumption model for the Atlantic cod. *ICES Journal of Marine Science*, 52(2): 209–219. [http://dx.doi.org/10.1016/1054-3139\(95\)80036-0](http://dx.doi.org/10.1016/1054-3139(95)80036-0)
- Dunbrack, R.L. (1988). Feeding of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*): maximum appetite, sustained feeding rate, appetite return, and body size. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 45(7): 1191-1196.

- Dunbrack, R., Giguère, L.A. ve St-Pierre, J.F. (2009). A comparison of gut evacuation models for larval mackerel (*Scomber scombrus*) using serial photography. *Journal of Fish Biology*, 74: 906-920.
- 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.
- Edwards, D.J. (1973). The effects of drugs and nerve-section on the rate of passage of food through the gut of the plaice, *Pleuronectes platessa* (L.). *Journal of Fish Biology*, 5: 441-446.
- Edwards D. ve Doroshov, S. (1989). Appraisal of the sturgeon and sea trout fisheries and proposals for a rehabilitation program. FAO. Field Document I.TCP / TUR/8853, 38 SS.
- FAO, (2010). The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, ISSN: 1020-5489.
- FAO, (2021). FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2019. Rome.
- FAO, (2022). *Acipenser baerii*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by Williot, P., Bronzi, P., Benoit, P., Bonpunt, E., Chebanov, M., Domezain, A., Gessner, J., Gulyas, T., Kolman, R., Michaels, J., Sabeau, L. & Vizziano, D.. Fisheries and Aquaculture Division [online]. Rome. Updated 2006-01-16. https://www.fao.org/fishery/en/culturedspecies/Acipenser_baerii/en (21.08.2022)
- Filipiak, J., Sadowski, J. ve Trzebiatowski, R. (1997). Feeding of the Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) with different commercial feeds in cooling water. Scientific Papers AR Szczecin, *Sea Fishing and Foodstuff Technology*, 23: 5–13.
- Froese, R. ve Pauly, D. (2022), FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, (02/2022).
- Forrester, G.E. (1994). Influences of Predatory Fish on the Drift Dispersal and Local Density of Stream Insects. *Ecology*, 75(5): 1208–1218. <http://dx.doi.org/10.2307/1937447>
- Fletcher, D.J (1984). The physiological control of appetite in fish., 78(4): 617–628. [http://dx.doi.org/10.1016/0300-9629\(84\)90608-X](http://dx.doi.org/10.1016/0300-9629(84)90608-X).

- Flowerdew, M.W. ve Grove D.J. (1979). Some observation of effects of body weight, temperature, meal size and quality on gastric emptying time in Turbot, (*Scophthalmus maximus* L.) using radio graph. *Journal of Fish Biology*, 14: 229-238.
- Fopp-Bayat, D. (2008). Inheritance of microsatellite loci in polyploid Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt) based on uniparental haploids. *Aquaculture Research*, 39: 1787–1792.
- Gisbert, E. ve Williot, P. (1997). Larval behaviour and effect of the timing of initial feeding on growth and survival of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) larvae under small scale hatchery production. *Aquaculture*, 156: 63-76.
- Gisbert E. ve Williot P. (2002). Advances in the larval rearing of Siberian sturgeon, *Journal of Fish Biology*, 60, 1071–1092.
- Grove, D.J.; ve Crawford C. (1980). Correlation between digestion rate and feeding frequency in the stomachless teleost, *Blennius pholis* L., 16(3): 235–247. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.1980.tb03701.x>.
- Grove, D.J., Loizides, L.G. ve Nott, J., (1978). Satiation amount, frequency of feeding and gastric emptying rate in *Salmo gairdneri*, *Journal of Fish Biology*, 31: 479-491.
- Grove, D.J., Moctezuma, M.A., Flett, H.R.J., Foott, J.S., Watson, T. ve 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.
- He, E. ve Wurtsbaugh, W.A. (1993). An Empirical Model of Gastric Evacuation Rates for Fish and an Analysis of Digestion in Piscivorous Brown Trout. *Transactions of the American Fisheries Society*, 122: 717–730.
- Hochleithner, M. ve Gessner, J. (1999). The Sturgeon and Paddlefishes (Acipenseriformes) of the World: Biology and Aquaculture. *Aqua Tech Publications*. 165 ss.
- Hunt, B.P. (1960). Digestion rate and food consumption of Florida gar, warmouth and largemouth bass. *Transactions of the American Fisheries Society*, 89: 206-211.
- IUCN. (2022). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-1. <https://www.iucnredlist.org/search/grid?taxonomies=100672&searchType=species> (21.08.2022).
- Javed, M., Sial, M.B. ve Zafar, S.A. (1990). Fish Pond Fertilization II. Influence of Broiler Manure Fertilization on The Growth Performance of Major Carps. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 27 (3): 212-215.

- Jobling, M., Gwyther, D., Grove, D.J. (1977). Some effects of temperature, meal size and body weight on gastric evacuation time in the dab *Limanda limanda* (L). *Journal of Fish Biology*, 10(3): 291-298.
- Jobling, M. (1980a). Gastric evacuation in plaice *Pleuronectes platessa* L.: effects of dietary energy level and food consumption. *Journal of Fish Biology*, 17: 187-196.
- Jobling, M. (1980b). Gastric evacuation in plaice *Pleuronectes platessa* L.: effects of temperature and fish size. *Journal of Fish Biology*, 17: 547-551.
- 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., ve Davies, P.S. (1979). Gastric evacuation in plaice, *Pleuronectes platessa* L.: effects of temperature and meal size. *Journal of Fish Biology*, 14(6): 539-546.
- Jones, R.V. (1974). Engineering creativity. ARCHIVE: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers 1847-1982 (vols 1-196), 188(1974): 585-596. http://dx.doi.org/10.1243/pime_proc_1974_188_070_02
- Jørgensen, E.H. ve Jobling, M. (1992). "Feeding behaviour and effect of feeding regime on growth of Atlantic salmon, *Salmo salar*", *Aquaculture*, 101: 135-146.
- 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 (2): 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.
- Koed A. (2001). The effects of meal size, body size and temperature on gastric evacuation in pikeperch. , 58(1), 281-290. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2001.tb00514.x>
- Kolman, H. (2002). Primary humoral response in Siberian sturgeon after exposure to antifurunculosis bacterin. *Czech Journal of Animal Science*, 47: 183-188.
- Kottelat, M. ve Freyhof, J. (2007). Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin. 646 ss.

- Macpherson, C.N.L., Spoerry, A., Zeyhle, E., Romig, T. ve Gorfe, M. (1989). Pastoralists and hydatid disease: an ultrasound scanning prevalence survey in East Africa. *Transactions of the Royal society of Tropical Medicine and Hygiene*, 83(2): 243-247.83(2), 243-247. [http://dx.doi.org/10.1016/0035-9203\(89\)90664-0](http://dx.doi.org/10.1016/0035-9203(89)90664-0)
- Mazlan, AG., Othman, B.H.R. ve Grove, D.J. (2002). An Evalution 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.
- Mazlum, R.E., Kurtoğlu İ.Z. ve Alabdullah A. (2020). Effects of meal and body sizes on gastric evacuation of the endangered Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) fed on either live or artificial diets: Using radiography technique. *Aquaculture Research*, 51: 1507–1512. <https://doi.org/10.1111/are.14498>
- Mazlum, R.E. ve Alabdullah A. (2020). Gastric evacuation in endangered Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*): Effects of body and meal sizes. *Journal of Applied Ichthyology*, 36: 39–45. <https://doi.org/10.1111/jai.13984>.
- Medved R.J., Charles E. Stillwell ve John G. Casey (1988). The Rate of Food Consumption of Young Sandbar Sharks (*Carcharhinus plumbeus*) in Chincoteague Bay, Virginia. *Copeia*, 1988(4): 956–963. <http://dx.doi.org/10.2307/1445719>.
- Memiş, D. (2007). Sturgeon aquaculture. In A. Candan, S. Karataş, Küçüktas ve L. Okumuş, eds. *Marine aquaculture in Turkey*. Istanbul, *Turkish Marine Research Foundation*, 49–59ss.
- Memiş, D., Ercan, E., Çelikkale, M.S., Timur, M. ve Zarkua, Z. (2009). Growth and Survival Rate of Russian Sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) Larvae from Fertilized Eggs to Artificial Feding. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9: 47-52.
- Metin, S., Didinen, B.I., Kubilay, A., Pala, M. ve Aker, İ. (2015). Bazı Tıbbi Bitkilerin Gökkuşağı Alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*. Walbaum, 1792) Üzerinde Anestezik Etkilerinin Belirlenmesi. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 1: 37-42.
- Mims, S.D., Lazur, A., Shelton, W.L., Gomelsky, B. ve Chapman, F. (2002). Species Profile Production of Sturgeon. *Southern Regional Aquaculture Center Publication No: 7200*. Stonville, 8 ss.
- Mohler, J.W. (2003). Culture Manual fort he Atlantic Sturgeon, *Acipenser oxyrinchus oxyrinchus*. U.S Fish and Wildlife Service, Hadley, Massachusetts, USA, 66ss.

- Molnár, G. ve Tölg, I. (1960). Röntgenologic investigation of the duration of gastric digestion in the pike perch (*Lucioperca lucioperca*). *Acta Biologica Hungarica*, 13: 103-8.
- Molnar, J. ve Sy, D. (1967). Attachment of glucosamine to protein at the ribosomal site of rat liver. *Biochemistry*, 6(7): 1941–1947. <http://dx.doi.org/10.1021/bi00859a009>
- Nathanailides, C., Tsoumani, M., Papazogloy, A. ve Paschos, I. (2002). Hatching time and post-hatch growth in Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii*. *Journal of Applied Ichthyology*, 18: 651 -654.
- Pennington, M. (1985). Estimating the average food consumption by fish in the field from stomach contents data. *Dana*, 5: 81-88.
- Pennell, W. ve Barton, B.A. (1996). Principles of salmonid culture, Elsevier
- Persson, L. (1986). Patterns of food evacuation in fishes: a critical review. *Environmental Biology of Fishes*, 16: 51-58.
- Pyka, J. ve Kolman, R. (1997). Feeding of Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* (Brandt) under pond conditions. *Archives of Polish Fisheries*, 5 (2): 267-277.
- Pyka, J. ve Kolman, R. (2003). Feeding intensity and growth of Siberian Sturgeon *Acipenser baerii* Brandt in pond cultivation. *Fisheries & Aquatic Life*, 11(2): 287-294.
- Riche, M., Haley, D.I., Oetker, M., Garbrecht, S. ve Garling, D.L. (2004). Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 234(1-4): 657-673. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.12.012>
- 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(5): 933–937. <https://doi.org/10.1139/f91-109>.
- 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 Wales, Bangor.
- 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. ve Grove, D. (2003). A new approach in modelling gastric emptying in fish. *Turkish Journal of Veterinary Sciences*, 27: 1043-1047.

- Sharples, J.A. (1969). The representative farm approach to estimation of supply response. *American Journal of Agricultural Economics*, 51(2): 353-361. <https://doi.org/10.2307/1237585>
- Steffens W., Jähnichen H., Fredrich F. (1990). Possibilities of sturgeon culture in Central Europe. *Aquaculture* 89: 101 -122.
- Steffens, W. (1994). Replacing fish meal with poultry by-product meal in diets for rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 124: 27-34.
- Steigenberger, L.W. ve Larkin, P.A. (1974). Feeding activity and rates of digestion of northern squawfish (*Ptychocheilus oregonensis*). *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 31(4): 411-420. <https://doi.org/10.1139/f74-069>
- Smith, R.L., Paul, J.M. ve Paul, A.J. (1989). Gastric evacuation in walleye pollock, *Theragra chalcogramma*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46: 489-493.
- Sokolov, L.I. ve Vasilev, V.P. (1989). *Acipenser baerii* Brandt, 1869 s., 263–284. In: J. Holc̣ík (ed.) *The Freshwater Fishes of Europe*, Vol. 1, Pt. II, General Introduction to Fishes, Acipenseriformes, AULA-Verlag, Wiesbaden
- Sweka, J.A., Keith Cox, M. ve Hartman, K.J. (2004). Gastric evacuation rates of brook trout. *Transactions of the American Fisheries Society*, 133(1): 204–210. <https://doi.org/10.1577/T02-064>.
- TAGEM, (2016). Tarımsal Araştırma Master Planı 2016- 2020. Su Ürünleri İslah ve Yetiştiriciliği. Ankara: TAGEM.
- Talbot, C. ve 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 ss.
- Talbot, C. (1985). Laboratory methods in fish feeding and nutritional studies. In Tyler, P., Calow, P., (Eds.), *Fish Energetics, Beckenham and Sidney*: Croom Helm Ltd., 349 s.
- Temming, A. ve Anderson, N.G. (1992). Modelling gastric evacuation in cod. *International Council for the Exploration of the Sea C.M.1992/G:61*.
- Temming, A. ve Herrmann, J.P. (2003). Gastric evacuation in cod: prey-specific evacuation rates for use in North Sea, Baltic Sea and Barents Sea multi-species models. *Fisheries Research*, 63(1): 21-41. [https://doi.org/10.1016/s0165-7836\(03\)00041-9](https://doi.org/10.1016/s0165-7836(03)00041-9)
- TUIK, (2021). Türkiye Su Ürünleri İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2021-45745>. 25.08.2022.

- Tyler, J.C. (1970). Osteological Aspects of Interrelationships of Surgeon Fish Genera (*Acanthuridae*). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 122: 87–124. <https://doi.org/10.2307/4064651>
- Ulikowski, D., Szczepkowski, M. ve Szczepkowska, B. (2003). Preliminary studies of intensive wels catfish (*Silurus glanis* L.) and Sturgeon (*Acipenser* sp.) pond cultivation. *Archives of Polish Fisheries*, 11 (2): 295-300.
- URL-1: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/02/20180226-15.pdf> (20.08. 2022).
- URL-2: https://arastirma.tarimorman.gov.tr/findik/Belgeler/Sol%20Men%C3%BC/FA%C4%B0M%20Hakk%C4%B1nda/enstitu_gorev_yonergesi_uygulama_klavuzu.pdf (20.08. 2022)
- URL-3: <https://www.fishbase.se/summary/Acipenser-baerii.html> (11.04.2022).
- URL-4: <https://www.fishbase.se/summary/Acipenser-gueldenstaedtii.html> (11.04.2022).
- Ustaoglu, S. ve Okumus, I. (2004). The sturgeons: fragile species need conservation. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 4: 49–57.
- Vajhi, A.J., Zehtabvar, O., Masoudifard, M., Moghim, M. ve Akhtarzade, M. (2013). Digestive system anatomy of the *Acipenser persicus*: new features. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12: 939-946.
- Venero, J.A., Miles, R.D., ve Chapman, F.A. (2015). Food transit time and site of absorption of nutrients in gulf of Mexico sturgeon. *North American Journal of Aquaculture*, 77: 275–280.
- Wetherbee, B.M., Gruber, S.H. ve Ramsey, A.L. (1987). X-radiographic observations of food passage through digestive tracts of lemon sharks. *Transactions of the American Fisheries Society*, 116(5): 763–767. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1987\)116<763:XOOFPT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1987)116<763:XOOFPT>2.0.CO;2)
- White, P. (2013). Environmental consequences of poor feed quality and feed management. On-farm feeding and feed management in aquaculture, *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, 583: 553-564.
- Williot, P., Sabean, L., Gessner, J., Arlati, G., Bronzi, P., Gulgas, T. ve Berni, P. (2001). Sturgeon farming in Western Europe: Recent Development and Perspectives. *Aquatic Living Resources*, 14 (6): 367– 374.
- Wirgin, I.I., Stabile, J.E. ve Waldaman, J. R. (1997), Molecular analysis in the conservation of sturgeons and paddlefish. *Environmental Biology of Fishes*, 48: 385-398.

- Wuertz, S., Gröper, B., Gessner, J., Kruger, T., Luckas, B. ve Kruger, A. (2009), Identification of caviar from increasing global aquaculture production-Dietary capric acid as a labeling tool for CITES implementation in caviar trade. *Aquaculture*, 298: 1-2, 51-56.
- WoRMS Editorial Board (2022). World Register of Marine Species. Available from <https://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2022-03-29. <https://doi.org/10.14284/170>
- Zengin, M., Ustaoglu, S., Dagtekin, M., Gul, M., Can, T. ve Eryildirim, H. (2010). Preliminary study on the status of sturgeon populations (*Acipenser sp.*) in the South Eastern Black Sea Coast (Kızılırmak-Yeşilirmak Basin) in the early 21 st century. Paper presented at the EIFAC Occasional Paper No. 44, SEC/AIFAC/OP44, *FAO Organization of United Nations*, Rome.
- Zheltenkova, M.V. (1964). Sturgeon feeding in southern seas. *Trudy VNIRO*, 54: 9–48.