

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Başak ÇETİNKOL

**FARKLI SICAKLIKLARDA NİL TİLAPİA (*Oreochromis niloticus*)'SI VE
MELEZ (*O.niloticus* ♀ × *O.aureus* ♂) TİLAPİA'LARIN KRİTİK TERMAL
MİNİMUM VE MAKSİMUM DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

ADANA, 2012

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI SICAKLIKLARDA NİL TİLAPİA (*Oreochromis niloticus*)'Sİ VE
MELEZ (*O.niloticus* ♀ × *O.aureus* ♂) TİLAPİA'LARIN KRİTİK TERMAL
MİNİMUM VE MAKSİMUM DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

Başak ÇETİNKOL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

Bu Tez 10/06/2011 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Suat DİKEL
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr.Mahmut YANAR
ÜYE

.....
Yrd.Doç. Dr. Meltem MANAŞIRLI
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Selahattin SERİN
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeler Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: SÜF2011YL9

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI SICAKLIKLARDA NİL TİLAPİA (*OREOCHROMİS NİLOTİCUS*)' SI VE MELEZ(*O.NİLOTİCUS* ♀ × *O.AUREUS* ♂) TİLAPİA'LARIN KRİTİK TERMAL MİNİMUM VE MAKSİMUM DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Başak ÇETİNKOL

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Suat DİKEL

Yıl: 2012, Sayfa:63

Jüri : Prof. Dr. Suat DİKEL

: Prof. Dr. Mahmut YANAR

: Yr.Doç.Dr. Meltem MANAŞARLI

Bu çalışmada Doğu Afrika kökenli tilapia türlerinden nil tilapia'sı (*Oreochromis niloticus*) ve Nil tilapia (*Oreochromis niloticus*) ile Mavi tilapia (*Oreochromis aereus*)'ların hibritlenmesi ile elde edilen melez juvenillerinin üç farklı sıcaklık kombinasyonlarında (24, 28, 32 °C) alt (CTMin) ve üst (CTMax) kritik termal değerleri, alıştırma tepki oranı (ARR) ve termal tolerans poligon alanlarının belirlenebilmesi amacıyla yürütülmüştür. Elde edilen bulgular alıştırma su sıcaklığının etkisinin balıklarda CTMin ve CTMax değerleri üzerine önemli etkilerde bulunduğunu ($P<0.001$), genetik grupların ve genetik grup x sıcaklık parametrenin ortak etkisinin balıklarda önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Denemede kullanılan 0.3°C/dakika soğutma veya ısıtma oranı ile üstte belirtilen sıcaklık ve genetik grupların melezler de CTMin değerlerinin 9.61 ile 11.95°C, CTMax değerlerin ise 39.79 ile 42.67°C'ler arasında; *O.niloticus*'ta CTMin değerlerinin 9.12 ile 11.11, CTMax değerlerin ise 39.77 ile 42.50 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Termal tolerans poligon alan değerleri melezler için 246.181, *O.niloticus*'ta ise 249.117°C² olarak hesaplanmıştır. Alıştırma tepki oranı (ARR) değerleri 24-28°C'ler arasında *O.niloticus* için 0.38-0.23; melezler için 0.39-0.16 ve 28-32°C'ler arasında ise *O.niloticus* için 0.30-0.26; melezler için 0.33-0.42 arasında değişim göstermiştir. Üç farklı alıştırma su sıcaklıklarında (24, 28, 32°C) hesaplanan genel ARR değerlerinin *O.niloticus* için 0.24 ile 0.34 arasında; melezler için 0.31 ile 0.36 arasında olduğu belirlenmiştir. Doğu Afrika kökenli tilapia varyeteminin düşük sıcaklıklara daha hasas, ancak yüksek sıcaklıklara dirençli olduğu görülmüştür. Juvenillerin soğuğa tolerans zonunun *niloticus*'lar için 9.12 ile 11.11°C'ler arasında, melezler için; 9.60 ile 11.94°C'ler arasında, sıcak tolerans zonunun ise 39.77 ile 42.66°C'ler arasında olduğu anlaşılmıştır. Tüm veriler dikkate alındığında, tilapia juvenillerinin derin ve su değişkenliği yüksek olan havuzlarda kış aylarında karşılaşılan düşük su sıcaklıklarında önemli sıkıntılar yaşayacağı, ancak sıg ve su değişkenliği düşük olan ve serin su imkanı bulunmayan bölgelerde, yaz aylarında 35-40°C'yi geçen yüksek su sıcaklıklarında, yaşayabilecekleri öngörülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Melez Tilapia, Kritik termal sıcaklık, Alıştırma tepki oranı, Termal tolerans poligonu, Yetiştiricilik

ABSTRACT

MSc THESIS

**DETERMINATION OF CRITICAL MINIMA AND MAXIMA OF NILE
TILAPIA (*O. niloticus*) AND HYBRID TILAPIA (*O. niloticus* ♀ × *O. aureus* ♂)
IN DIFFERENT TEMPERATURE LEVELS**

Başak ÇETİNKOL

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FISHERIES**

Supervisor : Prof. Dr. Suat DİKEL

Yıl: 2012, Sayfa:63

Jury : Prof. Dr. Suat DİKEL

: Prof. Dr. Mahmut YANAR

: Asst. Prof. Dr. Meltem MANAŞARLI

In this study we aimed to obtain to have the critical thermal valuation, under three different temperature combination; study reaction ratios and to find out thermal polygon areas for the origin of East African species of tilapia called tilapia of Nile (*Oreochromis niloticus*) and blue tilapias (*Oreochromis aereus*) hybridization of hybrid juveniles. The findings of the study has showed us fish studied in temperatured water has been significantly effected for the valuation of CTM and CTMax ($p < 0.001$) and also showed us species has no significant effect relatively for both parameters. The temperature has been used 0.3°C and the results for the hybrids CTM ratios between 9.12 and 11.11 also CTMax ratios are between 39.77 and 42.50. Tolerance of thermal polygon figures are for the hybrids between 246.181 and for the niloticus are 249.117°C². Also study reaction ratios are shows us ; between 24-28 °C for the *O. niloticus* 0.30-0.26 ; also for the hybrids 0.33-0.42. In three different temperature of water (24, 28, 32 °C) the result of study reaction ratio for the *O. niloticus* between 0.24-0.34 and for the hybrids between 0.31-0.36. This study shows that the variety of origin East African tilapias; under low temperatures is more sensitive but under high temperatures is more resistant. The tolerance zone under low temperature of the juveniles for niloticus is between 9.12 and 11.11 and for the hybrids between 9.60 and 11.94. Tolerance zone under high temperature is between 39.77 and 42.66. When considering all these datas juveniles of tilapias ; in the deep pools which under high variability of the water temperature shows us juveniles will have serious problems but with the low variability of water temperatures and warm water possibility reduce the amount of the problems of the juveniles; specially in summer times and temperature around 35-40°C on high temperatures of water projected as less problem when its compared to low temperature of water.

Keywords: Hybrid Tilapia, Critical thermal temperature, Acclimation response ratio, Thermal tolerans polygon, Aquaculture

TEŞEKKÜR

Tezime başladığım andan itibaren desteğini, ilgisini ve bilgisini esirgemeyen danışman hocam Prof.Dr. Suat DİKEL'e, bana katkılarından dolayı Prof.Dr. Tufan EROLDOĐAN'a, Prof.Dr.Metin KUMLU'ya istatistiksel analizlerin yapımı ve yorumlanmasında yardımcı olan Arř. Gör. Serhat Türkmen'e, deneme boyunca yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Gülay GÖK'e, Çiđdem DİKEL'e, Mehmet GÖKÇİN'e, Eslem KADAK'a, Arř. Gör. Sevkan ÖZÜTOK'a, Arř. Gör. Asuman YILMAZ'a, Arř. Gör. İsmet Saygu'ya, tezimin yazım aşamasında bilgisini ve desteğini esirgemen arkadaşım Nafiye DÜLGER'e ve Tatlı su İşletmesi alışanları Ali ÖZDEŐ ve Ahmet KUZUGÜDENLİ'ye teőekkürlerimi bir borç bilirim.

Büyük fedakârlıkla her zaman sevgi, ilgi, destek ve yardımlarıyla hep yanımda olan aileme gönülden teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR	X
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	11
3. MATERYAL VE METOT	27
3.1. Materyal	27
3.2. Deneme Dizaynı ve Yöntemi	27
3.3. Çevresel Faktörler	30
3.4. CTMin ve CTMax Denemeleri	30
3.5. İstatistik Hesaplamaları	31
4. BULGULAR	33
4.1. Çevresel Parametreler	33
4.2. Ağırlık Olarak Büyüme	33
4.2.1. Yem Değerlendirme Oranı	35
4.2.2. Spesifik Büyüme Oranı	36
4.2.3. Ortalama Sıcaklık	37
4.2.4. Termal Büyüme Katsayısı	38
4.2.5. Ağırlık Kazancı	38
4.2.6. Yem Tüketimi	39
4.2.7. Protein Tüketimi	41
4.3. Termal Tolerans	42

5. TARTIŞMA	47
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	63

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Denemede Kullanılan Ticari Alabalık Yeminin Besin İçeriği	29
Çizelge 3.2. Alıştırma tanklarında 33 gün süreyle Nil tilapia ve Melez tilapialar farklı sıcaklık kombinasyonlarına alıştırılan balıklardan oluşan deneme gruplarındaki her bir tankt stoklanan balık sayısı.....	30
Çizelge 4.1. İki farklı tür (<i>O.niloticus</i> ve <i>O.niloticus x O.aureus</i>) ve sıcaklık (24, 28, 32°C) koşullarına alıştırılan tilapia türleri'nde alıştırma döneminin parametrik değerleri	34
Çizelge 4.2. İki farklı tür (<i>O.niloticus</i> ve <i>O.niloticus x O.aureus</i>) ve sıcaklık (24, 28, 32°C) koşullarına alıştırılan tilapia türleri'nde alıştırma döneminin parametrik değerleri	40
Çizelge 4.3 Deneme süresince farklı tür (<i>O.niloticus</i> ve <i>O.niloticus x O.aureus</i>) ve sıcaklık(24, 28, 32°C) kombinasyonlarında yetiştirilen tilapia bireylerinde CTMin ve CTMax değerleri	44
Çizelge 4.4. Üç farklı sıcaklık(24, 28, 32°C) gruplarına alıştırılan iki farklı türün alıştırma tepkime oranı	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Denemde kullanılan <i>O.niloticus</i> ve Melezler.....	27
Şekil 3.2 Deneysel Amaçlı Hazırlana 250 l'lik Tanklar	29
Şekil 4.1. Tüm Gruplardaki Final Ağırlıkları.....	35
Şekil 4.2. Tüm Gruplardaki Yem Değerlendirme Oranı.....	36
Şekil 4.3. Tüm Gruplardaki Spesifik Büyüme Oranı.....	37
Şekil 4.4. Tüm Gruplardaki Ortalama Sıcaklık.....	37
Şekil 4.5. Tüm Gruplardaki Termal Büyüme Katsayısı.....	38
Şekil 4.6. Tüm Gruplardaki Ağırlık Kazancı.....	39
Şekil 4.7. Tüm Gruplardaki Yem Tüketimi	41
Şekil 4.8. Tüm Gruplardaki Protein Tüketimi	42
Şekil 4.10. Farklı sıcaklık koşullarında (24, 28, 32°C) <i>O.niloticus</i> ve(<i>O.niloticus</i> x <i>O.aerus</i>) melezleri için hesaplanan (her grup için ayrı ayrı) termal tolerans poligon şekilleri	46

SİMGELER VE KISALTMALAR

m ²	: Metrekare
m ³	: Metreküp
mm	: Milimetre
⁰ C	: Santigrat Derece
%	: Yüzde
Kg	: Kilogram
g	: Gram
l	: Litre
mg/kg	: Miligram/Kilogram
cm	: Santimetre
min	: Minimum
max	: Maximum
%	: Yüzde
A.Ş	: Anonim Şirketi
SPSS	: Sosyal Bilimler İçin İstatistiksel Paket Program (Statistical Package For The Social Sciences)
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
USD	: Amerikan Doları
ARR	: Alıştırma Tepkime Oranı
CTMin	: Kritik Termal Minimum
CTMax	: Kritik Termal Maximum
SD	: Standart Sapma

1. GİRİŞ

Beslenme ve özellikle dengeli beslenmenin bilincinde olan milletler, hayvansal protein kaynaklarını daha da zenginleştirerek deniz ve iç sulardan optimal düzeyde yararlanmanın yollarını artırmak için yatırım yapmaktadırlar (Cirik ve Cirik, 1999).

Ülkemiz 178.000 km uzunluğunda 36 adet akarsu, yaklaşık 900 km² alanda 200'den fazla doğal göl, 15500 hektar alanında 1000 adet gölet, 227.621 hektar alanında 142 baraj gölü ve üç tarafı denizlerle çevrili oluşuyla, geniş iç su kaynakları olan, su ürünleri açısından şanslı bir ülkedir (Cirik ve Cirik, 1999).

Günümüzde ülkemiz su kaynaklarının değerlendirilmesi ve modern tarıma yönelmesi amacıyla balıkçılık çalışmaları yapılmaktadır (Foyrap, 1992). Hızla artmakta olan dünya nüfusunun beslenmesinde yetersiz kalmaya başlayan karasal tarım ürünlerinin dışında güvenilir ve en zengin besin kaynağını su ürünleri oluşturmaktadır. Ekilebilir tarım alanlarının sınırlı olması, insanları tarım alanları dışında yeni besin arayışına sokmuştur. Yeni besin kaynakları arasında en önemli alternatifi deniz ve iç sulardaki su ürünleri oluşturmaktadır (Şen ve Toprak, 1995).

Nile tilapia üretimi 2010 yılında 2.5 milyon tona ulaşmıştır (FAO, 2010). Tilapia üretimi yapan diğer başlıca ülkelerdeki üretim ise; Mısır'da 290,000 ton, Endonezyada 206,000 ton, Filipin'de 241,000 ton, Tayland'da 180,000 ton ve Brezilya'da 100,000 ton üretim yapılmıştır (FAO GLOBEFISH, 2010). Projeler göstermektedir ki önümüzdeki yıllarda Brezilya'nın tilapia üretimi Çine yaklaşacaktır (FAO GLOBEFISH, 2010). Tilapia 2002 yılında ilk kez Amerika'nın en iyi 10 deniz ürünleri listesinde yer aldı ve 2008 yılında karides, ton balığı, somon ve kömür balığından sonra en sevilen 5. ürün olmuştur (NFI, 2010).

Tilapia *Cichlidae* familyasına mensup herbivor ve omnivor türleri olan Afrika'nın yerli balıklarıdır. Bununla beraber son 40-50 yıldır tropikal ve subtropikal ülkelerin büyük bir kısmında yetiştiriciliği yapılmaktadır. Üretimde Çin başta olmak üzere, Tayvan, Endonezya, Filipinler ve İsrail büyük paya sahiptir (Anonim, 1992). Yaklaşık 77 türü bulunan Tilapia'nın 22 türünün yetiştiriciliği yapılmaktadır. Mires (1995)'e göre Tilapialar genel olarak çok geniş su sıcaklık aralığında yaşayabilen,

tuzluluğa oldukça dayanıklı olan, tatlı, acı ve deniz suyunda yetiştiriciliği mümkün olan bir balık türüdür. Tilapia çevresel şartlara geniş tolerans gösterebildiği gibi tarıma dayalı sanayi yan ürünlerini de değerlendirebilen bir türdür (Litti ve ark, 2002).

Tilapia türleri Türkiye sularında doğal olarak bulunmamaktadır. İlk kez 1975 yılında D.S.İ Adana 6. Bölge Müdürlüğü tarafından Suriye'den *T. zilli* ve *T. nilotica* getirilmiştir. Bu türler üzerine Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından adaptasyon çalışmaları yapılmış ve büyük ölçüde başarı sağlanmıştır. Ülkemizde araştırma materyali olarak yetiştiriciliği yapılan türlerden biri olan tilapia (*Oreochromis niloticus*), dünyada yaygın olarak kültürü yapılan balıklar arasında ikinci sıradadır (Dikel,2009).

Bu çalışmada balık materyali olarak kullanılan *Oreochromis niloticus* 9-11°C ye kadar düşük sıcaklıklarda ve 42°C'ye kadar yüksek sıcaklıkta yaşamlarını sürdürebilmektedir (Hensley ve Courtenay, 1980).

Çaprazlama yaparak elde ettiğimiz melezlerden *Oreochromis aureus*'un en düşük 8-13°C'ye kadar yaşayabildiği, en yüksek 30-40°C'ye kadar yaşayabildiği bilinmektedir (Hensley and Courtenay 1980). Ancak her iki türünde optimal su sıcaklık istekleri 22-29°C aralığındadır (Mires, 1995).

Tilapia üretimi, 1990'da 830.000 ton iken, 1999 yılında ikiye katlanarak 1.600.000 tonu bulmuş ve 2010 yılında ise 2.500.000 tona ulaşacağı tahmin edilmiş, fakat 2005 yılında bu üretim miktarına ulaşmıştır. 2010 yılında ise 3.500.000 tona ulaşmıştır (Josupeit, 2007). 1990'lı yılların başında avcılıkla elde edilen üretim miktarı, yetiştiricilikle elde edilen üretim miktarına eşitken günümüzde bu rakam yetiştiricilik lehine 4 veya 5 kat artmıştır. Dünya çapında en önemli tilapia üreticisi olan Çin'in 2005 yılında üretimi 1.000.000 tondur. İkinci sırada yer alan Mısır'ın üretimi ise 300.000 tondur (Josupeit, 2007). Çin'in tilapia ihracatı 2004 yılında 90.356 ton iken 2006 yılında artarak 181.831 tona, değer olarak ise 400 milyon dolara ulaşmıştır. Bunun da 104.668 tonunu (%57,56) A.B.D.'ye ihraç etmektedir (Anonim, 2007b). Özellikle A.B.D. 'deki gelişen pazar ve ithalat isteği doğal olarak Çin'in dışındaki üreticileri de harekete geçirmiştir. Günümüzde farklı kıtalarda iklimi müsait birçok ülkede sadece A.B.D. için üretim yapan firmalar ve kuruluşlar ortaya

çıkmıştır. Bunların başında; Afrika'da Tanzanya, Uzak Doğu'da Tayvan, Orta Amerika'da Kostarika ve Honduras, Güney Amerika'da Venezüella ve Ekvator'daki işletmeler gelmektedir. 2000'li yılların başında A.B.D.'de büyük restoran zincirlerinin beyaz et ve balık et'i için tilapia'yı tercih etmesiyle dünya piyasasında dış satımı yapılan tilapia üretiminin önemli bir bölümünü (%88) sadece A.B.D talep etmiştir (Vannuccini, 2001). Amerika'nın 1999 yılında ithal ettiği tilapia miktarı 37.600 ton iken, 2004 yılında bu miktar artarak 112.900 tona, 2006 yılında ise 158.300 tona yükselmiştir. Değer olarak ise 1997 'de A.B.D'nin tilapia ithalatı 49.5 milyon dolarken 2006 yılında 483 milyon dolara çıkmıştır (Anonim, 2007b).

Tilapia ithalat ve ihracat trendleri 2011'in ilk çeyreğinde uluslararası ve yerel marketlerin birçoğunda pozitif bir ilerleme göstermiştir. Son yıllarda tilapia'nın ihracatındaki değeri bir milyon doları geçmiştir. Şu anda Malezya ve Fana projesi ile yaklaşık 500 çiftlik kurulmuş ve Malezya'da 10 proje ile bu rakam 1000'i bulmuştur. 2009 yılında Japonya'daki deprem ile birlikte tilapia fiyatları kg başına 0.55 USD'den kg 1.4 USD'ye yükseldiği rapor edilmiştir. Tayvanlar için Amerika, Avrupa Birliği, Kore Cumhuriyeti, Japonya ve Ortadoğu büyük market payını oluşturmaktadır. Geçtiğimiz yıl, Tayvan PC, Amerika marketi için artan bir kaynak olmuştur. Önemli bir gıda üreticisi olan Grobest, Tayland merkezli, Tayland'ın yan kuruluşu Amerika marketi için organik tilapia sağlayan bir hat olmuştur ve hala gelişimi devam etmektedir. Grobest şu an Amerika marketi için başlıca bir kaynaktır. Çin, dünya çapında tilapia üretiminin 3 milyon tonunu, yani yaklaşık %50'sini üretmektedir. 2011 yılının ilk üç ayında toplam tilapia ithalatının %22 oranında güçlenmiştir ve 2010 yılında benzer bir periyod da 72.004 tona ulaşmıştır bu da Amerika marketlerinin yaklaşık %50 ithalatını kapsamaktadır. Aynı anda Çin'den Kosta Rica'ya tilapia ithalatının yükselmesi sonucu ikisi arasında serbest ticaret antlaşması yapılmıştır. Amerika'daki deniz ürünleri popüleritesi içinde tilapia ilk beşin içerisinde yer almaktadır ve toplam ithalat 2011 yılının çeyreğinde %5,8 büyüme göstermiştir ve 51.329 tona ulaşmıştır. Tilapia ithalatının yaklaşık %72'sine dondurulmuş fileto hâkim olup, bunu Çin'in Tayvan Eyaleti, Endonezya ve Ekvator takip etmektedir. Latin Amerika ülkelerine başlıca üreticiler Kosta Rica, Honduras, Ekvator ile taze tilapia filetosu ile geniş kaynak sağlayarak katkıda bulunmaktadır.

Ekvator önceki yıl ile karşılaştırıldığında 2010 yılında %15 daha az ihraç etmiştir. Honduras ancak 2009 yılındaki benzer süreçten %5 daha fazla 4,8 milyon dolar değerinde tilapia vermiştir. Tilapia için Avrupa pazarında 2010 Ocak ayından Ağustos ayına kadar küçük değişimler olmuştur, toplam 12.235 ton tilapia'nın Avrupa ithalatının yaklaşık %90'ı Çin den gelmiştir. İspanya yaklaşık 2.100 ton dondurulmuş tilapia filetosu ithal etmiştir. İlk kez İngiltere genelinde bölgesel tilapia çiftlikleri kurulmuştur, Lincolnshire ve Yorkshire çiftliklerinde üretilmiştir. Balık İngiltere genelinde TESCO mağazalarında tanıtılmış ve balık pazarlarında mevcut M&J Deniz Ürünleri gibi kuruluşlar tarafından kullanılmıştır. 2010 yılının üçüncü çeyreğinde, İngiltere'de ki ithal edilen dondurulmuş tilapia filetosu 332 tondur. Birleşik Avrupa da ise 2010 yılındaki taze ve dondurulmuş Tatlısu filetosu (yayın balığı, tilapia ve Nil levreği) 286.893 tondur. Pazar payının %73'ünü yayın balığı, %11'ini Nil balığı, %7'sini tilapia oluşturmuştur. Avrupa'ya tilapia filetolarının ithalatı 5.333 tondur. Endonezya'da ithalatın düşmesi ile birlikte ikinci büyük ihracatı %80 kadar gelişen Vietnam'dan ithal etmiştir. Toplam Avrupa ithalatının büyük bir kısmını Polonya almıştır, 2010 yılındaki benzer düşüşlere karşın 1.900 tonu Çin'den karşılamıştır. 2011 yılının ilk çeyreğinde daha çok Hollanda, İspanya ve Almanya tilapia ithalatında yer almıştır (FAO, 2011).

Kültür balıklarında üretimde verimliliğin artırılmasına çalışılırken bir yandan da üretilen ürünün kalitesinin artırılması konusu gündeme gelmiştir. Bunun sonucunda sadece birim alandan değil birim canlıdan da yüksek ve kaliteli ürün alınmaya çalışılmıştır. Tilapiaların dünya pazarındaki yerinin artmasıyla birlikte tüketicilerinin pazar istekleri de bu ölçüde artmıştır. Artan bu isteklerin karşılanması amacıyla daha kısa sürede pazara ulaşan, daha az yemle daha fazla canlı ağırlık kazanan melez bireylerin yetiştiriciliği yapılmaya başlanmıştır (Roderick, 1997). Tilapialarda melez bireylerin saf bireylere karşı sahip oldukları en önemli üstünlükleri yemden yararlanma yeteneklerinin yüksek olmasıdır. Bu nedenle konu ile ilgilenen birçok ülkede birçok melezleme modeli geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Bunlara örnek olarak Tayvan Kırmızı Tilapiası (*Oreochromis niloticus* X *Oreochromis mossambicus*) Florida Kırmızı Tilapiası (*O. hornorum* X *O. aureus* F1'leri X *O. mosambicus*) ve Filipin Kırmızı Tilapiası (*O. hornorum* X

O. mossambicus) verilebilir (Mironova, 1976). Melez bireylerin çoğunluğunun ya da tamamının erkek olması da melez bireylere dayalı yetiştiriciliği cazip kılmaktadır. Zira *Cichlidae* familyasına ait türlerde erkek bireylerin dişilere göre %30'a varan oranlarda daha yüksek canlı ağırlık kazanabildikleri bildirilmektedir (Puriginin ve ark., 1975). Bu nedenle tilapia yetiştiriciliğinde tek cinsiyete dayalı yetiştiricilik yapılırken erkek bireyler tercih edilmektedir. Tek cinsiyet (monoseks) üretimin uygulanmasında erkek birey elde etmek için genellikle şu üç metod kullanılır. (a) Erkek ve dişi yavruların genital papillalarındaki farklılıktan yararlanılarak ayırım, (b) hormon kullanarak cinsiyetin saptırılması ve (c) %100 erkek melez birey verecek iki türün kullanılması (Guerrero, 1974). Tilapiaların çok erken çağlarda cinsiyetlerini ayırt etmek hatalı sonuç vermekle birlikte oldukça zor bir uygulamadır (Hulata ve ark., 1982). Bu nedenle erkek ve dişilerin ayırımı yerine sadece erkek birey elde etmenin yolları araştırılmıştır. Bunlardan en çok kullanılanları hormon ile cinsiyet saptırma ve melezlemedir (Balarin ve Haller, 1982). Bu iki metodun birbirine karşı üstünlükleri tartışılmaktadır. Birçok araştırmacı hormon kullanımının avantajlarını savunurken, bazı araştırmacılar melez bireylerin üstün performansının yetiştiricilikte çok avantajlı sonuçlara ulaşabildiğini bildirmişlerdir (Turner, 1984).

Çeşitli biyotik ve abiyotik faktörlerden etkilenen büyüme oranı, ticari balık yetiştiriciliğinin ekonomik açıdan faydalılığını belirlemedeki en önemli parametrelerden biridir. Sıcaklık; besin alımı, metabolizma ve beslenme etkinliği gibi tüm fizyolojik süreçlere bağlı olarak balığın büyümesini doğrudan etkileyen ana faktörlerden biridir. Bundan dolayı da yetiştiricilik sistemlerinin etkin yönetiminde balıklardan hızlı büyüme elde edebilmek için uygun sıcaklıkların bilinmesi çok önemlidir (Dalvi ve ark., 2009).

Ayrıca su sıcaklığı ovaryum gelişiminden yumurta oluşumuna, bağışıklık sisteminin çalışmasına ve canlı ağırlık kazanımına kadar birçok önemli faaliyeti düzenleyici rol oynamaktadır. Yumurta gelişimi için belirlenen en uygun sıcaklık dizini yavru yetiştiriciliğinde başarıya ulaşmanın neredeyse ilk basamaklarını oluşturur. Optimal su sıcaklığının belirlenmesi ile balığın canlı ağırlık kazancının izlenmesi yemleme protokollerinin hazırlanmasında göz önünde bulundurulmuş en

önemli kavramlar arasındadır. Termal etkinin yanı sıra besin alımı ve sindirim fizyolojisi balık yetiştiriciliğinin en ilgi çekici konulardandır(Dikel, 2009a).

Bir poikiloterm (soğuk kanlı) organizmanın ısı düzenleme davranışı tepkisinin bilgisi fizyolojik süreçlerin daha etkin olduğu yerlerde optimal termal aralığı yapılandırmak için kullanılır ve türlerin sürdürülmesi ve korunması için uygun ortamların ve ekolojik açıdan sağlıklı akvakültür uygulamalarının seçimine olanak tanır (Mendez ve ark., 2010).Tüm biyokimyasal prosesler sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklıkta oluşacak her 10°C lik bir artış türe ve türün habitatına bağlı olmak şartıyla biyokimyasal proses oranını ikiye katlamaktadır. Sıcaklık ve tipik bir biyokimyasal proses de oksijen tüketimidir. (1) Oksijen tüketimi; sıcaklığın maksimum noktasına kadar artış gösterir, (2) Oksijen tüketim oranının en üst noktasında kısa bir sıcaklık aralığı vardır, (3) Oksijen tüketimi sıcaklık artışı devamında orantılı bir hızla azalır ve (4) lethal (öldürücü) bir sıcaklık noktasında son bulur(Dikel, 2009a).

Doğal ortamlarda yetiştiricilik uygulamalarının yanı sıra tam kontrollü yetiştiricilik de kontrol noktasında en çok önemsenen unsurların başında su sıcaklığının geldiği bilinmektedir. Doğal olarak kültüre alınan canlının optimal sıcaklık gereksinimlerinin sağlanması ve metabolizmasının hızlı çalışması sağlanarak en kısa zamanda en az kayıpla en yüksek verim elde edilmeye çalışılmaktadır(Dikel, 2009a).

Yetiştiricilikte sıcaklığın öneminin anlaşılmasının ardından kontrolü gündeme gelmiştir. Geçmişten günümüze yetiştiricilik sistemlerinin gelişmesine paralel sıcaklığın manüplasyonu da değişerek ve gelişerek günümüze ulaşmıştır. Yoğun olmayan sistemlerden yarı yoğun ve yoğun olan yetiştiricilik modellerinde farklı şekillerde metotlar uygulanmıştır. Özellikle soğuk iklim balık yetiştiriciliğinde su sıcaklığının artması önemli sorunlara ve sonucunda da kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenle su sıcaklığının artmaması ve suyun oksijen içeriğinin düşmemesi için ilk olarak mevcut “akıntı hızının” yüksek tutulması ilk önlemlerden biri olarak göze çarpmıştır. Yine benzer bir durum sıcak ve ılıman iklim balıklarının yetiştirildiği uygulamalarda su sıcaklığının yükseltilmesi için bu kez su akış hızını azaltıp, güneşten yararlanarak su sıcaklığını artırmaya çalışılmıştır. Ardından güneş ışığından mekanik olarak yararlanma ve daha kontrollü şartlarda üretim olanağı yaratmak için “güneş enerjisi” tesisatlarının kullanımı başlamıştır. Ardından daha

yoğun ünitelerde daha modern yetiştiricilik uygulamalarında “Eşanjör” lerin kullanılması söz konusu olmuştur. Bu tip ısı değişim araçları ile hem soğutma hem de ısıtma olanağı yaratarak kesintisiz ve sabit bir su sıcaklığı (ya da istenildiği ölçüde değişikliğe olanak veren) olanağı yaratılmıştır. Böylece, aynı anda aynı işletmelerde farklı boy ve hatta farklı türlere farklı su sıcaklığı olanağı sağlanmış olmaktadır (Dikel, 2009a).

Yetiştiricilik konusunda bir örnek de tatlısu balıklarını vermek gerekirse tilapia yetiştiriciliğinde su sıcaklığı çok önemli düzeyde kısıtlayıcı özelliğe sahiptir. Su sıcaklığının 12-13°C limitlerinin altına inmesiyle tilapia'nın sağlığı ciddi tehdit altına girmiş olmaktadır. Normal şartlarda 27°C civarında optimum büyüme olanağına sahip olan tilapia bu sıcaklığın altına inildikçe büyüme şansını yitirmektedir. Bunun yanı sıra 30°C'nin üzerine çıktıkça da yine büyüme oranında önemli düzeyde azalma gözlenmektedir. Su sıcaklığının önemini vurgulamak için Çukurova koşullarında tilapia yetiştirme çabalarını incelemek oldukça çarpıcı sonuçları da gözler önüne sermektedir. Su sıcaklığının 23–24°C'nin üzerine çıktığı Mayıs-Haziran aylarında havuzlara stoklanan sıfır yaşlı tilapia yavruları su sıcaklığının 18°C'nin altına inme eğilimi gösterdiği Ekim-Kasım aylarına kadar yetiştirilmek ve pazar boyu olan 250g canlı ağırlığa ulaştırılmak durumundadır. Ancak ne var ki yaklaşık 30 yıldır yetiştiricilik çalışmaları göstermiştir ki Çukurova koşullarında havuzlarda endüstriyel ölçeklerde tilipianın bu kısa sürede bu su sıcaklıklarında Pazar boyuna ulaşması mümkün değildir (Dikel, 2009a).

Bölgesel ve küresel termal değişikliklere neden olan iklimsel değişimler bir türün yaşam alanını (habitatını), fizyolojisini, dağılımını, üreme sürecini, büyümesini, hayatta kalabilmesini, termal toleransını ve direncini etkiler (Mendez ve ark., 2010). Doğada balıklar sıklıkla termal değişikliklere maruz kalırlar ve bu durumu biyokimyasal ve nöro endokrin mekanizmaları ve davranışlarıyla dengelerler (Mendez ve ark., 2010). Bazı araştırmalar balıkların fizyolojik faaliyetlerinin optimal düzeyde işlev göstermesini sağlayan uygun termal ısı aralığının önemini göstermiştir.

Balıkların termoregülasyon (ısı düzenleme) davranışlarını araştırarak fizyolojik gereksinimlere göre en uygun su ısısını belirlemek mümkündür. Su organizmalarının termoregülasyon davranışı kendi termal sınırlarının neden olduğu ısı değişikliklerine verilen spontan tepkiler ve lokomotif fonksiyon üzerindeki fizyolojik telafinin tek ifadesidir; balıklar kendi uyumluluk ve tolerans alanlarını

(zonlarını) ararlar. Bu zonlar (uyumlu yaşayabileceği alanlar)en düşük ve yüksek sıcaklık limitleri, ölümcül ısı sınırı (LILT) ve üst (incipient) başlangıç ısısı (tolerans) (UILT) ile sınırlıdır, en son bahsi geçen zon (zon:uyum ve tolerans) nihayi üst başlangıç ölümcül ısısının (UUILT) nerede olduğuna bağlıdır (Brett 1979). Termal uyumluluk bölgesinde(zonunda) maksimum büyümenin gerçekleşebileceği organizmanın final preferendumu (FP) bulunur(Mendez ve ark., 2010).

Aynı zamanda, sıcaklık su canlılarının yaşama ve büyüme oranları üzerine etkide bulunan en önemli çevresel parametrelerdendir. Bu faktörlerin canlılar üzerindeki etkilerinin farklı ve çok karmaşık olabileceği ifade edilmektedir. Geleneksel olarak, balıklarda alt ve üst kritik sıcaklık tolerans değerlerinin farklı yaklaşımlarla belirlenebilmesi mümkündür. Bunlardan birisi de; standart metotlardan birisi olan kritik termal metodoloji (CTM) olarak bilinen yöntemdir (Cowles ve Bogert, 1944). Bu yöntemde alt sıcaklık tolerans değeri (kritik termal minimum; CTMin) ve üst sıcaklık tolerans değeri (kritik termal maksimum; CTMax), balıkların sürekli olarak belli oranlarda azalan veya artan sıcaklıklara maruz bırakılarak dengelerini yitirdikleri ve ölmek üzere oldukları sıcaklık değerleridir. Bu kritik derece balıkların dengelerini yitirdikleri, hareket etmeyi ve dokunulduklarında tepki vermeyi bıraktıkları sıcaklık değerlerinin aritmetik ortalaması olarak bilinir (Beitinger ve ark., 2000). Alıştırma tepki oranı (ARR) balıkların farklı termal rejimlere alıştıırılma yeteneklerini gösteren bir indeks değeridir (Claussen, 1977). Herrera ve ark. (1998), Diaz ve ark. (2002), Re ve ark. (2005) soğuk ve ılıman sularda yaşayan türlerin, tropik ve yarı-tropik sularda bulunan türlere kıyasla, daha düşük ARR değerlerine sahip olduklarını ve bu değerlerin farklı coğrafik bölgelerden etkilendiğini bildirmektedirler. Balıklarda sıcaklık toleransı türden türe, alıştıırma su sıcaklığına ve süresine, (Das ve ark., 2004; Manush ve ark., 2004; Diaz ve ark., 2007) bağlı olarak değişebilmektedir. Bir türün termal tolerans yeteneği, alt-üst kritik sıcaklık değerlerinin bu değerlerin nasıl etkilendiğinin bilinmesi, ilgili türün farklı termal rejimlere adapte olabilme yeteneğinin anlaşılabilmesine olanak verecektir (Herrera ve ark., 1998). Termal tolerans poligonları balıkların ekolojisi ve yayılış alanları hakkında ve ilgili türlerin sıcaklık ile ilgili yaşam stratejilerinin anlaşılabilmesinde önemli ipuçları verebilmektedir (Bennett ve Beitinger, 1997). Eme ve Bennett (2009)

hesaplanan poligon alanlarının ($^{\circ}\text{C}^2$ olarak) türlerin karşılaştırmalı sıcaklık toleransları hakkında yararlı ve kullanışlı indeksler verebildiklerini belirtmektedir.

Yarı-tropik iklim kuşağında her hangi bir türün yetiştiriciliği yapılmadan önce mutlaka o türün optimal büyüme su sıcaklık değerleri yanında, CTMin ve CTMax değerlerinin de mutlaka belirlenmiş olması gereklidir. Bu bilgi, özellikle, kontrollü koşullarda su canlılarının daha hızlı büyütülebilmesi veya olağandışı çevresel koşullarda bazı önlemler alınmasına imkân verecektir. Her balık türünün canlı kalması ve büyümesi için o türe özgü bir termal tolerans dizinine sahip olduğu bilinir. Genellikle maksimum yem alımı büyüme için belirtilen optimal su sıcaklığının birkaç derece üzerinde meydana gelir. (Brett and Groves 1979; Jobling 1994). Optimum sıcaklıklarda maksimal büyüme elde edilirken, sıcaklık artışı ile besin alımı da maksimuma doğru artar ve daha sonra termal üst sınıra gidildikçe bu artışta bir azalma görülür (Jobling 1997). Metabolizma hızı sıcaklığın artması ile üstel olarak artış gösterir ve verilen herhangi bir sıcaklık değerinde yem alımı ve metabolik oran arasındaki fark, büyüme için kullanılacak enerjiyi belirler (Brett and Groves, 1979; Jobling, 1994). Bir başka deyişle sıcaklık; alınan besinin büyümeye çevrilmesindeki yeterliliği maksimize edebilmek için çok önemlidir (Jobling, 1994; Carter ve ark., 2001).

Dolayısıyla tilapia'nın (*O.niloticus* ve *O.niloticus x O.aureus*) sadece optimal su sıcaklık değerinin değil de, mutlaka CTMin ve CTMax değerlerinin de bilinmesi gerekmektedir. Oysa literatür de yapılan incelemelerde, bu balık türünün tolere edebildikleri alt ve üst sıcaklık değerlerinin henüz araştırılmadığı anlaşılmıştır. Ayrıca, Dünya'nın farklı coğrafik bölgelerinde olan su canlılarının çevresel faktörlere toleranslarının farklı olabileceği, dolayısıyla ülkemiz sıcak sularına adapte olmuş olan tilapia stokunun alt, üst ve optimal sıcaklık isteklerinin de farklı olabileceği düşünülmektedir (Imsland ve ark., 2004). Potansiyel olarak kontrollü yetiştiricilik sistemlerinin gündem kazandığı şu günlerde özellikle ekolojimize yabancı olarak üretimine uzun yıllardır ticari boyutta izin verilmeyen tilapianın kontrollü şartlarda sıcaklığa karşı göstereceği alt ve üst limitlerin belirlenmesinin gelecek açısından önemli bir eksikliği gidereceği açıktır.

Bu tezde; ülkemizde yetiştiriciliği yaygınlaştırılmaya çalışılan tatlı su balıklarından birisi olan tilapia türlerinin (*O.niloticus* ve *O.aureus*) özellikle soğuk kış ve sıcak yaz dönemlerinde tolere edebilecekleri alt (CTMin) ve üst sıcaklık (CTMax) değerlerinin farklı sıcaklık (24, 28, 32°C) koşullarında belirlenmesi ve ayrıca bu sıcaklık kombinasyonlarında ARR ve termal tolerans poligonlarının hesaplanabilmesi amaçlanmıştır. Bu tez ile elde edilecek olan veriler tilapia'nın karasal havuz sistemlerinde kontrollü olarak yetiştiriciliği yapılırken özellikle gereksinim duyulacak olan önemli bilgilerdir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Currie ve ark. (1998), tatlı sularda yaşayan *Micropterus salmoides* (iri ağızlı siyah levrek), *Ictalurus punctatus* (kanal kedibalığı) ve *Oncorhynchus mykiss* (gökkuşağı alabalığı) türlerinde yapmış oldukları çalışmada üç farklı sıcaklıkta kritik üst (CTMax) ve alt (CTMin) sıcaklık değerlerini belirlemişlerdir. Yaptıkları çalışmada kanal kedi balığını ve iri ağızlı siyah levreği 20, 25 ve 30°C sıcaklıklara alıştırmışlar ve kanal kedi balığının CTMax değerlerini sırasıyla 36.4, 38.7 ve 40.3°C, CTMin değerlerini ise sırasıyla 2.7, 6.5 ve 9.8°C; iri ağızlı siyah levreğin CTMax değerlerini sırasıyla 35.4, 36.7 ve 38.5°C, CTMin değerlerini de sırasıyla 3.2, 7.3 ve 10.7°C olarak bulmuşlardır. Üç farklı sıcaklığa (10, 15 ve 20°C) alıştıran gökkuşağı alabalığında CTMax değerlerini sırasıyla 28, 29.1 ve 29.8°C, CTMin değerlerini ise sırasıyla 0.0, 0.2 ve 2.0°C olarak belirlemişlerdir.

Fernando ve ark. (1998), denizlerde yaşayan *Macrobrochium rosenbergii* juvenileri ve postlarvaları ile yaptıkları çalışmada beş farklı sıcaklıkta (20, 23, 26, 29 ve $\pm 32^{\circ}\text{C}$) kritik üst (CTMax) ve alt (CTMin) sıcaklık değerleri belirlemişlerdir. Post larvalarının ağırlığı 0.08 ve 0.2 g, juvenilerin ise 0.6 ile 1.7 g olan *Macrobrochium rosenbergii* dört hafta boyunca sıcaklıklara günde 2°C artırılarak ve azaltılarak alıştırmışlardır. Her iki evredeki bireylerin CTMin ve CTMax değerlerini belirlemek için 300 adet balık stoklamışlardır. Alıştırma süreci tamamlandıktan sonra Nelson ve Hooper (1982) 'in metoduna göre sıcaklıkları 1°C artırılıp, azaltılarak dezaryontasyon (çevreye tepki vermedikleri ana kadar olan süreç) olana kadar uygulamışlardır ve kritik değerleri not edilmiştir. Postlarvaların herbir alıştırmaya sıcaklığı için CTMax ve CTMin değerleri sırasıyla 37.3, 38.3, 39.0, 41.0, 41.6 ve 10.0, 11.0, 13.0, 14.8, 16.8; juveniler için 36.5, 38.4, 39.4, 41.5, 42.0 ve 10.5, 11.3, 13.3, 14.6, 16.4 bulmuşlardır. Karideslerin postlarva ve juvenileri arasında CTMax ve CTMin değerleri arasında önemli bir fark gözlemlenmemişlerdir. Postlarvaları için CTMax ve CTMin değerlerinin sınırlarına bağlı olarak termal tolerans poligon alanı 821.2°C^2 , juveniler için 816.9°C^2 olarak hesaplamışlardır ve yüksek sıcaklık aralığını tolere edebildiklerini gözlemlenmişlerdir. Bu bulgulara göre bu türün

yetiştiriciliği 16°C (CTMin) ve 42°C daha az sıcaklıklarda yapılmaması gerektiğini ortaya çıkarmışlardır.

Beitinger ve ark. (2000), tatlısuda yaşayan *Cyprinodon variegatus* için yaptıkları bir çalışmada alt ve üst sıcaklık toleransını üç farklı alıştırma sıcaklığında (5, 21 ve 38°C) belirlemişlerdir. Bu sıcaklıklara alıştırılan balıklarda CTMax değerleri sırasıyla 34.6, 40.1 ve 44.2°C, CTMin değerleri ise sırasıyla 0.6, 6.9 ve 11.3°C olarak bildirilmiştir. Bu türün termal tolerans poligonu da 1470°C² olarak hesaplanmıştır.

Rajaguru ve Ramanchandran (2001), acı sularda yaşayan *Etroplus suratensis*, *Therapon jarbua* ve *Ambassis commersoni* için yaptıkları çalışmalarda CTMin ve CTMax değerlerini beş farklı alıştırma sıcaklığında (20, 25, 28, 30 ve 35°C) belirlemişlerdir. *E. suratensis* için sıcaklık tolerans aralığını 16.5 ile 41.5°C, *T. jarbua* için 13.5 ile 40.6°C, *A. commersoni* için ise 15.5 ile 38.5°C olarak belirlemişlerdir. Çalışmalarında termal tolerans poligonunu *E. suratensis* için 512°C², *T. jarbua* için 629°C² ve *A. commersoni* için ise 442°C² olarak bulmuşlardır.

Rajaguru (2002), acı sularda yaşayan yedi balık türünde yapmış olduğu çalışmalarda, 28°C alıştırma sıcaklığında, CTMax değerlerini 39.5°C ile 44.5°C arasında bulmuştur. Yapılan bu çalışmada araştırmacı en yüksek CTMax değerlerini (44.5°C) *Lates calcarifer* ve *Liza dussumeri* de ve en düşük CTMax değerini (39.5°C) ise *Siganus javus* için bildirmiştir. *E. suratensis*'te CTMax değeri 20°C sıcaklıkta 39.75°C iken, alıştırma sıcaklığında 15°C'lik bir artış ile 43.5°C'ye yükselmiştir. *T. Jarbua* için CTMax değeri 20°C sıcaklıkta 40.75°C iken, alıştırma sıcaklığında 15°C'lik bir artış bu değerini 43.15°C'ye çıkmasına neden olmuştur. Bu çalışmada, ARR değerleri *E. suratensis*'te 0.25 ve *T. jarbua*'da ise 0.20 olarak hesaplanmıştır.

Hernández ve Bückle (2002), siyah molilerde (*Poecilia sphenops*) yaptıkları bir çalışmada CTMin ve CTMax değerlerini belirlemek için kurulmuştur. Ölümcül sıcaklıkları göz önünde tutulmak üzere *P. sphenops*'in termal tolerans alanı (sıcaklık tercih alanları ile birlikte kritik sıcaklık kullanılarak alan hesaplanmıştır) 863.9°C² ve sırasıyla 959 ve 323.4°C² bulunmuştur. Çeşitli çevreye adaptasyon direnci yüksek ve yüksek toleransa sahip olan *P. sphenops* türü yüksek sıcaklık toleransına sahiptir.

Ortalama ağılıkları 1.13 ± 0.06 gr ve 3.26 ± 0.08 cm uzunluğundaki yavrular ortam sıcaklığı 29°C olan 380lt kapasiteye sahip rezerv(su deposu) lere yerleştirilmiştir ve günde iki kez %35 proteine sahip yemlerle doyuncaya kadar beslenmişlerdir. Toplam 420 balık 30 gün boyunca $20, 23, 26, 29, 32$ ve 35°C sıcaklığa alıştırmıştır. Balıkların kritik termal maximum ve minimumları balıkların denge kaybı olduğu an ve dokunulduğunda hareketsiz kalan herhangi bir kaçmanın olmadığı an kaydedilmiştir. Deney iki tekerürlü olarak akvaryumlara 10 balık yerleştirilmesi ve dakikada 1°C artırılarak ve azaltılarak denge kaybının gözlemlendiği an kaydedilerek CTMin ve CTMax değerleri belirlenmiştir. Sabit bir sıcaklıkta akvaryuma konulan balıkların yaklaşık %50 oranında kayıpların olduğu kayıtlanmıştır. Sonuç olarak CTMin ve CTMax da alıştırmaya sıcaklığının önemli derecede etkilediğini gözlemlemişlerdir. $20-35^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa alıştırmaya balıkların CTMax değeri $38.8-43^{\circ}\text{C}$ bulunmuştur ki bulunan bu sıcaklık bu türlerin maximum dayanma eşiğine karşılık gelmektedir. Sıcaklıkları azaltılan balık gruplarında da benzerlik göstermiştir. $20-23^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa alıştırmaya balıkların CTMin değeri $7.5-12.5^{\circ}\text{C}$ bulunmuştur. $32-35^{\circ}\text{C}$ yüksek sıcaklığa alıştırmaya balıklar yüksek sıcaklığa daha iyi tolere olmuşlardır. $20-26^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa alıştırmaya balıklar düşük sıcaklığa daha iyi tolere olmuşlardır. Yapılan bu çalışmada siyah moli(*P. sphenops*) için termal tolerans poligon alanını 959°C^2 olarak hesaplamışlardır.

Diaz ve ark. (2002), $20, 23, 26, 29, 32^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa alıştırmaya büyük karidesler (*Macrobrachium acanthurus*'un) için sıcaklık aralıklarını belirlemişlerdir ve nihai final sıcaklığı tahmini olarak 29.5°C bulmuşlardır. Kritik termal minimum (CTMin) ve kritik termal maximum (CTMax) değerleri sırasıyla $11.0, 12.1, 13.0$ ve 14.8°C ve $34.2, 35.0, 36.1$ ve 39.8°C bulmuşlardır. CTMin ve CTMax değerlerinin sınırları kullanılarak termal tolerans alanı 644°C^2 hesaplamışlardır. Alıştırmaya tepkime oranı 0.33 ve 0.62 arasında bulunmuştur. Meksika'nın güneydoğusundaki bölgede bu türü yetiştirmek için $<15^{\circ}\text{C}$ düşen kış aylarında değil yaklaşık 38°C sıcaklığa yükselen yaz aylarında yetiştirilmesi gerektiğini rapor etmişlerdir.

Jian ve ark. (2003), çipuralardan *Acanthopagrus latus*'un sıcaklık toleransını üç farklı tuzluluk ($0.3, 15$ ve 33) ve üç farklı sıcaklık ($10, 25$ ve 32°C) koşullarında incelemişler; CTMax değerlerini 34.8 ile 38.2°C arasında, CTMin değerlerini ise 4.9

ile 9.4°C aralığında değiştiğini bulmuşlardır. CTMax ve CTMin değerlerinin sıcaklık ve tuzluluk ilişkisinde; 25 ile 32°C ve ‰15 tuzluluğa alıştıran juvenillerde CTMax değerlerinin, aynı sıcaklıklarda ‰33 tuzluluğa alıştıran juvenillerden önemli ölçüde yüksek olduğunu bildirmişlerdir (P<0.05). Her üç sıcaklıkta (10, 25 ve 32°C) ve ‰0.3 tuzluluğa alıştıran juvenillerde CTMin değerlerinin, aynı sıcaklıklarda ‰33 tuzluluğa alıştıran juvenillerden önemli ölçüde yüksek olduğunu belirtmişlerdir (P<0.05). Bu çalışmada, istatistik analizlerde tuzluluk ve sıcaklık etkileşiminin CTMax ve CTMin üzerinde önemli etkilerde bulunduğu görülmüştür.

Pérez ve ark., 2003, melek balığı (*Pterophyllum scalare*) genç (5.2-12.5) ve juvenilerin final sıcaklık tercihi gravitasyon ve ıvegen yöntem ile belirlendi. Birbirinden bağımsız metodlar ve gelişme evresinde (29.0°C -31.0°C), birbirine benzer bulgular bulunmuştur. Juveniler için kritik termel maxima (CTMax) 36.9°C, 37.6°C, 40.6°C, 40.8°C ve gençler için 38.4°C, 38.6°C, 41.0°C, 42.1°C dir. Melek balığı CTMax değeri juvenilerde çok az daha yüksektir(1°C; P<0:05), CTMax'ın bitiş noktası başlangıç noktasından ayrılmıştır. Her iki evre için alıştırmaya sıcaklığına yanıt 0.33-0.44 aralığında olmuştur; bu değerler tropikal ve subtropikal balıklar için sonuçlar aynı olmuştur. Bundan dolayı melekbalığı yetiştiriciliğinde tavsiye edilen sıcaklık 30°C 'yi aşmamalı ve birdenbire sıcaklık değişiminden kaçınılmalıdır. İvegen sıcaklık tercihi 120 juvenil ve 120 genç melekbalığının 20°C , 24 °C, 28 °C ve 32 °C sıcaklığa alıştırlarak belirlenmiştir. Benzer boyutlardaki on organizma, ayrı ayrı markalanarak alıştırmaya sıcaklığındaki benzer sıcaklığın olduğu bölmelere tanıtılmıştır. Her bir deney grubu için üç tekerürlü olarak yapılmıştır. Son sıcaklığı belirlemek için Reynoldsand Casterlin (1979) tarafından belirlenmiş ıvegen metod kullanılmıştır ki buda her bir bölmede bulunan 15 balığın 10 dakikada bir gözlenerek sayılması ile yapılmıştır. Aynı zamanda sıcaklık eşit uzaklıktaki bölemeler arasına yerleştirilmiş dijital termometre ile ölçülmüştür. 120 erişkin ve 120 juvenil melek balığının CTMax değeri deney sıcaklığına aşamalı olarak alıştırlması ile belirlenmiştir. Balıklar 30 gün 20 °C, 24 °C, 28 °C, 32 °C ±1 sıcaklıda sürdürülmüştür. Her bir balık sürekli havalandırmanın sağlandığı 1-1 tüplere yerleştirilmiştir ve balıklar 40-l akvaryuma 1000w ısıtıcılar yerleştirilerek sürekli havalandırma ve sabit sıcaklık sağlanarak devam ettirilmiştir. Su dakikada 1 °C oranında sıcaklık ve

boşaltma ile stres faktörünü azaltmak için 30 dk deney sıcaklığında sürdürülmüştür. *P. scalare* juvenilerinde ivergen metodu ile sıcaklık tercihi 30.2 °C bulunmuştur ve bütün gruplarda alıştırma sıcaklığı önemli derecede tesir etmemiştir ($P > 0.05$) (şekil 2A). Melekbalığın gençlerinin sıcaklık tercihi alıştırma sıcaklığına bağlıdır ve sırasıyla 20, 24 ve 28 °C alıştırma sıcaklığı için 27.8, 28.8, 30.0 °C bulunmuştur. Alıştırma sıcaklığı 32 °C olan balıklarda 29.4 °C dir. 24 saat zaman diliminde karanlık/ aydınlık dönemlerinde maruz bırakılmış juvenilerin sıcaklık tercihi 29 °C orta değerde 26.7-29.2 °C ve genç bireylerde orta 30.1 °C değerinde 28.4-31.2 °C dir. Genç melek balıklarında sıcaklık toleransı juvenillerde ($P < 0.05$) 1 °C daha yüksektir ancak alıştırma sıcaklığındaki artış fonksiyonu toleransı da artırmaktadır ve her iki gelişme evresi için aynıdır. Juveniler ve gençler için sırasıyla ($P < 0.05$) 3.7 ve 3.9 °C değerindedir. Melek balıklarında alıştırma sıcaklık oranı (ARR) sırasıyla juveniler için 0.40-0.46; gençler için 0.33-0.44 bulunmuştur.

Carveth ve ark. (2004), Arizona bölgesinde bulunan 11'i yerli, 8'i yerli olmayan türde üst sıcaklık toleransı 2 farklı alıştırma sıcaklığında (25 ve 30°C) belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada yerli olan *Cyprinodon macularius*'un en yüksek CTMax'a (25°C alıştırma sıcaklığında 40°C, 30°C alıştırma sıcaklığında 41.3°C) ve yerli olan *Rhinichthys osculus*'un ise en düşük CTMax'a (25°C alıştırma sıcaklığında 34.4°C, 30°C alıştırma sıcaklığında 35.8°C) sahip olduğu kaydedilmiştir. Bu çalışmada, ARR *C. macularius*'da 0.26 ve *R. osculus*'ta 0.28 olarak hesaplanmıştır.

Manush ve ark. (2004), dört aylık olgun *Macrobrachium rosenbergii* (38± 3.1g) ile yapmış oldukları çalışmada oksijen tüketim oranı, kritik termal maximum (CTMax) ve kritik termal minimum (CTMin) daha önce ayarlanmış üç alıştırma sıcaklığında (25, 30, 35 °C) 30 gün boyunca yürütmüşlerdir. Bu çalışmada karidesler 15 gün boyunca ortam sıcaklığında (30°C) tutulmuşlardır ve tamalayıcı besinler ile beslenmişlerdir. Karidesleri ortama alıştırmak için (6 akvaryum) termostatik akvaryumlar (520L su kapaitesi, ± 0.2°C duyarlılıkta) içerisinde gerçekleştirmişlerdir. Ortam sıcaklığına alıştırma (25, 30, 35°C) ulaşıncaya kadar 30°C tutulan karidesler günde 1°C artırılıp, azaltarak gerçekleştirmişlerdir. Kritik termal maximum (CTMax) ve kritik termal minimum (CTMin) değerleri dakikada 0.3°C artırılıp, düşürülerek balıklarda denge kaybının başladığı an not edilerek

belirlemişlerdir. CTMax ve CTMin değerleri sırasıyla $40.73 \pm 0.16^{\circ}\text{C}$, $41.06 \pm 0.17^{\circ}\text{C}$, $41.96 \pm 0.17^{\circ}\text{C}$ ve $14.9 \pm 0.13^{\circ}\text{C}$, $15.4 \pm 0.14^{\circ}\text{C}$, $16.98 \pm 0.21^{\circ}\text{C}$ 'dir ve istatistiksel olarak önemli ($p \leq 0.005$) farklılıklar gözlememişlerdir. Belirtilmiş sıcaklıklar için termal tolerans polygon alanı 255°C^2 olarak hesaplamışlardır. Bu çalışmada alıştırma sıcaklığının artırılması ve azaltılması sonucunda CTMax ve CTMin değerlerinin her ikisinde de önemli artışlar gözlemlemişlerdir. Daha önceki çalışmalarda dört sıcaklığa alıştırılan *Macrobranchium tenellum* sıcaklıkların artırılması ile birlikte balıkların streslerinde artış gözlemlemişlerdir ki bu karideslerin ortam sıcaklığından etkilendiğini göstermiştir. Ancak beş farklı sıcaklıkta dört hafta alıştırılan *M. rosenbergii* postlarva ve juvenillerinin CTMin ve CTMax değerlerinde ise önemli farklılıklar gözlememişlerdir. Kritik termal metoloji testinde karideslerin hareketlerinde farklılıklar gözlemlemişlerdir. 30°C su sıcaklığında akvaryumun dibinde dinlenmeye geçtikleri gözlemlemişlerdir. Sıcaklık artışı ile birlikte karideslerde aşırı hareketlilik ve kaçma denemeleri ortaya çıkmıştır. 39°C den daha yüksek sıcaklıklarda karın bölgesindeki kaslarda kasılmalar, değişken hareketler, sonuç olarak denge kaybı ve baş aşağı hareketler gözlemişlerdir ki bunu da CTM son noktası olarak kabul etmişlerdir. 18°C altında hareketsiz kalma ve 14°C denge kaybı gözlemişlerdir.

Ospina ve Mora (2004), Tropik deniz organizmalarının fizyolojik sıcaklığını anlama sıcaklıktaki küresel akımdaki değişimin potansiyel etkilerine bağlı olmaktadır. Bu çalışmada grogon adasındaki (tropik batı pasifik okyanusu) bazı resif balıkların minimum (CTMin) ve maximum (CTMax) sıcaklık toleransının vücut boyutları üzerindeki etkisi rapor edilmiştir. Çalışma türlerinin içerisinde yetiştirilen genç ve juveniler balıklar arasında CTMin ve CTMax değerlerinde çok küçük değişimler bulunmuştur. Küçük resif balıklarının sıcaklık toleransında vücut boyutlarındaki farklılık etkili değildir. Aşırı sıcak koşullara adapte için sınırlı kapasite önerilse de bu türlerde sıcaklık toleransındaki değişim türler içinde azalmış olduğu bulunmuştur ve sıcaklık konusundaki global değişim endişeleri artırmıştır. Ölümcül olmayan noktaya kadar kademeli olarak su sıcaklığındaki artış ve azalışa maruz bırakılan balıklar ile CTMin ve CTMax hesaplarına ulaşılmıştır. Ölümcül olmayan noktaya kadar ki lokomotif hareketler düzeni bozmaktadır. Hücre

kasılmasının başlangıcı ve denge kaybı genellikle CT son noktası olarak kullanılır. Balıklar düşük ve yüksek sıcaklıkta kritik noktaya ulaştıkları zaman balık davranışları kolaylıkla gözlenir çünkü denge kaybı seçilir. Önceki çalışmalarda CTMin denemeleri için son nokta olarak hücre spazmı kaydedilirdi. Bazı balıklarda dorsa-ventral ilişki arasındaki kayba bağlı olarak hareketlerinde kayıp görülürdü ki buda kabul edilen hücre spazmı ile ilişkilidir. Bu yüzden önceki çalışmalar göstermiştir ki hücre spazmı değildir ve en iyi denge kaybının olduğu nokta olarak yeniden tanımlanmıştır. Bu çalışmada bazı ailelere ait türler *Apogon dovii* (Apogonidae), *Thalassoma lucassanum*, *Halichoeres dispilus* (Labridae), *Lutjanus guttatus* (Lutjanidae), *Cirrhichtysoxycephalus* (Cirrhitidae), ve *Coricopterus uropilus*(Gobiidae) ile çalışılmıştır. Resaepler Gorgona yarımadasından hand netler ile her bir türden toplam 135 toplanmış ve dokuz tane 100l akvaryumlara rastgele (her bir akvaryuma boyutları birbirinden farklı 15 birey) yerleştirilmiştir. Balıklar 24 saat alıştırma sıcaklığında laboratuarda bırakılmıştır. Su sıcaklığı elektronik soğutucular ve ısıtıcılar(duyarlılığı:±0.01°C) ile kontrol edilmiştir ve alıştırma süresince benzer sıcaklık alanlarında tutulmuştur (26.5°C ± 0.5°C). Rastgele seçilen üç akvaryumdaki su sıcaklığı saate 1°C artırılarak CTMax değeri ve aynı şekilde su sıcaklığı düşürülerek CTMin değeri hesaplanmıştır. Arizona bölgesinde bulunan tropikal 7 (reef fish species) balık türlerinde yapmış oldukları çalışmada, 26.5 °C alıştırma sıcaklığında , CTMax değerlerini 35°C ile 37°C arasında bulmuşlardır. *Lutjanus guttatus* en yüksek CTMax'a (37.5°C) ve *Apogon pacific*'nin ise en düşük CTMax'a (35°C) sahip olduğunu bildirmişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada CTMin değerlerini 10°C ile 15.6°C arasında bulmuşlardır. *Halichoeras dispilus* en yüksek CTMin'e (15.6°C) ve *Cirrhithichtys oxycephalus*'nin ise en düşük CTMin'e (10°C) sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Das ve ark. (2004), farklı sazan türlerinde (*Labeo rohita*, *Catla catla* ve *Cirrhinus mrigala*) yaptıkları bir çalışmada; dört farklı sıcaklığa (26, 31, 33 ve 36°C) alıştırılan bu türlerde CTMax ve CTMin değerlerini *L. rohita* için 40.63, 41.91, 42.65, 42.86°C ve 13.73, 14.2, 15.0, 15.58°C; *C. catla* için 40.45, 41.39, 42.63, 42.73°C ve 13.92, 14.4, 15.2, 15.63°C; *C. mrigala* için 42.25, 42.55, 42.76, 43.07°C ve 12.12, 13.7, 13.81, 13.95°C olarak bildirmişlerdir. Bu türler için 12 ile 40°C

alıştırma sıcaklıkları arasındaki termal poligon değerleri *L. rohita* için 744.8°C^2 , *C. catla* için 728.8°C^2 , *C. mrigala* için 801.8°C^2 olarak hesaplanmıştır.

Chatterjee ve ark., 2004, *Cyprinus carpio* ve *Labeo rohita* yavrularında yapılan çalışmada sıcaklık toleransı üç farklı alıştırma sıcaklığında (25, 30 ve 35°C) belirlenmiştir. Bu sıcaklıklara alıştırılan *L. rohita* yavruları için CTMax değerleri sırasıyla 40.2, 41.6, 42.2°C ve CTMin değerleri ise sırasıyla 12.9, 14.2, 15.0°C olarak bulunmuştur. Aynı sıcaklıklara alıştırılan *C. carpio* yavruları için CTMax değerleri sırasıyla 39.7, 40.6, 42.9°C ve CTMin değerleri ise sırasıyla 8.4, 8.6, 10.2°C olarak bulunmuştur. Yapılan istatistik hesaplamalar neticesinde her iki türde de CTMax ve CTMin değerlerinin alıştırma su sıcaklıklarının artmasıyla önemli ölçüde yükseldiği görülmüştür. Bu çalışmada, ARR *C. carpio*'da 0.18-0.32 ve *L. rohita*'da 0.20 olarak hesaplanmıştır. Bu türler için 25 ile 35°C alıştırma sıcaklıkları arasındaki termal tolerans poligon değerleri *C. carpio* için 311.6°C^2 ve *L. rohita* için ise 273.5°C^2 olarak hesaplanmıştır.

Ford ve ark. (2005), Japon balıklarında (*Carassius auratus*) yaptıkları CTMin ve CTMax değerlerini dört farklı sıcaklığında (5, 15, 25 ve 35°C) 20 gün alıştırmalarıyla belirlemişlerdir. Elde edilen sıcaklıklar yalıtılmış tanklar, soğuk ünite ve Hooke ısı düzenleyiciler ile $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ içerisinde bekletilmişlerdir. Üç tekerrürde 10 balık olarak toplamda 30 balıkda değerler ölçülmüşlerdir. 30 CTmin ve 30 CTmax toplam 240 balığın bireysel sıcaklık toleransı alıştırılan dört sıcaklıkta (5, 15, 25 ve 35°C) hesaplamışlardır. Bu sıcaklıklara alıştırılan japon balıklarında CTMax değerleri sırasıyla 30.8, 34.5, 39.8 ve 43.6°C , CTMin değerleri ise sırasıyla 0.3, 1.3, 5.2 ve 12.6°C olarak belirlenmiştir. Bu balık türü için termal tolerans poligonu 1429°C^2 olarak hesaplanmıştır. Araştırmacılar belirlemiş oldukları CTMin ve CTMax değerlerinin alıştırma sıcaklığıyla birlikte doğrusal olarak arttığını saptamışlardır.

Das ve ark., 2005, *Labeo rohita* yavruları 30 gün 26, 31, 33 ve 36°C sıcaklığa alıştırmışlardır. Yapılan bu çalışmada CTMax değerleri sırasıyla 42.33, 44.81, 45.35, 45.60°C ve CTMin değerleri ise sırasıyla 12.00, 12.46, 13.80 ve 14.43°C olarak bulunmuştur. Termal tolerans CTMin ve CTMax her sıcaklık değeri için rastgele 6 balık seçilerek 52 L akvaryumlara konularak 26, 31, 33, 36°C sıcaklıkta dakikada 0.3°C oranında artırılarak yada azaltılarak kritik termal minima

ve maxima denge kaybının başladığı anda belirlemiştir. CTMin ve CTMax değerlerini balıkların kondisyon faktörü ve boyutları sıcaklık değişim oranlarından farklı etkilendiklerini gözlemlemiştir. Yüksek alıştırma sıcaklığına maruz bırakılan balıklarda CTMin ve CTMax değerleri yüksek bulunmuştur. Regrasyon (geri dönüşüm) analizi ile pozitif ilişki göstermiştir. CTMax= 0.001, $r^2=0,79$, benzer şekilde CTMin= 11,01 +0,86 alıştırma sıcaklığı $p= 0,001$, $r^2=0,96$ olarak kaydedilmiştir. Bu yapılan çalışmada hayata kalma tüm gruplarda benzer oran göstere *L.rohita* yavruları için 26-36 °C sıcaklıklarda ölüm gözlememiştir. Büyüme için optimum sıcaklığı 31-33 °C olarak belirlemiştir.

Quanzhen ve ark. (2005), ölümcül sıcaklık toleransı yavaş ısıyı düşüren ısıtıcılar ve hızlı iletim sağlanarak 0 yaşlı ve yaklaşık 8cm boyunda *Pseudosciaena crocea*'a kullanılar hesaplanmıştır. Alıştırma sıcaklığı 28°C ve ölüm sıcaklığı (CTMax) 35.0°C'dir ve düşük ve yüksek başlangıç ölüm sıcaklığının hızlı iletim protokolü sırasıyla 34.2°C ve 17.5°C dir. Balıklar laboratuarda (28°C± 0.1°C) sıcaklıkta sürekli akıntının sağlandığı 1.5cm³ yuvarlak tanklarda tutulmuştur ve ticari kuru pelet yemle beslenmiştir. Yemleme testten 72 saat önce kesilmiştir. Test edilen balıklar (N=140) yedi farklı sıcaklığa (30 °C,31 °C,32 °C,33 °C,34 °C,35 °C,36 °C) ve sıcaklık azar azar 1°C artırılmıştır, buda balıklar için sıcaklıktaki yavaş artış şok yanıtına sebep olmamıştır. Bu çalışmada 33°C -36°C sıcaklıkta ölümler meydana gelmiştir ve yüksek sıcaklıkta 35 °C-36°C sıcaklıkta %100 ölümler gözlenmiştir. 24 saat boyunca 35°C sıcaklıkta %50 oranında ölüm gözlenmiştir.

Debnath ve ark. (2006), *Pangasius pangasius* yavrularının sıcaklık toleransını üç farklı alıştırma sıcaklığında (30, 34 ve 38°C) belirlemiştir ve bu sıcaklıklara alıştırılan balıklarda CTMax değerlerinin sırasıyla 42.68, 43.67, 44.05°C ve CTMin değerlerinin ise sırasıyla 12.37, 14.48, 17.22°C olduğunu bildirmiştir. Yapılan istatistik hesaplamalar neticesinde CTMax ve CTMin değerlerinin alıştırma su sıcaklıklarının artmasıyla önemli ölçüde yükseldiği görülmüştür. *P. pangasius* için 30-38 °C'ler arasındaki termal tolerans poligon alanı 231°C² olarak hesaplanmıştır.

Sardella ve ark. (2008), yeşil mersin balığında (*Acipenser medirostris*) yaptıkları çalışmada 18°C sıcaklığa ve 3 farklı tuzluluğa (tatlısu, acı su ve deniz suyu) alıştırdıkları balıklarda CTMax değerlerini belirlemiştir. Yaptıkları bu

çalışmada yeşil mersin balığının CTMax değerlerini tatlısu için 33.7°C, acı su için 34.2°C ve deniz suyu için 33.7°C olarak kaydetmişlerdir. Yapılan istatistik hesaplamalar sonucunda 18°C sıcaklığa alıştıırılan yeşil mersin balığının CTMax'ına tuzluluğun önemli etkisi olduğu görülmüştür (P=0.01). Mersin balığının (*Acipenser medirostris*) yüksek sıcaklık toleransı üzerinde çevresel tuzluluğun etkisi araştırılmıştır, doğal ortamda bulunan uyarılmış türler iklim değişikliğinin sonucu olarak tuzluluk değişimi ve sıcaklık zararlı olabileceği görülmüştür. Tatlı suda yetiştirilen yeşil mersin balığı 18°C San Fransisco Bay (BAY) suyu veya haliç suyu azar azar tuzluluğa alıştıırılmıştır ve solunğaç vantilasyonu (hava alma) kesilene kadar su dakikada 0.3°C artırılarak kritik termal maxima hesaplanmıştır. Kritik termal maxima tatlı su için 34.2±0.09°C ve acı su için sırasıyla 33.7±0.08 ve 33.7±0.1°C dir.

Kır ve Kumlu. (2008), dört sıcaklığa alıştıırılan (14, 20, 26, 32 °C) *Penaeus semisulcatus* juvenileri için kritik termal minimum (CTMin) ve üst başlangıç ölüm sıcaklığını (LILIT) belirlemişlerdir. CTMin üzerindeki soğutma oranının etkisini de araştırmışlardır. Bu çalışmada kullanılan *Penaeus semisulcatus* juvenileri Doğu Akdenizden getirilen damızlıkların yumurtalarından elde edilmişlerdir ortalama boy ve ağırlıkları 1.6± 0.2g ve 6.2± 0.3 cm' dir. Yumurtalar açılıncaya kadar ortam sıcaklık ve tuzluluğu 28 °C sıcaklıkta ve %0.39 tuzlulukta tutulmuşlardır. 1 tonluk fiberglas tanklarda 420 karides 30 gün boyunca sıcaklığa alıştıırılmışlardır. Alıştıırma sıcaklığının dakikada 0.25, 0.5, 1.0 °C soğutma oranıyla karideslerdeki CTMin değerleri sırasıyla 7.1, 8.9, 10.5, 12.6 °C ve 6.6, 8.0, 9.7, 11.4 °C ve 7.2, 8.3, 9.9 °C dir. *Penaeus semisulcatus* LILIT değerleri (14, 20, 26, 32 °C) sırasıyla 5.23, 6.14, 7.36, 8.57 °C bulmuşlardır. Sonuç olarak CTMin değerlerini alıştıırma sıcaklığı ve soğutma oranlarının her ikisi birden önemli derecede etki ettiğini göstermişlerdir (P<0.05). *Penaeus semisulcatus* LILIT değerleri üzerinde alıştıırma sıcaklığının önemli bir etkisinin olduğunu belirtmişlerdir (P<0.05). 14 ve 32 °C alıştıırma sıcaklığı arasında dakikada 0.25, 0.5, 1.0°C soğutma oranıyla alıştıırma sıcaklığı tepkime oranı (ARR) değeri 0.30, 0.26, 0.21 bulunmuştur. *Penaeus semisulcatus* kısa bir süre hayata kalabildiği soğuk tolerans alanı 6.1 ile 12.0 °C arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Dalvi ve ark. (2009), *Horabagrus brachysoma* (23.01±2.04 g) 'nın oksijen tüketim oranı ve kritik termal metolojisi balıklar 30 gün 15, 20, 26, 31, 33 ve 36°C alıştırmaya sıcaklığına alıştırdıktan sonra hesaplanmıştır. Alıştırma sıcaklığındaki önemli artış ile ($P<0.05$) kritik termal minima, CTMin (13.17±0.09, 13.56±0.05, 14.15±0.10, 15.37±0.10, 16.39±0.12, and 18.37±0.04) ve kritik termal maxima, CTMax (34.86±0.09, 38.05±0.06, 40.23±0.12, 41.79±0.09, 42.44±0.05, ve 42.79±0.02 °C) dır. Termal polygons alanı 15-36°C sıcaklıkta 526.6 °C² hesaplanmıştır. Maximum ve minimum sıcaklık oranı sırasıyla 15-20°C ve 31-3 °C sıcaklık arasında 2.59 ve 1.53 olarak gözlenmiştir. Son sıcaklık tercihi sıcaklık oranı değerinden 31-33°C olduğu tahmin edilmiştir. Sonuçlar göstermektedir ki *H. brachysoma* yüksek sıcaklığa adaptasyon için en iyi kapasiteye sahiptir ve bu balıklara tropikal alanlarda kültür potansiyeli önerilmektedir. *H. brachysoma* kritik termal metoloji kullanılarak alıştırdıktan 30 gün sonra sıcaklık toleransı hesaplanmıştır. CTM denemelerinin son noktasını ölümcül oranları kapsamamaktadır, nesli tükenen veya tehdit oluşturan balık türlerinin sıcaklık toleransını hesaplamak için başarılı bir methodur. Toplam 72 balığın sıcaklık toleransını belirlemek için kullanılmıştır. CTM testinde balıklardaki stresi önlemek için sırasıyla termostatik akvaryumlara konularak çalışma yürütülmüştür. Balıkları belli bir sıcaklığa alıştırmak için (sırasıyla CTMin ve CTMax testleri için her biri 6 akvaryuma 12 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir) ve su sıcaklığı balıklarda denge kaybı oluşuncaya kadar her bir akvaryumdaki su sıcaklığı dakikada 0.3 °C artırılarak ve azaltılarak kritik termal maxima ve minima tayin edilmiştir. Termal tolerans polygon X-asis üzerindeki alıştırmaya sıcaklığındaki eğri ve Y-asis üzerindeki CTMax ve CTMin değerlerinin göstergesi ile oluşmaktadır. Termal tolerans bölgesi alanı polygondan hesaplanır ve C² olarak ifade edilir. CTM denemelerinde sonraki 24 saatlik periyod boyunca gözlem yapılmıştır ve hiçbir ölüm kaydedilmemiştir. Alıştırma sıcaklığındaki artış ile CTMin ve CTMax ($P<0.05$) değerlerinde önemli artış görülmüştür. Balıkların fizyolojik görünüşlerindeki temel *H. Brachysoma* daki sıcaklık toleransına kanıt olarak termal tolerans düzeyi (CTM) ve alıştırmaya sıcaklığı arasında güçlü bir ilişki vardır ve alıştırmaya sıcaklığına bağlıdır. 15,20,26,31,36°C sıcaklığa alıştırılan *H. Brachysoma* 'nın kritik termal maxima ve kritik termal

minima sırasıyla 34.86 ± 0.09 , 38.05 ± 0.06 , 40.23 ± 0.12 , 41.79 ± 0.09 , 42.44 ± 0.05 , 42.79 ± 0.02 ; 13.17 ± 0.09 , 13.56 ± 0.05 , 14.15 ± 0.10 , 15.37 ± 0.10 , 16.39 ± 0.12 , 18.37 ± 0.04 . alıştırma sıcaklığındaki her 1°C 'lik artış için *H. Brachysoma*'nın eğrisi sırasıyla 0.37 ve 0.22°C artış ile CTMin ($y = 0.22x + 9.15$, $R^2 = 0.8447$), CTMax ($y = 0.37x + 30$, $R^2 = 0.9652$) göstermiştir. $15-36^\circ\text{C}$ alıştırma sıcaklığında *H. Brachysoma* için termal tolerans polygon alanı 526.6°C^2 olarak hesaplanmıştır. Daha önceki bulgularla karşılaştırıldığında benzer türler ilişkisi *H. Brachysoma* için benzer raporlar göstermemiştir. IMCs üzerindeki önceki çalışmalardaki veriler üzerinden incelendiğinde *L. rohita*, *C. catla*, ve *C. mrigala* (Das et al., 2004) türlerinde benzer alıştırma sıcaklıklarında ($15-36^\circ\text{C}$) termal tolerans alanı sırasıyla 562.1 , 543.4 , ve 603.8°C^2 bulunmuştur. Bu sonuçlar göstermektedir ki *H. Brachysoma*'nın alıştırma sıcaklığındaki değişim bu balıkların soğuk sıcaklıktan yüksek sıcaklıklar üzerinde daha büyük bir etkiye sahiptir ve *H. Brachysoma* soğuk sıcaklıktan ılık sıcaklığa adaptasyon kapasitesinin daha iyi olduğu için ılık sıcaklık önerilmektedir.

Porchas ve ark. (2009), Balıkların termal davranışlarının araştırılması iklimsel değişimlerin etkisinin tahmin edilebilmesi için faydalı bilgi sağlar ve bu da kontrolü balık yetiştiriciliğinin yapılmasını sağlar. Pasifik sardalya karmaşık bir populasyon dinamiği vardır; üç tane alt populasyon ileri sürülmüştür (soğuk, ılık ve sıcak). Bu çalışmada *Sardinops sagax caeruleus*'un (ılık olan alt populasyonunu) iki termal döngüye maruz bırakılmışlardır ki bu döngüler Cedros (CIc: $18-23^\circ\text{C}$) adası ile San Pedro (CIc: $13-18^\circ\text{C}$) adasında belirtilen ısılarla aynı olacak şekilde seçilmişlerdir. San Pedro ve Cedros adalarındaki sıcaklıklara alıştırılan sardunyelerinin termal davranışını etkilemiş olduğunu gözlemlenmiştir: termal seçim aralığı $17.1-19.9$ ve $16.0-18.8^\circ\text{C}$ iken ölümcül ısı aralığı (LT50) $7.7-25.6$ ve $6.9-24.3^\circ\text{C}$ idi, ve CTMax ve CTMin'in kritik limitleri $7.1-32.2$ ile $5.5-30.4^\circ\text{C}$ olarak bulunmuşlardır. Ilık ısıda ki alt populasyonun termal davranışının soğuğa daha toleranslı olduğunu ortaya çıkarmışlardır; bu onların Baja California Sur ve California körfezinden çok California ve Oregonda hayatta kalma şanslarının daha fazla olduğunu göstermişlerdir.

Cross ve ark. (2009), Hesthagen (1979) hurmakayası balığında mevsimsel değişimin CTmax değerini etkilediğini göstermiştir. Hesthagen CTMax'ın son noktası olarak doğrudan doğruya tepkilere verilen cevap kayıplarını (denge kaybı olarak adlandırılır (LE) kullanmıştır. Mayıs ayında toplanan hurma kayası balıkları 1 hafta boyunca 12 saat karanlık fotoperiyotta tutularak sırasıyla 5,10,15°C alıştırmaya sıcaklığı altında kritik termal maxima 26,28,30°C bulunmuştur. Ağustosta toplanan hurma kayası balığında CTMax değeri yaklaşık 31°C toplananlarda (30.5-31.5°C), ve ekim ayında toplananlar 27°C (26.5-28°C); ikinci balıklar ortam sıcaklığı 7-19°C sıcaklıkta devam ettirilmiştir. Hesthagen (1979) disperisyonu tahmini (örneğin standart sapma veya standart hatta) net olmadığı rapor edilmiştir. Taylor ve ark.(2005), Endonezya tidepool gobii'nin üç türünün kritik termal maximum ve minimumunun yeterli veya daha az oksijenli ortamlardaki yanıtı araştırılmıştır. Ortalama oksijenin sağlandığı tropikal asya balık türü olan mudskipper, *Periophthalmus kalolo*'nın CTMax değeri 40.07±0.48 (n=17) bulunmuştur. Oksijenin sağlandığı kaya balığı türleri *Bathygobius fuscus*, esmer süslü yüzgeçli kayabalığı, sandflat kayabalığı önceden tanımlanmış *Bathygobius fuscus* diğerlerine göre daha yüksek CTMax değerine sahiptir, sırasıyla bu değerler 41.2±0.87 1C(n = 25) ve 41.6±0.70 1C(n =11) dir. Benekli kayabalığı *Apollonia melanostoma* (*Neogobius melanostomus*) ile yapılan çalışmada 15 °C sıcaklığa alıştırmış ve CTMax değeri (33.4±0.30 1, n = 6) dır.

Mendez ve ark. (2010), kalifornya pisibalığı *Paralichthys californicus* (Ayres, 1859) juvenilerinde termal toleransını ve bu türlerin uyum alanlarının nere olduğunu belirlemek için araştırılmıştır. Juveniler pisibalığı 15, 18, 21, 24 °C sıcaklığa alıştırmıştır ve 24°C' de tercih edilen sıcaklık sırasıyla 15.1,18.2, 18.5 ve 24.7 1°C dir. Final sıcaklık tercihi 18.4°C ile, fizyolojik süreçlerin daha etkin olduğu ve optimum büyüme sıcaklığı Joblin(1981) metodu kullanılarak 18.02°C olarak hesaplanmıştır. Juveniller bir yetiştiricilik sisteminde haftalık ortalama sıcaklığı 22.6°C' yi aşmamalıdır. Juveniller eğer 15 ile 24 °C arasına aklima edilmişlerse 10.8 ile 29.1°C'lik sıcaklıktan kaçınılması gerektiğini ortaya çıkarmışlardır. 5.0 ve 31°C'lik düşük ve yüksek ölümcül ısılarla sahip olan juvenil halibutun termal tolerans aralığı onun öritermik bir organizma olduğunu ortaya koyduğunu anlamışlardır.

Halibutun toleransı Jobling denkleminin kullanılmasıyla hesaplanan değerden yalnızca 0.83°C farklılık gösteren 31°C'den başlayan nihai ölümcül ısıya karşılık gelen aklimasyon ısısına kadar sıcaklık artışı olmadığını gözlemlemişlerdir. California halibutunun termal toleransı ve uyumluluk zonu sırasıyla 242.8 ve 121.5°C² dir. Bunlar juvenillerin optimal büyümesini destekleyen FPyi kapsayan termal niche'i karakterize ederler. Sıcaklığa alıştıran juveniller sürekli hava sirkülasyonu ve 12 saat su tutuma oranı ile dört tane 260 L tankların her birine 120 balık yerleştirilerek gerçekleştirilmiştir. Su değişimi günde 1°C artırp, azaltma 1000w'luk ısıtıcılar ve soğutucular ile yapılmıştır. Kaliforniya pisibalığı juvenillerinin sıcaklık tercihi alıştırma sıcaklığı ile karşılaştırıldığında 15 ve 24°C alıştırma sıcaklığında sıcaklık tercihi 15.1 ve 24.07°C yani 0.1 ve 0.7°C farklılık oluşmuştur. 18 ve 21°C sıcaklığa alıştırılan balıkların sıcaklık tercihinde önemli bir farklılık olmamıştır sırasıyla 18.2 ve 18.5°C olarak seçilmiştir. Yüksek sıcaklık kapsamındaki alanda 21°C alıştırma sıcaklığındaki organizmalarda 18.4°C'nin son sıcaklık tercihi olduğunu ve alıştırma sıcaklığında sadece 2.5°C fark olduğunu belirtmişlerdir.

Newton ve ark. (2010), *Lates calcarifer* için yapılan bir çalışmada 28°C sıcaklığa alıştırılan balıklarda üst sıcaklık toleransının 40°C olduğu kaydedilmiştir.

Kumlu ve ark. (2010), Pasifik beyaz karides *Litopenaeus vannamei* post-larva ve juvenileri dört su sıcaklığına alıştırılarak (15, 20, 25, 30°C) kritik termal maximum ve kritik termal minimum değerlerine bakmışlardır. CTMin ve CTMax denemelerinde kullanılan *Litopenaeus vannamei* 2008 yılında Tayland'dan ithal edilen damızlıklardan elde edilen yumurtaları kullanmışlardır bunlardan elde edilen juvenilerin standart sapmayla birlikte toplam boy ve ağırlığı 10.64±1.59 g, 10.97±0.57 cm, post-larvaların 1.18±0.27 g , 5.49±0.49 cm dir. Post-larva ve larva kültürü yumurtalarını dökene kadar 28°C sıcaklıkta ve %40 tuzlulukta tutulmuşlardır. Ortam sıcaklığı dereceli olarak azaltılmış ve alıştırma sıcaklığına başlandığı zaman en son su sıcaklığı 19°C olarak kaydetmişlerdir. Toplam 400 juvenil ve 500 post-larva 2m çapında yuvarlak fiberglas tanklarda tutulmuşlardır. 30 günlük bir periyodla her gün 1°C artırılarak ve azaltılarak alıştırmışlardır. Karides'in post-larvaları için CTMin değerleri alıştırma sıcaklığı sırasıyla; 7.82, 8.95, 9.80 ve 10.96°C ; juveniler için sırasıyla; 7.50, 8.20, 10.20 ve 10.80°C ve dakika da 1°C su

sıcaklığını düşürülerek belirlenmiştir. CTMax değerleri post-larvalar için; 35.65, 38.13, 39.91, 42.00°C ve juveniler için; 35.94, 38.65, 40.30, 42.20°C bulmuşlardır. *Litopenaeus vannamei*'nin CTMin değerleri için karideslerin boyutu ve alıştırma su sıcaklığının her ikisi birden önemli bulmuşlardır ($P<0.001$). Ancak, juveniler ve post-larvalar'ının CTMax değerleri için verdikleri tepkiler arasında anlamlı bir farklılık bulmamışlardır ve gelişme evresinde sıcaklığın önemli olmadığını belirlemişlerdir ($P>0.001$). Dört alıştırma sıcaklığı (15, 20, 25, 30°C) için termal tolerans polygon alanı 434.94°C^2 olarak hesaplamışlardır. *L. vannamei* juvenileri ve post-larvaları her ikisi için alıştırma tepkime oranı (ARR) 0.35 ile 0.44 arasında bulmuşlardır ve bu değer diğer karides türleri ile kıyaslandığı zaman düşük sıcaklığa daha duyarlı olduklarını gözlemlemişlerdir ve soğuk tolerans alanı 7.5 ile 11°C arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Başarılı bir yetiştiricilikte ölümlere engel olabilmek için su sıcaklığının 12°C'nin altına düşmemelidir. Üst sıcaklık toleransı maximum 34°C su sıcaklığını aşmayan subtropikal bölgelerde daha az problem yaşanacağı, ancak sığ havuzlarda ve düşük su akışlarında ise dikkat edilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır.

Akhtar ve ark. (2011), ilk deneyde farklı iklimsel alanlardaki kültür potansiyelleri değerlendirilerek $26\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ' de yetiştirilmiştir, strese sebep olan endosülfanla maruz bırakılan *Labeo rohita* fingerlingleri sıcaklık toleransı üzerinde B₆ beslenmenin etkileri çalışılmıştır. 270 fingerling rastgele dağıtılmış altı tedavi grubu içinde üç aynı grup oluşturulmuştur. Beş iso-klorik ve eş azot tan arındırılmış besinler B₆ vitaminin derecelendirilmesi ile hazırlanmıştır. Altı tedavi grubu T₀ (10 mg PN+ endosülfan olmadan), T₁ (0 mg PN+endosülfan), T₂ (10 mg PN+endosülfan), T₃ (50 mg PN+endosülfan), T₄ (100 mg PN+endosülfan) ve T₅ (200 mg PN+endosülfan) dır. 60 günlük beslemeden sonra her bir grup için kritik termal maxima, kritik termal minima, ölüm sıcaklık maxima ve ölümcül sıcaklık minimalarına bakılmıştır. Diğer deney grupları 100 ve 200 mg PN/kg ile beslenen gruplarla karşılaştırıldığında besleme düzeninin sağlandığı grupların sıcaklık toleransları üzerinde (CTMax, LTMax, CTMin and LTMin) B₆ ile beslenenlerin etkileri daha önemlidir. Pozitif bağıntı CTMin ve LTMin ($R^2=0.97$) arasında olduğu kadar CTMax ve LTMax ($R^2=0.85$) arasında da vardır. Düşük sıcaklık tolerans

değerlerinde daha belirgindir. Bütün sonuçlar göz önün de tutulduğunda göstermektedir ki endosulfana maruz bırakılmış *L. rohita* fingerlinglerin besin düzeyi 100 mg PN/kg'a B₆ takviyesi yapılmışlarda sıcaklık toleransı gelişmiştir. Balıkları stersten korumak için KMnO₄(5ppm) ve 5 dakika tuz (1% NaCl w/v) ile tedavi edilmiştir daha sonra 15 gün laboratuvar koşullarına alıştırmıştır. Sıcaklık alıştırmaları sırasında normal B₆ gereksinimleri içeren besinlerle beslenmişlerdir. Sıcaklık alıştırmalarından sonra balıklar 150 L kapasiteli normal boyutlardaki (80x57x42 cm³) plastik tanlara transfer edilmiştir ve 60 gün 26±0.5 °C'de yetiştirilmiştir. Deney süresince sürekli havalandırma yapılmıştır.

Termal tolerans daha önce tanımlanmış olan kiritik termal metoloji kullanılarak deneyde kullanılan beslenme şekli ile 60 gün beslendikten sonra değeri bulunmuştur. Akvaryum içindeki su dakikada 0.30°C sabit oranda artırılarak ve azaltılarak, denge kaybının başladığı (LOE) anda CTMin ve CTMax değerleri belirlenmiştir. Ölümcül sıcaklık maxima ve miniması sıcaklığın artırılıp azaltılmasından sonra operkulum hareketlerinin durduğu an belirlenmiştir.

Bu çalışmada, B₆ vitamininde CTMax ve LTMax değerindeki artış ve CTMin ve LTMin değerlerindeki azalmada sıcaklık toleransındaki artış (P<0.05) önemli bir etki yapmıştır. B₆ vitamin ilavesinin olmadığı ve B₆ vitamin ilavesinin olduğu besin ile beslenen gruplar karşılaştırıldığında CTMax değeri önemli derecede yüksek bulunmuştur. CTmax ve LTmax (R² = 0.85) arasındaki pozitif ilişki CTMin ve LTMin (R²=0.97) arasındada gözlenmiştir. Bu çalışmada normal PN gereksinimli besinlerle beslene grubun CTMax (40.68±0.12 °C)değerlerinde ve endosulfan olmaksızın yetiştirilenler daha önceki raporlarla karşılaştırıldığında 30 gün boyunca 26°C sıcaklığa alıştıranlarda CTMax değeri (40.63±0.17°C) bulunmuştur. *L.rohita* fingerlinglerinin B₆ vitamini ilave edildikten sonraki CTmax değerindeki artışı ispatlayan yeterli kanıt yoktur. Ancak *L.rohita* fingerlinglerinin raporlarına bakıldığında %1.0 ve %1.25 mikrobik levan ile beslendikten sonra CTMax değerleri yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde beslenenlerin CTMin değerleri (12.08±0.13°C) bulunmuştur. Ancak 100 veya 200 mg PN/kg eklenmişler ile beslenelerde CTMin (9.35±0.16°C) değerlerinde önemli azalma gözlemlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Denemede, balık materyali olarak Çukurova Üniversitesi Tatlı Su İşletmesin de üretilen henüz larva aşamasını tamamlamamış 0 yaş 1gr ve 0 yaş 2 gr civarındaki Nil tilapia (*Oreochromis niloticus*) ve Mavi tilapia (*Oreochromis aureus*)'ların hibritlenmesi ile elde edilen melez bireyler ve Nil tilapia bireyleri 200 m² lik beton havuzlara yerleştirilmiş 2 ay boyunca günde üç öğün yemleme ile 8-10 gr ağırlığa gelinceye kadar büyütülmüşlerdir.

Denemede ortalama ağırlıkları $10,01 \pm 1,56$ g olan 270 adet sağlıklı Nil Tilapia (*Oreochromis niloticus*)'sı ve Melez (*Oreochromis niloticus x Oreochromis aerus*) (Şekil 3.1) kullanılmıştır.



Şekil 3.1. *Oreochromis niloticus*

3.2. Deneme Dizaynı ve Yönetimi

Deneme Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi'ne ait olan Yetiştiricilik Ünitesinde yürütülmüştür. Deneme öncesinde tutulan tilapia yavruları (8-10 g) 1 m çapında 4 adet yuvarlak fiberglas tanklara stoklanarak (Şekil3.2) 1 hafta 27°C alıştırmıştır. Bir hafta sonunda balıklar iki farklı tür olarak ayrılmış ve yuvarlak fiberglas tanklara alınarak üç farklı sıcaklığa alıştırmak (24, 28, 32 °C)

üzere 1m çapında (250 L) yuvarlak fiberglas tankların her birisine 15 adet balık gelecek şekilde stoklanmışlardır (Çizelge 3.2). Kritik termal minimum veya maksimum (CTM) değerlerinin belirlenmesi çalışmaları öncesinde balıklar böylece, iki farklı tür, üç farklı sıcaklık (24, 28, 32 °C) ve her sıcaklık/tür kombinasyonu için de üç tekerrür olmak üzere toplamda 18 adet tank içerisine stoklanmıştır. CTM denemeleri öncesinde, balıklar üç farklı deneme su sıcaklıklarına 200 ya da 300 watt akvaryum ısıtıcıları ile günde 2°C alıştırmaya oranıyla alıştırmış ve bundan sonra da kritik termal değerlerin belirlenmesi öncesinde 3x3 genetik grup ve sıcaklık kombinasyonlarında balıklar en az 30 gün (4 hafta) boyunca yetiştirilerek metabolizmalarının dengelenmesine imkân verilmiştir (Castille ve Lawrence, 1981).

CTM denemeleri yürütülene kadar balıklar agroMARİN Yem San. ve Paz. A.Ş. tarafından üretilen ticari alabalık pelet yemi (Araştırmada kullanılan yemin besin madde içeriği Çizelge 3.1 'de gösterilmiştir) ile günde üç kez (08.00, 13.00, 18.00) doyana kadar beslenmişlerdir. Çalışmalar süresince su sıcaklığı ve oksijen değeri günde üç kez ölçülmüştür. Fotoperiyot 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık olacak şekilde uygulanmıştır. Tanklar bir dolu bir boş olacak şekilde sifonlanmış ve en az %200-300 su değişkenliği gerçekleştirilmiştir. Deneme tanklarının havalandırılması bir hava motoru ve buna bağlı hava hortumları ve havataşları aracılığıyla sürekli olarak sağlanmıştır.



Şekil 3.2. Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Birimi, Deneme Grupları (orjinal)

Çizelge 3.1. Denemede Kullanılan Ticari Alabalık Yeminin Besin İçeriği

<u>Temel Besin Maddeleri</u>		<u>Vitaminler</u>		
Nem: max	% 12	Vitamin A	IU/kg	2000000
Ham Protein min	%44	Vitamin D3	IU/kg	2500000
Ham Selüloz max	%25	Vitamin E	IU/kg	2500000
Ham Kül max	% 12	Vitamin C	mg/kg	200000
Enerji Değeri min. ME kcal/kg	3370	Vitamin K	mg/kg	12000
Ham Yağ min	% 19	Inositol	mg/kg	300000
Nişasta max:	% 10	Choline	mg/kg	600000
<u>Makro Elementler</u>				
Kalsiyum min-max	% 3			
Fosfor min	% 1,8			

Çizelge 3.2. Alıştırma tanklarında 33 gün süreyle Nil tilapia ve Melez tilapia kombinasyonlarına alıştırılan balıklardan oluşturulan deneme grupları. n = deneme gruplarındaki her tankta stoklanan balık sayısı.

	SICAKLIK	Tank 1	Tank 2	Tank 3
(O.niloticus × O.aureus♂)	24°C	n = 15	n = 15	n = 15
	28°C	n = 15	n = 15	n = 15
	32°C	n = 15	n = 15	n = 15
O.niloticus	24°C	n = 15	n = 15	n = 15
	28°C	n = 15	n = 15	n = 15
	32°C	n = 15	n = 15	n = 15

CTM denemeleri sonrasında her tankta bulunan balıkların bireysel ağırlıkları elektronik bir terazi ile 0.01 g hassasiyette tartılmıştır.

CTMin ve CTMax değerlerinin belirlenmesi amacıyla her bir sıcaklık/ tür grubu için 15'er adet balık alınarak deneme yürütülmüştür (Çizelge 3.1).

3.3. Çevresel Faktörler

Alıştırma periyodu boyunca, tanklardaki su sıcaklığı her gün bir termometre ile ve oksijenleri ise bir oksijenmetre ile ölçülmüştür.

3.4. CTMin ve CTMax Denemeleri

CTM denemeleri öncesinde iki farklı grup ve üç farklı sıcaklık (24, 28 ve 32°C) koşullarında 30 gün yetiştirilen balıklar, bundan sonra 50 L su içeren dikdörtgen plastik tanklara (0.8 m x 0.35 m x 0.5 m), her tanka 5 adet balık düşecek şekilde stoklanmıştır. Böylece her tür ve sıcaklık kombinasyonu için üç tekerrürlü

olarak toplamda 15 adet balıkta CTMin ya da CTMax değerleri belirlenmiştir. CTM değerlerinin belirlenmesi esnasında su sıcaklığı sabit bir şekilde dakikada 0.3°C oranında soğutulmuş (CTMin) ya da ısıtılmıştır (CTMax). CTM denemeleri öncesinde balıklar 24 saat aç bırakılmış ve denemeler esnasında da hiç yemlenmemişlerdir. Tanklarda havalandırma ile oksijen seviyesi sürekli olarak 5 ppm ve üzerinde tutulmuştur. CTM değerleri balığın dengesini kaybettiği sıcaklık değeri olarak kaydedilmiştir (Paladino ve ark.,1980; Beitinger ve McCauley, 1990; Debnath ve ark., 2006). Her balık için bireysel olarak kaydedilen CTM değerlerinin aritmetik ortalaması deneme sıcaklık ve tür kombinasyonlarının CTM değerlerini oluşturmuştur. CTM hesaplamaları Beitinger ve ark. (2000) ve Hoang ve ark. (2002)'ye göre yapılmış ve ayrıca, alıştırma tepki oranı (ARR: acclimation response ratio) Clausen (1977)'ne göre hesaplanmıştır. Deneme esnasında tepki vermeyi bırakan balıklar derhal tanktan alınarak yeniden su sıcaklığının kademeli olarak yükseltilmesiyle canlı tutulmaya çalışılmış ve böylece yeniden canlanma oranı (recovery rate) belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan üç farklı alıştırma sıcaklıklarında elde edilen CTMin ve CTMax değerleri kullanılarak balıkların termal tolerans poligonu da hesaplanmıştır. Tüm CTM denemelerinde toplam 270 adet balık kullanılmıştır.

3.5. İstatistik Hesaplamalar

Farklı alıştırma sıcaklıkları ve türlerin final ağırlıkları, CTMin ve CTMax değerleri üzerindeki etkileri SPSS (versiyon 15.0) programında iki yönlü varyans analizi (ANOVA) ve ardından gruplar arasındaki farklılıklar da Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Çevresel Parametreler

CTM denemeleri başlatılmadan önce, balıkların 3x3 sıcaklık kombinasyonlarına dört hafta süreyle alıştırmaları esnasında tanklardaki su sıcaklıkları 24, 28 ve 32°C değerlerinde tutulmaya çalışılmıştır. Ancak, alıştırma periyodu süresince alınan sıcaklık ölçümleri grupların sıcaklık değerlerinin ortalama *Oreochromis niloticus* için 23.97±0.01°C, 27.92±0.05°C, ve 31.55±0.11°C ve melezler için 23.88 ±0.05°C, 27.75±0.05°C, 31.62±0.06°C olduğunu göstermiştir. Araştırma boyunca ölçülen su kalite parametrelerinde önemli dalgalanmalar olmamıştır.

4.2. Ağırlık Olarak Büyüme

Alıştırma periyodu başlangıcında ölçülen ortalama balık ağırlık değerleri gruplar bazında 9.30 ile 10.30 g arasında değişmiştir (P<0.05) (Çizelge 4.1). Sıcaklık alıştırma periyodunun sonunda (4 hafta) genetik grup, genetik grup ile birlikte sıcaklık parametreleri etkisinin balıkları önemli derecede etkilediği, ancak sıcaklığın tek başına balıkları önemli derecede etkilemediği anlaşılmıştır (Çizelge 4.1). Özellikle alıştırma periyodu esnasında kullanılan en yüksek su sıcaklığında (32°C) tutulan balık gruplarında büyümenin, daha düşük sıcaklıklarda tutulan balıklara kıyasla, önemli ölçüde daha yüksek çıktığı görülmüştür (P<0.05).

Çizelge 4.1. İki farklı genetik grup (*O.niloticus* ve *O.niloticus* x *O.aureus*) ve sıcaklık (24, 28, 32°C) koşullarına alıştıırılan tilapia genetik grupları'nda alıştıırma döneminin parametrik değerleri (4. hafta). Her değer bir ortalama \pm SD (n = 15)'yi ifade etmektedir.

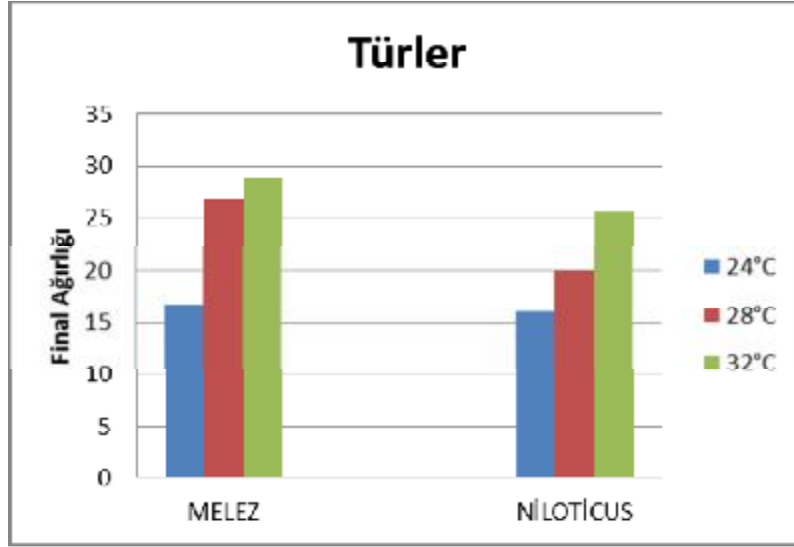
Büyüme Parametreleri					
Tür	Sıcaklık	Başlangıç	Final Ağırlığı	YÇO ¹	SBO ²
	(°C)	(g)	(g)		(%/gün)
Niloticus	24	9.65 \pm 0.35	^C 16.07 \pm 0.52	^A 1.54 \pm 0.21	^C 1.54 \pm 0.18
	28	9.35 \pm 0.27	^B 19.98 \pm 2.00 ^a	^{AB} 1.27 \pm 0.31	^B 2.29 \pm 0.26
	32	9.30 \pm 0.46	^A 25.64 \pm 1.33	^B 1.04 \pm 0.08	^A 3.06 \pm 0.17
Melez	24	10.01 \pm 0.01	^B 16.72 \pm 0.80	^A 1.81 \pm 0.60	^B 1.55 \pm 0.14
	28	10.30 \pm 0.10	^A 26.88 \pm 3.10 ^b	^B 1.10 \pm 0.10	^A 2.89 \pm 0.33
	32	10.20 \pm 0.10	^A 29.00 \pm 2.12	^B 1.03 \pm 0.02	^A 3.16 \pm 0.21
İki-Yönlü ANOVA*					
Tür		P<0.05	P<0.001	P>0.05	P<0.05
Sıcaklık		P>0.05	P<0.01	P<0.001	P<0.001

* Büyük harfler aynı türdeki ve farklı sıcaklıklar arasındaki ortalamaların farklı olduğunu; küçük harfler ise aynı sıcaklıkta ve farklı türdeki ortalamaların farklı olduğunu göstermektedir. Gruplar arasında istatistiksel fark olmadığı durumlarda ortalamalar üzerinde harflendirme yapılmamıştır. Tüm değerler ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir.

¹ Yem çevrim oranı (YÇO) = (toplam tüketilen kuru yem ağırlığı, g) / (ağırlık kazancı, g).

² Spesifik büyüme oranı (SGR, %/gün) = [Ln (final ağırlığı, g) - Ln (başlangıç ağırlığı, g)] / (gün olarak deneme süresi) \times 100.

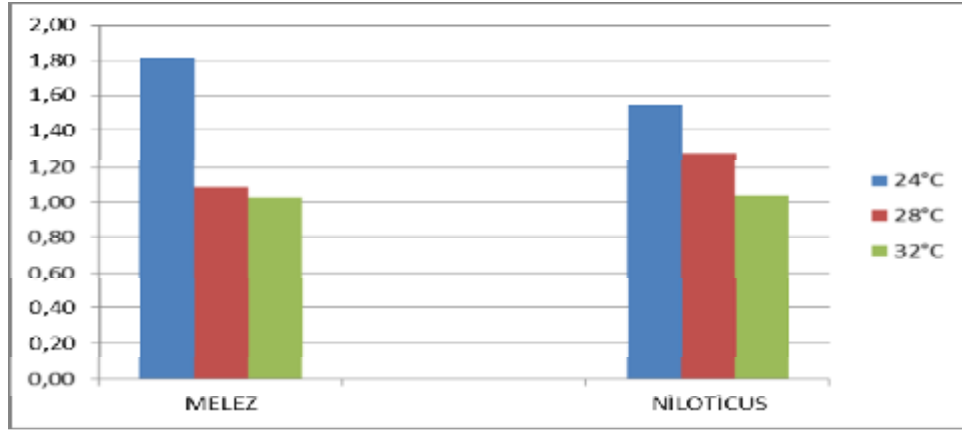
Aynı sıcaklıklarda ancak farklı genetik yapıdaki (*O.niloticus* ve melez) balık grupları kıyaslandığında; balıkların özellikle 32°C sıcaklıkta 24 ve 28°C sıcaklıkta tutulan gruplara kıyasla daha iyi büyüdüğü görülmüştür (P<0.001). En düşük sıcaklık gruplarında ortalama balık ağırlık değerleri 16.07 ile 16.72g, orta sıcaklıkta (28°C) 19 ile 26 g ve en yüksek (32°C) su sıcaklığında ise 25 ile 29 g arasında değişmiştir. Niloticus'larda balıklarda büyüme 16-25 g, melezlerde 16-29 g arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.1de).



Şekil 4.1 Tüm Gruplardaki Final Ağırlığı

4.2.1. Yem Değerlendirme Oranı

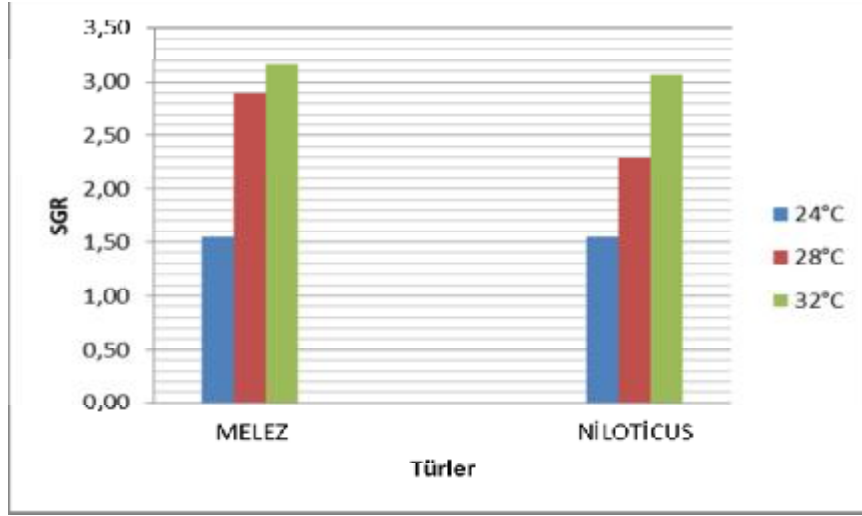
Yem değerlendirme oranında sıcaklık iki farklı genetik grup (*O.niloticus* ve melezler) içinde önemli değildir ($P>0.05$) ancak *Niloticus*'larda 24 ve 32°C sıcaklıklarda yem değerlendirme oranlarında farklılıklar gözlemlenmiştir. 28°C ise 24 ve 32°C sıcaklıktakilere benzer değerdedirler. Sıcaklığın yem değerlendirme oranı üzerindeki etkisinin önemli olduğu gözlemlenmiştir ($P<0.001$). Melezlerde ise; 24 ve 28°C'de aynı 32°C'de diğer iki sıcaklığa göre farklı oranda yem değerlendirdiği görülmüştür. Yem değerlendirme oranında 24°C sıcaklıkta melezler *niloticus*'lara göre daha iyi yem değerlendirdiği gözlemlenmiş iken; 28°C sıcaklıkta *niloticus*'lar mezlere göre daha iyi yem değerlendirmiş 32°C sıcaklıkta iki grup arasında bir fark gözlemlenmemiştir (Şekil 4.2.de).



Şekil 4.2. Tüm Gruplardaki Yem Değerlendirme Oranı

4.2.2. Spesifik Büyüme Oranı

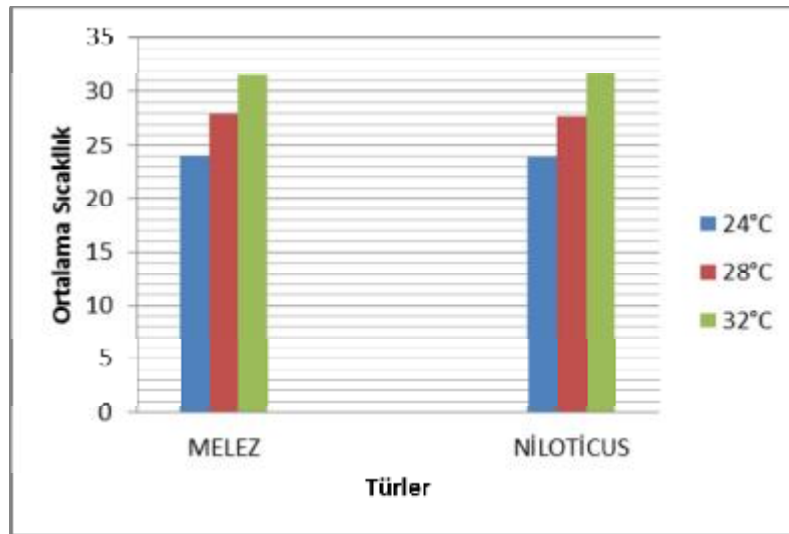
Guruplar arasında *niloticus*'larda 24,28,32°C sıcaklıklarda her bir sıcaklık grubu içinde spesifik büyümede farklılıklar gözlemlenmiştir. Melezlerde ise; 28 ve 32°C benzer bir spesifik büyüme görülürken, 24°C sıcaklıkta 28-32°C sıcaklığa göre farklı bir büyüme gözlenmiştir. Genetik grupların ($P<0.05$) ve sıcaklığın ($P<0.001$) spesifik büyümeyi önemli derecede etkilediği görülmüştür. Aynı zamanda sıcaklık ve genetik gruplar arası kıyaslama yapıldığı zaman sıcaklığın büyüme üzerinde daha hassas bir etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. 24°C sıcaklıkta *niloticus* ve melezlerde benzer bir büyüme görülürken 28 ve 32°C sıcaklıklarda melezler, *niloticus*'lara göre daha iyi spesifik büyüme göstermişlerdir (Şekil 4.3.de).



Şekil 4.3. Tüm Gruplardaki Spesifik Büyüme Oranı

4.2.3. Ortalama Sıcaklık

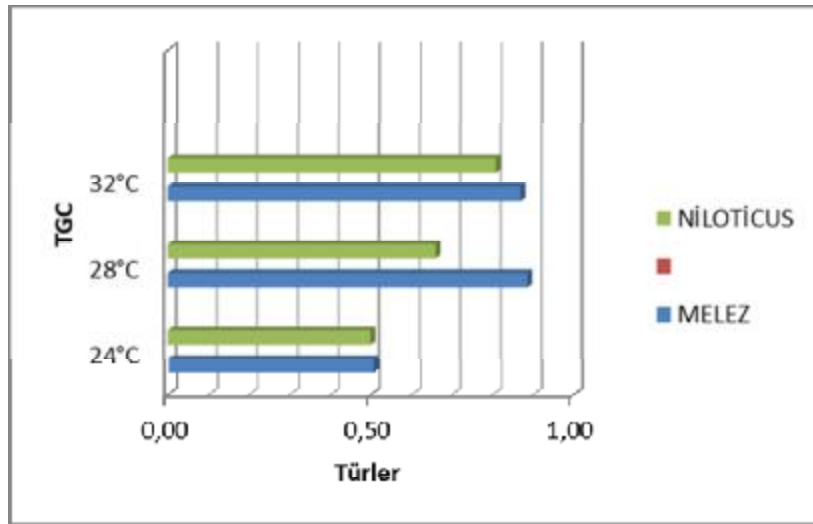
Sıcaklık grupları arasında (24, 28, 32°C) iki genetik grup kıyaslandığında ortalama sıcaklık değerlerinin birbirlerinden farklı olduğu görülmüştür. Ortalama sıcaklıkta sıcaklık ($P < 0.001$), sıcaklık x genetik gruplar ($P < 0.05$) önemli bir etkiye sahiptir ve bu genetik gruplar üzerinde sıcaklık daha hassas bir etkiye sahiptir (Çizelge 4.1). Ortalama sıcaklık 28°C su sıcaklığında iki genotip arasında farklılık göstermiştir ve iki genotip arasındaki ortalama sıcaklık farkı çok azdır (Şekil 4.4.de).



Şekil 4.4. Tüm Gruplardaki Ortalama Sıcaklık

4.2.4. Termal Büyüme Katsayısı

Termal büyüme katsayısı *niloticus*'larda 24 ve 32°C sıcaklıklarda farklılık göstermiştir, 28°C sıcaklıkta ise 24 ve 32°C sıcaklıktakiler ile benzerlik gözlemlenmiştir. Melezlerde ise; 28 ve 32°C sıcaklıkta benzer, 24°C sıcaklıktakiler farklı bir termal büyüme katsayısı göstermişlerdir. Termal büyüme katsayısında tür ($P<0.05$) ve sıcaklık ($P<0.001$) önemli bir etkiye sahiptir. Genetik grup, sıcaklık, genetik grup x sıcaklık içerisinde sıcaklık daha hassas bir değere sahiptir. Termal büyüme katsayısı 28 ve 32°C sıcaklıklarda melezlerde daha fazla iken 24°C sıcaklıkta *niloticus* ve melezler içinde benzer değerler göstermişlerdir (Şekil 4.5.da).

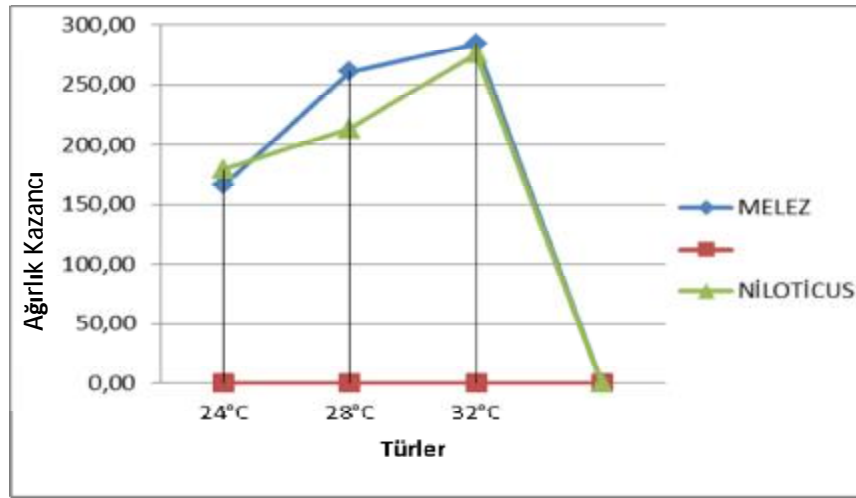


Şekil 4.5. Tüm Gruplardaki Termal Büyüme Katsayısı

4.2.5. Ağırlık Kazancı

İki tür arasında karşılaştırma yapılacak olursa *niloticus*'lar için üç sıcaklık grubu içindeki ağırlık kazancı birbirinden farklıdır. Melezlerde ise; 28 ve 32°C' deki ağırlık kazancı benzer, 24°C sıcaklıktaki ağırlık kazancı diğer iki sıcaklık grubuna göre farklılık göstermiştir. Ağırlık kazancında genetik grup ($P<0.05$) ve sıcaklık ($P<0.001$) önemli bir etkiye sahip iken genetik grup x sıcaklık ağırlık kazancını etkilememiştir ($P>0.05$). Aynı zamanda sıcaklığın ağırlık kazancı üzerinde daha duyarlı bir etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ağırlık artışı melezlerde doğrusal

olarak artmıştır ve 28 ve 32°C sıcaklıklarda artış daha fazla görülür iken; *niloticus*'larda mezelere göre artışın daha az olduğu gözlemlenmiştir. 32°C sıcaklıkta *niloticus* ve melezler de ağırlık kazancında bir kesişme görülmüş ve *niloticus*'larda daha sonrasında ağırlık kazancında bir azalma gözlemlenmiştir. Genetik gruplar arası kıyaslama yapıldığı zaman melezlerin diğer genetik gruba göre daha fazla ağırlık kazancı sağladığı görülmüştür (Şekil 4.6.de).



Şekil 4.6. Tüm Gruplardaki Ağırlık Kazancı

4.2.6. Yem Tüketimi

Yem tüketimi *niloticus*'larda üç sıcaklık grubu içinde her bir sıcaklıkta farklı olduğu gözlemlenmiştir. Melezlerde ise 24°C'deki yem tüketimi 28 ve 32°C sıcaklıktaki yem tüketiminden farklıdır ancak 28 ve 32°C sıcaklıklarda benzer yem tüketimleri göstermişlerdir. İki tür arasında 28°C sıcaklıktaki yem tüketimi önemli derecede farklılık göstermiştir. Yem tüketiminde sıcaklık ($P < 0.001$) ve sıcaklık x genetik grup ($P < 0.05$) önemli bir etkiye sahiptir. Tür'ün ise önemli bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir ($P > 0.001$) (Çizelge 4.2) ; yem tüketimi 24°C' de melez ve *niloticus*'larda benzerlik gösterirken, 28 ve 32°C sıcaklıkta melezlerdeki yem tüketimi *niloticus* ile kıyaslandığında melezlerdeki yem tüketimi daha fazla olmuştur. En az yem tüketimi 24°C sıcaklıkta, en fazla yem tüketiminin ise 32°C olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.7.de).

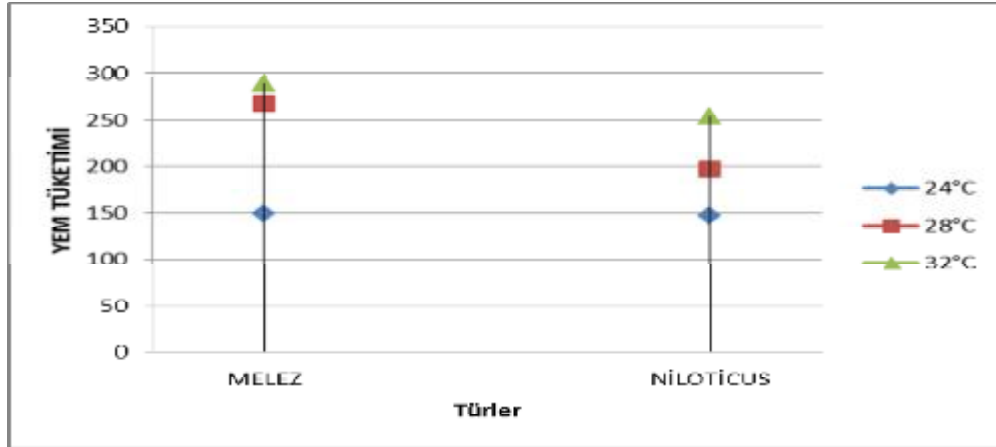
Çizelge 4.2. İki farklı tür (*O.niloticus* ve *O.niloticus* x *O.aureus*) ve sıcaklık (24, 28, 32°C) koşullarına alıştırlan tilapia türleri'nde alıştırma döneminin parametrik değerleri (4. hafta). Her değer bir ortalama \pm SD (n = 15)'yi ifade etmektedir.

Büyüme Parametreleri				
Tür	Sıcaklık	Ortalama Sıcaklık	Termal Büyüme	Ağırlık
		Sıcaklık	Büyüme Katsayı	Kazancı
Niloticus	24	^C 23.89 \pm 0.05	^B 0.50 \pm 0.06	^C 166.71 \pm 10.58
	28	^B 27.75 \pm 0.05 ^a	^{AB} 0.66 \pm 0.08	^B 213.58 \pm 17.84
	32	^A 31.62 \pm 0.06	^A 0.81 \pm 0.05	^A 275.52 \pm 15.72
Melez	24	^C 23.98 \pm 0.01	^B 0.5 \pm 0.04	^B 166.95 \pm 7.88
	28	^B 27.92 \pm 0.05 ^b	^A 0.88 \pm 0.12	^A 260.84 \pm 28.60
	32	^A 31.55 \pm 0.11	^A 0.86 \pm 0.07	^A 284.05 \pm 19.73
İki-Yönlü ANOVA*				
Tür		P>0.05	P<0.05	P<0.05
Sıcaklık		P<0.001	P<0.001	P<0.001
Tür×Sıcaklık		P<0.05	P>0.05	P>0.05
Büyüme Parametreleri				
Tür	Sıcaklık	Yem Tüketimi (g)	Protein Tüketimi	
Niloticus	24	^C 147.21 \pm 4.25	^C 66.24 \pm 1.91	
	28	^B 197.43 \pm 13.69 ^a	^B 88.84 \pm 6.16 ^a	
	32	^A 254.46 \pm 21.87	^A 114.51 \pm 9.84	
Melez	24	^B 149.05 \pm 15.79	^B 67.07 \pm 7.10	
	28	^A 268.11 \pm 31.83 ^b	^A 120.65 \pm 14.32 ^b	
	32	^A 288.83 \pm 25.38	^A 129.97 \pm 11.42	
İki-Yönlü ANOVA*				
Tür		P>0.001	P>0.001	
Sıcaklık		P<0.001	P<0.001	
Tür×Sıcaklık		P<0.05	P<0.05	

* Büyük harfler aynı türdeki ve farklı sıcaklıklar arasındaki ortalamaların farklı olduğunu; küçük harfler ise aynı sıcaklıkta ve farklı türdeki ortalamaların farklı olduğunu göstermektedir. Gruplar arasında istatistiksel fark olmadığı durumlarda ortalamalar üzerinde harflendirme yapılmamıştır. Tüm değerler ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir.

¹ Yem çevrim oranı (YÇO) = (toplam tüketilen kuru yem ağırlığı, g) / (ağırlık kazancı, g).

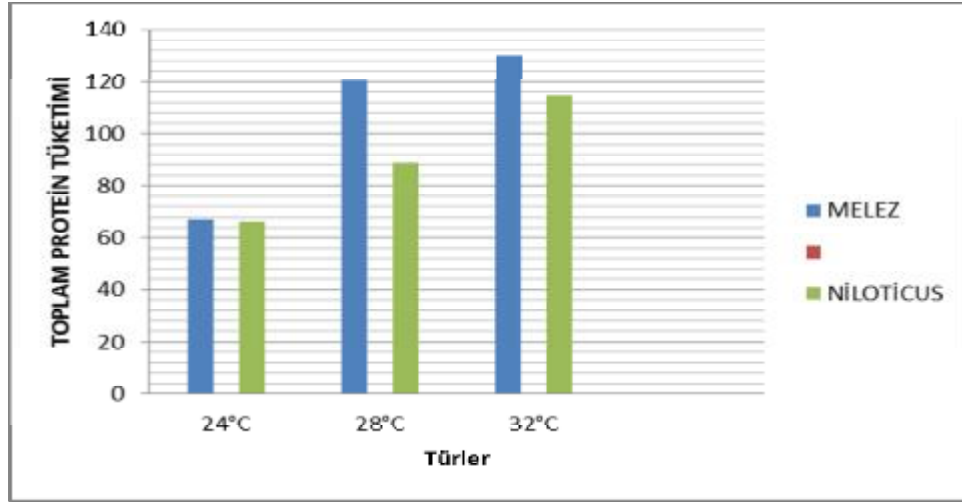
² Spesifik büyüme oranı (SGR, %/gün) = [Ln (final ağırlığı, g) - Ln (başlangıç ağırlığı, g)] / (gün olarak deneme süresi) \times 100.



Şekil 4.7. Tüm Gruplardaki Yem Tüketimi

4.2.7. Protein Tüketimi

Protein tüketimi üç farklı sıcaklık grubu ve iki farklı genotip arasında kıyaslandığı zaman *niloticus*'lar üç farklı sıcaklık grubu için tükettikleri protein miktarı birbirlerinden farklı iken; melezler için bu durum 28 ve 32°C sıcaklıkta benzer protein tüketim gösterirken, 24°C sıcaklıkta diğer iki sıcaklık grubu ile kıyaslandığı zaman protein tüketimi oranının daha az olduğu gözlemlenmiştir. Protein tüketimi iki tür arasında kıyaslandığında ise 28°C sıcaklıktaki tükettikleri oran önemli derecede birbirlerinden farklıdır ve melezlerin tükettiği miktar *niloticus*lardan daha fazladır. Protein tüketiminde sıcaklık ($P < 0.001$) ve sıcaklık x genotip grup ($P < 0.05$) önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). genotip grupların ise protein tüketimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı anlaşılmıştır ($P > 0.001$). Genetik grupları kıyasladığımız zaman melezlerdeki protein tüketiminin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Melezlerde ve *niloticus*'larda en fazla 32°C sıcaklıkta protein tüketimin olduğu belirlenmiştir. 24°C sıcaklıkta *niloticus* ve melezlerde benzer oranlarda protein tüketimin olduğu görülmüştür (Şekil 4.8.da).



Şekil 4.8. Tüm Gruplardaki Protein Tüketimi

4.3. Termal Tolerans

Alıştırma periyodu sonunda belirlenen CTM değerleri ve iki yönlü varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de özetlenmiştir. Balıkların tolere edebildikleri en düşük sıcaklık değerlerinin (CTMin), genel olarak, 9.12 ile 11.94°C arasında değiştiği hesaplanmıştır. İstatistik analiz sonuçları sıcaklığın CTMin değerleri üzerinde önemli etkilerde bulunduğunu ($P < 0.001$), hem tür ve hem de her iki parametrenin ortak etkilerinin CTMin değerleri üzerinde önemli etkilerinin bulunmadıklarını göstermiştir ($P > 0.05$; Çizelge 4.3). En düşük sıcaklıkta (24°C), farklı türdeki balıklarda CTMin değerleri 9.12 ile 9.60°C arasında değişmiş, buna göre; melezlerin niloticus’lara kıyasla, düşük sıcaklıkları daha iyi tolere edebildikleri anlaşılmıştır. Orta sıcaklık değerinde (28°C) ise CTMin değerleri *niloticus*’larda melezlere göre daha az tolere edebildiklerini göstermiş (10.25-10.06°C) ve en toleranslı balık grupların melezler olduğu görülmüştür ($P < 0.05$). En yüksek sıcaklıkta (32°C) tutulan grupta CTMin değerleri *niloticus* ve melezlerde benzer çıkmıştır ($P > 0.05$).

Aynı türlerde kendi içlerinde, genel olarak, sıcaklık artışıyla birlikte CTMin değerlerinde bir artış kaydedilmiştir. Buna göre; alıştırma su sıcaklıklarının yükselmesiyle beraber balıkların düşük sıcaklıklara toleransı da azalma göstermiştir. *Niloticus*’lar da CTMin değerleri sıcaklık artışıyla birlikte 9.12°C’den 11.11°C’ye

kadar yükselmiştir ($P<0.001$; Çizelge 4.3). Benzer şekilde, melezlerde bu değerler 9.60°C 'den 11.94°C 'ye kadar çıkmıştır ($P<0.001$).

Balıklarda CTMax değerleri incelendiğinde; sıcaklığın bu değerler üzerine çok önemli etkilerde bulunduğu ($P<0.001$) aynı zamanda tür ve her iki parametrenin ortak etkisinin ise, sıcaklığa göre, oransal olarak etkili olmadığı ($P>0.05$) ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.3). En düşük su sıcaklığında (24°C), CTMax değerleri *niloticus* ve melezlerde benzer ($39.77-39.79^{\circ}\text{C}$; $P>0.05$) çıkmıştır. 28°C sıcaklıkta tutulan gruplarda CTMax değerleri 41.30 ile 41.34°C 'ler arasında değişmiş ve en düşük tolerans *niloticus* grubunda görülmüştür ($P<0.001$). 32°C sıcaklıkta yine en düşük CTMax değeri *niloticus* grubunda görülürken (42.49°C), melez grubunda bu değer benzer (42.66) bulunmuştur ancak diğer türden biraz daha yüksek çıkmıştır ($P>0.05$; Çizelge 4.3).

Aynı türlerde, genel olarak, sıcaklıklar yükseldikçe CTMax değerleri artış göstermiştir. Buna göre; *niloticus*'larda CTMax değerleri 24 , 28 ve 32°C sıcaklıklarda 39°C 'den 42.5°C 'ye kadar çıkmıştır. En düşük CTMax 24°C 'de, en yüksek CTMax ise en yüksek alıştırma su sıcaklığı olan 32°C 'de kaydedilmiştir (Çizelge 4.3). Melez grubunda CTMax değerleri 39 ile 42.7°C 'ler arasında değişmiştir. En düşük sıcaklık grubunda (24°C) CTMax değeri en düşük çıkmış, 28 ve 32°C gruplarında ise benzer CTMax değerleri elde edilmiştir ($P>0.05$), ancak gruplar arasında istatistik bir farklılık belirlenmemiştir ($P>0.05$) (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Deneme süresince (33 gün) farklı tür (*O.niloticus* ve *.niloticusxO.aeurs*) ve sıcaklık (24, 28, 32°C) kombinasyonlarında yetiştirilen tilapya bireylerinde CTMin ve CTMax değerleri. Her değer bir ortalama \pm SD (n = 15)'yi ifade etmektedir.

Sıcaklık (°C)	CTM	Tür		
		Niloticus	Melez	
24	CTMin	^B 9.12 \pm 0.07 ^a	^B 9.60 \pm 0.16 ^b	
28		^{AB} 10.06 \pm 1.00	^B 10.25 \pm 0.18	
32		^A 11.11 \pm 0.46	^A 11.94 \pm 0.59	
<i>İki Yönlü ANOVA</i>		<i>Sıcaklık</i>	<i>Tür</i>	<i>Sıcaklık x Tür</i>
		P<0.001	P>0.05	P>0.05
24	CTMax	^A 39.77 \pm 0.06	^C 39.79 \pm 0.53	
28		^B 41.30 \pm 0.20	^B 41.34 \pm 0.06	
32		^B 42.49 \pm 1.16	^A 42.66 \pm 0.19	
<i>İki Yönlü ANOVA</i>		<i>Sıcaklık</i>	<i>Tür</i>	<i>Sıcaklık x Tür</i>
		P<0.001	P>0.05	P>0.05

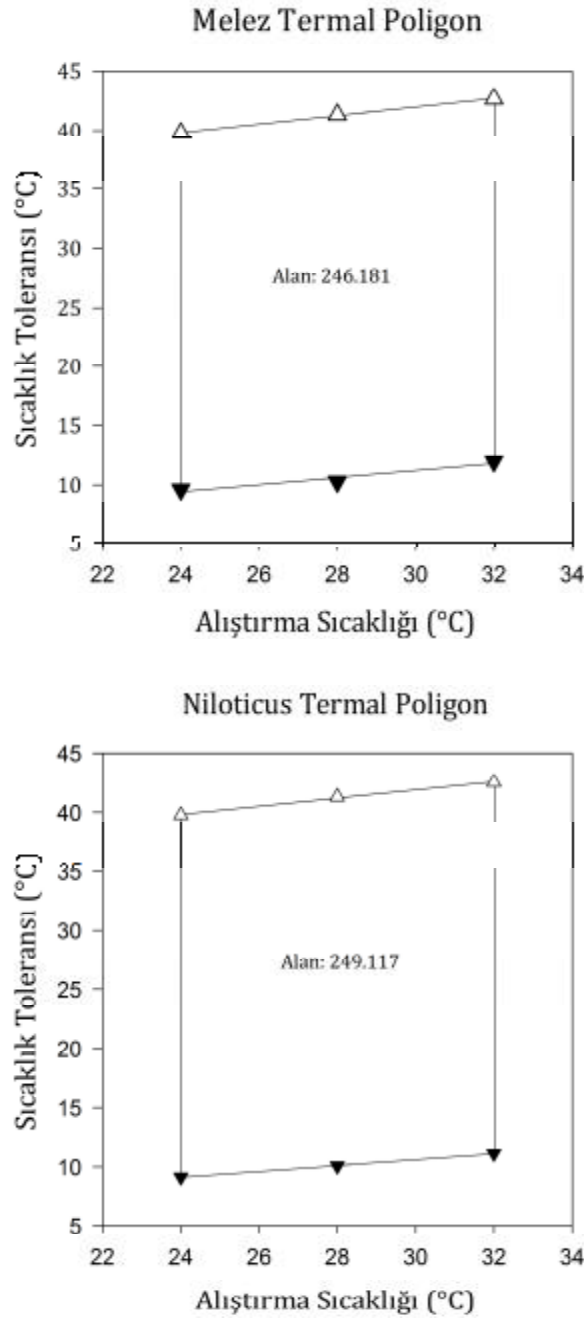
Aynı türdeki ve farklı sıcaklıklarda tutulan gruplar için büyük ve farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında (aynı sütunda yer alan) önemli farklılıklar bulunmaktadır (P<0.05). Aynı sıcaklık grupları arasında farklı türde tutulan gruplarda küçük ve farklı harflerle işaretlenen ortalamalar (aynı satırda yer alan) birbirlerinden önemli derecede farklıdır (P<0.05).

Yapılan hesaplamalar neticesinde alıştırma tepki oranı değerleri (ARR) farklı türler ve 24-28°C'ler arasında 0.16-0.39, 28-32°C'ler arasında 0.30-0.42 ve 24-32°C'ler arasında ise 0.25 ile 0.36 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Üç farklı sıcaklık (24, 28, 32°C) koşullarına alıştıırılan iki farklı tür (*O.niloticus* ve *O.niloticus x O.aerus*)'ün alıştıırma tepki oranı (ARR) değerleri.

	CTMin		
Türler	24 - 28	28 - 32	24 - 32
Niloticus	0.23	0.26	0.25
Melez	0.16	0.42	0.35
	CTMax		
Niloticus	0.38	0.30	0.34
Melez	0.39	0.33	0.36

Denemede kullanılan iki farklı türün değerleri için yapılan hesaplamalar neticesinde termal tolerans poligonları Şekil 4.10'da özetlenmiştir. Buna göre; hesaplanan termal poligon alan değerleri melezlerde 246.181, *O.niloticus*'da ise 249.117°C² olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.10. Farklı sıcaklık koşullarında (24, 28, 32°C) *O.niloticus* ve (*O.niloticus* x *O.aerus*) melezler için hesaplanan (her bir grup için ayrı ayrı) termal tolerans poligon şekilleri.

5. TARTIŞMA

Balıklarda alıştırma su sıcaklıklarının CTMin ve CTMax değerleri üzerindeki etkisi birçok balık türünde kanıtlanmıştır (Chatterjee ve ark., 2004; Das ve ark., 2005; Diaz ve ark., 2007). Tilapia türleri ile yürüttüğümüz bu çalışmamızda da üç farklı alıştırma su sıcaklığında (24, 28 ve 32°C) CTMin ve CTMax değerlerinin önemli ölçüde etkilendiği belirlenmiştir ($P < 0.001$). Denememizde 24-32°C alıştırma su sıcaklıklarında, kullandığımız 0.3°C/dakika soğutma veya ısıtma oranında, CTMin değerlerinin *niloticus*'ta 9.12 ile 11.11°C, melezlerde 9.60 ile 11.94 °C, CTMax değerlerin ise *niloticus*'ta 39.77 ile 42.49°C, melezlerde 39.79 ile 42.66 °C'ler arasında değişim gösterdiği anlaşılmıştır. Elde ettiğimiz bu bulgular, balığın daha önce maruz kaldığı su sıcaklıklarının ya da alıştırma su sıcaklıklarının, diğer bazı türlerde olduğu gibi (Das ve ark., 2004), tilapia (*O.niloticus* ve *O.nilotiusxO.aureus*) da termal tolerans yeteneğini önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermiştir. Genellikle, mevsimsel değişimlerin ve çevresel parametrelerdeki dalgalanmaların yoğun olarak yaşandığı yarı-tropik iklim kuşaklarında, balıkların kademeli olarak uzun bir periyotta yeni koşullara (örneğin sıcaklıklara) alışabilme imkanı bulabilmeleri, yaz aylarında karşılaşılan yüksek sıcaklıklara ve kış döneminde de kritik düşük sıcaklıklara karşı olan tolerans yeteneklerini yükseltme şansı tanımaktadır. Ne tilapia türleri ne de bu türe yakın olan türlerin CTM değerleri ve termal tolerans yeteneği ile ilgili çalışmalar olmaması nedeniyle, bu çalışmamızda elde ettiğimiz verilerin ve sonuçların aynı veya benzer türlerle karşılaştırılabilmesi mümkün olamamıştır.

Termal tolerans poligonları balıkların ekolojisi ve yayılış alanları hakkında ve ilgili türlerin sıcaklık ile ilgili yaşam stratejilerinin anlaşılabilmesinde önemli ipuçları verebilmektedir (Bennett ve Beitinger, 1997). Eme ve Bennett (2009) hesaplanan poligon alanlarının (°C² olarak) türlerin karşılaştırmalı sıcaklık toleransları hakkında yararlı ve kullanışlı indeksler verebildiklerini belirtmektedir. Tilapia türleri ile yürüttüğümüz çalışmamızda, üç farklı sıcaklık (24, 28, and 32°C) koşullarında hesaplanan termal tolerans poligon alan değerleri melezler için 246.181, *niloticus*'lar da ise 249.117°C² olarak belirlenmiştir. Termal poligon alanlarının alıştırma su

sıcaklıkları ve kullanılan türün boyutları ile ilişkili olarak değişebileceği bilinmektedir. Ne tilapia ne de diğer benzer tilapia türlerinde aynı CTM hesaplamaları kullanılarak elde edilmiş termal tolerans poligon verileri olmadığı için, çalışmamızda elde ettiğimiz verileri başka türlerle kıyaslama şansımız olamamıştır. Ancak yine de elde ettiğimiz verileri krustaseler ve bazı tatlı su balık türleri ile yapılan çalışmalarda bildirilen verilerle kıyasladığımızda; üç alıştırma su sıcaklığında tilapia için hesapladığımız poligon alanlarının ($246 - 249^{\circ}\text{C}^2$), $15, 20, 25^{\circ}\text{C}$ alıştırma su sıcaklıkları aralığındaki veriler kullanıldığında, bazı tropik karidesler (Manush ve ark., 2004; Kumlu ve ark., 2010a; 2010b) ve balıklar (Chatterjee ve ark., 2004) için hesaplanan verilerle ($255-296^{\circ}\text{C}^2$) yakın olduğu dikkat çekmiştir. Chatterjee ve ark. (2004) tatlı su balıklarından *Labeo rohita* ve sazan (*Cyprinus carpio*) için CTMin değerlerinin, sırasıyla, 8.4 ve 15°C ve CTMax değerlerinin her iki tür için de 40°C 'nin üzerinde olduğunu ve üç alıştırma su sıcaklığında termal tolerans poligon alanlarının 273.5 ile 311.6°C^2 olarak hesaplandığını bildirmişlerdir. Bu tropik türlerden farklı olarak, elde ettiğimiz tüm veriler incelendiğinde, tilapia varyetemizin düşük sıcaklıklara daha toleranslı olduğu, diğer yandan yüksek sıcaklıklara ise tropik türlere yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Tilapia için hesapladığımız ARR değerleri de üstte belirttiğimiz görüşü desteklemektedir. Yapılan hesaplamalar neticesinde tilapia türleri ile yürüttüğümüz çalışmamızda, alıştırma su sıcaklığına bağlı olarak hesapladığımız ARR değerleri $0.3^{\circ}\text{C}/\text{dakika}$ ısıtma/soğutma oranında $24-28^{\circ}\text{C}$ 'ler arasında $0.16-0.32$ ve $28-32^{\circ}\text{C}$ 'ler arasında ise $0.26-0.42$ arasında değişim göstermiştir. Üç farklı alıştırma su sıcaklıklarında ($24, 28, \text{ve } 32^{\circ}\text{C}$) ve $24-28^{\circ}\text{C}$ 'ler arasında hesaplanan genel ARR değerleri *O. niloticus* için 0.24 ile 0.34 arasında; melezler için 0.31 ile 0.36 arasında olduğu belirlenmiştir. ARR değerinin sucul bir canlının termal sıcaklığa alışma yeteneğini gösteren bir indeks olduğu (Claussen, 1977) ve sıcaklık açısından farklı coğrafik bölgelerden etkilendiği bildirilmektedir (Herrera ve ark., 1998). Birçok çalışma yarı-tropik ve tropik türlerin soğuk ve ılıman türlere kıyasla daha yüksek ARR değerlerine sahip olduklarını göstermiştir (Herrera ve ark., 1998; Re ve ark., 2005). Tropik ve yarı-tropik alanlarda ve ayrıca estuarin bölgelerde (acısu alanlarında) türlerin daha fazla sıcaklık ve tuzluluk dalgalanmalarıyla karşı karşıya

kalmaları nedeniyle ARR değerlerinin bu bölgelerde yüksek çıktığı belirtilmektedir (Re ve ark., 2005). Oysa, balıklar ılıman ve soğuk iklim kuşaklarında çok daha az değişken ve uzun periyotlarla çevresel değişimlere adapte olabilmeye şansı bulabilmektedirler. Genel olarak, tilapia ile elde ettiğimiz veriler bu türün bölgemizde bulunan varyetesinin juvenillerinin tropik türler ile soğuk iklim türleri arasında ARR değerlerine sahip olmadığını göstermektedir.

Tilapia için CTMax ve CTMin değerlerinin bilinmesi özellikle soğuk geçen kış aylarında ve çok sıcak geçen yaz aylarında bu balıkların karşılaşabileceği ölümcül su sıcaklıklarına toleranslarının ne olabileceğinin anlaşılması ve önlemler alınabilmesi açısından önem arz etmektedir. Akdeniz bölgesinde özellikle Çukurova’da tilapia (*O.niloticus*) genellikle yüzer kafeslerde, toprak veya beton havuzlarda 5-6 ay süren bir büyütme periyodu neticesinde pazarlama boyutuna kadar getirilir. Karada kurulan havuz sistemlerine yerleştirilen kafeslerde yetiştiricilik esnasında yıl içerisinde su sıcaklık değerlerinde, bilhassa kafeslerin genelde tabana 2 metre yakınlıkta (derinlikte) yerleştirilmesinin önerildiği bilinmelidir (Dikel, 2005). Bu tip sistemlerde tilapia yetiştiriciliğinin başarısı yüksek büyüme ve yaşama oranlarının yıl boyunca sürdürülebilmesine bağlıdır. Çok yaygın ve yoğun üretilmemeledikleri için bu balık türünün tolere edebildikleri alt ve üst sıcaklık tolerans değerleri hakkında son derece yetersiz veriler mevcuttur. Eğer ülkemizin güney sahillerinde bu balık türünün havuz sistemlerinde yetiştiricilikleri yaygın olarak yapılacaksa o zaman tilapiaların yaz aylarında 25-32°C’ye kadar çıkan yüksek ve kış aylarında 5-6°C’nin altına inebilen düşük su sıcaklıklarına tolerans yeteneklerinin ne olabileceğinin bilinmesi önemlidir. Genel olarak tilapiaların 16 ile 32°C su sıcaklıklarını tolere edebildikleri, optimal su sıcaklığının 25-32°C’ler arasında olduğu bildirilmektedir (Dikel, 2009). Ancak, araştırma tesislerimizde, yürütülen çalışmalarda Batı Afrika kökenli tilapia varyetemizin 33°C’nin üzerindeki su sıcaklıklarında bile çok iyi büyüebildikleri ve bu esnada yüksek yem çevrim oranı ve yüksek yaşama oranı gösterdikleri görülmüştür.

Literatürde yapılan incelemelerde, halen tilapia’nın, özellikle farklı sıcaklık koşullarında, tolere edebildiği alt ve üst sıcaklık değerlerinin henüz araştırılmadığı anlaşılmıştır. Ayrıca, düşük ve yüksek sıcaklıklarda yetiştirilmeleri halinde de CTM

değerlerinin nasıl etkileneceği bilinmemektedir. Bu tip bilgilerin, ülkemizin yarı-tropik iklim kuşağındaki bölgelerde, özellikle karasal açık havuz sistemlerinde veya ılıman yer altı suları ile beslenen ve sera ile kaplanmış havuzlarda tilapia yetiştiriciliğinde büyük önem arz edeceği şüphesizdir.

Ayrıca, aynı tür sucul canlıların farklı coğrafik bölgelerde bulunan coğrafik varyetelerinin sıcaklık toleranslarının farklılık gösterebileceği bilinmektedir (Imsland ve Jonassen, 2001; Imsland ve ark., 2003; 2004). Ülkemizin ılıman sularına adapte olmuş olan tilapia varyetesinin sıcaklık toleransının, elde edilen veriler ışığında diğer ülkelerdeki varyetelerden de farklı olabileceği düşünülmektedir. Tilapia juvenilleri genellikle 25-30°C'lerde hızlı büyür ve su sıcaklığı 16-17°C lerin altına düştüğü zaman beslenme genellikle durmaktadır, 1-11°C arası ölümcül su sıcaklığı aralığıdır(Dikel, 2009). Ancak 1950'lerin son dönemlerinde ABD de suların en fazla 19C' ye ulaştığı sularda yetiştiricilik çalışmalarının esas konusu haline gelmiştir. Tilapia yetiştiriciliği rakımın 1500 metreden yüksek olduğu yerlerde yetiştiriciliğinin yapılması uygun olmasada Zairede, Rwanda, Burundi ve Kivu'da birçok fingerlik tilapia üretimi yapılmaktadır (Veverica ve ark., basımda). Yapılan bazı çalışmalar balıklarda termal toleransın oksijen, tuzluluk ve besinler gibi dış faktörler ve ayrıca yaş, populasyon ve varyeteler gibi türsel özelliklerle de etkilenebildiğini göstermektedir. Güney Akdeniz kıyılarında bulunan tilapia anaçlarından elde edilen juvenillerde en iyi büyümenin 25°C'den 30°C'ye kadar olmasına rağmen ticari olarak tilapia türlerinin geniş su sıcaklığında(20'den 35°C'ye kadar) büyümeyi gerçekleştirdiği bildirilmiştir (Rothbard ve Pruginin, 1975; Philippart ve Ruwet, 1982). Bu sebeplerden dolayı, Barras ve ark. (2002) ile Wilson ve ark. (2009) ile aynı çizgide olmak üzere; Batı Afrika kökenli anaçlardan elde edilen juvenillerde CTM ve ARR değerleri ile termal tolerans poligon alanlarının Doğu Afrika kökenli tilapia varyetesi için de çalışılarak elde edilecek verilerin kıyaslanması suretiyle bu varyeteler arasındaki benzerliklerin ne ölçüde olduğunun gösterilebilmesi ilginç olacaktır. Zira, Batı Afrika kökenli tilapianın optimal büyüme su sıcaklığının 22-26°C olduğu bildirilmektedir (Finemon ve Kalio, 1998). Oysa, bu çalışmada da elde ettiğimiz veriler, Batı Afrika kökenli tilapia türleri ile çalıştığımız varyetemizin optimal büyüme su sıcaklığının >28°C olduğunu göstermiştir.

Bu çalışma türlerin ve tür / sıcaklığın kombine etkilerinin de tilapialarda CTMin ve CTMax değerlerini önemli derecede etkilemediğini göstermiştir. Düşük sıcaklık koşullarında (24°C) melezlerin, *niloticus*lara göre soğuğa daha yüksek tolerans gösterdiği ancak yüksek sıcaklıklarda (28-32°C) CTMin değerlerinin istatistiksel olarak azaldığı görülmüştür (P<0.001). CTMax açısından bakıldığında, 32°C civarında tutulan melez ve *niloticus*larda yüksek sıcaklığa toleransın, genel olarak, arttığı anlaşılmıştır (P<0.001).

Akdeniz iklim kuşağında yarı-tropik koşullarda yetiştiriciliği yapılmakta olan tilapılar özellikle beton havuz sistemlerinde kış dönemlerinde zaman zaman 5°C'nin altına inen ve yaz dönemlerinde ise 33-34°C'nin üzerine çıkan kritik su sıcaklıklarında termal tolerans yeteneklerinin ne olacağının bilinmesi çok önemlidir. Bu çalışmadan elde ettiğimiz veriler tilapia juvenillerinin soğuk tolerans zonunun *niloticus*larda 9.12 ile 11.11°C'ler arasında ve melezlerde 9.60 ile 12.0°C'ler arasında, sıcak tolerans zonunun ise sırasıyla 39.77 ile 42.49°C'ler ; 39.79 ile 42.66°C'ler arasında olduğunu göstermektedir. Derin ve su değişkenliği yüksek olan havuzlarda düşük su sıcaklıklarının kış aylarında bu balık türü açısından önemli sıkıntılar yaratacağı, ancak sığ ve serin su imkanı bulunmayan bölgelerde yaz aylarında 35-40°C'yi bile geçebilen yüksek su sıcaklıklarının problem yaratamayacağı öngörülmüştür. Kafes sistemlerinde yetiştiricilikteki başarı yıl boyunca su sıcaklığının 27°C'ler civarında sürdürülebilmesine bağlı olacağı için, kafeslerde tilapia yetiştiriciliğinin özellikle 27-30°C sıcaklıklarda özellikle kısa dönemlerde de olsa ekolojik şartları uygun bir çok su rezervuarında, diğer yetiştiricilik sistemlerinden çok daha ucuz yatırımlarla kafeste tilapia yetiştiriciliği yapmak önerilebilir görünmektedir. Kafes sistemlerinin kullanılmasıyla tilapiaların et kalitesinde de belli bir yükselme kaydetmek mümkündür. Zira tilapialar doğaları gereği çamurlu ortamları sevmekte, havuzun dip bölgelerine çeşitli zamanlarda giriş çıkış yapmaktadırlar. Genellikle havuzların dip bölgeleri ile hasat çukurunda oluşan kötü kokulu ortama girişleri veya saplanmasıyla bu bölgenin kokusu ve tadını kendi etlerine sindirmektedirler. Ayrıca hasat sırasında da bu bölgeleri tercih eden tilapiaların hasadı oldukça zor olmakla birlikte birçok kaybın olması durumu da söz

konusu hale gelmektedir. Kafes sistemlerinin kullanılması ile bu tip birçok uygulama problemi de ortadan kalkmış olacaktır (Dikel, 2006).

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- Alıştırma su sıcaklığının CTMin ve CTMax değerleri üzerine önemli etkilerde bulunduğu ($P < 0.001$), tür ve her iki parametrenin ortak etkisinin balıklarda CTMin ve CTMax değerleri üzerinde önemli bir etkilerinin olmadığı anlaşılmıştır ($P > 0.05$).
- Denemede kullanılan $0.3^{\circ}\text{C}/\text{dakika}$ soğutma veya ısıtma oranında ve farklı sıcaklık ve tür kombinasyonlarında CTMin değerlerinin *niloticus*lar için 9.12 ile 11.11°C , melezler için 9.60 ile 11.94 ; CTMax değerlerin ise sırasıyla 39.77 ile 42.49 ; 39.79 ile 42.66°C 'ler arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.
- Termal tolerans poligon alan değerleri melezler için 246.181 , *niloticus*'lar için ise $249.117^{\circ}\text{C}^2$ olarak hesaplanmıştır. Üç farklı alıştırma su sıcaklıklarında (24 , 28 , 32°C) hesaplanan genel ARR değerleri *O.niloticus* için 0.24 ile 0.34 arasında; melezler için 0.31 ile 0.36 arasında olduğu belirlenmiştir.
- Doğu Afrika kökenli tilapia popülasyonu türlerinin düşük sıcaklıklara dirençlerinin daha az hatta türler arasında melezlerin, *niloticus*lara oranla biraz daha dayanıklı olduğu, bunun yanı sıra yüksek sıcaklıklara daha fazla tolere edebildiği görülmüştür.
- Tilapia juvenillerinin derin ve su değişkenliği yüksek olan havuzlarda ve kafes sistemlerinde kış aylarında karşılaşılan düşük su sıcaklıklarında önemli sıkıntılar yaşayacağı öngörülmektedir.
- Sığ ve su değişkenliği düşük olan ve soğuk su imkanı bulunmayan bölgelerde, yaz aylarında $33-34^{\circ}\text{C}$ 'yi bile geçebilen yüksek su sıcaklıklarda tilapia yetiştiriciliğinde herhangi bir sıkıntı yaşanmayacağı anlaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS., 1992. FAO Fisheries Circular 815 rev. 4, Fishery information data and statistic service, Rome.
- ANONYMOUS, 2007b. Second International Technical & Trade Conference & Exposition on Tilapia. <http://www.infofish.org/conferences/tilapia2007>.
- AKHTAR, M.S., PAL, A.K., SAHU, N.P., ALEXANDER, C., MENAA, D.K., 2011. Dietary pyridoxine enhances thermal tolerance of *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings reared under sulfan stress. Journal of Thermal Biology, 36: 84-88.
- BALARIN, J.D. ve HALLER, R.D., 1982. Intensive Culture of Tilapia in Tanks, Raceways and Cages. 92p Croom Helm London, 265-357.
- BARAS, E., MPONTCHA, A., DRIOUCH, H., PRIGNON, CH., MELARD, C., 2002. Ontogenetic variations of thermal optimum for growth, and its implication on thermolabile sex determination in blue tilapia. Journal of Fish Biology, 61: 645-660
- BEITINGER, T.L., McCAULEY, R.W., 1990. Whole animal physiological processes of the assessment of stress in fishes. J. Great Lakes Res., 16: 542-575.
- BEITINGER, T.L., BENNETT, W. A., McCAULEY, R.W., 2000. Temperature tolerances of North American freshwater fishes exposed to dynamic changes in temperature. Environmental Biology of Fishes, 58: 237-275.
- BENNETT, W.A., BEITINGER, T.L., 1997. Temperature tolerance of the sheepshead minnow, *Cyprinodon variegatus*. Copeia, 77-87.
- BRETT, J.R., GROVES, T.D.D., 1979. Physiological energetics. In: HOAR, W.S., RANDALL, D.J., BRETT, J.R. (Eds.), Fish Physiology. Bioenergetics and Growth, vol. 8. Academic Press, New York, pp. 279– 352.
- CASTILLE, Jr. F.J., LAWRENCE, A.L., 1981. The effect of salinity on the osmotic, sodium and chloride concentrations in the hemolymph of euryhaline shrimp of the genus *Penaeus*. Comp. Biochem. Physiol., 68A: 75-80.

- CARTER, C.G., HOULIHAN, D.F., KIESSLING, A., MEDALE, F., JOBLING, M., 2001. Physiological effects of feeding. In: Houlihan, D.F., Boujard, T., Jobling, M. (Eds.), Food Intake in Fishes. Blackwell Scientific, Oxford, pp. 297– 331.
- CARVETH, C.J., WIDMER, A., BONAR, S.A., MATTER, W., 2004. Estimation of acute upper lethal water temperature tolerances of native Arizona fishes. 'M.Sc. Dissertation', School of Natural Resources, University of Arizona, Tuscon, Arizona, 75 pp.
- CHATTERJEE, N., PAL, A.K., MANUSH, S.M., DAS, T., MUKHERJEE, S.C., 2004. Thermal tolerance and oxygen consumption of *Labeo rohita* and *Cyprinus carpio* early fingerlings acclimated to three different temperatures. Journal of Thermal Biology, 29: 265-270.
- CİRİK, S., ve CİRİK, Ş., 1999. Limnoloji (3.baskı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:21, 166, İzmir.
- CLAUSEN, D.L., 1977. Thermal acclimation in ambystomatid salamanders. Comparative Biochemistry and Physiology, 58A: 33-340.
- CROSS, E.E., RAWDING, R.S., 2009. Acute thermal tolerance in the round goby, *Apollonia melanostoma* (*Neogobius melanostomus*). Journal of Thermal Biology, 34: 85-92.
- CURRIE, R.J., BENNETT, W.A., BEITINGER, T.L., 1998. Critical thermal minima and maxima of three freshwater game-fish species acclimated to constant temperatures. Environmental Biology of Fishes, 51: 187-200.
- DALVI, R.S., PAL, A.K., TIWARI, L. R., DAS, T., BARUAH, K., 2009. Thermal tolerance and oxygen consumption rates of the catfish *Horabagrus brachysoma* (Günther) acclimated to different temperatures. Aquaculture, 295: 116-119.
- DAS, T., PAL, A.K., CHAKRABORTY, S.K., MANUSH, S.M., CHATTERJEE, N., MUKHERJEE, S.C., 2004. Thermal tolerance and oxygen consumption of Indian Major Carps acclimated to four temperatures. Journal of Thermal Biology, 29: 157-163.

- DAS, T., PAL, A.K., CHAKRABORTY, S.K., MANUSH, S.M., SAHU, N.P., MUKHERJEE, S.C., 2005. Thermal tolerance, growth and oxygen consumption of *Labeo rohita* fry (Hamilton, 1822) acclimated to four temperatures. *Journal of Thermal Biology*, 30:378-383.
- DEBNATH, D., PAL, A.K., SAHU, N.P., BARUAH, K., YENGGOKPAM, S., DAS, T., MANUSH, S.M., 2006. Thermal tolerance and metabolic activity of yellowtail catfish *Pangasius pangasius* (Hamilton) advanced fingerlings with emphasis on their culture potential. *Aquaculture*, 258:606-610.
- DIAZ, F., SIERRA, E., RE, A.D., RODRIGUEZ, L., 2002. Behavioural thermoregulation and critical thermal limits of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman). *Journal of Thermal Biology*, 27: 423-428.
- DIAZ, F., RE, A.D., GONZALEZ, R.A., SANCHEZ, L.N., LEYVA, G., VALENZUELA, F., 2007. Temperature preference and oxygen consumption of the largemouth bass *Micropterus salmoides* (Lacepede) acclimated to different temperatures. *Aquaculture Res.*, 38: 1387-1394.
- DİKEL, S., 2006. Yüzer ağ kafeslerde tilapia yetiştiriciliği. *Journal of Fisheries (Aquatic Science)*, 23: 205-210.
- DİKEL, S., 2009(a). Su Sıcaklığının Balık Yetiştiriciliğine Etkisi. *Alinteri Dergisi*, 16(B): 42-49.
- DIKEL,S., 2009(b). Tilapia Yetiştiriciliği. T.C. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı.Tarımsal Üretim Geliştirme Genel Müdürlüğü. ANKARA.
- ELLİOTT, J.M., 1982. The effects of temperature and ration size on the growth and energetics of salmonids in captivity. *Comp. Biochem. Physiol.* 73B, 81– 91.
- EME, J., BENNETT, W.A., 2009. Critical thermal tolerance polygons of tropical marine fishes from Sulawesi, Indonesia. *Journal of Thermal Biology*, 34: 220-225.
- ESQUER MENDEZ, J.L., RODRIGUEZ, M.H., RAMÍREZ, L.F.B., 2010. Thermal tolerance and compatibility zones as a tool to establish the optimum culture condition of the halibut *Paralichthys californicus*. *Aquaculture Research*, 41: 1015-1021.

- FAO, Fisheries Circular., 2003. Aquaculture production (1986-1992). FDI/C815 Rev. 6. Rome, Italy, 216.
- FAO GLOBEFISH. 2010. TILAPIA Market Report. <http://www.globefish.org/tilapia-january-2010-china.html>.
- FAO GLOBEFISH.2011. TILAPIA Market Report. <http://www.globefish.org/global-production-and-demand-for-tilapia-is-steady.html>.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2010. Cultured Aquatic Species Information Programme, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus,1758). http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/en.
- FİNEMON –KALİO, A.S., 1998. Preliminary observations on the effect of salinity on the reproduction and growth of fresh water Nile tilapia (*O.niloticus*) cultured in brookish water ponds. Aquaculture Fisher Management, 19: 313-320.
- FORD, T., BEITINGER, T.L., 2005. Temperature tolerance in the goldfish, *Carassius auratus*. Journal of Thermal Biology, 30: 147-152.
- FOYRAP, A., 1992. Erzurum ilinde yapılan sulama amaçlı göletlerin durumu, yeterlilikleri ve sorunları üzerine bir araştırma, Erzurum.
- GUERRERO, R. D. & SHELTON, W. L. (1974). An aceto-carmine squash method for sexing juvenile fishes. *Progressive Fish-Culturist* **36**, 56.
- HENSLEY, D.A., ve COURTENEY, W.R., 1980. Tilapia aurea (Steindocher), blue tilapia. 77'in D.S. Lee, ve ark. Atlas of North American Freshwater Fishes. N.C. State Mus. Not. Hist. Reliegh. 854.
- HERNÁNDEZ, R.M., BÜCKLE R, L.F., 2002. Temperature tolerance polygon of *Poecilia sphenops* Valenciennes (Pisces: Poeciliidae). Journal of Thermal Biology, 27: 1-5.
- HERRA, F.D., URIBE, E.S., RAMIREZ, L.F.B., MORA, A.G., 1998. Critical thermal maxima and minima of macrobrachium rosenbergii (decapoda: palaemonidae). J.therm. Biol, 23: 381-385.
- HESTHAGEN,I.,1979. Temperature selection and avoidance in the sand goby, *Pomatoschistus minutus* (Pollas), collected at different seasons. Environ Biol. Fishes 4, 369-377.

- HOANG, T., LEE, S.Y., KEENAN, C.P., MARSDEN, G.E., 2002. Cold tolerance of banana prawn *Penaeus merguensis* de Man and its growth at different temperatures. *Aquaculture research*, 33: 21-26.
- IMSLAND, A.K., JONASSEN, T.M., 2001. Regulation of growth in turbot (*Scophthalmus maximus* Rafinesque) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.): aspects of environment x genotype interactions. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11: 71-90.
- IMSLAND, A.K., FOSS, A., CONCEICAO, L.E.C., DINIS, M.T., DELBARE, D., SCHRAM, E., KAMSTRA, A., REMA, P., WHITE, P., 2003. A review of the culture potential of *Solea solea* and *S. senegalensis*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13: 379-407.
- IMSLAND, A.K., FOSS, A., CONCEICAO, L.E.C., DINIS, M.T., DELBARE, D., SCHRAM, E., KAMSTRA, A., REMA, P., WHITE, P., 2004. A review of the culture potential of *Solea solea* and *S. senegalensis*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13: 379-407.
- JIAN, C.Y., CHENG, S.Y., CHEN, J.C., 2003. Temperature and salinity tolerances of yellowfin sea bream, *Acanthopagrus latus*, at different salinity and temperature levels. *Aquaculture Research*, 34: 175-185.
- JOBLING, M. 1994. *Fish Bioenergetics*. Chapman and Hall. London, England.
- JOBLING, M., 1997. Temperature and growth: modulation of growth rate via temperature change. In: Wood, C.M., McDonald, D.G. (Eds.), *Global Warming: Implications for Freshwater and Marine Fish*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 225–253.
- JOBLING, M., 1981. Some effects of temperature, feeding and body weight on nitrogenous excretion in young plaice *Pleuronectes platessa* L. *J. Fish Biol.* 18, 87– 96.
- JONASSEN, T.M., IMSLAND, A.K., STEFANSSON, S.O., 1999. The interaction of temperature and fish size on growth of juvenile halibut. *J. Fish Biol.* 54, 556–572.
- JOSUPEIT, H., 2007. World Tilapia Trade. INFOFISH Tilapia Conference, Kuala Lumpur, August 2007.

- KIR, M., KUMLU, M., 2008b. Critical thermal minima of *Penaeus semisulcatus* (Decapoda: Penaeidae) acclimated to four temperature levels. J. World Aquacult. Soc., 38(4): 535-540.
- KUMLU, M., KUMLU, M., TÜRKMEN, S., 2010a. Combined effects of temperature and salinity on critical thermal minima of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Crustacea: Penaeidae). Journal of Thermal Biology, 35: 302-304.
- KUMLU, M., TÜRKMEN, S., KUMLU, M., 2010b. Thermal tolerance of *Litopenaeus vannamei* (Crustacea: Penaeidae) acclimated to four temperatures. Journal of Thermal Biology, 35: 305-308.
- LITI, D.M., MOC'WERE, O.E., ve VERICA, K.L., 2002. Growth performance and benefits of *O.niloticus* / *C. gariepinus* polyculture fed on tree supplementary feed in fertilized tropical ponds. Ponds dynamics / Aquaculture.
- MANUSH, S.M., PAL, A.K., CHATTERJEE, N., DAS, T., MUKHERJEE, S.C., 2004. Thermal tolerance and oxygen consumption of *Macrobrachium rosenbergii* acclimated to three temperatures. Journal of Thermal Biology, 29: 15-19.
- MCCARTHY, I., MOKSNESS, E., PAVLOV, D.A., 1998. The effects of temperature on growth rate and growth efficiency of juvenile common wolffish. Aquac. Int. 6, 207– 218.
- MENDEZ, J.L., RODRÍGUEZ, M.H., RAMÍREZ, L.B., 2010. Thermal tolerance and compatibility zones as a tool to establish the optimum culture condition of the halibut *Paralichthys californicus*. Aquaculture Researcher, 41: 1015-1021.
- MIRES, D., 1995. The tilapias production of animals (fishes). World Animal Science, C8. Bölüm 7. 133.
- MIRONOVA, N. V. (1976). Changes in the energy balance of *Tilapia mossambica* in relation to temperature and ration size. *Journal of Ichthyology* 6, 120–129.
- NATIONAL FISHERIES INSTITUTE (NFI). 2010. Top 10 consumed seafoods. <http://www.aboutseafood.com/about/aboutseafood/top-10-consumed-seafoods>

- NELSON, D.H. AND HOOPER, K.D. (1982) Thermal tolerance and preference of the freshwater shrimp *Palaemonetes kadiakensis*. J. Therm. Biol. 7, 183±187.
- NEWTON, J.R., KEUNE, C.S., JERRY, D.R., 2010. Thermal tolerance varies in tropical and sub-tropical populations of barramundi (*Lates calcarifer*) consistent with local adaptation. Aquaculture, 308:128-132.
- OSPINA, A.F., MORA, C., 2004. Effect of body size on reef fish tolerance to extreme low and high temperatures. Environmental Biology of Fishes, 70: 339-343.
- PALADINO, F.V., SPOTILA, J.R., SCHUBAUER, J.P., KOWALSKI, K.T., 1980. The critical thermal maximum: a technique used to elucidate physiological stress and adaptation in fish. Rev. Can. Biol., 39: 115-122.
- PÉREZ, E., DÍAZ, F., ESPINA, S., 2003. Thermoregulatory behavior and critical thermal limits of the angelfish *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) (Pisces: Cichlidae). Journal of Thermal Biology, 28:531-537.
- PHILIPPART, J.-C., RUWET, J.-C., 1982. Ecology and distribution of tilapias. In: Pullin, R.S.V., Lowe McConnell, R.H. _Eds., The Biology and Culture of Tilapias. ICLARM Conf. Proc., Manila, Philippines 7, pp. 15–59.
- PORCHAS, M.M., RODRÍGUEZ, M.H., RAMÍREZ, L.F., 2009. Thermal behavior of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) acclimated to different thermal cycles. Journal of Thermal Biology, 34: 372-376.
- PRUGIÑIN, Y., ROTHBARD, S., WOLFARTH, G., HALEVY, A., MOAV, R., HULATA, G., 1975. All male broods of *Tilapia nilotica*=*Tilapia aurea* hybrids. Aquaculture 6, 11–21.
- QUANZHEN, C., JIANGNING, Z., YIBO, L., AIGEN, G., HEFU, Y., 2005. Temperature tolerance of large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea* (Richardson) associated with summer season. Marine Science Bulletin, 7: 54-62.
- RAJAGURU, S., RAMACHANDRAN, S., 2001. Temperature tolerance of some estuarine fishes. Journal of Thermal Biology, 26: 41-45.
- RAJAGURU, S., 2002. Critical thermal maximum of seven estuarine fishes. Journal of Thermal Biology, 27: 125-128.

- RANNA, K., 1988. Reproductive biology and hatchery rearing of tilapia eggs and fry. In: Muir, J.F., Roberts, R.J._Eds., Recent Advances in Aquaculture, vol.3. Croomltem, London and Sydney and Timber Press, Portland, OR, USA, 343-406.
- RE, A.D., DIAZ, F., SIERRA, E., RODRIGUEZ, J., PEREZ, E., 2005. Effect of salinity and temperature on thermal tolerance of brown shrimp *Farfantepenaeus aztecus* (Ives) (Crustacea, Penaeidae). Journal of Thermal Biology, 30: 618-622.
- REYNOLDS, W.W., CASTERLİN, M.E., 1979. Behavioral thermoregulation and the final peferendum paradigm. Am. Zool.19, 211–224.
- ROTHARBORD, S.M., PRUGİNİN, Y., 1975. In duced spawning and artificial incubation of tilapia. Aquaculture, 5: 315-321.
- SARDELLA, B.A., SANMARTI, E., KÜLTZ, D., 2008. The acute temperature tolerance of green sturgeon (*Acipenser medirostris*) and the effect of environmental salinity. Journal of Experimental Zoology, 309A: 477-483.
- ŞEN, B., ve TOPRAK, G., 1995. Bazı kaynak sularının su kalitesi açısından araştırılması. Doğu Anadolu Bölgesi I ve I Su Ürünleri Sempozyumu, 584-595, Erzurum.
- TAYLOR, J.R., COOK, M.M., KİRKPATRİCK, A.L., GALLEHER, S.N., EME, J., BENNETT,W.A., 2005. Thermal tactics of air-breathing and non air-breathing gobiids inhabiting mangrove tidepools on Pulau Hoga, Indonesia. Copeia, 886–893.
- TEPE, A.Y., 1998. Production characterics of nile tilapia (*O.niloticus*) using algae as food source in the portioned aquaculture system, Master of thesis Clemson University, CLEMSONS, C., 26.
- VANNUCCINI, S., 2001. Global Markets For Tilapia. Proceedings of Tilapia 2001 International Technical and Trade Conference on Tilapia 28-30 May 2001, Kualalumpur, Malaysia.p 65-70.
- WILSON, J.C., NIBELLINK, N.P., PETERSON, D.L., 2009. Thermal tolerance experiments help establish survival probabilities for tilapia, a group of potentially invasive aquatic species. Freshwater Biology, 54: 1642-1650.

ÖZGEÇMİŞ

20.12.1983 yılında Tarsus'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Mersin'de tamamlayıp, 2004 yılında Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesini kazandı. 2008 yılında mezun oldu. 2008 yılında Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı ve halen sürdürmektedir.