

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nafiye DÜLGER

FARKLI TUZLULUK VE SICAKLIKLARDA DENİZ LEVREĞİ (*Dicentrarchus labrax*)'NDE KRİTİK TERMAL MİNİMUM VE MAKSİMUM DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

ADANA, 2011

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

FARKLI TUZLULUK VE SICAKLIKLARDA DENİZ LEVREĞİ (*Dicentrarchus labrax*)'NDE KRİTİK TERMAL MİNİMUM VE MAKSİMUM DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Nafiye DÜLGER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

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

.....
Prof. Dr. Metin KUMLU DANIŞMAN	Doç. Dr. Mahmut YANAR ÜYE	Yrd. Doç. Dr. Gökhan GÖKÇE ÜYE

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

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeler Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: SÜF2010YL19

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 TUZLULUK VE SICAKLIKLARDA DENİZ LEVREĞİ (*Dicentrarchus labrax*)'NDE KRİTİK TERMAL MİNİMUM VE MAKSİMUM DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Nafiye DÜLGER

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Metin KUMLU
Yıl : 2011, Sayfa : 35
Jüri : Prof. Dr. Metin KUMLU
: Doç. Dr. Mahmut YANAR
: Yrd. Doç. Dr. Gökhan GÖKÇE

Bu çalışma Kuzeydoğu Akdeniz kökenli deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) juvenillerinin üç farklı sıcaklık (15, 20, 25°C) ve üç farklı tuzluluk (%0, 20 ve 38) kombinasyonlarında 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 sıcaklığı, salinite ve her iki parametrenin ortak etkisinin balıklarda CTMin ve CTMax değerleri üzerine önemli etkilerde bulunduğunu göstermiştir (P<0.001). Denemede kullanılan 0.3°C/dakika soğutma veya ısıtma oranı ile üstte belirtilen sıcaklık ve tuzluluklarda CTMin değerlerinin levrekte 3.26 ile 7.33°C, CTMax değerlerin ise 32.01 ile 36.68°C'ler arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Termal tolerans poligon alan değerleri %0 tuzlulukta 272.69, %20 tuzlulukta 291.95 ve %38 tuzlulukta ise 296.14°C² olarak hesaplanmıştır. Alıştırma tepki oranı (ARR) değerleri 15-20°C'ler arasında 0.08-0.68 ve 20-25°C'ler arasında ise 0.14-0.42 arasında değişim göstermiştir. Üç farklı alıştırma su sıcaklıklarında (15, 20, 25°C) hesaplanan genel ARR değerlerinin 0.23 ile 0.54 arasında olduğu belirlenmiştir. Kuzeydoğu Akdeniz kökenli levrek varyetemizin düşük sıcaklıklara dirençli, ancak yüksek sıcaklıklara daha hassas olduğu görülmüştür. Juvenillerin soğuğa tolerans zonunun 3.26 ile 7.33°C'ler arasında, sıcak tolerans zonunun ise 32 ile 37°C'ler arasında olduğu anlaşılmıştır. Tüm veriler dikkate alındığında, levrek juvenillerinin derin ve su değişkenliği yüksek olan havuzlarda kış aylarında karşılaşılan düşük su sıcaklıklarında önemli sıkıntılar yaşamayacağı, ancak sığ ve su değişkenliği düşük olan ve serin su imkanı bulunmayan bölgelerde, yaz aylarında 33-34°C'yi bile geçebilen yüksek su sıcaklıklarında, problemler yaşayabilecekleri öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: Deniz levreği, Kritik termal sıcaklık, Alıştırma tepki oranı, Salinite, Termal tolerans poligonu

ABSTRACT

MSc THESIS

<p style="text-align: center;">DETERMINATION OF CRITICAL THERMAL MINIMA AND MAXIMA OF EUROPEAN SEA BASS (<i>Dicentrarchus labrax</i>) IN DIFFERENT SALINITY AND TEMPERATURE LEVELS</p>

Nafiye DÜLGER

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

Supervisor : Prof.Dr. Metin KUMLU
Year : 2011, Page : 35
Jurry : Prof. Dr. Metin KUMLU
: Assoc. Prof. Dr. Mahmut YANAR
: Assist. Prof. Dr. Gökhan GÖKÇE

This study was carried out to determine upper (CTMax), lower (CTMin) thermal tolerance, acclimation response ratio (ARR) and thermal tolerance polygon of the European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) inhabiting the north-eastern Mediterranean at three acclimation temperatures (15, 20, 25°C) and three salinity levels (0, 20 and 38 ppt). The data showed that acclimation temperature, salinity and the intereaction of both parameters significantly affected the CTMin and CTMax values of the fish ($P<0.001$). At $0.3^{\circ}\text{C min}^{-1}$ cooling or heating rate, CTMin ranged from 3.26 to 7.33°C and CTMax ranged from 32.01 to 36.68°C. Thermal tolerance polygons for the juveniles at 0, 20 and 38 ppt were calculated as 272.69, 291.95, and 296.14°C^2 , respectively. The calculated ARR values for 15-20°C and 20-25°C were 0.08-0.68 and 0.14-0.42, respectively. In three acclimation temperatures (15, 20, 25°C), the overall ARR values ranged between 0.23 and 0.54. Our sea bass strain from the Northeastern Mediterranean appeared to be more tolerant towards lower but less resistant to upper temperatures. The cold tolerance zone attained in this study for the juveniles ranged from 3.26 to 7.33°C and high temperature tolerance zone ranged from 32 and 37°C. In the case of deeper ponds and high water exchange rates, cold winter temperatures may not pose danger during the culture of European sea bass in ponds. Upper thermal tolerance is more of a problem as maximum water temperature may sometimes exceed 33-34°C, and hence care should be given if there is no cool water to lower ambient water temperature in the mid-summer in such areas.

Keyword: Sea Bass, Critical thermal temperature, Salinity, Acclimation response ratio, Thermal tolerans polygon

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimin her aşamasında sonsuz destek, anlayış ve yardımlarını esirgemeyen, denemenin planlaması ve kurgulanmasında sonsuz katkılarda bulunan danışmanım sayın Prof. Dr. Metin KUMLU'ya, deneme boyunca yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. O.Tufan EROLDOĞAN'a, Arş. Gör. Asuman YILMAZ'a, Arş. Gör. Serhat TÜRKMEN'e, Arş. Gör. Abdullatif ÖLÇÜLÜ'ye ayrıca, değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Nazmi Tekeliođlu'na ve öğrenim hayatım boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar ve Projeler Birim tarafından SÜF2010YL19 kodlu proje kapsamında desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL VE METOT	11
3.1. Materyal.....	11
3.2. Deneme Dizaynı ve Yönetimi.....	11
3.3. Çevresel Faktörler.....	13
3.4. CTMin ve CTMax Denemeleri.....	13
3.5. İstatistiki Hesaplamalar.....	14
4. BULGULAR	15
4.1. Çevresel Parametreler.....	15
4.2. Ağırlık Olarak Büyüme.....	15
4.3 Termal tolerans	16
5. TARTIŞMA	21
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	27
KAYNAKLAR	29
ÖZGEÇMİŞ	35

Çizelge 3.1.	Alıştırma tanklarında 35 gün süreyle farklı tuzluluk ve sıcaklık kombinasyonlarına alıştırılan balıkların deneme grupları. n = deneme gruplarındaki her tanka stoklanan balık sayısı.....	11
Çizelge 4.1.	Üç farklı tuzluluk (%0, 20, 38) ve sıcaklık (15, 20, 25°C) koşullarına alıştırılan deniz levreği (<i>Dicentrarchus labrax</i>)'nde alıştırma döneminin başlangıç ve final ağırlık değerleri (5. hafta). Her değer bir ortalama \pm SD (n = 15)'yi ifade etmektedir.....	15
Çizelge 4.2.	Üç farklı tuzluluk (%0, 20, 38) ve sıcaklık (15, 20, 25°C) koşullarına alıştırılan deniz levreği (<i>Dicentrarchus labrax</i>)'nde CTMin ve CTMax değerleri. Her değer bir ortalama \pm SD (n = 15)'yi ifade etmektedir.....	17
Çizelge 4.3.	Üç farklı tuzluluk (%0, 20, 38) ve sıcaklık (15, 20, 25°C) koşullarına alıştırılan deniz levreği (<i>Dicentrarchus labrax</i>)'nde alıştırma yanıt oranı (ARR) değerleri.....	18

- Şekil 4.1. Üç farklı tuzluluk (%0, 20, 38) ve sıcaklık (15, 20, 25°C) koşullarına alıştırılan levrek *Dicentrarchus labrax* jüvenilleri için hesaplanan (her tuzluluk için ayrı ayrı) termal tolerans poligon Şekilleri 19

1. GİRİŞ

Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği hızla gelişmeye devam etmektedir. 2009 yılında, ülkemizdeki toplam su ürünleri üretimi 623.191 ton olarak gerçekleşmiş ve bu üretiminin %25.7'si (158.729 ton) yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir (TÜİK 2010). Türkiye İstatistik Kurumunun en son yayınlanan verilerine göre miktarsal olarak en çok üretilen tür alabalık (65.928 ton) iken, ikinci sırada levrek gelmektedir (49.270 ton). Ancak levrek 369.525.000 TL'lık değer ile birinci sırada yer almaktadır. GLOBEFISH'in 2009 verilerine göre, 2008 yılında Türkiye 38.000 ton ile levrek üretiminde Avrupa'nın lideri olmuştur.

Bilindiği gibi, sıcaklık ve tuzluluk su canlılarının yaşama ve büyüme oranları üzerine etkide bulunan en önemli çevresel parametrelerdendir. Tuzluluk ve sıcaklığın canlılar üzerindeki etkilerinin farklı ve çok karmaşık olabileceği, bu abiyotik faktörlere sucul canlıların türsel bazda farklı yanıt verdikleri ve salinite ile sıcaklığın bu canlıların büyüme ve yaşama oranları üzerine ortak etkilerde bulunabileceği bildirilmektedir (Staples ve Heales, 1991; O'Brien, 1994). Ancak, genel olarak, sıcaklığın sucul canlıların metabolik faaliyetleri, büyüme ve yaşama oranları üzerinde tuzluluğa göre daha etkili olduğu bilinmektedir (Parado-Estepa ve ark., 1998).

Geleneksel olarak, balıklarda alt ve üst kritik sıcaklık tolerans değerlerinin laboratuvarlarda 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 alıştırılma 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 değer farklı coğrafik bölgelerden etkilendiğini bildirmektedirler. Balıklarda sıcaklık toleransı türden türe, alıştırma su sıcaklığına ve süresine, (Das ve ark., 2004; Manush ve ark., 2004; Diaz ve ark., 2007) ve saliniteye (Jian ve ark., 2003; Kumlu ve ark., 2010a) bağlı olarak değişebilmektedir. Bir türün termal tolerans yeteneği, alt-üst kritik sıcaklık değerlerinin ve tuzluluk tarafından 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 ve tuzluluk değerleri yanında, CTMin, CTMax ve tuzluluk tolerans değerlerinin de belirlenmiş olması gereklidir. Bu bilgi, özellikle, kontrollü koşullarda su canlılarının daha hızlı büyütülebilmesi veya olağandışı çevresel koşullarda bazı önlemler alınmasına imkân verecektir. Yapılan çalışmalar deniz levreğinin su sıcaklık ve tuzluk değişimlerine karşı toleranslı olduğu, 5 ile 28°C 'ler arasındaki sıcaklıklarda ve ‰5 ile 50 tuzluluk değerleri arasında yaşayabildiğini ortaya koymaktadır (Claridge ve Porter, 1983; Uçal ve Benli, 1993). Bu balık türünde büyüme için ideal su sıcaklığının $22-24^{\circ}\text{C}$ (Claridge ve Porter, 1983; Uçal ve Benli, 1993) ve tuzluluğun ‰30 üzerinde olması gerektiği belirtilmiştir (Conides ve Glamuzina, 2006). Yapılan bir çalışmada, levreklerde 13°C 'nin altındaki su sıcaklık değerlerinde ve ‰18 tuzlulukta yem alımının azalarak büyümenin durduğu ve su sıcaklığının optimum değerlere doğru yükselmesi ile yem alımı ve büyüme oranında artma olduğu belirlenmiştir (Baki ve Kalma, 2009). Ülkemizin yarı-tropik iklim kuşağında, karaya kurulan tesislerde, havuzlarda su sıcaklığının kış aylarında $5-6^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düşebildiği ve yaz aylarında ise $33-34^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerine çıkabildiği, bu bölgelerde tuzluluğun da yine mevsimler

arasında önemli dalgalanmalar gösterdiği dikkate alındığında, bu türün sadece optimal su sıcaklık değerinin değil de, CTMin, CTMax değerleri yanı sıra, alt ve üst tuzluluk tolerans limitlerinin ve bu parametrelerin kombine etkilerinin de bilinmesi gerekmektedir. Oysa yapılan incelemelerde, bu balık türünün halen, özellikle farklı tuzluluk ve sıcaklık koşullarında, tolere edebildiği alt ve üst sıcaklık değerlerinin henüz araştırılmadığı anlaşılmıştır. Ayrıca, levreğin düşük tuzluluklarda ve tatlı suda yetiştiriciliğinde 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 deniz levreğinin yetiştiriciliğinde önem arz edeceği şüphesizdir.

Ayrıca, Dünya'nın farklı coğrafik bölgelerinde olan su canlılarının çevresel faktörlere olan toleranslarının değişebileceği (Imsland ve ark., 2004), dolayısıyla ülkemizin ılıman sularına adapte olmuş olan deniz levreği populasyonlarının sıcaklık toleranslarının, diğer ülkelerdeki populasyonlardan da, farklı olabileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla, bu çalışma ile elde edilecek olan Kuzeydoğu Akdeniz kıyılarımızda bulunan levrek populasyonunun CTM, ARR ve termal tolerans poligon verileri Kuzey-Atlantik kökenli populasyonlardan elde edilecek olan verilerle kıyaslama imkanı da verebilecektir.

CTM verileri karasal alanlarda kurulan havuzlar içerisinde yetiştiricilik yaparken özellikle soğuk kış ve sıcak yaz aylarında karşılaşılan yüksek veya düşük sıcaklıklara ve aynı zamanda aşırı yağışlar esnasında değişen tuzluluğun da etkileri hesap edilerek balığın verebileceği tepkiyi anlamak açısından önemlidir. Bu gibi durumlarda balıkların seralar içerisinde yeraltı ılıman/soğuk suların kullanılarak levreğin yıl boyunca sabit bir büyüme oranıyla yetiştirilmesi sağlanabilecektir.

Bu tezde; ülkemizde yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan deniz balıklarından birisi olan deniz levreğinin özellikle soğuk kış ve sıcak yaz dönemlerinde tolere edebilecekleri alt (CTMin) ve üst sıcaklık (CTMax) değerlerinin farklı tuzluluk (%0, 20 ve 38) ve sıcaklık (15, 20, 25°C) koşullarında belirlenmesi ve ayrıca bu sıcaklık ve tuzluluk kombinasyonlarında ARR ve termal tolerans poligonlarının hesaplanabilmesi amaçlanmıştır. Bu tez ile elde edilecek olan veriler levreğin 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* (gökkuşuğu 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 gökkuşuğu 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.

Beitinger ve ark. (2000), tatlısuda yaşayan *Cyprinodon variegatus* için yaptıkları bir çalışmada alt ve üst sıcaklık toleransını üç farklı alıştırmaya sıcaklığında (5, 21 ve 38°C) belirlemişlerdir. Bu sıcaklıklara alıştıran 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 alıştırmaya 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 alıştırmaya 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 değerin 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 altı farklı alıştırma sıcaklığında (20, 23, 26, 29, 32 ve 35°C) belirlemişlerdir. Bu sıcaklıklara alıştırılan siyah molilerde CTMax değerlerinin 38.8 ile 43°C aralığında, CTMin değerlerinin ise 7.5 ile 12.5°C aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Bu araştırmacılar siyah moli için termal tolerans poligon alanını 959°C² olarak hesaplamışlardır.

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 alıştırılan juvenillerde CTMax değerlerinin, aynı sıcaklıklarda %33 tuzluluğa alıştırılan juvenillerden önemli ölçüde yüksek olduğunu bildirmişlerdir (P<0.05). Her üç sıcaklıkta (10, 25 ve 32°C) ve %0.3 tuzluluğa alıştırılan juvenillerde CTMin değerlerinin, aynı sıcaklıklarda %33 tuzluluğa alıştırılan 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.

Pterophyllum scalare (melek balığı) juvenillerinde ve yetişkinlerinde yapılan çalışmada CTMax değerleri dört farklı alıştırma sıcaklığında (20, 24, 28 ve 32°C) belirlenmiştir (Pérez ve ark., 2003). Melek balığı juvenillerinde CTMax değerleri sırasıyla 36.9, 37.6, 40.6 ve 40.8°C, melek balığı yetişkinlerinde ise sırasıyla 38.4, 38.6, 41.0 ve 42.1°C olarak bulunmuştur. ARR melek balığı juvenillerinde 0.40 ile 0.46, yetişkinlerinde ise 0.33 ile 0.44 arasında hesaplanmıştır.

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°C², *C. catla* için 728.8°C², *C. mrigala* için 801.8°C² olarak hesaplanmıştır.

Cyprinus carpio ve *Labeo rohita* yavrularında yapılan çalışmada sıcaklık toleransı üç farklı alıştırma sıcaklığında (25, 30 ve 35°C) belirlenmiştir (Chatterjee ve ark., 2004). 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°C² ve *L. rohita* için ise 273.5°C² olarak hesaplanmıştır.

Ospina ve Mora (2004), tropikal yedi resif balık türünde yapmış oldukları çalışmada, 26.5°C alıştırma sıcaklığında, CTMax değerlerini 35°C ile 37.5°C arasında bulmuşlardır. *Lutjanus guttatus* en yüksek CTMax (37.5°C) ve *Apogon pacifici* ise en düşük CTMax (35°C) değeri göstermiştir. Yaptıkları bu çalışmada CTMin değerlerinin 10°C ile 15.6°C arasında değiştiğini bulmuşlardır. En yüksek CTMin değerini (15.6°C) *Halichoeres dispilus* ve en düşük CTMin değerini (10°C) ise *Cirrhithichthys oxycephalus* göstermiştir.

Arizona bölgesinde bulunan 11'i yerli, 8'i yerli olmayan balık türünde CTMax değerleri 2 farklı alıştırma sıcaklığında (25 ve 30°C) belirlenmiştir (Carveth ve ark., 2004). Yapılan bu çalışmada yerli olan türlerden *Cyprinodon macularius*'un en yüksek CTMax değeri gösterdiği (25°C alıştırma sıcaklığında 40°C, 30°C alıştırma sıcaklığında 41.3°C) ve *Rhinichthys osculus*'un ise en düşük CTMax (25°C alıştırma sıcaklığında 34.4°C, 30°C alıştırma sıcaklığında 35.8°C) değerine sahip

olduğu kaydedilmiştir. Bu çalışmada, ARR *C. macularius*'da 0.26 ve *R. osculus*'ta ise 0.28 olarak hesaplanmıştır.

Ford ve ark. (2005), Japon balıklarında (*Carassius auratus*) yaptıkları CTMin ve CTMax değerlerini dört farklı alıştırma sıcaklığında (5, 15, 25 ve 35°C) belirlemişlerdir. 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°C² olarak hesaplanmıştır. Araştırmacılar belirlemiş oldukları CTMin ve CTMax değerlerinin alıştırma sıcaklığıyla birlikte doğrusal olarak arttığını saptamışlardır.

Labeo rohita yavrularında yapılan bir çalışmada dört farklı sıcaklığa alıştırılan (26, 31, 33 ve 36°C) balıklarda CTMax ve CTMin değerleri belirlenmiştir (Das ve ark., 2005). 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.

Quanzhen ve ark. (2005) *Pseudosciaena crocea* için yaptıkları bir çalışmada 28°C sıcaklığa alıştırılan balıklarda CTMax değerini 35.0°C olarak bulmuşlardır.

Debnath ve ark. (2006), *Pangasius pangasius* yavrularının sıcaklık toleransını üç farklı alıştırma sıcaklığında (30, 34 ve 38°C) belirlemişler 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 bildirmişlerdir. 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.

Benekli kaya balığında (*Apollonia melanostoma*) yapılan bir çalışmada 15°C sıcaklığa alıştırılan balıklarda CTMax değeri 33.4°C olarak bulunmuştur (Cross ve Rawding, 2009).

Sardella ve ark. (2008), yeşil mersin balığında (*Acipenser medirostris*) yaptıkları bir çalışmada 18°C sıcaklığa ve üç farklı tuzluluğa (tatlısu, acı su ve deniz suyu) alıştırdıkları balıklarda CTMax değerlerini belirlemişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada bu balığın CTMax değerlerini tatlı su 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 değerleri üzerine tuzluluğun önemli etkilerde bulunduğu görülmüştür (P=0.01).

Dalvi ve ark. (2009), kedi balığında (*Horabagrus brachysoma*) yaptıkları bir çalışmada altı farklı alıştıırma sıcaklığında (15, 20, 26, 31, 33 ve 36°C) CTMin ve CTMax değerlerini belirlemişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada CTMax değerlerini sırasıyla 34.86, 38.05, 40.23, 41.79, 42.44 ve 42.79°C, CTMin değerlerini ise sırasıyla 13.17, 13.56, 14.15, 15.37, 16.39 ve 8.37°C olarak belirlemişlerdir. Kedi balığı için 15-36°C'ler arasındaki termal tolerans poligon alanını da 526.6°C² olarak hesaplamışlardır.

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

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Denemede, balık materyali olarak kuluçkahanede üretilen ve ortalama ağırlıkları 2-3 g olan deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yavruları Adana'nın Tuzla İlçesi yakınlarında bulunan Akuvatur A.Ş. isimli firmadan temin edilmiştir. Deniz levreği yavruları Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi'ne ait olan Yumurtalık Deniz Ürünleri Araştırma İstasyonu'na getirilmiş ve burada bulunan 2 m çapında 3 adet yuvarlak fiberglas tanklara stoklanarak ortalama 32 g ağırlığa ulaşmaya kadar büyütülmüşlerdir.

3.2. Deneme Dizaynı ve Yönetimi

Deneme Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi'ne ait olan Yumurtalık Deniz Ürünleri Araştırma İstasyonunda yürütülmüştür. Deneme öncesinde birkaç hafta 15°C sıcaklıkta ve ‰38 tuzlulukta tutulan levrek yavruları (32 g) 2 m çapında 3 adet yuvarlak fiberglas tanklara stoklanarak 1 hafta süreyle ‰0, 20 ve 38 tuzluluklara günde ‰2 oranıyla azaltılarak veya artırılarak alıştırmıştır. Tuzluluğun düşürülmesi esnasında en az 24 saat havalandırılarak bekletilen tatlı su ve tuzluluğun yükseltilmesinde ise doğal deniz suyu (‰38) kullanılmıştır. Üç farklı deneme tuzluluklarına alıştırdıktan sonra, her tuzluluk grubundaki balıklar 2 m çapındaki tanklardan rastgele alınarak üç farklı sıcaklığa (15, 20 ve 25°C) alıştırmak üzere 0.6 m çapında (250 L) yuvarlak fiberglas tankların her birisine 15 adet balık gelecek şekilde stoklanmışlardır (Çizelge 3.1). Kritik termal minimum veya maksimum (CTM) değerlerinin belirlenmesi çalışmaları öncesinde balıklar böylece, üç farklı tuzluluk (‰0, 20 ve 38), üç farklı sıcaklık (15, 20 ve 25°C) ve her sıcaklık/tuzluluk kombinasyonu için de üç tekerrür olmak üzere toplamda 27 adet tank içerisine stoklanmıştır. CTM denemeleri öncesinde, balıklar üç farklı deneme su sıcaklıklarına 300 ya da 600 watt akvaryum ısıtıcıları ile günde 2°C alıştırmaya oranıyla alıştırmış ve bundan sonra da kritik termal değerlerin belirlenmesi

öncesinde 3x3 tuzluluk ve sıcaklık kombinasyonlarında balıklar en az 35 gün (5 hafta) boyunca yetiştirilerek metabolizmalarının dengelenmesine imkân verilmiştir (Castille ve Lawrence, 1981).

CTM denemeleri yürütülene kadar balıklar %45 protein ve %20 lipit içeren yapay yem (Çamlı Yem A.Ş., İzmir) ile günde üç kez (09.00, 12.00, 18.00) doyana kadar beslenmişlerdir. Çalışmalar süresince su sıcaklığı günde üç kez ve tuzluluk ise günde iki kez ölçülmüştür. Fotoperiyot 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık olacak şekilde uygulanmıştır. Tanklar her gün 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.

Çizelge 3.1. Alıştırma tanklarında 35 gün süreyle farklı tuzluluk ve sıcaklık kombinasyonlarına alıştırılan balıkların deneme grupları. n = deneme gruplarındaki her tanka stoklanan balık sayısı.

TUZLULUK	SICAKLIK	Tank 1	Tank 2	Tank 3
% 0	15°C	n = 15	n = 15	n = 15
	20°C	n = 15	n = 15	n = 15
	25°C	n = 15	n = 15	n = 15
% 20	15°C	n = 15	n = 15	n = 15
	20°C	n = 15	n = 15	n = 15
	25°C	n = 15	n = 15	n = 15
% 38	15°C	n = 15	n = 15	n = 15
	20°C	n = 15	n = 15	n = 15
	25°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/tuzluluk 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 tuzluluk ise bir refraktometre ile ölçülmüştür.

3.4. CTMin ve CTMax Denemeleri

CTM denemeleri öncesinde üç farklı tuzluluk (%0, 20 ve 38) ve üç farklı sıcaklık (15, 20 ve 25°C) koşullarında 35 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 tuzluluk 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 tuzluluk 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)'ye 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 385 adet balık kullanılmıştır.

3.5 İstatistik Hesaplamalar

Farklı alıştırma sıcaklıkları ve tuzluluğun 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 tuzluluk ve sıcaklık kombinasyonlarına beş hafta süreyle alıştırmaları esnasında tanklardaki su sıcaklıkları 15, 20 ve 25°C'ler ve tuzlulukları ise ‰0, 20 ve 38 değerlerinde tutulmaya çalışılmıştır. Ancak, alıştırmaya periyodu süresince alınan sıcaklık ölçümleri grupların sıcaklık değerlerinin ortalama 15.0±1.0°C, 20.2±1.3°C, ve 24.9±1.8°C olduğunu göstermiştir. Deneme süresince ölçülen tuzluluk değerleri ise 3 farklı alıştırmaya tuzluluğunda ‰0.2±0.0, ‰20.0±1.2 ve ‰38.0±0.6 olarak gerçekleşmiştir. Araştırma boyunca ölçülen su parametrelerinde önemli dalgalanmalar olmamıştır.

4.2 Ağırlık Olarak Büyüme

Alıştırmaya periyodu başlangıcında ölçülen ortalama balık ağırlık değerleri gruplar bazında 31.4 ile 33.6 g arasında değişmiştir (P>0.05) (Çizelge 4.1). Alıştırmaya periyodu sonunda (5 hafta) hem sıcaklık, hem salinite hem de her iki parametrenin birlikte etkisinin balıklarda büyümeyi önemli derecede etkilediği anlaşılmıştır (Çizelge 4.1). Özellikle alıştırmaya periyodu esnasında kullanılan en yüksek su sıcaklığında (25°C) tutulan balık gruplarında büyümenin, daha düşük sıcaklıklarda tutulan balıklara kıyasla, önemli ölçüde daha yüksek çıktığı görülmüştür (P<0.001).

Aynı sıcaklıklarda ancak farklı tuzluluklarda tutulan balık grupları kıyaslandığında; balıkların özellikle orta seviyede (‰20) tuzluluklarda hem tatlı su (‰0) hem de normal deniz tuzluluğunda (‰38) tutulan gruplara kıyasla daha iyi büyüdükleri görülmüştür (P<0.001). En düşük sıcaklık gruplarında ortalama balık ağırlık değerleri 44 ile 50 g, orta sıcaklıkta (20°C) 50 ile 55 g ve en yüksek (25°C) su sıcaklığında ise 60 ile 69 g arasında değişmiştir. Tatlı suda tutulan balıklarda büyüme 44-69 g, orta tuzlulukta (‰20) 46-67 g ve normal deniz tuzluluğunda (‰38) ise 50-60 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Üç farklı tuzluluk (%0, 20, 38) ve sıcaklık (15, 20, 25°C) koşullarına alıştıırılan deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*)'nde alıştıırma döneminin başlangıç ve final ağırlık değerleri (5. hafta). Her değer bir ortalama \pm SD (n = 15)'yi ifade etmektedir.

Salinite (%)	Sıcaklık (°C)	Başlangıç Ağırlığı (g)	Final Ağırlığı (g)
0	15	31.5 \pm 1.0	^B 44.2 \pm 0.7 ^c
	20	32.1 \pm 0.8	^B 50.8 \pm 4.8 ^b
	25	31.9 \pm 0.5	^A 69.1 \pm 3.2 ^a
20	15	31.9 \pm 0.4	^C 46.2 \pm 0.9 ^c
	20	31.4 \pm 1.0	^B 55.4 \pm 3.6 ^b
	25	32.3 \pm 0.5	^A 67.0 \pm 2.5 ^a
38	15	33.6 \pm 0.7	^B 50.1 \pm 2.7 ^c
	20	32.9 \pm 0.2	^{AB} 54.9 \pm 3.2 ^b
	25	32.1 \pm 0.4	^A 60.1 \pm 2.6 ^a
İki Yönlü ANOVA			
	Sıcaklık	P>0.05	P<0.001
	Salinite	P>0.05	P<0.001
	Sıcaklık \times Salinite	P>0.05	P<0.001

Aynı tuzlulukta ve farklı sıcaklıklarda tutulan gruplar için; büyük ve farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında (aynı sütunda yer alan) önemli farklılıklar bulunmaktadır (P<0.001). Aynı sıcaklık grupları arasında ve farklı tuzluklarda tutulan gruplar için; küçük ve farklı harflerle işaretlenen ortalamalar (farklı satırlarda yer alan) birbirlerinden önemli derecede farklıdırlar (P<0.001).

4.3 Termal Tolerans

Alıştıırma periyodu sonunda belirlenen CTM değerleri ve iki yönlü varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2'de özetlenmiştir. Balıkların tolere edebildikleri en düşük sıcaklık değerlerinin (CTMin), genel olarak, 3.26 ile 7.33°C arasında değiştii hesaplanmıştır. İstatistik analiz sonuçları hem sıcaklık, hem tuzluluk ve hem de her iki parametrenin ortak etkilerinin CTMin değerleri üzerinde önemli etkilerde bulduklarını göstermiştir (P<0.001; Çizelge 4.2). En düşük sıcaklıkta (15°C), farklı tuzluluklarda tutulan balıklarda CTMin değerleri 3.26 ile 4.28°C arasında

değişmiş, buna göre; tatlı suda bulunan grupların diğer tuzluluklarda tutulan balıklara kıyasla, düşük sıcaklıkları daha iyi tolere edebildikleri anlaşılmıştır. Orta sıcaklık değerinde (20°C) ise CTMin değerleri tuzluluk azaldıkça artış göstermiş (4.67-6.64°C) ve en toleranslı balıkların normal deniz tuzluluğunda (%38) tutulanlarda olduğu görülmüştür (P<0.001). En yüksek sıcaklıkta (26°C) tutulan grupta CTMin değerleri %0 ile %20 tuzluluklarda benzer çıkmış (P>0.05) ve %38 tuzlulukta ise en düşük CTMin değerleri elde edilmiştir (P<0.001).

Aynı tuzluluklarda, genel olarak, sıcaklık artışıyla birlikte CTMin değerlerinde bir artış kaydedilmiştir. Buna göre; alıştırma su sıcaklıklarının yükselmesiyle beraber balıkların düşük sıcaklıklara toleransı da azalma göstermiştir. %0 tuzlulukta CTMin değerleri sıcaklık artışıyla birlikte 3.26°C'den 7.33°C'ye kadar yükselmiştir (P<0.001; Çizelge 4.2). Benzer şekilde, %20 tuzlulukta bu değerler 3.79°C'den 7.15°C'ye ve %38'de ise 4.28°C'den 6.77°C'ye kadar çıkmıştır (P<0.001).

Balıklarda CTMax değerleri incelendiğinde; sıcaklık ve tuzluluğun bu değerler üzerine çok önemli etkilerde bulunduğu (P<0.001) ve her iki parametrenin ortak etkisinin ise, sıcaklığa göre, oransal olarak daha az olduğu (P<0.05) ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.2). En düşük su sıcaklığında (15°C), CTMax değerleri %0 ve %20 tuzluluklarda benzer (32-32.3°C; P>0.05), ancak %38 tuzlulukta ise bir derece daha yüksek çıkmıştır (33.2°C; P<0.001). 20°C sıcaklıkta tutulan gruplarda CTMax değerleri 33.3 ile 35.3°C'ler arasında değişmiş ve en düşük tolerans %0 grubunda görülmüştür (P<0.001). 25°C sıcaklıkta yine en düşük CTMax değeri %0 grubunda görülürken (34.3°C), %20 ve 38 tuzluluk gruplarında bu değerler benzer (35.9-36.7) bulunmuştur (P>0.05; Çizelge 4.2).

Aynı tuzluluklarda, genel olarak, sıcaklıklar yükseldikçe CTMax değerleri artış göstermiştir. Buna göre; %0 tuzlulukta CTMax değerleri 15, 20 ve 25°C sıcaklıklarda 32°C'den 34.3°C'ye kadar çıkmıştır. En düşük CTMax 15°C'de, en yüksek CTMax ise en yüksek alıştırma su sıcaklığı olan 25°C'de kaydedilmiştir (Çizelge 4.2). %20 tuzlulukta CTMax değerleri 32.3 ile 36.7°C'ler arasında değişmiştir. En düşük sıcaklık grubunda (15°C) CTMax değeri en düşük çıkmış, 20 ve 25°C gruplarında ise benzer CTMax değerleri elde edilmiştir (P>0.05). Normal

deniz tuzluluğunda tutulan balıklarda CTMax değerleri 33.2 ile 35.9 arasında değişmiş ancak gruplar arasında istatistik bir farklılık belirlenmemiştir ($P>0.05$) (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Üç farklı tuzluluk (%0, 20, 38) ve sıcaklık (15, 20, 25°C) koşullarına alıştıırılan deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*)'nde CTMin ve CTMax değerleri. Her değer bir ortalama \pm SD ($n = 15$)'yi ifade etmektedir.

Sıcaklık (°C)	CTM	Salinite (‰)		
		0	20	38
15	CTMin	^C 3.26 \pm 0.53 ^c	^C 3.79 \pm 0.14 ^b	^C 4.10 \pm 0.22 ^a
20		^B 6.64 \pm 0.77 ^a	^B 5.91 \pm 0.15 ^b	^B 4.67 \pm 0.06 ^c
25		^A 7.33 \pm 0.45 ^a	^A 7.15 \pm 0.32 ^a	^A 6.77 \pm 0.07 ^b
<i>İki Yönlü ANOVA</i>		<i>Sıcaklık</i>	<i>Salinite</i>	<i>Sıcaklık x Salinite</i>
		P<0.001	P<0.001	P<0.001
15	CTMax	^B 32.01 \pm 0.8 ^b	^C 32.29 \pm 0.9 ^b	^C 33.23 \pm 0.7 ^a
20		^A 33.32 \pm 1.6 ^b	^B 35.29 \pm 0.8 ^a	^B 34.84 \pm 0.4 ^a
25		^A 34.29 \pm 1.7 ^b	^A 36.68 \pm 1.0 ^a	^A 35.94 \pm 0.4 ^a
<i>İki Yönlü ANOVA</i>		<i>Sıcaklık</i>	<i>Salinite</i>	<i>Sıcaklık x Salinite</i>
		P<0.001	P<0.001	P<0.05

Aynı tuzlulukta ve farklı sıcaklıklarda tutulan gruplar için büyük ve farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında (aynı sütunda yer alan) önemli farklılıklar bulunmaktadır ($P<0.001$). Aynı sıcaklık grupları arasında farklı tuzluluklarda tutulan gruplarda küçük ve farklı harflerle işaretlenen ortalamalar (aynı satırda yer alan) birbirlerinden önemli derecede farklıdır ($P<0.001$).

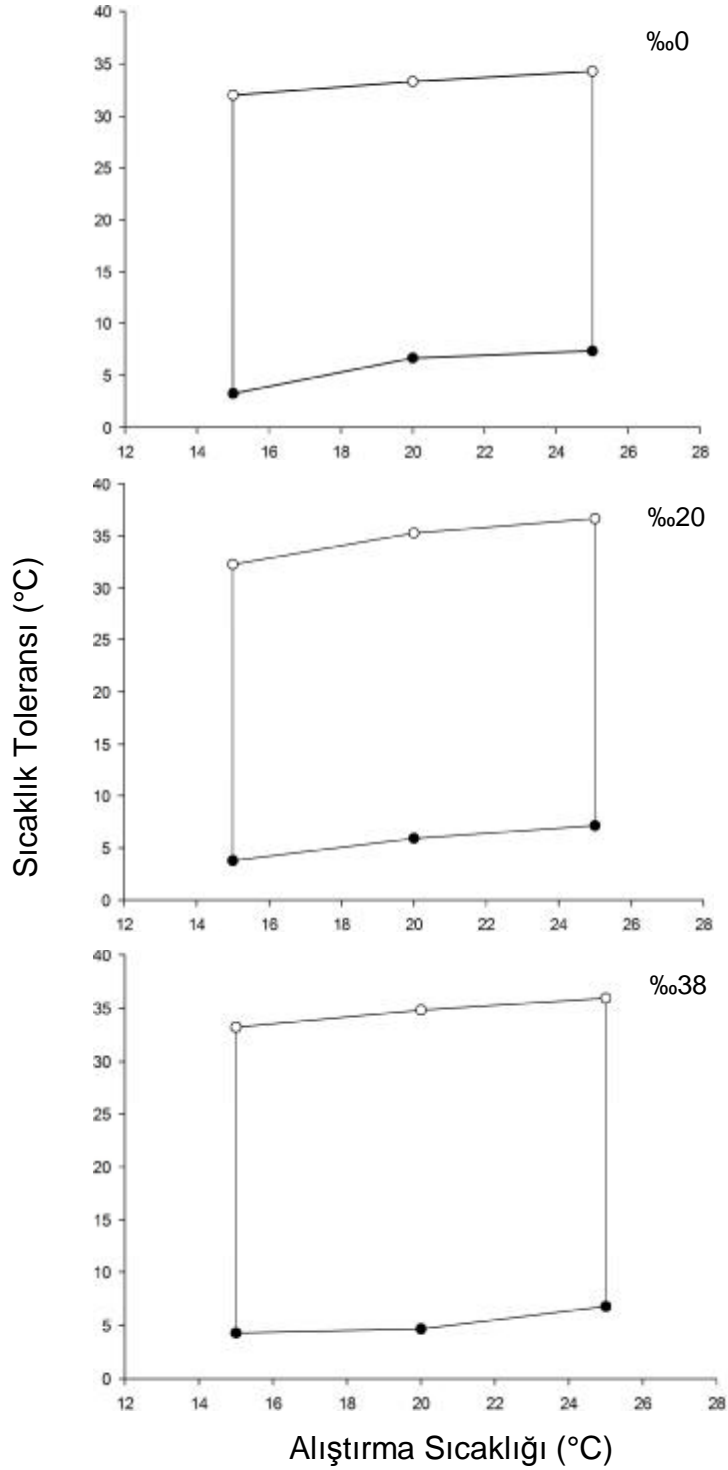
Yapılan hesaplamalar neticesinde alıştırma tepki oranı değerleri (ARR) farklı üç tuzluluk ve 15-20°C'ler arasında 0.08-0.68, 20-25°C'ler arasında 0.14-0.42 ve 15-25°C'ler arasında ise 0.23 ile 0.54 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Üç farklı tuzluluk (‰0, 20, 38) ve sıcaklık (15, 20, 25°C) koşullarına alıştıırılan deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*)'nde alıştıırma tepki oranı (ARR) değerleri.

Salinity (‰)	CTMin		
	15 - 20	20 - 25	15 - 25
0	0.68	0.14	0.41
20	0.43	0.25	0.34
38	0.32	0.22	0.54

Salinity (‰)	CTMax		
	15 - 20	20 - 25	15 - 25
0	0.26	0.19	0.23
20	0.60	0.28	0.44
38	0.08	0.42	0.25

Denemede kullanılan üç farklı tuzluluk değerleri için yapılan hesaplamalar neticesinde termal tolerans poligonları Şekil 4.1'de özetlenmiştir. Buna göre; hesaplanan termal poligon alan değerleri ‰0 tuzlulukta 272.69, ‰20 tuzlulukta 291.95 ve ‰38 tuzlulukta ise 296.14°C^2 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Üç farklı tuzluluk (‰0, 20, 38) ve sıcaklık (15, 20, 25°C) koşullarına alıştıırılan levrek *Dicentrarchus labrax* juvenilleri için hesaplanan (her tuzluluk 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). Levrek ile yürüttüğümüz bu çalışmamızda da üç farklı alıştırma su sıcaklığında (15, 20 ve 25°C) CTMin ve CTMax değerlerinin önemli ölçüde etkilendiği belirlenmiştir ($P < 0.001$). Denememizde 15-25°C alıştırma su sıcaklıklarında, kullandığımız 0.3°C/dakika soğutma veya ısıtma oranında, CTMin değerlerinin levrekte 3.26 ile 7.33°C, CTMax değerlerin ise 32.01 ile 36.68°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), deniz levreğinde (*D. labrax*) de 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 deniz levreğinin 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. Levrek ile yürüttüğümüz çalışmamızda, üç farklı sıcaklık (15, 20, and 25°C) koşullarında hesaplanan termal tolerans poligon alan değerleri ‰0 tuzlulukta 272.69, ‰20 tuzlulukta 291.95 ve ‰38 tuzlulukta ise 296.14°C² olarak belirlenmiştir. Termal poligon alanlarının alıştırma su sıcaklıkları ve kullanılan türün boyutları ile ilişkili

olarak değişebileceği bilinmektedir. Ne levrek ne de diğer benzer deniz balığı 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 levrek için hesapladığımız poligon alanlarının ($273-296^{\circ}\text{C}^2$), aynı 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 ($255-296^{\circ}\text{C}^2$) benzer 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, deniz levreği varyetemizin düşük sıcaklıklara daha toleranslı olduğu, diğer yandan yüksek sıcaklıklara ise tropik türlere kıyasla daha hassas olduğu görülmektedir. Levrek için hesapladığımız ARR değerleri de üstte belirttiğimiz görüşü desteklemektedir. Yapılan hesaplamalar neticesinde levrek ile yürüttüğümüz çalışmamızda, alıştırma su sıcaklığına bağlı olarak hesapladığımız ARR değerleri $0.3^{\circ}\text{C}/\text{dakika}$ ısıtma/soğutma oranında $15-20^{\circ}\text{C}$ 'ler arasında $0.08-0.68$ ve $20-25^{\circ}\text{C}$ 'ler arasında ise $0.14-0.42$ arasında değişim göstermiştir. Üç farklı alıştırma su sıcaklıklarında (15 , 20 , and 25°C) ve $15-25^{\circ}\text{C}$ 'ler arasında hesaplanan genel ARR değerleri $0.23-0.54$ olarak belirlenmiştir. ARR değerinin sucül 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, deniz levreği ile elde ettiğimiz veriler bu türün bölgemizde bulunan varyetesinin juvenillerinin tropik türler ile soğuk iklim türleri arasında ARR değerlerine sahip olduğunu göstermektedir.

Deniz levreği için CTMax ve CTMin değerlerinin bilinmesi özellikle soğuk geçen kış aylarında ve çok sıcak geçen yaz aylarında bu balıkların karşılaşılabileceği ölümcül su sıcaklıklarına toleranslarının ne olabileceğinin anlaşılması ve önlemler alınabilmesi açısından önem arz etmektedir. Akdeniz kıyı şeridinde levrek (*D. labrax*) genellikle yüzer kafeslerde, toprak veya beton havuzlarda 16-18 ay süren bir büyütme periyodu neticesinde pazarlama boyutuna kadar getirilir. Karada kurulan havuz sistemlerinde yetiştiricilik esnasında yıl içerisinde su sıcaklık ve tuzluluk değerlerinde, bilhassa sığ ve su değişkenliği sık yapılamayan havuzlarda, önemli dalgalanmalar olabilmektedir. Bu tip sistemlerde levrek yetiştiriciliğinin başarısı yüksek büyüme ve yaşama oranlarının yıl boyunca sürdürülebilmesine bağlıdır. Çok yaygın ve yoğun üretilmelerine rağmen 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 levreğin yaz aylarında 33-34°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 deniz levreğinin 5 ile 28°C su sıcaklıklarını ve ‰5 ile 50 tuzlulukları tolere edebildikleri, optimal su sıcaklığının 22-24°C'ler arasında olduğu bildirilmektedir (Claridge ve Potter, 1983). Ancak, araştırma tesislerimizde, son yıllarda üzerinde yoğun çalışmalar yürüttüğümüz Kuzeydoğu Akdeniz kökenli levrek varyetemizin 30°C'nin üzerindeki su sıcaklıklarında bile çok iyi büyüyebildikleri ve bu esnada düşük yem çevrim oranı ve yüksek yaşama oranı gösterdikleri görülmüştür.

Literatürde yapılan incelemelerde, halen deniz levreğinin, özellikle farklı tuzluluk ve sıcaklık koşullarında, tolere edebildiği alt ve üst sıcaklık değerlerinin henüz araştırılmadığı anlaşılmıştır. Ayrıca, levreğin düşük tuzluluklarda ve tatlı suda 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 deniz levreğinin 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 deniz levreği varyetesinin sıcaklık toleransının, elde edilen veriler ışığında diğer ülkelerdeki varyetelerden de farklı olabileceği düşünülmektedir. Deniz levreği juvenilleri genellikle 22-25°C'lerde hızlı büyür ve 2-3°C'nin altında ve 30-32°C'lerin üstünde ölüm riski ile karşılaşıya kalırlar (Barnabe, 1991). Ancak İngiltere'nin soğuk sularına adapte olmuş olan deniz levreği juvenillerinin 18°C'de bile iyi büyüebildiklerini bildirmektedirler (Russell ve ark., 1996). 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. Batı Akdeniz kıyılarında bulunan deniz levreği anaçlarından elde edilen juvenillerde en iyi büyümenin 26°C'de gerçekleştiği bildirilmiştir (Person-Le Ruyet ve ark., 2004). Bu sebeplerden dolayı, Imsland ve Jonassen (2001) ile Person-Le Ruyet ve ark. (2004) ile aynı çizgide olmak üzere; Kuzeydoğu Akdeniz kökenli anaçlardan elde edilen juvenillerde CTM ve ARR değerleri ile termal tolerans poligon alanlarının Kuzey-Atlantik kökenli levrek varyetesi için de çalışılarak elde edilecek verilerin kıyaslanması suretiyle bu varyeteler arasındaki benzerliklerin ne ölçüde olduğunu gösterilebilmesi ilginç olacaktır. Zira, Atlantik kökenli deniz levreğinin optimal büyüme su sıcaklığının 18°C olduğu bildirilmektedir (Russell ve ark., 1996). Oysa, bu çalışmada da elde ettiğimiz veriler, Kuzeydoğu Akdeniz kökenli levrek varyetemizin optimal büyüme su sıcaklığının >26°C olduğunu göstermiştir.

Bu çalışma salinitenin ve salinite/ sıcaklığın kombine etkilerinin de levrekte CTMin ve CTMax değerlerini önemli derecede etkileyebildiğini göstermiştir. Düşük sıcaklık koşullarında (15°C) ‰0 ve ‰20 tuzluluklarda levreğin soğuğa daha yüksek tolerans gösterdiği ancak yüksek sıcaklıklarda (20-25°C) CTMin değerlerinin yüksek tuzluluklarda istatistiksel olarak azaldığı görülmüştür (P<0.001). CTMax açısından

bakıldığında, %20 civarında tuzlulukta tutulan levreklerde de yüksek sıcaklığa toleransın, genel olarak, arttığı anlaşılmıştır ($P<0.001$).

Akdeniz iklim kuşağında yarı-tropik koşullarda yetiştiriciliği yoğun olarak yapılmakta olan deniz levreğinin özellikle sığ ve su değişkenliği düşük olan karasal havuz sistemlerinde kış dönemlerinde zaman zaman 5°C 'nin altına inen ve yaz dönemlerinde ise $33-34^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerine çıkan kritik su sıcaklıklarında termal tolerans yeteneklerinin ne olacağıın bilinmesi çok önemlidir. Bu çalışmadan elde ettiğimiz veriler deniz levreği juvenillerinin soğuk tolerans zonunun 3.26 ile 7.33°C 'ler arasında, sıcak tolerans zonunun ise 32 ile 37°C 'ler arasında olduğunu göstermektedir. Derin ve su değişkenliği yüksek olan havuzlarda düşük su sıcaklıklarının kış aylarında bile bu balık türü açısından önemli sıkıntılar yaratmayacağı, ancak sığ ve serin su imkanı bulunmayan bölgelerde yaz aylarında $33-34^{\circ}\text{C}$ 'yi bile geçebilen yüksek su sıcaklıklarının daha fazla problem yaratabileceği öngörülmektedir. Havuz sistemlerinde yetiştiricilikteki başarı yıl boyunca su sıcaklığının 25°C 'ler civarında sürdürülebilmesine bağlı olacağı için, havuzlarda deniz levreği yetiştiriciliğinin özellikle $22-25^{\circ}\text{C}$ sıcaklıklarda yeraltından çıkartılabilen derin kuyuların olduğu bölgelerde yaygınlaştırılması önerilmektedir. Böyle alanlarda seralar ile hem düşük hem de yüksek sıcaklıkların olumsuz etkileri ortadan kaldırılabilir ve yıl boyunca sürdürülebilen hızlı büyüme oranı sayesinde daha ekonomik bir üretim imkanı yaratılabilecektir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- Alıştırma su sıcaklığı, salinite ve her iki parametrenin ortak etkisinin balıklarda CTMin ve CTMax değerleri üzerine önemli etkilerde bulunduğu ortaya çıkartılmıştır ($P < 0.001$).
- Denemede kullanılan $0.3^{\circ}\text{C}/\text{dakika}$ soğutma veya ısıtma oranında ve farklı sıcaklık ve tuzluluklar kombinasyonlarında CTMin değerlerinin levrekte 3.26 ile 7.33°C , CTMax değerlerin ise 32.01 ile 36.68°C 'ler arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.
- Termal tolerans poligon alan değerleri ‰0 tuzlulukta 272.69 , ‰20 tuzlulukta 291.95 ve ‰38 tuzlulukta ise 296.14°C^2 olarak hesaplanmıştır.
- Üç farklı alıştırma su sıcaklıklarında ($15, 20, 25^{\circ}\text{C}$) hesaplanan genel ARR değerleri 0.23 ile 0.54 olarak belirlenmiştir.
- Kuzeydoğu Akdeniz kökenli levrek popülasyonumuzun düşük sıcaklıklara daha dirençli, ancak yüksek sıcaklıklara daha hassas olduğu görülmüştür.
- Levrek juvenillerinin derin ve su değişkenliği yüksek olan havuzlarda kış aylarında karşılaşılan düşük su sıcaklıklarında önemli sıkıntılar yaşamayacağı anlaşılmıştır.
- Sığ ve su değişkenliği düşük olan ve serin su imkanı bulunmayan bölgelerde, yaz aylarında $33-34^{\circ}\text{C}$ 'yi bile geçebilen yüksek su sıcaklıklarda levrek yetiştiriciliğinde ciddi sıkıntılar yaşanabileceği öngörülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- BAKİ, B., KALMA, M., 2009. Orta Karadeniz Kıyusal Bölgesin'deki (Sinop) deniz levreğinin (*Dicentrarchus labrax L., 1758*) yıllık büyüme oranlarının incelenmesi üzerine bir araştırma. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 22(1): 55-59.
- BARNABE, G., 1991. Grossissement des poissons en élevage intensif, in: Barnabe, G. (Ed.), Bases biologiques et ecologiques de l'aquaculture. Lavoisier, Paris, pp. 422-451.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- CLARIDGE, P.N., POTTER, I.C., 1983. Movements, abundance, age composition and growth of bass, *Dicentrarchus labrax*, in the Severn estuary and inner Bristol Channel. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 63: 871-879.

- CLAUSEN, D.L., 1977. Thermal acclimation in ambystomatid salamanders. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 58A: 33-340.
- CONIDES, A.J., GLAMUZINA, B., 2006. Laboratory simulation of the effects of environmental salinity on acclimation, feeding and growth of wild-caught juveniles of European sea bass *Dicentrarchus labrax* and gilthead sea bream, *Sparus aurata*. *Aquaculture*, 256: 235-245.
- COWLES, R.B., BOGERT, C.M., 1994. A preliminary study of the thermal requirements a desert reptile. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 83: 265-296.
- 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.
- EME, J., BENNETT, W.A., 2009. Critical thermal tolerance polygons of tropical marine fishes from Sulawesi, Indonesia. *Journal of Thermal Biology*, 34: 220-225.
- FORD, T., BEITINGER, T.L., 2005. Temperature tolerance in the goldfish, *Carassius auratus*. *Journal of Thermal Biology*, 30: 147-152.
- GLOBEFISH. 2009. <http://www.globefish.org/seabass-and-seabream-market-reports.html>
- HERNÁNDEZ, R.M., BÜCKLE R, L.F., 2002. Temperature tolerance polygon of *Poecilia sphenops* Valenciennes (Pisces: Poeciliidae). *Journal of Thermal Biology*, 27: 1-5.
- HERRERA, D.F., URIBE, S.E., RAMIREZ, B.L.F, MORA, G.A., 1998. Critical thermal maxima and minima of *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: Palemonidae). *Journal of Thermal Biology*, 23: 381-385.
- 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., CONCEICAˆO, 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.
- KIR, M., KUMLU, M., 2008a. Effect of temperature and salinity on low thermal tolerance of *Penaeus semisulcatus* (Decapoda: Penaeidae). *Aquacult. Res.*, 39(10): 1101-1106.
- 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.
- 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.
- 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.
- O'BRIEN, C.J., 1994. The effects of temperature and salinity on growth and survival of juvenile tiger prawn *Penaeus esculentus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 183: 133-145.

- 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.
- PARADO-ESTEPA, F.D., 1998. Survival of *Penaeus monodon* postlarvae and juveniles at different salinity and temperature levels. *Israel Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 50: 174-183.
- 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.
- PERSON-LE RUYET, J., MAHE, K., LE BAYON, N., LE DELLIOU, H., 2004. Effects of temperature on growth and metabolism in a Mediterranean population of European sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, 237: 269-280.
- 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.
- 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.
- RUSSELL, N.R., FISH, J.D., WOOTTON, R.J., 1996. Feeding and growth of juvenile sea bass: The effect of ration and temperature on growth rate and efficiency. *Journal of Fish Biology*, 49: 206-220.

- 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.
- STAPLES, D.J., HEALES, D.S., 1991. Temperature and salinity optima for growth and survival of juvenile banana prawn *Penaeus merguensis*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 154: 251-274.
- TUİK., 2010. Türkiye İstatistik Kurumu. Su Ürünleri İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=6284>.
- UÇAL, O., BENLİ, H.A. 1993. Levrek Balığı ve Yetiştiriciliği. Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bodrum.