

DÜSTAD
JOGHENS

2018



DÜSTAD
Dünya Sağlık ve
Tabiat Bilimleri
Dergisi

JOGHENS
Journal of Global
Health & Natural
Science

ISSN: 2687-637X

Yıl: 2023 Cilt: 6 Sayı: 2



DÜSTAD
Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi
JOGHENS
Journal of Global Health & Natural Science



ISSN: 2687-637X

Yıl: 2023 Cilt: 6 Sayı: 2

Dergi Yöneticisi ve Baş Editör:

Doç. Dr. Arzu ÖNEL

Editör Yardımcısı

Doç. Dr. Mücahit EROĞLU

Dil Editörü

Dr. Öğrt. Üyesi ASIYE ULUĞ

Teknik Editör

Arş. Gör. Mükremin DURMUŞ

ULUSLARARASI EDİTÖRLER KURULU

Adı	Ülke
Muzaffer ALKAN	Türkiye
Ebru KAFKAS	Türkiye
İnci KESİLMİŞ	Türkiye
Kakajan Janbekov	Türkmenistan
Rahimmammet KÜRENOV	Türkmenistan
Galib SAYILOV	Azerbaycan
Seyfeddin RZASOY	Azerbaycan
Zümrüd MANSİMOVA	Azerbaycan
Eldar HACIYEV NABİYEVIÇ	Dağıstan
Ali TOPÇUK	Almanya
Necat KEVSEROĞLU	Irak
Hüseyin BEYOĞLU	Irak
Bekezhan A. AKHAN	Kazakistan
Muhtar MIROV	Kazakistan
Roza Zh. KURMANKULOVA	Kazakistan
Anara A. KARAGULOVA	Kazakistan
Eshiev ASYLBEK	Kırgızistan
Selim BEZERAJ	Kosova
Moslem SARBAST	Macaristan
Abdulqodir TOSHQULOV	Özbekistan
Obidjon SOFİYEV	Özbekistan
Svetlana Petrovna ANZOROVA	Rusya
Redzeb Skrijelj	Sibirya
Radık GALİULLİN	Tataristan
Mehmet KARATAŞ	Türkiye

MAKALELER

- 1 Olgun Sayılar ve Olgun Sayılar/Mersenne Sayılar Üreteç Algoritması
Ahmet Sedat Kaya
- 2 Katı ve Sıvı Kültür Ortamlarında LED Aydınlatmanın *Alternanthera reineckii* Briq.'nin Mikroçoğaltımı Üzerine Etkisi
Ümmügülsüm Ekin, Muhammet Doğan
- 3 Propolisle Beslenen Kerevitlerin Pleopodal Yumurtalarında Oksidatif Stresin Belirlenmesi
Serpil Mişe Yonar
- 4 Fırat Dikenli Yılan Balığı (*Mastacembelus mastacembelus* Banks & Solander, 1794) Böbreklerinin Histolojik Yapısı
Emrah Suiçer, Sibel Köprücü
- 5 Effect of COVID-19 Exposure and Concerns of Healthcare Workers on Their Hopelessness Levels
Nur Özlem Kılınç, Behice Erci
- 6 Investigation of Fishing Efficiency of Crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in Keban Dam Lake
Mürşide Dartay

Olgun Sayılar ve Olgun Sayılar/Mersenne Sayılar Üreteç Algoritması

Ahmet Sedat KAYA¹

Özet: Sayılar ve sayı sistemleri ile ilgili yapılan çalışmalar geçmişten günümüze insanlığın dikkatini çekmiş ve insanoğlu sayılar arasındaki ilişkileri anladıkça yeni kavramlar üretmiştir. Sayısal kavramlardan en önemlilerinden birisi de hiç şüphesiz asal sayılardır. Sayılar üzerinde araştırma yapan Marin Mersenne; 17.yy. başlarında mersenne sayıları kavramını üretmiş ve sonrasında ise hem mersenne hem de asal olan sayılara mersenne asal sayısı denilmiştir. Asal sayılarla ilgili yapılan çalışmaların olası sonuçları başta kriptoloji ve bilgi güvenliği olmak üzere hayatımızı etkileyecek birçok gelişmeyi ortaya çıkarma potansiyeline sahiptir. Bu sebeple başta matematik ve bilgisayar bilimi alanları olmak üzere bu konuda birçok çalışma yapılmasına neden olmaktadır. Bu makale kapsamında, Mersenne asal sayıları üzerinde yapılan çalışmalar esnasında ortaya çıkan olgun sayılar kavramı üretilmiştir. Bu kavrama göre her sayının olgun sayı olmak istediği ve her olgun sayının daha sonra genişleyerek yeni olgunluk seviyesine ulaşacağı varsayılmaktadır. Makalede ayrıca 2'lik sayı sistemi için Olgun Sayı/Mersenne Sayı üreteç algoritması ve olgun sayılar ile ilgili bazı kurallar üretilmiştir.

Anahtar kelimeler: Olgun sayılar, mersenne sayıları, algoritma, numeroloji, sayı sistemleri, collatz varsayımı

Mature Numbers and The Algorithm to Generate Mature Numbers/Mersenne Numbers

Abstract: The Studies on numbers and number systems have attracted the attention of humanity from past to present. As people deepen their understanding of the relationships between numbers. One of the most important numerical terms is undoubtedly the prime numbers. Marin Mersenne, who studied on numbers, generated the term of mersenne numbers at the beginning of 17th century and subsequently numbers that are both Mersenne and prime came to be known as Mersenne prime numbers. Later on the numbers that are both mersenne and prime were called as the mersenne prime numbers. The potential outcomes of studies related to prime numbers, especially in the fields of cryptography and information security, have the capacity to bring forth numerous developments that can significantly impact our lives. Therefore, this leads to a considerable amount of research being conducted, particularly in the fields of mathematics and computer science. Within the scope of this article, the term of mature numbers, which emerged during the studies on Mersenne prime numbers, was generated. According to this term, each number aims to be a mature number and later on it is assumed that each mature number will expand and reach a new level of maturity. Furthermore, the article introduces the Mature Numbers/Mersenne Number generator algorithm for the binary system and outlines certain rules governing mature numbers.

Keywords: Mature number, mersenne number, algorithm, numerology, number systems, collatz assumption

¹Corresponding author, Ankara/Türkiye, ahmetsedatkaya@gmail.com,  0009-0008-3905-7350

GİRİŞ

Olgun Sayılar Kavramının Ortaya Çıkışı

Bu makale ile ilgili çalışmaların başlangıç yılı 2000'li yıllara dayanmaktadır. 2000'li yılların başında Mersenne Vakfı tarafından düzenlenen GIMPS (Great Internet Mersenne Prime Search) yarışmasında Mersenne Asal Sayılarının bulunması ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (Great Internet Mersenne Prime Search, 2023). Bu çalışmalar esnasında Mersenne Asal Sayısının bulunması ile ilgili olarak tümdengelim yöntemi (olası asal sayının tüm sayılara bölünerek asal sayı olup olmadığının tespiti) yerine tümevarım (bir sayı kökünün ileride hangi sayıya evrileceği tespit edilerek olası asal sayı listesinden elenmesi) şeklinde bir yöntem izlenmiştir (Anlı, 2021). İzlenen bu yöntem neticesinde sayı kökleri ile ilgili yapılan çalışmalar sırasında "Olgun Sayılar" kavramı ortaya çıkmış ve bu sayılarla ilgili olarak çalışmalar derinleştirilmiştir. Yapılan çalışmalar sırasında Olgun Sayılar yerine daha önce "Güçlü Sayılar" kavramları da düşünülmüş fakat Olgun Sayılar sürekli genişlediği ve her bir Olgun Sayının başka bir Olgun Sayının kökü olabileceği için "Olgun Sayılar" kavramına karar verilmiştir.

Bu makale kapsamında ortaya atılan Olgun Sayılar kavramı ve geliştirilen algoritma ile matematik alanında yeni bir sayı kavramı ortaya konulmuş ve sayı köklerinden yeni sayıların üretilmesi, geliştirilen algoritmanın tersine kullanımı ile sayıların köklerinin olup olmadığının tespiti, sayıların asal sayı olup olmadığı ile ilgili yeni çalışmaların yapılmasına zemin hazırlanmıştır. Asal sayılar matematik ve kriptoloji olmak üzere pek çok alanda kullanılmaktadır (Çelik, 2022). Asal sayılarla ilgili olarak yapılan çalışmalar ve olası sonuçları başta güvenlik olmak üzere bir çok alanda yeni gelişmeleri tetikleme potansiyeline sahiptir.

Olgun Sayılar Kavramının tersi bir bakış açısı da Collatz varsayımında bulunmaktadır (Conway, 1972). Collatz varsayımı tüm sayıların 1'e indirgenebileceğini savunurken (Özkenar, 2020), Olgun Sayılar kavramı tüm sayıların kendi Olgunluk seviyelerine ulaşacağını düşünmektedir.

Nümerolojik (Dudley, 1997) açıdan bakıldığında, nasıl ki içinde bulunduğumuz evren yapılan bilimsel çalışmalara göre genişliyorsa (Linder, 2023) ve insanlık her yaşadığı dönem içerisinde sürekli iyiyi arıyor ve olgunlaşıyorsa sayı sisteminde de benzer yaklaşımların olduğu ve bu kapsamda sayılarında tıpkı insan, insanlık/medeniyet gibi bir sonraki olgunluk seviyesine ulaşmak isteyecekleri düşünülmüştür.

Olgun Sayı Nedir

Olgun sayılar buldukları sayı sistemlerine göre değerlendirilir. Eğer bir sayı haneleri bazında içinde bulunduğu sayı sisteminin en yüksek rakamı ile gösteriliyorsa bu sayı olgun sayıdır. Eğer gösterilmiyorsa bu sayı olgun sayı değildir. Bilindiği üzere Matematik'de çeşitli sayı sistemleri vardır. (Shahid, 2011) Bunlardan en bilinenleri 2'lik sayı sistemleri (Binary), Onluk Sayı Sistemleri (Decimal) ve 16'lık Sayı Sistemleridir (Hexadecimal). Olgun sayı kavramı tüm sayı sistemleri için geçerli olmak üzere en çok bilinen bu sayı sistemleri üzerinden örneklendirilmiştir.

Olgun Sayı= Bir sayı gösterildiği sayı sisteminin en yüksek rakamı ile ifade ediliyorsa o sayı olgun sayıdır.

Mature Number = IF Number's All Digits Have Maximize Number According to Number Numerical System

Örneğin;

Olgun sayılar kavramını daha iyi açıklamak için çeşitli sayı sistemlerinden örnekler verilmiştir.

2'lik sayı sisteminde 4 haneli / basamaklı iki sayı seçilmiştir (Kovács, 2001).

1111₍₂₎ → Bu sayı tüm haneleri (digitleri) 2'lik sayı sistemindeki en yüksek rakamı olan 1 ile ifade edildiği için bu sayı olgun sayıdır.

1011₍₂₎ → Bu sayı ise tüm haneleri 1 ile gösterilmediği için olgun sayı değildir.

10'luk sayı sisteminde 7 haneli iki sayı seçilmiştir (Sarton, 1950).

9999999₍₁₀₎ → Bu sayının tüm haneleri onluk sayı sistemindeki en yüksek rakam olan 9 ile ifade edildiği için bu sayı olgun sayıdır.

1234567₍₁₀₎ → Bu sayı ise tüm haneleri 9 ile gösterilmediği için olgun sayı değildir.

16'lık sayı sisteminde 5 haneli iki sayı seçilmiştir (Mahat, 2021).

FFFFF₍₁₆₎ → Bu sayı tüm haneleri 16'lık sayı sisteminde en yüksek rakam olan F ile ifade edildiği için bu sayı olgun sayıdır.

F0AB1₍₁₆₎ → Bu sayı ise tüm haneleri F olmadığı için olgun sayı değildir.

Bu örnekler diğer sayı sistemleri için çoğaltılabilir. Görüldüğü üzere Olgun Sayılar buldukları sayı sistemlerinde gösterildikleri haneler bazında değerlendirilir. Eğer sayının bütün haneleri ilgili sayı sisteminin en yüksek değeri ise Olgun Sayıdır değilse Olgun Sayı değildir.

Mersenne Sayısı ve Olgun Sayı İlişkisi

Mersenne Sayıları $=2^n - 1$ olarak ifade edilir (Robinson, 1954).

Bu kapsamda bir Mersenne Sayısı 2'lik sayı sistemi için aynı zamanda bir Olgun Sayıdır. Ama Olgun Sayılar kavramı sadece 2'lik sayı sistemi için değil tüm sayı sistemleri için geçerlidir.

Örneğin,

7₍₁₀₎ sayısı bir Mersenne sayıdır.

7₍₁₀₎ $=2^3 - 1$ olarak ifade edilir ve ikilik sayı sisteminde bakıldığında ise 111₍₂₎ olarak gösterilir.

Örneğin,

n yerine 10 koyarak yeni bir Mersenne sayısı üretilmiştir.

2¹⁰ - 1 = 1023₍₁₀₎ = 1111111111₍₂₎ olarak gösterilir. Bu örnekte görüldüğü gibi tüm mersenne sayıları tanımları itibarıyla 2'lik sayı sistemleri açısından Olgun sayılardır fakat diğer sayı sistemleri için Olgun sayılar olmayabilir (Örneğin 1023₍₁₀₎ sayısı 10'luk sayı sistemi için Olgun Sayı değildir).

YÖNTEM

2'lik sayı sistemleri için Olgun Sayı/Mersenne Sayısı üretme algoritması oluşturulmuştur. Geliştirilen bu algoritma kendisine verilen 2'lik sayı sisteminden sayı kökünü kullanarak yeni bir olgun sayı üretmektedir. Bu sayede herhangi bir 2'lik sayı sistemindeki sayının bir sonraki Olgun Sayısı belirlenebilmekte ve oluşan sayı tekrar bu algoritmaya girdi teşkil ederek yeni Olgun Sayılar üretilmektedir.

Algoritmanın çalışma mantığı Collatz varsayımında bahsedilen algoritmanın tersi bir mantıkla çalışmaktadır. Collatz varsayımındaki algoritma kendisine verilen tüm sayıları 1'e indirgemekte, Olgun Sayılar/Mersenne Sayılar Algoritması ise kendisine verilen 2'lik sayı sistemindeki sayıyı bir sonraki Olgunluk seviyesine çıkarmaktadır.

Algoritma tümevarım yöntemi ile çalışmaktadır. İleride yapılacak çalışmalarda tersine-mühendislik yöntemleri kullanılabilir. Bu sayede tümden gelim yöntemi kullanılarak sayıların köklerinin neler

olabileceği kapsamında çalışmalar derinleştirilebilir. Bu çalışmaların çıktıları bir sayının asal olup olmadığının kontrolü kapsamında kullanılabilir.

Algoritmanın daha iyi anlaşılması için öncelikle algoritmanın çalışma mantığı aktarılmış sonrasında ise algoritmanın fonksiyonel gösterimi yapılmıştır. Bu algoritma 2'lik sayı sistemine göre en düşük seviyeli bitten (LSB) en yüksek seviyeli bite doğru (MSB) ilerler (Yüce, 2014).

Algoritmanın Çalışma Mantığı

2'lik sayı sistemi için geliştirilen Olgun Sayılar algoritmasının çalışma mantığı aşağıda adımlar halinde açıklanmaktadır. Sayı N olarak alınır.

1. Sayının Tek veya Çift olduğuna bakılır. Eğer sayı Çift ise 1 eklenerek sayı tek haline getirilir.
2. Daha sonra bu sayı en düşük seviyeli bitten (LSB) en yüksek seviyeli bite doğru (MSB) döngüye sokulur. $3_{(10)} \rightarrow 11_{(2)}$ ve $5_{(10)} \rightarrow 101_{(2)}$ sayıları örnek sayı olarak belirlenmiştir.

$3_{(10)}$ sayısına göre İşlem Yönü	$5_{(10)}$ Sayısına Doğru İşlem Yönü
$11_{(2)}$	$101_{(2)}$
←	←

3. Ayrıca sayının ilk hali StartN değişkenine atılır ve Index değişkeni sayının uzunluğu olacak şekilde ve en düşük seviyeli biti gösterecek şekilde ayarlanır. Bir adet Counter değişkeni oluşturularak N sayısının ilgili basamağını bulmak için kullanılır.

$11_{(2)}$	$101_{(2)}$
StartN=11	StartN=101
Counter=0	Counter=0

4. Daha sonra en düşük seviyeli bitten (LSB) başlayarak basamak basamak ilerlenir. Öncelikle işlem yapılacak Index değeri hesaplanır. Eğer N sayısının dizi Index değeri "1" ise sayının en yüksek bitine (MSB) "0" eklenir. Değilse yani Eğer N sayının dizi Index değeri "0" ise StartN değeri ile toplanır. Bu kontrol yapıldıktan sonra StartN değişkeni sayısal olarak 2 ile çarpılır veya String olarak LSB tarafına "0" eklenir ve Counter değeri 1 arttırılır.

Index yeni Hali	
$Index = Length(N) - Counter = 2 - 0 = 2$	$Index = Length(N) - Counter = 3 - 0 = 3$
$11[Index] \rightarrow 11[2] \rightarrow "1"$	$101[Index] \rightarrow 101[3] \rightarrow "1"$

N yeni hali	
$11_{(2)} \rightarrow 011_{(2)}$	$101_{(2)} \rightarrow 0101_{(2)}$

StartN yeni hali	
$11_{(2)} \rightarrow 110_{(2)}$	$101_{(2)} \rightarrow 1010_{(2)}$

Counter yeni Hali	
$Counter = Counter + 1 \rightarrow 0 + 1 = 1$	$Counter = Counter + 1 \rightarrow 0 + 1 = 1$

5. Daha sonra N değişkeninin Olgun Sayı olup olmadığı kontrol edilir (2'lik sayı sistemi için tüm basamaklarının 1 olduğu). Eğer Olgun Sayı değil ise diğer basamakları kontrol etmek için döngüye devam edilir. Eğer Olgun Sayı ise döngüden çıkarılır.

IF N is Mature Number

Then return/break;

Else Continue;

IsMature(N=001₍₂₎)=False→Continue

IsMature(N=1010₍₂₎)=False→Continue

6. Bir sonraki basamağa geçilir ve tekrar 5. basamaktaki işlemler tekrar edilir. Yeni Index değeri hesaplanır ve N değişkeninin dizi Index değeri kontrol edilir.

Index yeni Hali

Index=Length(N)-Counter=3-1=2

011[Index]→011[2]→"1"

Index=Lengh(N)-Counter=4-1=3

0101[Index]→0101[3]→"0"

Bu durumda sol taraftaki blokta "1" değeri sağ taraftaki blokta ise "0" değeri ile karşılaşmıştır. Daha net anlaşılması için ayrı ayrı işlem yapılacaktır.

Sol taraf şu şekilde işlenecektir. "1" olduğu için.

N yeni hali

011₍₂₎ → 0011₍₂₎

StartN yeni hali

110₍₂₎→1100₍₂₎

Counter yeni hali

Counter=Counter+1→1+1=2

Sağ taraf şu şekilde işleyecektir. "0" olduğu için.

N Yeni Hali

N=N+StartN

N=0101+1010=1111

StartN yeni hali

1010₍₂₎→10100₍₂₎

Counter yeni Hali

Counter=Counter+1→1+1=2

Daha sonra N değişkeninin Mature olup olmadığı kontrol edilir.

IsMature(N=0011₍₂₎)=False→Continue

IsMature(N=1111₍₂₎)=True→Break

Sol taraf için döngüye devam edilir.

Sağ taraf için Olgun Sayıya (1111₍₂₎) ulaşıldığı için döngüden çıkılır.

7. Sol taraf için döngüye devam edilir.

Index yeni Hali

Index=Length(N)-Counter=4-2=2

0011[Index]→0011[2]→"0"

N Yeni Hali

N=N+StartN

N=0011+1100=1111

StartN yeni hali

1100₍₂₎→11000₍₂₎

Counter yeni Hali

Counter=Counter+1→2+1=3
IsMature(N=1111)→True=Break

N değişkeni Olgun Sayıya ulaştığı için döngüden çıkarılır.

Algoritma çalıştırıldığında görüldüğü üzere başlangıçta $3_{(10)} \rightarrow 11_{(2)}$ sayısı Olgun Sayı olmasına rağmen bir sonraki Olgunluk Sayısı olan $15_{(10)} \rightarrow 1111_{(2)}$ değerine de ulaşmıştır.

Aynı şekilde $5_{(10)} \rightarrow 101_{(2)}$ sayısı Olgun Sayı olmamasına rağmen bir sonraki Olgunluk Sayısı olan $15_{(10)} \rightarrow 1111_{(2)}$ değerine ulaşmıştır. Bu da bize Numerolojik açıdan her sayının Olgun Sayıya ulaşmak istediğini ve her Olgun Sayının bir sonraki Olgunluk seviyesine ulaşabildiğini göstermektedir.

Algoritmanın Fonksiyonel Gösterimi

Algoritmanın fonksiyon hali gösterilmiştir.

Function GenerateMatureandMersenneNumber(N)

Begin

IF N is EVEN

Then N=N+1

index=0

StartN=N

Counter=0

Repeat

Index=Length(N)-Counter

IF (N[Index]=="1")

Then

N="0"+N

IF (N[Index]=="0")

Then

N=N+StartN

StartN=StartN+"0"

Counter=Counter+1

Until (IsMature(N));

Return N;

End

BULGULAR

Test Ortamı

Olgun Sayılar ve Mersenne Sayılar için hazırlanan Algoritmanın çalıştırıldığı test ortamına ilişkin donanım, işletim sistemi Tablo 1’de, yazılım, geliştirme ortamı ve kullanılan dil bilgileri ise Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Algoritmanın çalıştığı test ortamına ilişkin donanım ve işletim sistemi bilgileri.

CPU	Intel(R) Core (TM) i7-4700HQ CPU -2.40GHz
RAM	16 GB
HDD	500 GB SSD
Operating System	Windows 10

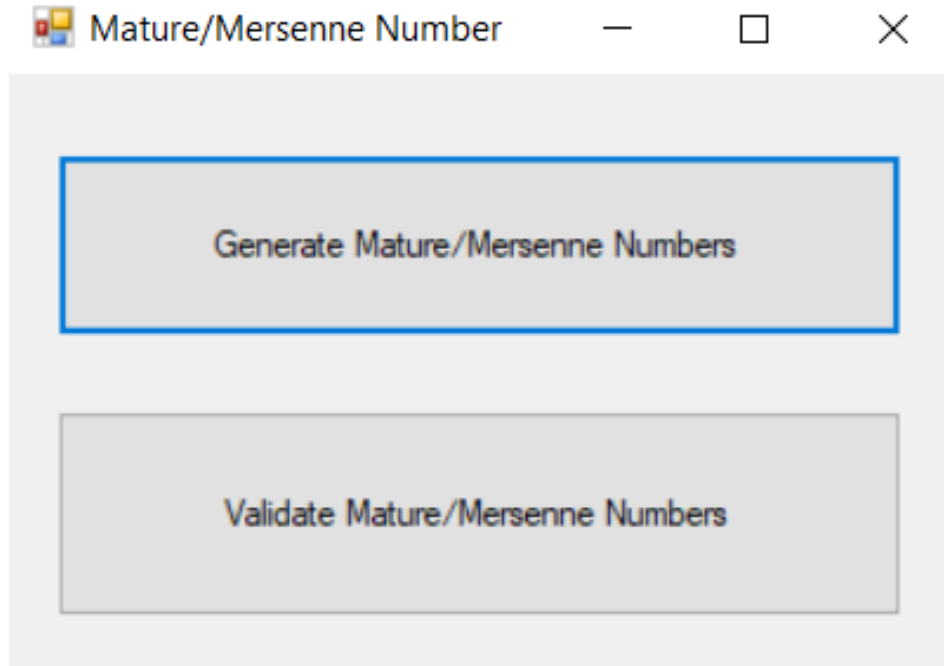
Tablo 2. Algoritmanın çalıştığı test ortamına ilişkin framework, geliştirme ortamı ve dili bilgileri.

Framework	Microsoft.Net Framework 4.8
Geliştirme Ortamı	Microsoft Visual Studio 2019
Geliştirme Dili	C#

Algoritma Geliştirme Yöntemi

Algoritma geliştirilirken C# dili tercih edilmiştir (Hejlsberg, 2008). Bazı Olgun Sayıların milyon basamaklı olduğu görüldüğünden dolayı işlemler sayısal toplama yerine (sayısal değişken tipleri maksimum 64 bit örneğin Int64 olduğundan) String (karakter dizisi) kullanılarak yapılmıştır (String Computer Science, 2023).

Mature/Mersenne Sayıların üretilmesi ve doğrulanması için bir uygulama geliştirilmiştir (Şekil 1).

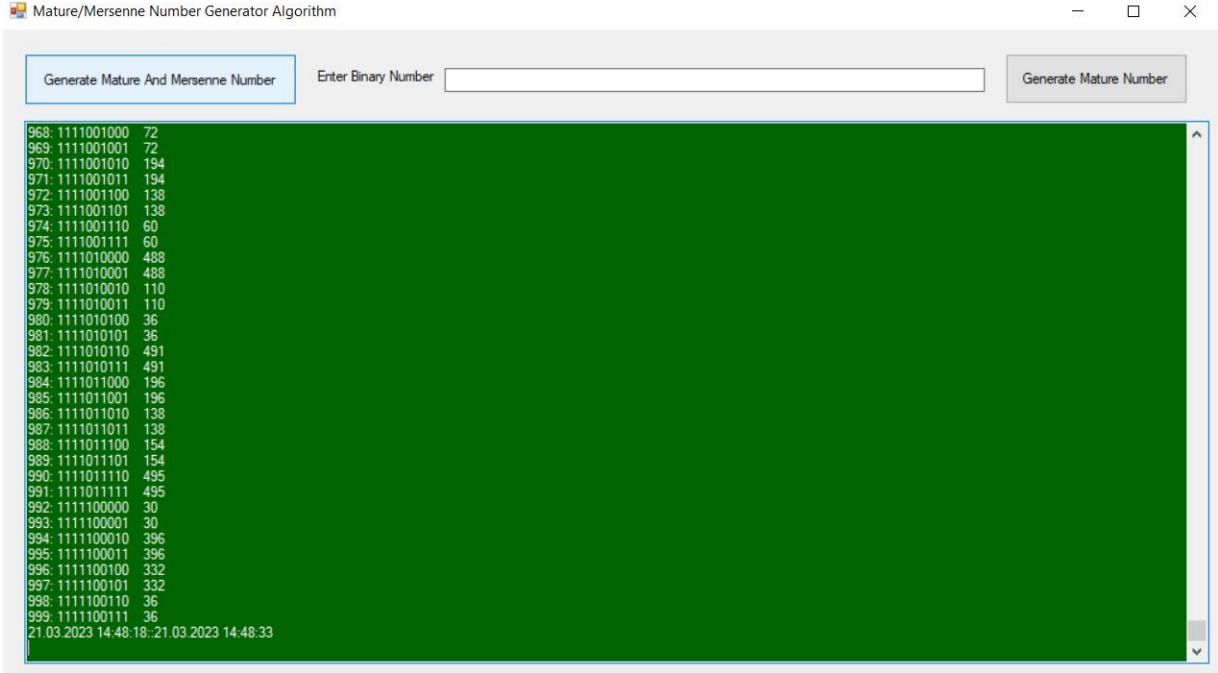


Şekil 1. Olgun/Mersenne Sayıları üretilmesi ve doğrulanması için geliştirilen uygulama.

Uygulama iki formdan oluşmaktadır. Mature/Mersenne sayılarının üretildiği "Generate Mature/Mersenne Numbers" formu diğeri ise üretilen Mature/Mersenne sayılarının doğrulandığı "Validate Mature/Mersenne Numbers formudur.

Mature/Mersenne Sayılarının Üretilmesi

Şekil 2'de ekran görüntüsü verilen "Mature/Mersenne Number Generator Algorithm" formu sayesinde girilen herhangi bir 2'lik sayı sistemindeki (binary) sayı Olgun hale getirilebilmekte veya $1-1000_{(10)}$ arasındaki sayılar kullanılarak otomatik olarak Olgun sayıların üretilmesi sağlanmaktadır.



Şekil 2. Olgun/Mersenne Sayıları üretim sonuçları.

Burada çıktı gösterimi şu şekilde özetlenebilir.

999: 1111100111 36

999: N sayısının 10'luk sayı sisteminde gösterimidir.

1111100111: N sayısının 2'lik sisteminde gösterimidir.

36: Oluşan Olgun Sayı Mersenne Sayı Formatında gösterimidir. $2^{36} - 1$

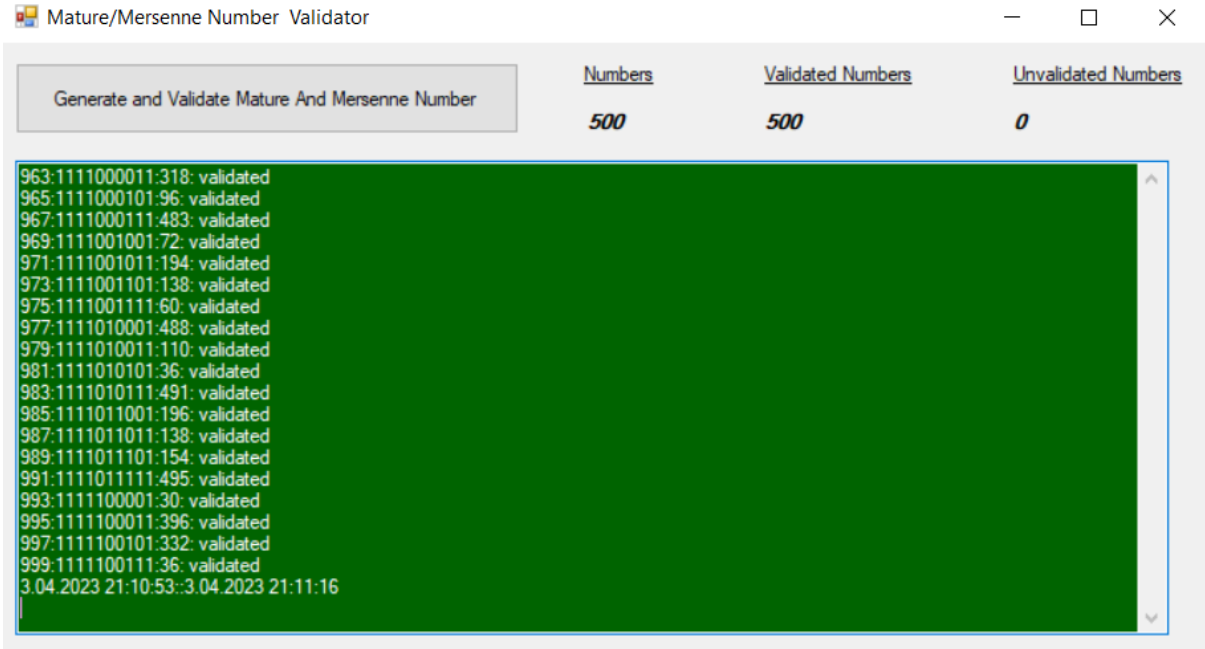
21.03.2023 14:48:18::21.03.2023 14:48:33 : Algoritmanın çalıştırıldığı ve tamamlandığı andaki tarihsel gösterimidir. Buna göre $1_{(10)}$ den $1000_{(10)}$ e kadar olan sayıların Olgun sayı haline gelmesi test ortamında yaklaşık 15 saniye sürmüştür.

Algoritma Sonuçlarının Test Edilmesi

Her bir Olgun sayı bir sayı kökünden türetilmektedir. Bundan dolayı üretilen Olgun sayının kök sayıya kalansız bölünmesi gerekmektedir. Bu kapsamda her bir üretim sonrasında sayısal olarak üretilen Olgun Sayı kök sayıya bölünerek sonucun doğruluğu kontrol edilmiştir. Bu kapsamda 2'lik sayı sisteminde bölme işlemi yapılmış ve bölme yöntemi olarak Long Division yöntemi kullanılmıştır (Korkmaz, 2021).

“Mature/Mersenne Number Validator” formu sayesinde 1-1000₍₁₀₎ arasındaki tek kök sayılar kullanılarak öncelikle Olgun Sayıları üretilmekte daha sonra üretilen Olgun Sayılar kök sayılara bölünerek doğrulanması sağlanmaktadır.

Formdaki “Generate and Validate Mature and Mersenne Number” butonuna basıldığında Şekil 3'teki ekran görüntüsü oluşmaktadır.



Şekil 3. Üretilen Olgun/Mersenne Sayılarının doğrulanması.

Numbers (500): 1 -1000₍₁₀₎ sayıları arasındaki tek sayı köklerinin sayısını gösterir.

Validated Numbers(500): Bu tek sayı kökleri ile oluşturulan Mature/Mersenne numberların kaç tanesinin doğrulandığını gösterir.

Unvalidated Numbers(0): Doğrulanmayan sayıların kaç adet olduğunu gösterir.

999: 1111100111 36 validated

999: N sayısının 10'luk sayı sisteminde gösterimidir.

1111100111: N sayısının 2'lik sisteminde gösterimidir.

36: Oluşan Olgun Sayı Mersenne Sayı Formatında gösterimidir. $2^{36} - 1$

Validated: Sayının doğrulandığını göstermektedir.

03.04.2023 21:10:53:03.04.2023 21:11:16: Algoritmanın çalıştırıldığı ve tamamlandığı andaki tarihsel gösterimidir. Buna göre 1₍₁₀₎ den 1000₍₁₀₎ e kadar olan sayıların Olgun sayı haline gelmesi ve doğrulanması test ortamında yaklaşık 23 saniye sürmüştür.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Olgun Sayı Kuralları

Makale kapsamında 2'lik sayı sistemine göre yapılan çalışmalar kapsamında bazı sayıların olgun sayılara dönüşürken bazı kurallara göre dönüştüğü gözlemlenmiştir. Bu kurallar üzerinden çeşitli formüller oluşturularak sadece sayı kökü ve kural setleri kullanarak sayıların ne zaman olgun sayı olacağı algoritma kullanmadan bulunabilmektedir. Belirtilen kuralların test edilmesi amacıyla her bir kural için kurala uygun 1000 adet 2'lik sayı sisteminden sayılar seçilmiş ve kurallar test edilmiştir. Yapılan test sonucunda kurallara uygun olmayan herhangi bir sonuç ile karşılaşmamıştır.

Kural1:

Eğer bir sayı Olgun Sayı ise, bir sonraki Olgun Sayının basamak uzunluğu Olgun Sayının basamak uzunluğunun iki katıdır.

IF(N=Mature(N) THEN NextMatureLength=Length(N)*2

Örnek1:

$11_{(2)} \rightarrow \text{Length}(N)=2 \rightarrow \text{NextMatureLength}=\text{Length}(N)*2=2*2=4 \rightarrow \text{Next Mature Number}=1111_{(2)}$

$111_{(2)} \rightarrow \text{Length}(N)=3 \rightarrow 3*2=6 \rightarrow \text{Next Mature Number}=111111_{(2)}$

$1111_{(2)} \rightarrow \text{Length}(N)=4 \rightarrow 4*2=8 \rightarrow \text{Next Mature Number}=11111111_{(2)}$

$11111_{(2)} \rightarrow \text{Length}(N)=5 \rightarrow 5*2=10 \rightarrow \text{Next Mature Number}=1111111111_{(2)}$

Kural2:

Eğer bir sayı "1" ile başlıyor ve "1" ile bitiyor ve diğer tüm haneleri "0" ise o zaman oluşacak olgun sayının hane sayısı sayının hane sayısına "0" ların sayısı eklenerek bulunur.

IF(N is Start equal "1" and End equal "1" and Others equal "0") THEN
MatureLength=Length(N)+Count("0")

Örnek2:

$101_{(2)} \rightarrow \text{MatureLength}=\text{Length}(N)+\text{Count}("0") \rightarrow \text{MatureLength}=3+1=4 \rightarrow 1111_{(2)}$

$1001_{(2)} \rightarrow \text{MatureLength}=4+2=6 \rightarrow 111111_{(2)}$

$10001_{(2)} \rightarrow \text{MatureLength}=5+3=8 \rightarrow 11111111_{(2)}$

$100001_{(2)} \rightarrow \text{MatureLength}=6+4=10 \rightarrow 1111111111_{(2)}$

Kural3:

Eğer bir sayının hanelerini oluşturan "1" ler ve "0" lar arasında bir eşitlik örüntüsü var ise oluşacak olgun sayısı hane sayısına örüntü uzunluğu (her bir eşitin uzunluğu) eklenerek bulunur.

IF (N has Pattern between "1" and "0") THEN MatureLength=Length(N)+Length(Pattern)

Örnek3:

$1100110011_{(2)} \rightarrow \text{MatureLength}=\text{Length}(N)+\text{Length}(\text{Pattern}) \rightarrow \text{MatureLength}=10+2=12 \rightarrow 111111111111_{(2)}$

$111000111000111_{(2)} \rightarrow \text{MatureLength}=15+3=18 \rightarrow 111111111111111111_{(2)}$

$11110000111100001111_{(2)} \rightarrow \text{MatureLength}=20+4=24 \rightarrow 111111111111111111111111_{(2)}$

$1111100000111110000011111_{(2)} \rightarrow \text{MatureLength}=25+5=30 \rightarrow 11111111111111111111111111111111_{(2)}$

Sonuç ve Öneriler

Bu makale kapsamında Olgun Sayılar kavramı ortaya konulmuş, Mersenne ve Olgun Sayılar arasındaki ilişki gösterilmiş ve aynı zamanda Olgun Sayı olan Mersenne sayıları için 2'lik sayı sisteminde çalışan bir üreteç algoritması oluşturulmuştur.

Ayrıca 2'lik sayı sistemi için Olgun Sayılarla ilgili olarak kurallar oluşturularak Olgun Sayıların üretimi için çeşitli yöntemler önerilmiştir.

Bu kapsamda bundan sonra yapılabilecek çalışmaları aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz.

- Bu makale kapsamında 2'lik sayı sistemi için yapılan üreteç algoritmasının diğer sayı sistemlerine uygulanması.
- Olgun Sayı kurallarının zenginleştirilmesi ve diğer sayı sistemlerine uygulanması.

- Bu makale çalışmasının başlangıcı olan Mersenne Asal Sayıları ve Asal sayılar kapsamında çalışmalar yapılarak, Olgun Sayıların genişleme yöntemi tersine-mühendislik bakış açısıyla değerlendirilip bir sayıya bakıldığında onun herhangi bir sayı kökü ve/veya böleni olup olmadığı konusunda çalışmaların yapılması.
- Olgun Sayılar üzerinde yapılan çalışmalar kapsamında bazı sayıların Olgun hale gelmesinin yakın diğer sayılara göre daha uzun sürede ve basamakta/hanede ($>2^{1000000}$) olgunlaştığı gözlemlenmiştir. Bu sayı köklerinin saklanarak daha sonra geliştirilecek çalışmalar kapsamında sayı kökleri ve Olgunlaşmaları arasında yeni algoritmalar geliştirilmesi.
- Olgun Sayılar ve sayı kökleri ile ilgili olarak yeni yöntem ve metotların geliştirilmesi.
- Olgun Sayılar üzerinde yapılan çalışmalar kapsamında bazı çift sayıların Olgunlaştığı zaman (Not: Algoritma kapsamında Çift sayılar öncelikle 1 eklenerek tek sayı haline getirilir.) ulaştığı hane sayının sayının 10'luk(Decimal) karşılığı olduğu gözlemlenmiştir. Bu kapsamda sayı kökleri ile bir bağlantının veya kuralın olup olmadığı konusunda çalışmaların derinleştirilmesi.

Örneğin,

$6_{(10)} \rightarrow 110_{(2)} \rightarrow \text{MatureLength}=\text{Decimal}(N)=6 \rightarrow 111111_{(2)}$

$10_{(10)} \rightarrow 1010_{(2)} \rightarrow \text{MatureLength}=\text{Decimal}(N)=10 \rightarrow 1111111111_{(2)}$

$12_{(10)} \rightarrow 1100_{(2)} \rightarrow \text{MatureLength}=\text{Decimal}(N)=12 \rightarrow 111111111111_{(2)}$

$18_{(10)} \rightarrow 10010_{(2)} \rightarrow \text{MatureLength}=\text{Decimal}(N)=18 \rightarrow 1111111111111111_{(2)}$

Bu kapsamda $1000_{(10)}$ 'e kadar belirlenen 10'luk sayı sistemindeki sayılar şunlardır.

6, 10, 12, 18, 28, 36, 52, 58, 60, 66, 82, 100, 106, 130, 138, 148, 162, 172, 178, 180, 196, 210, 226, 268, 292, 316, 348, 372, 388, 418, 420, 442, 460, 466, 490, 508, 522, 540, 546, 556, 562, 586, 612, 618, 652, 658, 660, 676, 700, 708, 756, 772, 786, 796, 820, 826, 828, 852, 858, 876, 882, 906, 940, 946.

KAYNAKÇA

- Anlı, Ö. F. (2011). Aristoteles ve Yöntem-Tümevarım ve Tümdengelim. Ankara Üniversitesi DTCF Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı Ders Notu.
- Yuce, B., Uğurdağ, H.F., Gören, S. & Dündar, G. (2014). Fast and Efficient Circuit Topologies for Finding the Maximum of n k-Bit Numbers. *IEEE Transactions on Computers*, 63(8), 1868-1881. <https://doi.org/10.1109/TC.2014.2315634>.
- Conway, J.H. (1972). Unpredictable Iterations. *Proceedings. Number Theory Conference. University of Colorado, S.U.A*, 49-52.
- Çelik, K. C. (2022). Çelik Asal Sayılar. *Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 5(2),76-80. <https://doi.org/10.56728/dustad.1179688>
- Dudley, U. (1997). Numerology, or, what Pythagoras wrought. *Cambridge University Press*.
- Great Internet Mersenne Prime Search. (2023). <https://www.mersenne.org/primes>
- Hejlsberg, A., Torgersen, M., Wiltamuth, S., & Golde, P. (2008). The C# programming language. *Pearson Education*.

- Korkmaz, E. (2021). Instructional Explanations of Class Teachers and Primary School Mathematics Teachers about Division. *International Journal of Progressive Education*, 17(2), 29-54.
- Kovács, A. (2001). Generalized binary number systems. In *Annales Univ. Sci. Budapest, Sect. Comp.*, 20, 195-206.
- Linder, E. V. (2003). Exploring the expansion history of the universe. *Physical review letters*, 90(9), 091301.
- Mahat, M. S. S. (2021). Number System Conversion for Beginners (Decimal to Binary, Octal and Hexadecimal Conversion). *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(14), 1445-1458.
- Robinson, R. M. (1954). Mersenne and Fermat numbers. *Proceedings of the American Mathematical Society* 5(5), 842-846.
- Özkenar, M. (2020). Collatz Konjektürü'nün bilgisayar programı ile hesaplanmasında parite sekansı yöntemi yaklaşımı. *Acta Infologica*, 4(2), 97-121. <https://doi.org/10.26650/acin.843275>
- Sarton, G. (1950). Decimal systems early and late. *Osiris*, 9, 581-601.
- Latif, S., Qayyum, J., Lal, M., & Khan, F. (2011). Complete description of well-known number systems using single table. *International Journal of Engineering and Computer Science (IJECS-IJENS)*, 11(3).
- String Computer Science. (2023). [https://en.wikipedia.org/wiki/String_\(computer_science\)](https://en.wikipedia.org/wiki/String_(computer_science)).

How to cite this article/Bu makaleye atf için:

- Kaya, A. S. (2023). Olgun sayılar ve olgun sayılar/merenne sayılar üreteç algoritması. *DÜSTAD-Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 6(2), 52-63. <https://doi.org/10.56728/dustad.1310123>

Katı ve Sıvı Kültür Ortamlarında LED Aydınlatmanın *Alternanthera reineckii* Briq.'nin Mikroçoğaltımı Üzerine Etkisi


Ümmügülsüm EKİN¹
Muhammet DOĞAN²

Özet: Işık, bitki büyümesinde önemli çevresel faktörlerden biridir. Birçok avantajından dolayı ışık yayan diyotlar (LED), bitkilerin ışık ortamının düzenlenmesi için önemli ışık kaynaklarından biri haline gelmiştir. Bu çalışmada, Thidiazuron (TDZ) içeren katı ve sıvı kültür ortamları ve farklı LED aydınlatma koşullarının *Alternanthera reineckii* Briq.'nin sürgün rejenerasyon yeteneği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Boğum eksplantları 0,25-1 mg/L TDZ içeren Murashige ve Skoog (MS) besin ortamında kültüre alınmıştır. Aydınlatma için kırmızı, mavi ve beyaz LED tek olarak ve kırmızı ve mavi LED ışıkların farklı kombinasyonları kullanılmıştır. Kontrol olarak beyaz floresan tercih edilmiştir. Sürgün rejenerasyon değerleri incelendiğinde, LED ışıkların floresan ışığa göre daha verimli oldukları görülmüştür. Daha fazla sürgün sayısı ve uzun sürgünler kırmızı ve mavi LED ışıkların kombinasyonlarında elde edilmiştir. 0,25 mg/L TDZ ve 1K:2M LED ışık uygulamaları katı kültür ortamında en fazla sayıda sürgünleri vermiştir (9,03 sürgün/eksplant). Sıvı kültür ortamında en fazla sürgün sayısı 0,50 mg/L TDZ ve 2K:1M LED uygulamalarında elde edilmiştir (11,62 sürgün/eksplant). Katı ve sıvı kültürlerde en uzun sürgünler 1K:2M LED ışık altında ve 0,25 mg/L TDZ'li MS besin ortamında tespit edilmiştir. Doku kültürü koşullarında köklendiren bitkiler ardından akvaryum koşullarına başarıyla şekilde alıştırmıştır.

Anahtar kelimeler: Boğum eksplant, doku kültürü, in vitro üretim, sürgün rejenerasyonu

Influence of LED Lighting on Micropropagation of *Alternanthera reineckii* Briq. in Solid and Liquid Culture Media

Abstract: The light is one of the important environmental factors in plant growth. Due to its many advantages, light emitting diodes (LEDs) have become one of the important light sources for regulating the light environment of plants. In this study, the effects of solid and liquid culture media containing Thidiazuron (TDZ) and different LED lighting conditions on the shoot regeneration ability of *Alternanthera reineckii* Briq were investigated. Nodal explants were cultured in Murashige and Skoog (MS) medium including 0.25-1 mg/L TDZ. Single red, blue and white LEDs and different combinations of red and blue LEDs were used for illumination. White fluorescent was used as a control. When the shoot regeneration values were examined, it was seen that LED lights were more efficient than fluorescent light. Higher shoot numbers and longer shoots were obtained in combinations of red and blue LED lights. The treatment with 0.25 mg/L TDZ and a ratio of 1R:2B LED lights resulted in the highest number of shoots in solid culture medium (9.03 shoots/explants). The maximum number of shoots in liquid culture medium was obtained in 0.50 mg/L TDZ and 2K:1M LED applications (11.62 shoots/explants). The longest shoots in solid

¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Kamil Özdağ Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Karaman, Türkiye, ummuekinn@yandex.com,  0000-0002-1462-5955

²Corresponding author, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Karaman, Türkiye, mtdogan1@gmail.com,  0000-0003-3138-5903

and liquid cultures were determined under 1R:2B LED light and in MS nutrient medium with 0.25 mg/L TDZ. The plants rooted in tissue culture conditions were then successfully acclimatized to aquarium conditions.

Keywords: Nodal explant, tissue culture, *in vitro* propagation, shoot regeneration

GİRİŞ

Doku kültürü bir bitkinin hücre, doku veya organının yapay olarak oluşturulmuş bir besin ortamında üretmek için izlenen bir yöntemdir. Aynı zamanda bitkinin özelliklerini iyileştirmenin yollarını da kapsar. Laboratuvar ortamı dışında bitki üretimi, zigotik hücreler kullanılarak tohumlar yoluyla veya somatik hücreler aracılığıyla gerçekleştirilebilir. Bu nedenle, somatik hücrelerin en azından rejenerasyon potansiyeline sahip olması önemlidir. *In vitro* koşullar altında, hem zigotik hem de somatik hücreler (meristematik olmayan dokular dâhil) bitki çoğalmasına katkıda bulunur. Kontrollü bir ortamda bu tür çoğaltma, bitkilerin toplu çoğalmasına yol açar (Haque vd., 2022). Doku kültürü teknikleri kullanılarak ekonomik öneme sahip *Bacopa monnieri* L. Pennell (Dogan & Emsen, 2018), *Cymbidium aloifolium* (L.) Sw. (Kumar vd., 2022), *Dendrobium heterocarpum* Wall. ex. Lindl (Longchar & Deb, 2022), *Bambusa tulda* Roxb. ve *Pseudoxytenanthera stocksii* (Munro) T.Q.Nguyensii Munro. (Choudhary vd., 2022) gibi birçok bitki türü *in vitro* klonlanarak çoğaltılmıştır.

Mikroçoğaltım, bitkiden alınan eksplantlar (bitki doku veya parçaları) kullanarak *in vitro* koşullarda, yapay besin ortamında ve steril koşullarda genotip ve fenotip olarak kalıtsal çeşitliliği olmayan fazla sayıda bitkinin çoğaltılmasına denir (Türker & Hatipoğlu, 2018). Diğer bir ifade ile *in vitro* kültür tekniklerini kullanarak seçilen bir bitkinin hızlı bir şekilde çoğaltılmasıdır (Dogan, 2022; Papafotiou vd., 2023; Ioannidis vd., 2023). Geleneksel vejetatif çoğaltımın üzerinde birçok avantaja sahiptir ve bahçecilik, tarım ve ormancılıktaki ticari kullanımı oldukça yaygındır (Singh, 2015).

LED'ler yapay aydınlatma alanına giren yeni bir aydınlatma teknolojisidir. Geleneksel aydınlatma sistemlerine göre daha uzun kullanım ömrü, daha küçük boyut, daha yüksek fotosentetik verimlilik, daha az termal radyasyon ve daha yüksek güvenlik performansı gibi çeşitli avantajlar sağlar (Schuerger vd., 1997; Dogan, 2020; Al Murad vd., 2021). Aslında LED'ler bitki büyümesini, besin kalitesini ve verimini iyileştirmek için isteğe bağlı bir ışık kalitesi işlevi görür. LED'lerin bitki üretimi ve geliştirmede verimli kullanımı için bir sistem yaklaşımı geliştirilmesi önemlidir. LED aydınlatmanın potansiyelleri fazladır ve bunlardan bitki büyümesini optimize etmek için türe özgü bir ışık tarifinin geliştirilmesi gereklidir (Al Murad vd., 2021; Gupta & Sood, 2023). Doku kültürü çalışmalarında LED ışıkların kullanımı son yıllarda giderek artış göstermektedir (Martinez & Andreu, 2022; Djangalina vd., 2023; Lim vd., 2023).

Bu nedenle mevcut çalışmada, *A. reineckii*'nin kırmızı, mavi ve beyaz LED ışıklar altında tek olarak, kırmızı ve mavi LED ışıkların farklı kombinasyonları altında doku kültürü teknikleri ile üretilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca etkili bir *in vitro* üretim için sıvı ve katı kültür ortamları karşılaştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Bitki yüzey sterilizasyonu daha önce Uğur vd. (2019) tarafından gerçekleştirilmiştir ve KMU Biyoloji Bölümü Laboratuvarında steril olarak mevcuttur. Üretimde bu steril bitkiler kullanılmıştır.

In vitro üretimlerde eksplant kaynağı olarak boğum eksplantlar kullanılmıştır. Kültürlerin hazırlanmasında besin ortamı olarak Murashige and Skoog (1962), (MS) mineral tuz ve vitaminleri kullanılmıştır. Karbon kaynağı olarak %3 oranında sükröz (Duchefa) eklenmiştir. MS ortamına 0,25, 0,50 ve 1 mg/L Thidiazuron (TDZ) ilave edilmiştir. Denemeler sıvı ve agarla katılaştırılmış olarak iki şekilde gerçekleştirilmiştir. Katı besin ortamına %0,65 agar (Duchefa) ilave edilmiştir. Kültürlerin pH

seviyesi 1 N NaOH ve 1 N HCl ile $5,7\pm 1$ olarak düzenlenmiş ve ardından otoklavda steril edilmiştir (121°C'de 20 dk). Eksplant ekilmiş kültürler sıcaklık ve ışık kontrollü iklimlendirme odasına yerleştirilmiştir. Aydınlatmalar için LED ışık sistemleri kullanılmıştır. Kullanılan LED ışıklar kırmızı, mavi ve beyaz LED'lerin tekli kullanımı ile kırmızı ve mavi LED ışıkların farklı kombinasyonları olarak belirlenmiştir. Uygulanan ışık şiddeti 1500 lüks olarak ayarlanmıştır. Kontrol grubu olarak beyaz flouresan ışık kullanılmıştır. Altı hafta sonunda denemeler sonlandırılmıştır.

Uzayan sürgünlerin üst kısımlarından yaklaşık 3 cm kesilmiş ve *in vitro* köklendirme çalışmaları için MS kültür ortamına 0,25-1 mg/L indol-3-asetik asit (IAA) ve naftalin asetik asit (NAA) eklenmiştir. Köklendirme denemeleri dört hafta sonra sonlandırılmıştır. Köklendirmiş bitkiler içerisinde su bulunan akvaryum ortamına aktarılmıştır. Akvaryum taban kısmına dere kumu dökülmüştür. Akvaryum ortamı termostat ile (Tetratec HT-100, 100W) $24\pm 1^{\circ}\text{C}$ ayarlanmıştır. Aydınlatma için 16 saat beyaz flouresan (Roxin RX-500 12W) ışık kullanılmıştır. Dört hafta sonunda bitkilerin durumu gözlenmiştir.

Denemelerde her besin kabına 5 eksplant yerleştirilmiş ve 3 tekrarlı olarak denemeler yürütülmüştür. Verilerin analizi SPSS 21.0 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Post Hoc testlerinden Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi tercih edilmiş ve anlamlılık derecesi $p < 0,05$ olmak üzere kaydedilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, TDZ'li sıvı ve katı kültür ortamlarında ve farklı LED aydınlatma koşullarında *A. reineckii* bitkisinin boğum eksplantlarının rejenerasyon kapasiteleri değerlendirilmiştir. Boğum eksplantlar bitki doku kültüründe önemli bir eksplant kaynağıdır. Benzer şekilde, boğum eksplantları *Rosa setigera* (Warhade & Badere, 2017), *Ipomoea purpurea* (L.) Roth (Acemi vd., 2018), *Staurogyne repens* (Nees) Kuntze (Kose vd., 2021) ve *Mansonia altissima* (Oseni vd., 2022) bitkilerinin *in vitro* üretiminde kullanılmıştır.

Agarla Katılaştırılmış MS Besin Ortamı Uygulamaları

Genel olarak TDZ konsantrasyonunun en düşük seviyede kullanıldığı (0,25 mg/L) kültür koşullarında daha yüksek rejenerasyon değerlerine ulaşılmıştır. Sürgün rejenerasyonu 0,25 mg/L TDZ uygulamasında 1K:2M LED ve mavi LED hariç diğer tüm ışık uygulamalarında %100 rejenerasyon değerlerine ulaşılmıştır (Tablo 1). Konsantrasyonu 0,50 mg/L TDZ olan uygulamasında %100 rejenerasyon frekansına 1K:2M LED ışık altında ulaşılmıştır. En düşük rejenerasyon değeri ise (%80) 1K:1M LED ışık altında belirlenmiştir. Sürgün rejenerasyonu 1 mg/L TDZ eklenmiş MS besin ortamında en yüksek %93,33 ile beyaz LED altında, en düşük ise %66,67 ile beyaz flouresan ışık altında tespit edilmiştir.

TDZ eklenmiş katı MS besin ortamında farklı ışık kaynaklarının eksplant başına düşen sürgün sayısı üzerine etkileri araştırılmıştır (Tablo 2). Tüm ışık uygulamaları kıyaslandığında en fazla sürgün sayıları 1K:2M LED ışık altında belirlenirken, en az sayıda sürgünler beyaz flouresan ışık altında belirlenmiştir. TDZ konsantrasyonlarına göre kıyaslandığında maksimum sürgünler 0,25 mg/L TDZ'li besiyerinde gözlemlenirken, en az miktarda sürgünler 1 mg/L TDZ'li besiyerinde elde edilmiştir. Sonuç olarak en yoğun sürgünler 9,03 sürgün/eksplant ile 1K:2M LED ışık altında 0,25 mg/L TDZ'li besiyerinde meydana gelmiştir (Şekil 1).

Tablo 1. Katı MS kültür ortamında farklı TDZ ve ışık uygulamalarının *A. reineckii*'nin sürgün rejenerasyon frekansı üzerine etkisi.

Işık uygulamaları	TDZ (mg/L)		
	0,25	0,50	1
2K:1M	100 ^a	86,67 ^{ab}	80 ^{ab}
1K:2M	93,33 ^a	100 ^a	86,67 ^{ab}
1K:1M	100 ^a	80 ^{ab}	73,33 ^{ab}
Beyaz LED	100 ^a	86,67 ^{ab}	93,33 ^a
Kırmızı LED	100 ^a	93,33 ^{ab}	80 ^{ab}
Mavi LED	93,33 ^a	86,67 ^{ab}	73,33 ^{ab}
Beyaz Flouresan	100 ^a	73,33 ^b	66,67 ^b

Sütunlardaki farklı harflere sahip değerler $p<0,05$ seviyesinde farklılık gösterir.

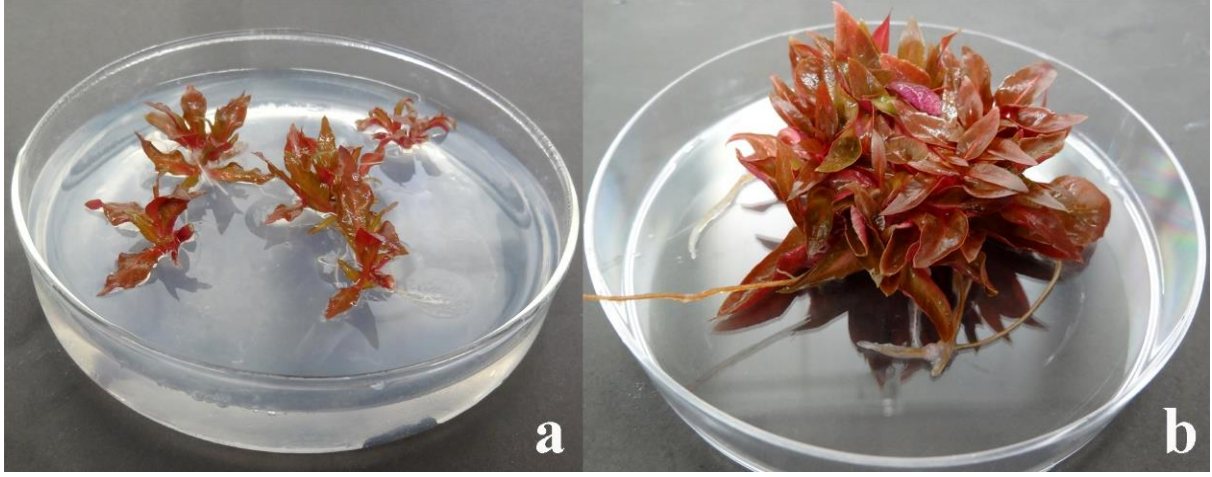
K: Kırmızı LED, M: Mavi LED

Tablo 2. Katı MS kültür ortamında farklı TDZ ve ışık uygulamalarının *A. reineckii*'nin eksplant başına sürgün sayısı üzerine etkisi.

Işık uygulamaları	TDZ (mg/L)		
	0,25	0,50	1
2K:1M	6,47 ^{bc}	5,98 ^{bc}	4,92 ^{bc}
1K:2M	9,03 ^a	8,20 ^a	6,51 ^a
1K:1M	5,83 ^c	4,95 ^{bc}	4,52 ^{bc}
Beyaz LED	7,93 ^{ab}	6,62 ^{ab}	5,55 ^{ab}
Kırmızı LED	6,20 ^{bc}	5,02 ^{bc}	4,47 ^{bc}
Mavi LED	6,35 ^{bc}	5,03 ^{bc}	3,86 ^c
Beyaz Flouresan	4,73 ^c	4,19 ^c	3,75 ^c

Sütunlardaki farklı harflere sahip değerler $p<0,05$ seviyesinde farklılık gösterir.

K: Kırmızı LED, M: Mavi LED



Şekil 1. TDZ içeren katı kültür ortamında *A. reineckii* boğum eksplantlarından sürgün rejenerasyonu. 0,25 mg/L TDZ ve 1K:2M LED ışık altında (a) kültürün üçüncü ve (b) altıncı haftasında rejenerasyon sürgünleri.

Farklı ışık uygulamaları ve TDZ konsantrasyonlarının sürgün uzunluğu üzerine etkileri incelenmiştir (Tablo 3). En fazla sürgün uzunluğu (2,58 cm) 0,25 mg/L TDZ içeren konsantrasyonda 1K:2M LED ışık altında, ardından (2,54 cm) 0,25 mg/L TDZ içeren konsantrasyonda 1K:2M LED ışık altında tespit edilmiştir. Buna karşın en kısa sürgün uzunluğu ise 1 mg/L TDZ ilave edilmiş beyaz flouresan ışık altında (1,54 cm), ardından ise 0,50 mg/L TDZ ilave edilmiş beyaz flouresan ışık altında kaydedilmiştir (1,69 cm). Bu sonuçlara göre TDZ içeren besin ortamı için sürgün uzunluğuna en iyi etki eden LED ışık 1K:2M olurken, en az etki eden LED ise beyaz flouresan ışık olmuştur. TDZ konsantrasyonunun artması sürgün uzunluğunu olumsuz yönde etkilemiştir.

Tablo 3. Katı MS kültür ortamında farklı TDZ ve ışık uygulamalarının *A. reineckii*'nin sürgün uzunluğu üzerine etkisi.

Işık uygulamaları	TDZ (mg/L)		
	0,25	0,50	1
2K:1M	2,49 ^{ab}	2,34 ^b	2,11 ^b
1K:2M	2,58 ^a	2,54 ^a	2,32 ^a
1K:1M	2,10 ^c	1,83 ^{ef}	1,63 ^{cd}
Beyaz LED	2,38 ^b	2,12 ^{cd}	2,03 ^b
Kırmızı LED	2,06 ^c	1,95 ^{de}	1,79 ^c
Mavi LED	2,46 ^{ab}	2,19 ^{bc}	2,17 ^{ab}
Beyaz Flouresan	1,98 ^c	1,69 ^f	1,54 ^d

Sütunlardaki farklı harflere sahip değerler $p < 0,05$ seviyesinde farklılık gösterir.

K:Kırmızı LED, M:Mavi LED

Sıvı (agarsız) MS besin ortamı uygulamaları

Bu denemede, farklı TDZ içeren sıvı MS besin ortamında farklı ışık kaynaklarının sürgün rejenerasyon yüzdesi üzerine etkilerine bakılmıştır. Sürgün rejenerasyon değerleri $p < 0,05$ değerinde anlamlı çıkmıştır (Tablo 4). Maksimum sürgün rejenerasyon frekansı 0,25 mg/L TDZ'li kültür ortamında (%100) 2K:1M LED'lerde, 0,50 mg/L TDZ (%100) ve 1 mg/L TDZ (%66,67) içeren kültür ortamında ise 1K:2M LED'lerde saptanmıştır. Minimum rejenerasyon frekansları 0,25 mg/L TDZ içeren besin ortamında (%53,33) beyaz

flouresan ışık altında, 0,50 mg/L TDZ içeren besin ortamında (%60) beyaz LED ışıkta ve 1 mg/L TDZ'li besiyerinde (%40) 1K:1M LED, kırmızı LED ve beyaz flouresan ışık altında olduğu kaydedilmiştir.

Tablo 4. Sıvı MS kültür ortamında farklı TDZ ve ışık uygulamalarının *A. reineckii*'nin sürgün rejenerasyon frekansı üzerine etkisi.

Işık uygulamaları	TDZ (mg/L)		
	0,25	0,50	1
2K:1M	100 ^a	80 ^{ab}	53,33 ^{ab}
1K:2M	80 ^{ab}	100 ^a	66,67 ^a
1K:1M	80 ^{ab}	93,33 ^a	40 ^b
Beyaz LED	86,67 ^{ab}	60 ^b	53,33 ^{ab}
Kırmızı LED	66,67 ^{ab}	80 ^{ab}	40 ^b
Mavi LED	93,33 ^a	86,67 ^{ab}	46,67 ^{ab}
Beyaz Flouresan	53,33 ^b	73,33 ^{ab}	40 ^b

Sütunlardaki farklı harflere sahip değerler $p < 0.05$ seviyesinde farklılık gösterir.

K: Kırmızı LED, M: Mavi LED

Sıvı uygulamalarda, TDZ eklenmiş MS besin ortamında farklı ışık kaynaklarının eksplant başına sürgün sayısı üzerine etkileri incelenmiştir (Tablo 5). LED ışıkların uygulamalarının, beyaz flouresan ışık uygulamasına göre pozitif yönde istatistiksel olarak önemli etkileri görülmüştür ($p < 0,05$). Maksimum sürgünler 0,25 mg/L TDZ'li besiyerinde (8,44 sürgün/eksplant) 1K:2M LED ışıklı ortamda, 0,50 mg/L TDZ konsantrasyonunu içeren ortamda (11,62 sürgün/eksplant) 2K:1M LED ışıklı ortamda (Şekil 2) ve 1 mg/L TDZ içeren ortamda ise (7,83 sürgün/eksplant) 2K:1M LED ışıklı ortamda kaydedilmiştir. En kısa sürgünler ise tüm hormon oranları için beyaz flouresan ışık altında gözlemlenmiştir. Genel anlamda sürgün sayısı için en iyi büyüme düzenleyicisi 0,50 mg/L TDZ'li besiyerinde sırasıyla 2K:1M ve 1K:2M LED ışıklı ortamlar olduğu görülmüştür. Ayrıca LED ışıkların kombinasyon olarak kullanımı, tek kullanımlarına göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

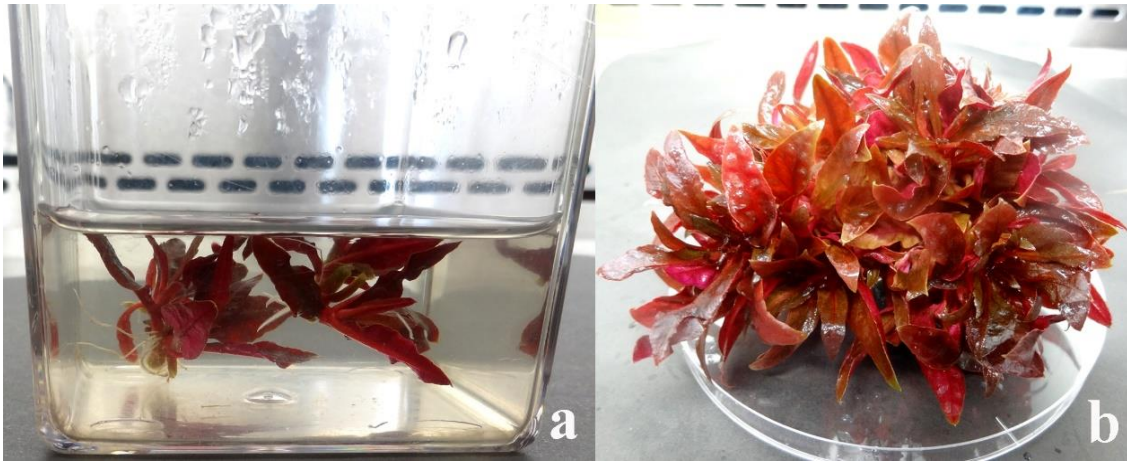
Sürgün uzunlukları yönünden TDZ'li MS besin ortamları ve farklı ışık uygulamaları karşılaştırılmıştır (Tablo 6). Sürgün uzunluk değerleri kontrol grubu uygulamalarına göre istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir ($p < 0,05$). Maksimum sürgün uzunluğu 3,73 cm ile 0,25 mg/L TDZ içeren besin ortamında ve 1K:2M LED ışık altında belirlenmiştir. Bununla beraber 0,50 ve 1 mg/L TDZ li besin ortamlarında en uzun sürgünler 1K:2M LED ışık uygulamalarında tespit edilmiştir. En kısa sürgünler 0,25 mg/L TDZ'li besin ortamında beyaz LED uygulamasında belirlenirken, 0,50 ve 1 mg/L TDZ'li besin ortamlarında kırmızı LED ışık altında belirlenmiştir. Konsantrasyonlar kendi arasında karşılaştırıldığında TDZ içeriğinin kademeli olarak artırılması olumsuz yönde etki etmiş ve sayısal veriler de azalma olduğu gözlemlenmiştir. Sürgün uzunluğu üzerinde en iyi etkileri tüm LED ışıklarda 0,25 mg/L konsantrasyonunda belirlenmiştir.

Tablo 5. Sıvı MS kültür ortamında farklı TDZ ve ışık uygulamalarının *A. reineckii*'nin eksplant başına sürgün sayısı üzerine etkisi.

Işık uygulamaları	TDZ (mg/L)		
	0,25	0,50	1
2K:1M	8,33 ^a	11,62 ^a	7,83 ^a
1K:2M	8,44 ^a	10,13 ^{ab}	7,30 ^{ab}
1K:1M	6,27 ^{ab}	9,67 ^{ab}	7,17 ^{ab}
Beyaz LED	5,44 ^b	7,13 ^b	6,33 ^{ab}
Kırmızı LED	5,45 ^b	6,24 ^c	6,05 ^{ab}
Mavi LED	5,40 ^b	9,91 ^{ab}	5,50 ^b
Beyaz Flouresan	4,33 ^b	5,64 ^c	5,07 ^b

Sütunlardaki farklı harflere sahip değerler $p<0,05$ seviyesinde farklılık gösterir.

K: Kırmızı LED, M: Mavi LED



Şekil 2. TDZ içeren sıvı kültür ortamında *A. reineckii* boğum eksplantlarından sürgün rejenerasyonu. 0,50 mg/L TDZ ve 2K:1M LED ışık altında (a) kültürün üçüncü ve (b) altıncı haftasında rejenerasyon sürgünleri.

Tablo 6. Sıvı MS kültür ortamında farklı TDZ ve ışık uygulamalarının *A. reineckii*'nin sürgün uzunluğu üzerine etkisi.

Işık uygulamaları	TDZ (mg/L)		
	0,25	0,50	1
2K:1M	3,18 ^{ab}	2,79 ^{bc}	2,44 ^b
1K:2M	3,73 ^a	3,46 ^a	3,23 ^a
1K:1M	3,26 ^{ab}	3,10 ^{ab}	2,73 ^{ab}
Beyaz LED	2,87 ^b	2,75 ^{bc}	2,52 ^{ab}
Kırmızı LED	3,00 ^b	2,40 ^c	2,17 ^b
Mavi LED	3,03 ^{ab}	2,68 ^{bc}	2,16 ^b
Beyaz Flouresan	2,93 ^b	2,63 ^{bc}	2,33 ^b

Sütunlardaki farklı harflere sahip değerler $p<0,05$ seviyesinde farklılık gösterir.

K: Kırmızı LED, M: Mavi LED

Doku kültürü teknolojisine dayalı mikroçoğaltma, çok kısa sürede ve çok sınırlı bir alanda ve ayrıca tüm yıl boyunca, çok sayıda bitkinin çoğalmasına izin vermektedir (Abdalla vd., 2022). Mevcut çalışmamızda, sıvı ve katı kültür ortamlarında ve farklı LED ışıklar altında *A. reineckii*'nin mikroçoğaltımı başarıyla gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde mikroçoğaltım ile *Physalis peruviana* L. (Mascarenhas vd., 2019), *Physalis angulata* L. (de Jesús Romo-Paz vd., 2021), *Lilium candidum* (Patil vd., 2021), *Azadirachta indica* A. Juss (Bello vd., 2022) ve *Crataegus monogyna* Jacq. (Dinçer vd., 2023) bitkileri üretilmiştir.

Denemelerde farklı LED ışıklarının biyoteknolojik olarak üretimde etkinlikleri incelenmiştir. LED ışıklar güncel ışık kaynakları olup, doku kültürü ile üretimde ışık kaynakları olarak kullanılmaktadır. Denemelerde LED ışıklarının, *in vitro* üretim için etkili oldukları belirlenmiştir. Benzer şekilde Cioć vd. (2018) ortamdaki ışık kalitesi ve sitokin içeriğinin *Myrtus communis* L.'nin büyümesi, gelişmesi ve ikincil metabolit içeriği üzerindeki etkisini araştırmışlardır. LED'ler %100 mavi, %100 kırmızı, %70 kırmızı + %30 mavi olacak şekilde uygulamıştır. Kontrol olarak geleneksel bir flouresan lamba ile kullanılmıştır. Aksiller sürgünler 0,5 uM NAA ve farklı konsantrasyonlarda 6-benziladenin (BA): 1, 2,5 ve 5 uM içeren MS besin ortamına yerleştirilmiştir. Kültürler 6 hafta süreyle 23/21±1 °C (gündüz/gece) de, %80 bağıl nem ve 16/8 saat fotoperiyotta tutulmuştur. Uygulanan ışık spektrumları ve BA içeriği, biyometrik ve fitokimyasal olarak *M. communis*'un özelliklerini etkilemiştir. Kırmızı LED'ler ve 5 µM BA, en yüksek çoğaltma hızıyla sonuçlanmıştır. En yüksek sürgünler ortamdaki en düşük sitokin konsantrasyonu ile birlikte kırmızı LED'ler altında elde edilmiştir. Martínez-Estrada vd. (2016) *Anthurium andreaenum* Lind bitkisinin *in vitro* sürgün rejenerasyonu ve büyümesi üzerindeki LED'lerin etkilerini araştırmışlardır. Nodal eksplantlar 2 mg/L BAP ile desteklenmiş MS besiyerine alınmıştır. Tüm eksplantlar flouresan lambalar (545-610 nm), beyaz LED'ler (460 ve 560 nm), kırmızı LED'ler (660 nm), mavi LED'ler (460 nm) ve mavi + kırmızı LED'lerin kombinasyonu (460 ve 660 nm) ile 60 gün boyunca aydınlatmaya maruz bırakılmıştır. En çok adventif sürgün sayısı mavi + kırmızı LED'lerde gözlemlenirken, en fazla büyüme mavi LED'lerde elde edilmiştir. Kamal vd. (2020) *Brassica* cinsinin beş türünü temsil eden 21 çeşidin büyüme karakterizasyonu, besin bileşimi profilini, LED'ler altında değerlendirmişleridir. Bu bitki türleri dört farklı LED oranı (%) altında büyütülmüştür; Kırmızı:Mavi 80:20 ve 20:80 (K80:M20 ve K20:M80) veya kırmızı: yeşil: mavi 70:10:20 ve 20:10:70 (K70: Y10: M20 ve K20: Y10: M70). Sonuçlar, yeşil LED'lerle (K70: Y10: M20) ek aydınlatmanın bitkisel büyümeyi ve morfolojiyi artırdığını, mavi LED'lerin (K20: M80) ise mineral ve vitamin içeriklerini artırdığını göstermiştir. İlginç bir şekilde, optimum LED kurulumunu tanımlamak için besin içeriğini büyüme verimiyle ilişkilendirerek, mikro yeşil büyümeyi teşvik etmek için en iyi aydınlatmanın yeşil LED kombinasyonu olduğunu bildirilmiştir (K70: Y10: M20). Xu vd. (2019) *Cunninghamia* (*C.*) *lanceolata* bitkilerini farklı LED ışık uygulamaları altında doku kültürü tekniği ile kültüre almıştır. Kırmızı-mavi 4:1, 8:1 (4K:1M ve 8K:1M), kırmızı-mavi-mor 8: 1: 1 (8K1:M:1Mr) ve kırmızı-mavi-mor-yeşil 6: 1: 1:1 ve 8: 1: 1: 1 (6K:1M:1Mr:1Y ve 8K:1M:1Mr:1Y) olmak üzere farklı LED ışıkları altında denemeler kurulmuştur. Sonuçlar köklenme oranı, ortalama kök sayısı, kök uzunluğu, kök yüzey alanı ve kök aktivitesi 6K:1M:1Mr:1Y ve 8K:1M:1Mr:1Y LED ışıklarında 4K1M ve 8K1M kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Yürütülen bir çalışmada, bitkilerin doku kültürü koşullarında ışık kaynağı olarak kullanılan mevcut beyaz floresan lambalara alternatif olarak ışık yayan diyot bazlı bir kültür düzeneği geliştirilmiştir. LED ışıkları altında yetiştirilen *in vitro* yetiştirilen *Swertia chirayita* bitkileri, flouresan altında büyüyen bitkilerle karşılaştırıldığında daha yüksek sürgün biyokütlesi ve ikincil metabolit birikimi göstermiştir. LED ışıklar deneyinde, kırmızı LED maksimum biyokütle birikimi (3,56 ± 0,04 g/L) gösterirken ve mavi LED ışık maksimum amarogentin içeriği, toplam fenolikleri, toplam

flavonoidler ve DPPH radikal temizleme aktivitesi göstermiştir (Gupta & Sood, 2023). Araújo vd. (2022) LED aydınlatma koşullarının ve kültür ortamlarının (MS ve MRA) *Adenium obesum* tohum çimlenmesi, fidelerin ilk *in vitro* büyümesi ve fotosentetik pigmentlerin ve çözünür şekerlerin üretimi üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Çalışma, MRA ortamıyla birleştirilmiş kırmızı LED ışığının ve MS ortamıyla birleştirilmiş mor LED'in, en yüksek çimlenme oranlarını ve en düşük ölüm oranlarını teşvik eden önemli bir etkisini gösterdiği görülmüştür. *A. obesum* fidelerinin en iyi başlangıç *in vitro* gelişimi, her iki kültür ortamında da kırmızı LED altında meydana gelmiştir.

In vitro koşullarda üretilen bitkilerin köklendirmesi işlemleri farklı konsantrasyonlarda (0,25-1 mg/L) IAA ve NAA ile gerçekleştirilmiştir. Genel olarak her iki oksin uygulamasında da başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bununla beraber, kök sayısı bakımından IAA daha iyi sonuçlar verirken, NAA kök uzunlukları yönünden daha iyi sonuçlar göstermiştir. Köklendirilen bitkilerin dış koşullara alıştırılması *in vitro* üretimin son aşaması olup, oldukça önemli bir uygulamadır. Doku kültürü koşullarında üretilen *A. reineckii* bitkileri akvaryum koşullarına başarıyla şekilde alıştırılmıştır.

SONUÇ

A. reineckii'nin mikroçoğaltımı sürecinde, LED ışıkların flouresan ışığa göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Genel olarak en çok sürgün sayısı ve en uzun sürgünler kırmızı ve mavi LED ışıkların kombinasyonlarında elde edilmiştir. Katı kültür ortamında maksimum sürgün sayısı (9,03 sürgün/eksplant) 0,25 mg/L TDZ'li kültürlerde 1K:2M LED ışıkta gözlemlenirken, sıvı kültür ortamında maksimum sürgün sayısı (11,62 sürgün/eksplant) 0,50 mg/L TDZ'li kültürde ve 2K:1M LED altında gözlemlenmiştir. En uzun sürgünler katı kültürler (2,58 cm) ve sıvı kültürlerde (3,73 cm) 1K:2M LED uygulamasında ve 0,25 mg/L TDZ'li MS besin ortamında ulaşılmıştır. *A. reineckii*'nin *in vitro* çoklu üretimi başarıyla ortaya konmuştur. İlerleyen çalışmalarda farklı renkte LED ışıklar (sarı, yeşil gibi) ile yeni denemeler kurulabilir ve yine bu bitki ile gen aktarım çalışmaları yürütülebilir.

Teşekkür

Bu çalışma, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiş (Proje No: 12-YL-20) olup, Muhammet Doğan danışmanlığında, Ümmügülsüm Ekin'nin yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar, bu makale ile ilgili başka kişi veya kurumlar ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKÇA

- Abdalla, N., El-Ramady, H., Seliem, M. K., El-Mahrouk, M. E., Taha, N., Bayoumi, Y., ... Dobránszki, J. (2022). An academic and technical overview on plant micropropagation challenges. *Horticulturae*, 8(8), 677.
- Acemi, A., Bayrak, B., Çakır, M., Demiryürek, E., Gün, E., El Gueddari, N. E., ... Özen, F. (2018). Comparative analysis of the effects of chitosan and common plant growth regulators on *in vitro* propagation of *Ipomoea purpurea* (L.) Roth from nodal explants. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 54, 537-544.
- Al Murad, M., Razi, K., Jeong, B. R., Samy, P. M. A., & Muneer, S. (2021). Light emitting diodes (LEDs) as agricultural lighting: Impact and its potential on improving physiology, flowering, and secondary metabolites of crops. *Sustainability*, 13(4), 1985.

- Araújo, R. C., Rodrigues, F. A., Dória, J., & Pasqual, M. (2022). *In vitro* germination of *Adenium obesum* under the effects of culture medium and light emitting diodes of different colors. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 149(3), 523-533.
- Bello, A. M., Kamali Aliabad, K., Saravi, A. T., & Sodaei Zade, H. (2022). Determination of the Best Culture Medium and plant growth regulators for micropropagation of Neem Tree (*Azadirachta indica* A. Juss). *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 9(2), 237-245.
- Choudhary, A. K., Kumari, P., & Kumari, S. (2022). *In vitro* propagation of two commercially important bamboo species (*Bambusa tulda* Roxb. and *Dendrocalamus stocksii* Munro.). *African Journal of Biotechnology*, 21(2), 83-94.
- Cioć, M., Szewczyk, A., Żupnik, M., Kalisz, A., & Pawłowska, B. (2018). LED lighting affects plant growth, morphogenesis and phytochemical contents of *Myrtus communis* L. *in vitro*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 132, 433-447.
- de Jesús Romo-Paz, F., Folgado, R., Delgado-Aceves, L., Zamora-Natera, J. F., & Portillo, L. (2021). Tissue culture of *Physalis angulata* L.(Solanaceae): techniques for micropropagation and germplasm long-term preservation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 144, 73-78.
- Dinçer, D., Bekiryazıcı, F., DüNDAR, H., & Ögçe, H. (2023). Germination and Micropropagation of *Crataegus monogyna* Jacq. Seeds by Tissue Culture Method. *Forest Science*, 69(2), 178-186.
- Djangalina, E. D., Kapytina, A. I., Kaigermazova, M. A., Mamirova, A. A., & Shadenova, E. A. (2023). Influence of light-emitting diodes on the efficiency of valuable woody plants micropropagation. *International Journal of Biology and Chemistry*, 16(1), 49-57.
- Dogan, M. (2020). The effectiveness of light emitting diodes on shoot regeneration *in vitro* from shoot tip tissues of *Limnophila aromatica* (Lamk.) Merr. and *Rotala rotundifolia* (Buch-Ham. ex Roxb) Koehne. *Biotechnic & Histochemistry*, 95(3), 225-232.
- Dogan, M. (2022). *In vitro* micropropagation of *Pogostemon erectus* (Dalzell) Kuntze in liquid culture medium. *Natural and Engineering Sciences*, 7(1), 80-88.
- Dogan, M., & Emsen, B. (2018). Anti-cytotoxic-genotoxic influences of *in vitro* propagated *Bacopa monnieri* L. Pennell in cultured human lymphocytes. *Eurasian Journal of Biological and Chemical Sciences*, 1(2), 48-53.
- Gupta, R., & Sood, H. (2023). Emerging technologies for the production of *in vitro* raised quality rich *Swertia chirayita* by using led lights. *Sustainability*, 15(2), 1714.
- Haque, M. I., Singh, P. K., Ghuge, S., Kumar, A., Rai, A. C., Kumar, A., & Modi, A. (2022). A general introduction to and background of plant tissue culture: Past, current, and future aspects. In *Advances in Plant Tissue Culture* (pp. 1-30). Academic Press.
- Ioannidis, K., Tomprou, I., Panayiotopoulou, D., Boutsios, S., & Daskalakou, E. N. (2023). Potential and constraints on *in vitro* micropropagation of *Juniperus drupacea* Labill. *Forests*, 14(1), 142.

- Kamal, K. Y., Khodaeiaminjan, M., El-Tantawy, A. A., Moneim, D. A., Salam, A. A., Ash-shormillesy, S. M., ... Ramadan, M. F. (2020). Evaluation of growth and nutritional value of Brassica microgreens grown under red, blue and green LEDs combinations. *Physiologia Plantarum*, 169(4), 625-638.
- Kose, M. S. H., Dogan, M., & Sadi, G. (2021). Enhanced *in vitro* shoot proliferation through nodal explants of *Staurogyne repens* (Nees) Kuntze. *Biologia*, 76(3), 1053-1061.
- Kumar, A., Chauhan, S., Rattan, S., Warghat, A. R., Kumar, D., & Bhargava, B. (2022). In vitro propagation and phyto-chemical assessment of *Cymbidium aloifolium* (L.) Sw.: An orchid of pharma-horticultural importance. *South African Journal of Botany*, 144, 261-269.
- Lim, M. J., Murthy, H. N., Song, H. Y., Lee, S. Y., & Park, S. Y. (2023). Influence of white, red, blue, and combination of led lights on *in vitro* multiplication of shoots, rooting, and acclimatization of *Gerbera jamesonii* cv. 'Shy Pink' Plants. *Agronomy*, 13(9), 2216.
- Longchar, T. B., & Deb, C. R. (2022). Optimization of in vitro propagation protocol of *Dendrobium heterocarpum* Wall. ex. Lindl. and clonal genetic fidelity assessment of the regenerates: An orchid of horticultural and medicinal importance. *South African Journal of Botany*, 149, 67-78.
- Martinez, L. A. M., & Andreu, L. G. I. (2022). Effect of LED lights on the *in vitro* growth of *Pinus pseudostrobus* Lindl., plants. *Journal of Forest Science*, 68(8), 311-317.
- Martínez-Estrada, E., Caamal-Velázquez, J. H., Morales-Ramos, V., & Bello-Bello, J. J. (2016). Light emitting diodes improve in vitro shoot multiplication and growth of *Anthurium andreanum* Lind. *Propagation of Ornamental Plants*, 16(1), 3-8.
- Mascarenhas, L. M. S., Santana, J. R. F. D., & Brito, A. L. (2019). Micropropagation of *Physalis peruviana* L. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 49, e55603.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum*, 15(3), 473-497.
- Oseni, O. M., Nailwal, T. K., & Pande, V. (2022). Callus induction and multiple shoot proliferation from nodal explants of *Mansonia altissima*: confirmation of genetic stability using ISSR and RAPD markers. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 58(3), 479-488.
- Papafotiou, M., Vlachou, G., & Martini, A. N. (2023). Investigation of the effects of the explant type and different plant growth regulators on micropropagation of five mediterranean *Salvia* spp. Native to Greece. *Horticulturae*, 9(1), 96.
- Patil, A. M., Gunjal, P. P., & Das, S. (2021). In vitro micropropagation of *Lilium candidum* bulb by application of multiple hormone concentrations using plant tissue culture technique. *International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology*, 8(2), 244-253.
- Schuerger, A. C., Brown, C. S., & Stryjewski, E. C. (1997). Anatomical features of pepper plants (*Capsicum annum*L.) grown under red light-emitting diodes supplemented with blue or far-red light. *Annals of Botany*, 79(3), 273-282.

- Singh, A. (2015). Micropropagation of plants. *Plant biology and biotechnology: volume II: plant genomics and biotechnology*, 329-346.
- Türker, A. H., & Hatipoğlu, R. (2018). Dağ kekiği (*Origanum syriacum* L. var. *bevanii* (Holmes) Ietswaart)'nin mikroçoğaltımı. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 5(2), 97-111.
- Uğur, K., Doğan, M., & Kaya, A. (2019). *Alternanthera reineckii* Briq.'nin doku kültürü çalışmaları için yüzey sterilizasyonunun optimizasyonu. *Eurasian Journal of Biological and Chemical Sciences*, 2(1), 24-28.
- Warhade, M. I., & Badere, R. S. (2017). Seasonal variation in the shoot-regeneration potential of the nodal explants of *Rosa setigera*. *The Journal of Indian Botanical Society*, 96(3-4), 188-197.
- Xu, Y., Liang, Y., & Yang, M. (2019). Effects of composite LED light on root growth and antioxidant capacity of *Cunninghamia lanceolata* tissue culture seedlings. *Scientific reports*, 9(1), 9766.

How to cite this article/Bu makaleye atıf için:

- Ekin, Ü., & Doğan, M. (2023). Katı ve sıvı kültür ortamlarında led aydınlatmanın *Alternanthera reineckii* Briq.'nin mikroçoğaltımı üzerine etkisi. *DÜSTAD-Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 6(2), 64-75. <https://doi.org/10.56728/dustad.1331231>

Makale Türü
Araştırma

Geliş Tarihi
17 Ekim 2023

Kabul Tarihi
14 Kasım 2023

Propolisle Beslenen Kerevitlerin Pleopodal Yumurtalarında Oksidatif Stresin Belirlenmesi

Serpil MIŞE YONAR¹


Özet: Propolis, arıların kendilerini soğuktan ve hastalıklardan korumak için ağaçların yaprak, tomurcuk, dal ve kabuklarından topladığı yapışkan, kendine özgü kokusu olan, açık kahverengiden siyaha kadar rengi değişebilen reçinemi karakterdeki maddedir. Antimikrobiyal, antibakteriyel, antikanserojen, antifungal, antiviral, antitümör, antiparaziter, antiprotozoan, antiinflamatuvar, anestetik, antioksidan, antiseptik gibi özelliklere sahip immünostimulan yapıda bir madde olan propolis son yıllarda oldukça fazla dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, farklı oranlarda yeme katılan propolis uygulandığı kerevitlerden alınan pleopodal yumurtalarda malondialdehit (MDA) ve glutatyon (GSH) düzeylerindeki değişimler araştırıldı. Bu amaçla % 0 (kontrol), % 0.5 (D1), % 1 (D2) ve % 2 (D3) oranlarında propolis içeren deneme yemleri oluşturuldu. 90 günlük besleme sonunda, kerevitlerden pleopodal yumurta örnekleri alındı. Alınan örneklerde MDA ve GSH düzeyleri araştırıldı. Propolis uygulanan grupların pleopodal yumurtalarında MDA düzeylerinin azaldığı belirlendi ($p < 0,05$). Pleopodal yumurtalardaki GSH düzeylerinin ise arttığı ($p < 0,05$) gözlemlendi. Propolisin kerevit yumurtalarında oksidatif strese karşı koruyucu bir etki gösterdiği ve üreme döneminde stresi azaltabileceği söylenebilir.

Anahtar kelimeler: glutatyon, kerevit, malondialdehit, oksidatif stres, propolis

Determination of Oxidative Stress in Pleopodal Eggs of Propolis-Feeding Crayfish

Abstract: Propolis is a sticky, resinous substance that has a unique smell and can vary in color from light brown to black, collected by bees from the leaves, buds, branches and bark of trees to protect themselves from cold and diseases. Propolis, an immunostimulant substance with properties such as antimicrobial, antibacterial, anticarcinogenic, antifungal, antiviral, antitumor, antiparasitic, antiprotozoan, anti-inflammatory, anesthetic, antioxidant and antiseptic, has attracted a lot of attention in recent years. In this study, changes in malondialdehyde (MDA) and glutathione (GSH) levels were investigated in pleopodal eggs taken from crayfish to which propolis was added to the feed at different rates. For this purpose, trial feeds containing 0% (control), 0.5% (D1), 1% (D2) and 2% (D3) propolis were created. At the end of 90 days of feeding, pleopodal egg samples were taken from crayfish. MDA and GSH levels were investigated in the samples taken. It was determined that MDA levels decreased in the pleopodal eggs of the propolis applied groups ($p < 0.05$). It was observed that GSH levels in pleopodal eggs increased ($p < 0.05$). It can be said that propolis has a protective effect against oxidative stress in crayfish eggs and can reduce stress during the reproductive period.

Key words: crayfish, glutathione, malondialdehyde, oxidative stress, propolis

¹Corresponding author, Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Elazığ/Türkiye, serpilmise@gmail.com,  0000-0003-2736-5731

GİRİŞ

Dünyanın birçok ülkesindeki tatlı su kaynaklarında yaşayan kerevitler kültürü yapılabilen kabuklu su ürünlerindedir. Afrika dışındaki hemen hemen bütün kıtalarda doğal olarak 500'ün üzerinde türü bulunan kerevitlerin en önemli cinsleri *Pontastacus*, *Pacifastacus*, *Procambarus*, *Orconectes*, *Austropotamobius* ve *Cherax*'tır. Doğal kerevit türümüz olan *Pontastacus leptodactylus* ülkemizde geniş bir dağılım göstermektedir (Harlıoğlu, 2008).

Protein içeriğinin yüksek olması ve yapısında önemli vitamin ve mineralleri bulundurması nedeniyle kerevit eti oldukça tercih edilen bir besin kaynağıdır. Bununla birlikte dünyanın pek çok bölgesinde lüks bir gıda maddesi olarak tercih edilen kerevitlerin ekonomik değeri gün geçtikçe artmaktadır. Ancak bilinçsiz avlanma, sulardaki kirlenme ve hastalık gibi faktörler nedeniyle bazı kerevit popülasyonlarında azalmalar olmuştur. Bu sebeple, kerevitlerin popülasyonlarının desteklenmesi bağlamında pleopodal yumurta oldukça önem arz etmektedir (Mişe Yonar, 2012).

Önemli biyolojik aktivitelerinden dolayı son yıllarda araştırmacıların dikkatini çeken propolis, bal arılarının kendi kovanlarını koruk için ürettiği yapışkan, reçinemi bir üründür. Propolis çeşitli miktarlarda polifenoller (fenolik asitler ve esterleri, flavonoidler ve fenolik aldehytler), ketonlar ve alkoller, terpenler, steroidler, inorganik bileşikler ve amino asitleri içermektedir (Bankova vd., 2000). Antifungal ve antibakteriyel aktiviteleri en çok araştırılmakla birlikte (Kujungiev vd., 1999), antiinflamatuvar (Wang vd, 1993), antiviral, antikanser, antibiyotik, immünostimülan ve antioksidan gibi farmakolojik aktiviteleri belirlenmiş ve propolisin etanolik ekstraktlarıyla ilişkilendirilmiştir (Yonar vd., 2011; Mişe Yonar vd., 2014; Mişe Yonar vd., 2017).

Bu çalışmada, propolisin yemle uygulandığı kerevitlerden alınan pleopodal yumurtalarda malondialdehit (MDA) ve glutatyon (GSH) düzeylerindeki değişimler araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Kerevit örnekleri (Şekil 1), Elazığ ili Keban Baraj Gölü Ağın bölgesindeki kerevit avcılığı yapan kişilerden temin edildi. Kerevitler, ortalama ağırlığı 30 ± 1 g ve uzunluğu $11 \pm 0,5$ cm olan dişi ve erkekler arasından seçildi. Kerevit örnekleri Fırat Üniversitesi Cip Balık Üretim Tesisine getirilerek $7 \times 4 \times 0,5$ m ve $16 \times 4 \times 1$ m ebatlarındaki beton stok havuzlara yerleştirildi. Havuzların kerevitler için uygun bir ortam oluşturması amacıyla havuz zeminine 20 cm uzunluğunda ve 7 cm çapında yeterli sayıda barınak (plastik borular) yerleştirildi. Havuzlara 1 m^2 yüzey alanı için dakikada 1,5 litre su akışı sağlandı. Adaptasyonları sağlanan kerevitlere bu dönemde kontrol yemi verildi.

Çalışma başlatılmadan hemen önce stok havuzlarından alınan kerevitler $2 \times 2 \times 0,5$ m ebatlarındaki deneme havuzlarına alındı (Şekil 2). Çalışma üç tekrarlı yürütüldü ve toplamda 12 havuz kullanıldı. Stoklama yoğunluğu 15 birey / m^2 (4 dişi: 1 erkek) olarak ayarlandı. 48 adet dişi ve 12 adet erkek kerevit olmak üzere her bir tekrar için 60 örnek kullanıldı.

Çalışmada, Yonar vd. (2011) tarafından özellikleri bildirilen ve identifiye edilen kavak tipi Türk propolisi kullanıldı.



Şekil 1. Araştırmada kullanılan kerevit örneği.



Şekil 2. Kerevitlerin bırakıldığı havuzlar.

Denemeye başlamadan önce toplam enerji düzeyi 3326 kcal/kg, ham protein oranı % 42,85 olan ve propolis içermeyen bir kontrol (K) yemi hazırlandı (Tablo 1). Bu yeme % 0,5 (D1), % 1 (D2) ve % 2 (D3) oranlarında propolis ilave edilerek deneysel yemler oluşturuldu. Bunun için Mişe Yonar (2012), tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Yemler kullanılıncaya kadar 4 °C' de plastik muhafaza kapları içerisinde saklandı.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan yem öğelerinin ham besin madde (kuru maddenin %'si olarak) ve toplam enerji düzeyleri (kcal/kg).

Ham besin maddeleri (%) ve toplam enerji (kcal/kg)	Balık unu	Soya Fasulyesi Küspesi	Buğday unu	Mısır glütteni
Protein	64,3	44,0	12,90	60,4
Yağ	7,6	1,1	1,70	1,8
Selüloz	1,0	7,3	2,50	1,5
Kül	14,3	6,3	1,65	2,1
Nem	8	10	12	9

Ekim ayının başında beslenmeye başlanan kerevitlere günlük olarak doyuncaya kadar 90 gün süreyle hazırlanan yemler verildi. 90 günlük deneme sonunda kerevitlerden pleopodal yumurtalar bir pens yardımıyla toplandı (Şekil 3).

Her bir kerevitten alınan tüm yumurtalar bir örnek olarak kabul edildi. Yumurtalar % 1.15'lik potasyum klorür (KCl) ile 1:10 oranında sulandırıldı ve homojenize edildi. 50 ml'lik propilen tüplere bırakılan homojenatlar 3200 rpm'de +4 °C' de soğutmalı santrifüjde 10 dakika santrifüj edildi ve süpernatantlar alındı. Elde edilen süpernatantlarda malondialdehit (MDA) (Placer vd., 1966) ve redükte glutatyon (GSH) (Ellman, 1951) düzeyleri spektrofotometrik olarak ölçüldü. Doku protein düzeyleri Lowry vd. (1951)' nin bildirdiği yöntemle belirlendi ve MDA ve GSH düzeylerini hesaplamak için kullanıldı.



Şekil 3. Pleopodal yumurtalar.

Sonuçların istatistiksel analizleri SPSS 22.0 istatistik programı kullanılarak gerçekleştirildi. Kontrol ve deneysel grupların incelenen parametrelerinde oluşan değişimlerin belirlenmesi için tek yönlü varyans analizi (ONEWAY – ANOVA) kullanıldı. Gruplar arasındaki farklılıklar ise Least Significant Difference (LSD) test edildi. Sonuçlar ortalama \pm standart hata olarak gösterildi.

BULGULAR

Kontrol ve deneme gruplarının pleopodal yumurtalarında belirlenen MDA ve GSH düzeyleri Tablo 2' de sunulmuştur. Kontrol grubuna göre propolis uygulanan tüm deneme gruplarında pleopodal yumurtaların MDA düzeylerinin azaldığı belirlendi ($p < 0,05$). Yemdeki propolisin artan düzeyine bağlı olarak MDA düzeylerindeki azalmanın daha yüksek olduğu görüldü ($p < 0,05$). Sadece propolis uygulanan gruplar kendi içinde incelendiğinde en düşük MDA düzeyi D3 grubunda belirlendi. D1, D2 ve D3 gruplarının MDA düzeylerinin istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu saptandı ($p < 0,05$).

Tablo 2. Kontrol ve deneme gruplarının pleopodal yumurtalarında MDA ve GSH düzeyleri.

Gruplar	MDA (nmol/g protein)	GSH (μ mol/g protein)
K	1,94 \pm 0,14 ^d	3,76 \pm 0,41 ^a
D1	1,81 \pm 0,22 ^c	3,98 \pm 0,55 ^b
D2	1,67 \pm 0,17 ^b	4,24 \pm 0,76 ^c
D3	1,55 \pm 0,20 ^a	4,47 \pm 0,68 ^d

K: Kontrol, D1; % 0.5 oranında propolis ilave edilmiş yem verilen grup; D2: % 1 oranında propolis ilave edilmiş yem verilen grup; D3; % 2 oranında propolis ilave edilmiş yem verilen grup.

^{a,b,c,d}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen gruplar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Kontrol grubuna göre propolis uygulanan tüm deneme gruplarında pleopodal yumurtaların GSH düzeylerinin arttığı belirlendi ($p < 0,05$). Yemdeki propolisin artan düzeyine bağlı olarak GSH düzeylerindeki artışın daha yüksek olduğu görüldü ($p < 0,05$). Sadece propolis uygulanan gruplar kendi içinde incelendiğinde en yüksek GSH düzeyi D3 grubunda belirlendi. D1, D2 ve D3 gruplarının GSH düzeylerinin istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu saptandı ($p < 0,05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Karbonhidrat, protein, lipit ve nükleik asitlerin yıkımına sebep olan serbest radikaller oksijenden tek elektronun indirgenmesiyle oluşurlar. Bununla birlikte reaktif oksijen türleri olarak da bilinen serbest radikaller DNA' ya zarar verdikleri gibi enzimlerin aktivasyonunu ve hücrelerde membran geçirgenliğini değiştirerek bozarlar. Serbest radikallerin etkisiyle doymamış yağ asitlerinin oksidatif yıkımı sonucu oluşan, bir başka ifadeyle lipid peroksidasyon sonucu açığa çıkan aldehitlerden biri olan MDA' nın düzeyinin ölçülmesi hücrelerde oluşan oksidatif zararın belirlenmesinde kullanılan en önemli göstergelerden biridir (Morales vd., 2004; Fontagné vd., 2006). Mişe Yonar vd. (2017), tarafından kerevitler üzerine yapılan bir çalışmada %1, 2 ve 4 oranında yeme ilave edilen propolisin hepatopankreas ve ovaryumlardaki MDA düzeylerinde önemli bir azalmaya yol açtığı bulunmuştur. Benzer şekilde bu çalışmada da diyetle propolis uygulanan deneme gruplarının pleopodal yumurtalarındaki MDA düzeylerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli düzeyde azaldığı, yine artan propolis düzeyiyle paralel olarak MDA düzeylerinin deneme gruplarında düştüğü belirlenmiştir. Bu durum propolisin kerevitin yumurtlaması sırasında ve yumurtayı taşıdığı dönemde oluşan serbest radikallerin birikimini azaltma yeteneğiyle açıklanabilir. Propolisin bu etkisi, propolis ekstraktındaki fenolik bileşiklerin antioksidan özellikleriyle ilişkili olabilir (Mişe Yonar vd., 2017). İsla vd. (2005) propolisin biyolojik aktivitesinden özellikle fenolik bileşiklerin sorumlu olduğunu bildirmiştir. Marquele vd. (2005), Christov vd. (2006) ve Mani vd. (2006) ayrıca fenolik bir bileşik olan

flavonoidlerin, öncelikle radikal temizleme yeteneklerinden dolayı antioksidan aktiviteden sorumlu olduğunu belirtmiştir.

Serbest radikaller ve peroksitlerle reaksiyona girerek hücreleri oksidatif stresten koruyan tripeptit karakterdeki GSH, çok önemli bir antioksidan olup non-enzimatik ve endojen özelliktedir. Protein yapısındaki sülfhidril gruplarını indirgenmiş halde tutan GSH böylece çoğu protein ve enzimin inaktive olmasını önler (Hayes ve McLellan, 1999). Bu çalışmada propolis verilen deneme gruplarının pleopodal yumurtalarındaki GSH düzeyleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli artışlar göstermiştir. Harlıoğlu vd. (2012) % 1, 2 ve 4 oranında kerevit yemine ilave n-3 serisi doymamış yağ asitlerinin pleopodal yumurtalardaki GSH düzeylerini arttırdığını ifade etmişlerdir. Araştırmacının bulgularıyla bu çalışmadan elde edilen sonuçlar arasındaki benzerlik propolisin yapısında bulunan yağ asitlerinden kaynaklanıyor olabilir.

Sonuç olarak, yapılan bu çalışmada yeme ilave edilen propolisin kerevitlerde MDA düzeyini düşürdüğü, öte yandan GSH düzeyini arttırdığı belirlenmiştir. Propolisin kerevit yumurtalarında oksidatif strese karşı koruyucu bir etki gösterdiği ve kerevitlerde üreme verimliliğinin artırılmasında bir etkisinin olabileceği görülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma III. Uluslararası Battalgazi Bilimsel Çalışmalar Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR

- Bankova, V.S., Castro, De L.S., & Marcucci, M.C. (2000). Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*, 31, 3-15.
- Christov, R., Trusheva, B., Popova, M., Bankova, V., & Bertrand, M. (2006). Chemical composition of propolis from Canada, its antiradical activity and plant origin. *Nat Prod Res.*, 20, 531-536.
- Ellman, G.L. (1959). Tissue sulphhydryl groups. *Arch. Biochem. Biophys.*, 82, 70-77.
- Fontagné, S., Bazin, D., Brèque, J., Vachot, C., Bernarde, C., Rouault, T. ... Bergot, P. (2006). Effects of dietary oxidized lipid and vitamin A on the early development and antioxidant status of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) larvae. *Aquaculture*, 257, 400-411.
- Harlıoğlu, M.M. (2008). The harvest of the freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* Eschscholtz in Turkey: harvest history, impact of crayfish plague, and present distribution of harvested populations. *Aquaculture International*, 16, 351-360.
- Harlıoğlu, M.M., Köprücü, K., Yılmaz, Ö., Çakmak, M.N., Aksu, Ö., Harlıoğlu, A.G. ... Özcan, S. (2012). Kerevit yemine katılan n-3 serisi yağ asitlerinin pleopodal yumurta, hepatopankreas ve kas dokusunda lipid peroksidasyon ve glutatyon düzeylerine etkisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 2(5), 8-16.
- Hayes, J.D., & McLellan, L.I. (1999). Glutathione and glutathione-dependent enzymes represent a co-ordinately regulated defence against oxidative stress. *Free Radical Research*, 31, 273-300.
- Isla, M.I., Paredes-Guzman, J.F., Nieva-Moreno, M.I., Koo, H., & Park, Y.K. 2005. Some chemical composition and biological activity of northern Argentine propolis. *J. Agric. Food. Chem.*, 53, 1166-1172.

- Kujumgiev, A., Tsvetkova, I., Serkedjieva, Y., Bankova, V., Christov, R., & Popov, S. (1999). Antibacterial, antifungal and antiviral activity of propolis of different geographic origin. *J Ethnopharmacol*, 64, 235-240.
- Lowry, O.H., Rosenberough, N.J., Farr, A.L., & Randal, R.J. (1951). Protein measurement with folinphenol reagent. *J Biochem.*, 193, 265-275.
- Mani, F., Damasceno, H.C., Novelli, E.L., Martins, E.A., & Sforcin, J.M. (2006). Propolis: effect of different concentrations, extracts and intake period on seric biochemical variables. *J. Ethnopharmacol.*, 105, 95-98.
- Marquele, F.D., Di Mambro, V.M., Georgetti, S.R., Casagrande, R., Valim, Y.M., & Fonseca, M.J. (2005). Assessment of the antioxidant activities of Brazilian extracts of propolis alone and in topical pharmaceutical formulations. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 39, 455-462.
- Mişe Yonar, S. (2012). Kerevitin rasyonlarına ilave edilen selenyumun pleopodal yumurta ve birinci devre yavru sayısı ile oksidatif stres ve bazı antioksidan enzimler üzerine etkilerinin araştırılması. (Doktora Tezi) Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Mişe Yonar, S., Köprücü, K., Yonar, M.E., & Silici, S. (2017). Effects of dietary propolis on the number and size of pleopodal egg, oxidative stress and antioxidant status of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz). *Animal Reproduction Science*, 184, 149-159.
- Mişe Yonar, S., Ural, M.S., Silici, S., & Yonar, M.E. (2014). Malathion-induced changes in the haematological profile, the immune response, and the oxidative/antioxidant status of *Cyprinus carpio carpio*: protective role of propolis. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 102, 202-209.
- Morales, A.E., Pèrez-Jimènez, A., Hidalgo, M.C., Abellán, E., & Gabriel C.G. (2004). Oxidative stres and antioxidant defenses after prolonged starvation in *Dentex dentex* liver. *Comparative Biochemistry and Physiology C*, 139(1-3), 153-161.
- Placer, Z.A., Cushman, L., & Johnson, B.C. (1966). Estimation of products of lipid peroxidation (Malonyldialdehyde) in biological fluids. *Anal. Biochem.* 16, 359-364.
- Wang, L., Mineshita, S., Ga, L. (1993). Anti-inflammatory effects of propolis. *Jpn J Pharmacol Therapeut* 1993; 24, 223-226.
- Yonar, M.E., Mişe Yonar, S., & Silici, S. (2011). Protective effect of propolis against oxidative stress and immunosuppression induced by oxytetracycline in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, W.). *Fish and Shellfish Immunology*, 31, 318-325.

How to cite this article/Bu makaleye atıf için:

Mişe Yonar, S. (2023). Propolisle beslenen kerevitlerin pleopodal yumurtalarında oksidatif stresin belirlenmesi. *DÜSTAD-Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 6(2), 76-82. <https://doi.org/10.56728/dustad.1377353>

Makale Türü
Araştırma

Geliş Tarihi
07 Kasım 2023

Kabul Tarihi
01 Aralık 2023

Fırat Dikenli Yılan Balığı (*Mastacembelus mastacembelus* Banks & Solander, 1794) Böbreklerinin Histolojik Yapısı

Emrah SUIÇER¹
Sibel KÖPRÜCÜ²

Özet: Bu araştırmada; daha önce Fırat Üniversitesi Hayvan Denepleri Yerel Etik Kurulu Başkanlığından onaylanmış olan 2014/113 protokol no'lu projeye ait olan *Mastacembelus mastacembelus*'dan alınan böbrek dokularına ait parafin bloklar kullanıldı. Bu parafin bloklardan 5-6 mikron kalınlığında alınan kesitlere hematoxylin-eosin, Crosmann's Mallory's Triple ve periodic acid shiff (PAS) boyamaları uygulandı. Boyamaları yapılan preparatlar ışık mikroskopunda incelendikten sonra mikrofotografi ile görüntülenerek değerlendirilmeleri yapıldı. *Mastacembelus mastacembelus*'un böbreğinin, omurgaların altında, ince ve uzun iki lop şeklinde kırmızımsı kahverenginde ve ince bir zarla kaplı olduğu belirlendi. Böbreğin en küçük yapı birimi olan er nefronda glomerulus adı verilen kılcal damar kütesini bulmaktadır ve glomerulusun etrafında aynı zamanda böbrek ünitesinin başlangıcı olan Bowman kapsülü yer alır. Ayrıca boyun segmenti, ardından glomerulusun çıkışından gelen süzülümüş sıvının ilk geçtiği bölüm olan birinci ve ikinci proksimal tubuller sıralanmaktadır. Proksimal tubulleri takiben geri emilim ve idrarın konsantrale hale geldiği, distal tubuller ve distal tubullerden gelen idrarın toplandığı toplayıcı toplayıcı tubuller gözlemlendi.

Anahtar kelimeler: *Mastacembelus mastacembelus*, böbrek, histoloji

Histological Structure of Euphrates Spiny Eel (*Mastacembelus mastacembelus* Banks & Solander, 1794) Kidneys

Absract: In this study, paraffin blocks containing kidney tissues from *Mastacembelus mastacembelus*, which were obtained as part of project with protocol number 2014/113 approved by the Local Ethics Committee for Animal Experiments at Fırat University, were used. Sections with a thickness of 5-6 microns were taken from these paraffin blocks and subjected to hematoxylin-eosin, Crosmann's Mallory's Triple, and periodic acid Schiff (PAS) staining. After staining, the prepared specimens were examined under a light microscope, and evaluations were conducted by capturing microphotographs. It was determined that the kidney of *Mastacembelus mastacembelus*, situated beneath the vertebrae, is characterized by thin and elongated lobes with a reddish-brown color, covered by a delicate membrane. The smallest structural unit of the kidney, the renal corpuscle, contains a capillary mass called the glomerulus, and surrounding the glomerulus is the Bowman's capsule, marking the initiation of the renal unit. Additionally, the neck segment is followed by the first and second proximal tubules, where the filtered fluid from the glomerulus exit initially passes. Following the proximal tubules, there is reabsorption, leading to the concentration of urine, and distal tubules are observed followed by collecting tubules where urine from the distal tubules is gathered.

Keywords: *Mastacembelus mastacembelus*, kidney, histology.

¹Viroloji, Elazığ/Türkiye, esuicer@hotmail.com,  0000-0001-9872-9972

²Corresponding author, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, skoprucu@firat.edu.tr,  0000-0002-6565-3550

GİRİŞ

Böbrekler, trombosit ve granülositlerin meydana gelmesinde rolü olduğu gibi, kreatin, amonyak, üre, ürik asit gibi metabolizma atık maddeleri karbondioksit, pigment ve çeşitli organik tuzların vücuttan atılmasında da önemli görev bulunmaktadır. Balıkların azot kökenli atıklarının çoğu böbreklerden geçer ve su tuz dengesini bazı minerallerin atılması ya da alıkonması şeklinde yardımcı olur (Timur, 2008). Balıklarda böbrekler, karın boşluğunun yukarısında, omurgaların altında ve dorsal aortanın önünde yer alan yumuşak yapıda bir çift organdır ancak tür olarak çok sayıda olmaları nedeniyle yapılarında değişiklik göstermektedir (Mccampbell vd., 2015). Balıklarda anatomik olarak iki tip böbrek bulunmaktadır. Bunlar pronefrik ve mezonefrik (Genten vd., 2009; Mccampbell ve Wingert, 2014 Mccampbell vd., 2015; Bates vd., 2018). Tatlısu balıklarının böbreklerinden çok miktarda suyun geçmesi nedeniyle deniz balıklarına göre daha büyüktür (Timur, 2008; Mccampbell vd., 2014).

Tatlısu balıklarının idrarı azotlu bileşikler, aminoasitler, üre ve amonyak içermektedir. Toplam azotun %25 kadarı böbrekler tarafından, geriye kalanın büyük bir kısmı ise amonyak şeklinde solungaçlardan atılmaktadır. Klorid gibi bazı tuzlar idrar ve mukus yoluyla dışarı atılmaktadır (Tam vd., 2003; Drummond ve Davidson, 2010).

Tatlısu, tuzlu su ve acı su gibi farklı ortamlarda yaşayan balıkların böbrekleri değişik fonksiyonları görmek için değişikliğe uğramışlardır. Bazı balıklarda böbreklerle genital sistemin yakın ilgisi bulunurken, birçok kemikli balıkta ayrı olmaktadır. Anterior kısmın hematopoietik alan olarak görev alması gruplara göre değişiklik göstermekle birlikte (Kurtović vd., 2008; Timur, 2008; Hassan vd., 2012) eritrosit, lenfosit ve myeloid serilerine ait hücrelerin üretilmesinde, antijenlerin tutulmasında ve antikor üretiminde rol oynarlar (Wolke, 1992; Meseguer vd., 1995; Press ve Evensen, 1999).

Kök hücre teknolojisinde balıkların bazı hücrelerini (böbrek, karaciğer, beyin, kalp, yüzgeç, omurilik, retina) rejenerasyon ile yenileyebilmelerinden dolayı farelere göre üstün bir özelliğe sahiptir (Diep vd., 2011; Mccampbell ve Wingert, 2014; Wan vd., 2016; Bates vd., 2018). Yapılan çalışmalarda (De Jong vd., 2011) kan kök hücrelerinin Zebra balıkları böbreklerinde depolandıkları rapor edilmiştir.

Geniş bir coğrafik alana yayılım gösteren Mastacembelidae familyasına ait ballık türlerinden sadece *Mastacembelus mastacembelus* türü ülkemizde bulunmaktadır. Bol bitkili kayalık akarsu ve durgun sularda yaşayan (Coad ve Keivany, 2002; Jalali vd., 2008) bu türün ince uzun bir vücut yapısı ve sırt kısmında dikenleri bulunmaktadır (Vreven, 2004).

Mastacembelus mastacembelus türüyle ilgili büyüme, üreme, morfolojik özellikleri (Vreven, 2004; Pazira, 2005; Vreven, 2005; Vreven ve Teugels, 2005; Şahinöz vd., 2006a; Şahinöz vd., 2006b; Eroğlu ve Şen, 2007; Eroğlu ve Şen, 2009; Oymak vd. 2009; Çakmak ve Alp, 2010; Gümüş vd.2010; Eroğlu ve Şen, 2012; Kara vd., 2014; Çoban vd., 2021) ağır metal birikimi (Eroğlu vd., 2017a, b), paraziter (Jalali vd., 2008; Bashe ve Abdullah, 2010), sindirim sistemi içeriği (Pala vd., 2010), insan sağlığı ve beslenmesi yönünde (Olgunoğlu, 2011a; Olgunoğlu, 2011b) çeşitli çalışmalar mevcut olup, histolojik olarak bu türün derisi (Dauod vd., 2011), solungaçları (Dabak ve Köprücü, 2015), mide ve bağırsaklar (Karataş ve Köprücü, 2016) çalışılmıştır. Ancak böbreklerinin histolojik yapısıyla ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Böbrek, vücudun savunma mekanizması, boşaltım sistemi ve osmoregulasyon gibi birçok önemli fonksiyonunda büyük rolü bulunan bir organdır. Bu çalışmada gerek avcılık gerek akvaryum balıkçılığındaki önemi gerekse de esansiyel aminoasitler yönünden zengin ve organoleptik kalitelerinin iyi olması sebebiyle ekonomik öneme sahip olan *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794)'un böbrek dokusunun histolojik yapısı incelenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Bu araştırma, daha önceden Fırat Üniversitesi Hayvan Deneyleeri Yerel Etik Kurulu Başkanlığından onaylanmış olan 2014/113 protokol nolu projede kullanılan 5 Adet *Mastacembelus mastacembelus*'dan alınan böbrek dokularına ait parafin bloklar kullanılmıştır (Etik Kurul protokol numarası 22.06.2021-2636). Kızaklı mikrotomda parafin bloklardan 5-6 mikron kalınlığında alınan kesitlere hemotoksilen & eosin boyaması (Luna, 1968), Crossman's Üçlü boyaması (Crossman, 1937) ve periyodik asit-schiff (PAS) boyaması (Luna,1968) uygulandı. Işık mikroskobunda incelemeler yapılarak görüntüleri alındı.

BULGULAR

Mastacembelus mastacembelus'un böbreği vücut boşluğunun üst tarafında, omurgaların altında ince ve uzun iki lop şeklinde yumuşak bir çift organ olarak bulunmaktadır. Dıştan bakıldığında kırmızımsı kahverenginde olduğu ve ince bir zarla kaplı olduğu görüldü.

Mikroskobik olarak incelendiğinde böbreklerin hematopietik ve renal dokulardan oluştuğu görüldü. Hematopietik dokuda melanin pigmentli hücreler mevcuttu ki bunlara melanomakrofajlar denir.

Böbreğin en dış yüzeyinde tek katlı yassı hücrelerden meydana gelmiş ince gevşek bir bağ dokudan bulunmaktadır. Böbreğin hematopietik olan baş kısmında, tubul ve glomerulusların bulunmadığı, renal olan kavdal kısmında ise hematopietik dokunun azaldığı hatta tamamen yok olduğu, bol miktarda tubullerin ve glomerulusların bulunduğu görüldü. Hematopietik doku nefronların aralarında mevcuttu (Şekil 1).

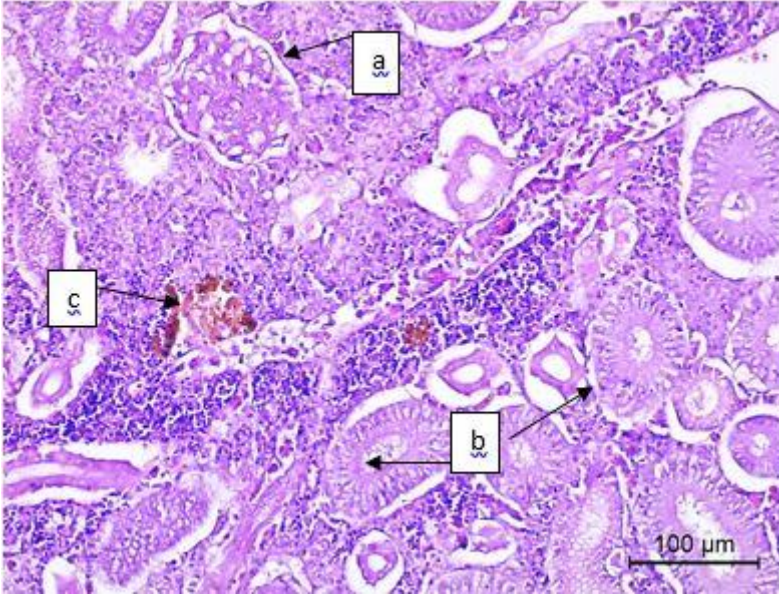
Her nefronun glomerulustan oluştuğu ve bununda etrafının Bowman kapsulu ile çevrildiği ayrıca proksimal tubul, distal tubul ve toplayıcı tubullerin varlığı gözlemlendi. Üriner tubullerin boyun segmenti, birinci ve ikincil proksimal segmenti, distal segment ve toplayıcı kanallardan oluştuğu tespit edildi (Şekil 2).

Glomerulus, yoğun bir şekilde anastomozlaşan kılcal damarlarından oluşan bir ağ topluluğu şeklinde ve etrafında tek katlı yassı hücrelerden oluşmuş Bowman kapsülü ile çevrili vaziyettedir. Bu kılcal damarlar içinde afferent ve efferent damarlar yer alır. Kan ile gelen elementler glomerulustan Bowman kapsülüne geçer ve oradan da boyun, proksimal, distal ve toplayıcı kanallardan geçerek dışarıya atılmaktadır.

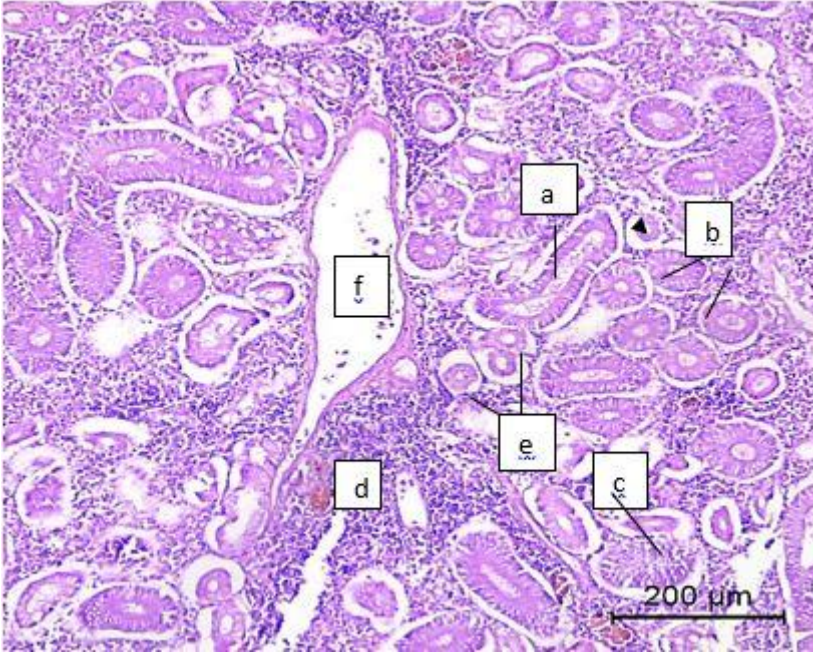
Üriner tubullerde boyun segmenti silli kuboidal ya da kısa kolumnar şeklinde tek katlı epitel hücrelerden meydana gelmiş, sitoplazmaları zayıf bazofilik, çekirdekleri basale yakın konumda, oval ya da yuvarlağımsı şekildedir (Şekil 3).

Mastacembelus mastacembelus un böbreğinin proksimal kısmında tek katlı kolumnar olan hücrelerin boyları daha uzundur ve eosinofiliktir. Fırçasmsı kenar bulunmaktadır. Hücrelerin çekirdekleri yuvarlak ve hücrenin alt kısmına doğru yerleşmiştir. Proksimal tubulun first sementinde kolumnar epitel hücreler daha uzun, çekirdekler basalde, zayıf eosinofilik sitoplazma va apikalde fırçasmsı kenar bulunmaktadır. İkincil proksimal segmentte kolumnar epitel hücreler birinci segmente göre daha uzun çekirdek merkeze lokalize ancak fırçasmsı kenar biraz daha az belirgin bulunmaktadır. Bu hücrelerin sitoplazmaları yoğun eosinofilik boyanmıştır (Şekil 3 ve 4).

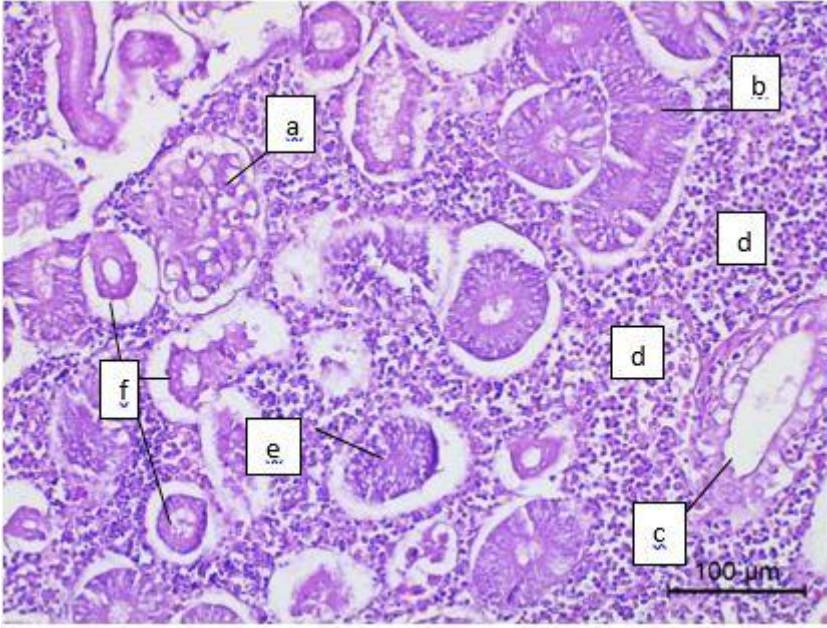
Distal tubuller proksimal tubule göre daha kısadır. Toplayıcı kanalların baş kısmı distal segmente göre daha geniş, kolumnar epitelium zayıf eosinofilik, çekirdek bazalde ve fırçasmsı kenarı bulunmamaktadır. Düz kaslar bağ dokular bu bölgede görülmektedir. Toplayıcı kanallar proksimal ve distal tubullerden çapı daha geniş olduğu belirlendi (Şekil 3 ve 4).



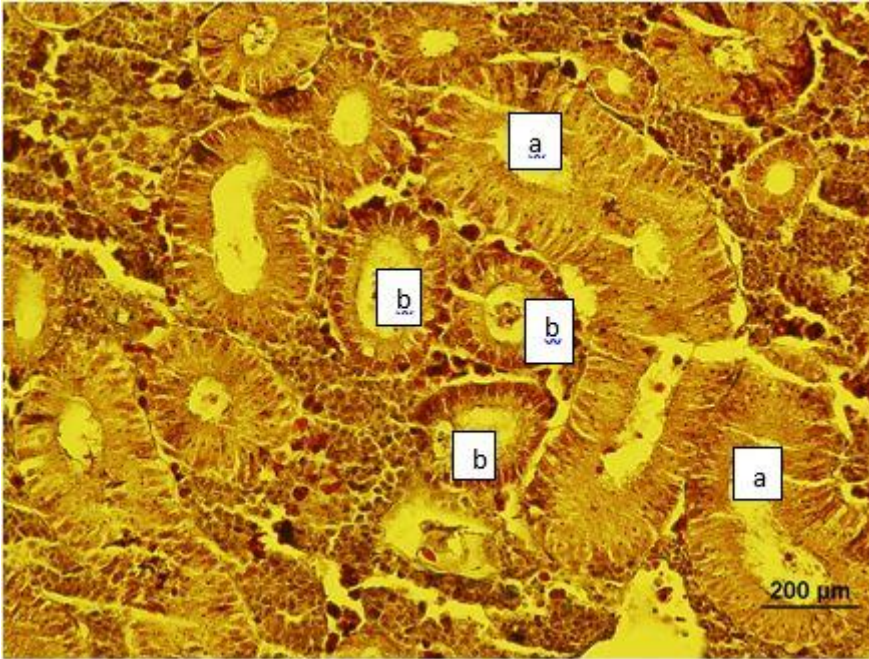
Şekil 1. *M. mastacembelus* böbreğindeki glomerulus (a), tubuller (b) ve hemosiderin (c) H&E.



Şekil 2. *M. mastacembelus* böbreğinde proksimal tubul (a), distal tubul (b), toplayıcı tubul (c), hemopoyetik bölüm (d), üriner tubul (e), ven (f), H&E.



Şekil 3. *M. mastacembelus* böbreğinde glomerulus (a), proksimal tubul (b), distal tubul (c), hematopoietik kısım (d), toplayıcı kanal (e), üriner tubul (f), H&E.



Şekil 4. *M. mastacembelus* distal tubul (a) ve proksimal tubuller (b), PAS.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Dikenli Tatlısu Yılan Balığı *M. mastacembelus*'un böbreğinin genel yapısına bakıldığında diğer balık türleriyle benzerlik gösterdiği görülmüştür (Mobjerg vd., 2004; Morovvati vd., 2011; Moradi, 2005; Kurtovic vd., 2008; Charmi, 2009; Charmi vd., 2010).

Mastacembelus mastacembelus böbrek dış yüzeyi ince bir kapsül şeklinde, gevşek bağ dokudan ve tek katlı yassı hücrelerden oluşması bulgusu *Oncorhynchus mykiss* (Yasutake ve Wales, 1983), *Barbus sharpyei* (Moradi, 2005), *Dicentrarchus labrax* (Kurtovic vd., 2008), *Huso huso* ve *Acipenser persicus* (Charmi vd., 2010), *Cytenopharygodon idella* (Morovvati vd., 2011) türlerinin bulgularıyla benzer olduğu görülmüştür.

Araştırması yapılan bu balığın böbreğinin baş kısmında az sayıda nefron tubulleri, malpighianli hematopoitik dokunun bulunması *Barbus pectoralis* (Morovvati vd., 2012), *Huso huso* ve *Acipenser persicus* (Charmi vd., 2010) balık türlerinin bulgularıyla uyum sağlamıştır.

Salmo trutta fario gibi Salmoniformeslerin böbreğinin baş bölgesi *Huso huso* (Krayushkina vd., 1996a), *Polyodon spathula* (Krayushkina vd., 1996b) *Cytenopharygodon idella* (Morovvati vd, 2011), *Barbus sharpyei* (Moradi, 2005), *A. persicus* and *H. huso* (Charmi vd., 2010) gibi balık türlerinde olduğu gibi ve yapılan bu çalışmada da lenfoid, endokrin, malpighian cisimciği ve nefronlardan oluşan hematopoitik dokuya sahiptir. Bununla birlikte *Polyodon spathula* (Krayushkina vd., 1996b) ve *Acipenser brevirostrum* ve *A. oxyrhynchus* Krayushkina (1998), kavdal böbreğinde nefronların sayısı böbreğin baş kısmındaki göre daha fazla sayıda olduğu yine yapılan araştırma bulgularıyla paralellik göstermiştir. Buna karşılık, Charmi vd. (2009) *Huso huso*'nun böbreğinin başında nefron hücresi bulunmadığını ve bu kısımda sadece hematopoitik doku ve interregnal hücrelerin dağıldığını bildirmiştir.

Mastacembelus mastacembelus balığındaki kılcal damarlar yumağı olan glomerulusun etrafında tek katlı yassı hücrelerden oluşmuş ince bir kat halinde bulunan Bowman kapsülü bulgusu *Barbus sharpyei* (Moradi, 2005), *A. persicus* and *Huso huso* (Charmi vd., 2010) *Cytenopharygodon idella* (Morovvati vd., 2011), *Barbus pektoralis* (Morovvati vd., 2012) türlerindeki bulgularla benzerlik göstermiştir.

Cataldi vd. (1995) *Acipenser naccarii* de glomerulusun çok loblu olduğunu, glomerulusların sayı ve çaplarının genişliğinin büyük oranda yaşa bağlı olduğunu bildirmiştir.

Sonuç olarak *Mastacembelus mastacembelus*'un böbrek histolojisinin ele alındığı bu çalışmada; böbreğin anatomik yapısı mikroskobik düzeyde incelenerek organın temel yapısının ortaya konulmuştur. Bu bulgular, böbrek hastalıklarının teşhisi ve anlaşılmasına, böbrek fonksiyonları, böbrek hücreleri, moleküler değişiklikler gibi ileride yapılabilecek temel bilim araştırmalarına da katkı sağlayacaktır.

Teşekkür: Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar, bu makale ile ilgili başka kişi veya kurumlar ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Bashe, S.K.R. & Abdullah, S.M.A. (2010). Parasitic fauna of spiny eel *Mastacembelus mastacembelus* from Greater Zab river in Iraq. *Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University*, 11(1), 30.
- Bates, T., Naumann, U., Hoppe, B., & Englert, C. (2018). Kidney regeneration in fish. *International Journal of Developmental Biology*, 62(6-7-8), 419-429.
- Cataldi, E., Ciccotti, E., Dimarco, P., Disanto, P., Bronzi, P., & Cataudella, S. (1995). Acclimation trials of juvenile Italian sturgeon to different salinities: morpho-physiological descriptors. *J. Fish Biol.*, 47(4), 609-618.
- Charmi, A., Bahmani, M., Sajjadi, M.M., & Kazemi, R. (2009). Morphohistological study of kidney in farmed juvenile beluga, *Huso huso* (Linnaeus, 1758). *Pakistan J. Biol. Sci.*, 12, 11-18.
- Charmi, A., Parto, P., Bahmani, M., & Kazemi, R. (2010). Morphological and histological study of kidney in juvenile great sturgeon. (*Huso huso*) and Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). *American-Euroasian J. Agric. Environ. Sci.*, 7(5), 505-511.

- Coad, B.W., & Keivany, Y., (2002). Book review: Atlas of Iranian fishes: Gilan inland waters. The inland freshwater fishes of Iran, A guide to the fauna of Iran, and freshwater fishes of Iran. *Copeia*, 4, 1164-1166.
- Crossman, G. (1937). A modification of Mallory's connective tissue stain with a discussion of the principles involved. *The Anatomical Record*, 69, s: 33-38.
- Çakmak, E., & Alp, A. (2010). Morphological differences among the Mesopotamian spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander 1794), populations. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, 10, 87-92. <https://doi.org/10.4194/trjfas.2010.0113>
- Çoban, M.Z., Eroğlu, M., & Düşükcan, M. (2021). Some biological properties of spiny eel (*Mastacembelus mastacembelus*, Banks & Solander, 1794) living in the Upper Euphrates River Basin, Turkey. *Sci Rep*, 11, 11761. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91223-1>
- Dabak, H.E., & Köprücü, S. (2022). Dikenli tatlisu yılan balığı (*Mastacembalus mastacembalus*, Bank ve Solander, 1794)'in solungaçlarının histolojik yapısı ve bazı histokimyasal özellikleri. *Ecological Life Sciences*, 17(4), 257-267.
- Dauod, H.A.M., Al- Nakeb, G.D., & Al- Hameed, R.A., (2011). Histological structure of the integument in *Mastacembelus mastacembelus* (Solander). *Journal of Baghdad for Science Table of Content*, 8(1), 13-22.
- De Jong, J.J., Burns, C.E., Chen, A.T., Pugach, E., Mayhall, E.A., Smith, A.C.H., ... Zon, L.I. (2011). Characterization of immune-matched hematopoietic transplantation in zebra fish. *Blood*. 117(16), 4234-4242. <https://doi.org/10.1182/blood-2010-09-307488>
- Diep, C.Q., Ma, D., Deo, R.C., Holm, T.M., Naylor, R.W., Aroral, N., ... Davidson, A.J. (2011). Identification of adult nephron progenitors capable of kidney regeneration in zebra fish. *Nature*, 470(7332), 95-100. <https://doi.org/10.1038/nature09669>
- Drummond, I.A., & Davidson, A.J. (2010). Zebrafish kidney development. *Methods Cell Biol.*, 100, 233-260.
- Eroğlu, M., & Şen, D. (2007). Reproduction biology of *Mastacembelus simack* (Walbaum, 1792) inhabiting Karakaya Dam Lake (Malatya, Turkey). *Inter. J. Nat. and Engin. Sci.*, 1, 69-73.
- Eroğlu, M., Düşükcan, M., Canpolat, Ö., Çalta, M., & Şen, D. (2017a). Determination of some heavy metals in *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794) in terms of public health. *Cellular and Molecular Biology*, 63(5), 1-6.
- Eroğlu, M., Düşükcan, M., Canpolat, Ö., Çalta, M. & Şen, D. (2017b). Dikenli yılan balığı (*Mastacembelus mastacembelus* Banks & Solander, 1794)'nın kas dokusunda bazı ağır metal miktarlarının belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 31(3), 173-179.
- Eroğlu, M., & Şen, D. (2009). Otolith size-total length relationship in spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794) inhabiting in Karakaya Dam Lake (Malatya, Turkey). *Journal of FisheriesSciences.com*, 3(4), 342-351.
- Eroğlu, M., & Şen, D., (2012.) Relationships between fish age and otolith size in spiny eel: *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794). *Bitlis Eren University Journal of Science and Technology*, 2, 15-18.

- Genten, F., Terwinghe, E., & Danguy, A. (2009). *Atlas of histology*. Enfield, NH: Science Publishers.
- Gümüş, A., Şahinöz, E., Doğu, Z., & Polat, N., (2010). Age and growth of the Mesopotamian spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794), from southeastern Anatolia. *Turkish Journal Zoology*, 34, 399-407.
- Hassan, M., Mahmood, K.M., & Saied, S. (2012). Histomorphological and anatomical study of kidney in berzem (*Barbus pectoralis*). *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 4(11), 221-227.
- Jalali, B., Barzegar, M., & Nezamabadi, H., (2008). Parasitic fauna of spiny eel *Mastacembelus mastacembelus* Banks & Solander (Teleostei: Mastacembelidae) in Iran. *Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University*, 9(2), 158-161.
- Kara, C., Güneş, H., Gürlek, M.E., & Alp, A., (2014). Adıyaman bölgesi akarsularında dikenli yılan balığı (*Mastacembalus mastacembalus*, Banks & Solander, 1794) nın dağılımı ve bazı morfometrik özellikleri. *Yunus Araştırma Bülteni*, 3, 3-11.
- Karataş, H., & Köprücü, S. (2016). Dikenli tatlisu yılan balığı (*Mastacembalus mastacembalus* Bank Solander 1794)' nın mide bağırsak kanalının histolojik yapısı ve bazı histokimyasal özelliklerinin incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Krayushkina, L.S. (1998). Characteristics of osmotic and ionic regulation in marine diadromous sturgeon *Acipenser brevirostrum* and *A. oxyrinchus* (Acipenseridae). *J. Ichthyol.*, 38,660-668.
- Krayushkina, L.S., Panov, A.A., Gerasomov, A.A., & Potts, W.T.W. (1996a). Changes in sodium, calcium and magnesium ion concentrations in sturgeon (*Huso huso*) urine and in kidney morphology. *J. Comp. Biol. B*, 165, 527-533.
- Krayushkina, L.S., Semenova, O.G., Panov, A.A., & Gerasimov, A.A. (1996b). Functional traits of the osmoregulatory system of juvenile paddlefish, *Polyodon spathula*. *J. Ichthyol.*, 46, 113-124.
- Kurtovic, B., Teskeredzic, E., & Teskeredzic, Z. (2008). Histological comparison of spleen and kidney tissue from farmed and wild European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Acta Adriatic.*, 49(2), 147-154.
- Luna, L.G. (1968). *Manual of histologic staining methods of the armed forces institute of pathology*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Mccampbell, K.K., Springer, K.N., & Wingert, R.A. (2014). Analysisi of nephron composition and function in the adult zebrafish kidney. *J Vis Exp.*, e51644.
- Mccampbell, K.K., Springer, K.N., & Wingert, R.A. (2015). Atlas of cellular dynamics during zebrafish adult kidney regeneration. *Stem Cells Int.*, 2015, 547636.
- Mccampbell, K.K., & Wingert, R.A. (2014). New tides: Using zebrafish to study renal regeneration. *Transl. Res.*, 163, 109-122.
- Meseguer, J., Lopez-Ruiz, A., & Garcia-Ayala, A. (1995). Reticulo-endothelial stroma of the head-kidney from the seawater teleost gilthead seabream (*Sparus aurata* L): an ultrastructural and cytochemical study. *Anatomical Record*, 241, 303-309.
- Mobjer, N., Jespersen, Å., & Wilkinson, M. (2004). Morphology of the kidney in the West African caecilian, *Geotrypetes seraphini* (Amphibia, Gymnophiona, Caeciliidae). *J. Morphol.*, 262, 583-607.

- Moradi, A. (2005). Histological structure of kidney in *Barbus sharpyei*. Thesis of Doctor Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. No. 8458533.
- Morovvati, H., Erfani Majd, N., Peyghan, R., & Mobaraki, G.H. (2011). Histological study of excretory portion of kidney in Grass carp (*Ctenopharygodon idella*) Iranian. *J. Vet. Med.*, 6(4), 69-75.
- Olgunoğlu, İ.A. (2011a). Determination of the fundamental nutritional components in fresh and hot smoked spiny eel (*Mastacembelus mastacembelus*, Bank and Solander, 1794). *Scientific Research and Essays*, 6(31), 6448-6453.
- Olgunoğlu, İ.A., (2011b). Dikenli yılan balığı (*Mastacembelus mastacembelus*, Bank & Solander 1794)'nın sıcak tütsüleme sonrası aminoasit ve organoleptik kalitesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 15(4), 23-30.
- Oymak, S.A., Kırankaya, Ş.G., & Doğan, N., (2009). Growth and reproduction of Mesopotamian spiny eel (*Mastacembelus mastacembelus* Banks and Solander, 1794) in Atatürk Dam Lake (Şanlıurfa), Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(4), 488-490.
- Pala, G., Tellioglu, A., Eroglu, M., & Şen, D. (2010). The digestive system content of *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794) inhabiting in Karakaya Dam Lake (Malatya-Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10, 229-233. <https://doi.org/10.4194/trjfas.2010.0211>
- Pazira, A., Abdoli, A., Kouhgard, E., & Yousefifard, P. (2005). Age structure and growth of the Mesopotamian spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander in russell, 1974) (*Mastacembelidae*), in southern Iran. *Zoology in the Middle East*, 35, 43-47.
- Press, C.M., & Evensen, Ø. (1999). The morphology of the immune system in teleost fishes. *Fish & Shellfish Immunology*, 9(4), 309-318.
- Şahinöz, E., Doğu, Z., & Aral, F., (2006a). Development of embriyos in *Mastacembelus mastacembelus* (Bank& Solander, 1794) (Mesopotamian spiny eel) (*Mastacembelidae*). *Aquaculture Research*, 37 (16), 1611-1616.
- Şahinöz, E., Doğu, Z., & Aral, F., (2006b). Changes in Mesopotamian spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Bank & Solander, in Russell, 1794) (*Mastacembelidae*) milt quality during a spawning period. *Theriogenology*, 67, 848-854.
- Tam, W.L., Wong, W.P., Loong, A.M., Hiong, K.C., Chew, S.F., Ballantyne, J.S. ... Ip, Y.K. (2003). The osmotic response of the Asian freshwater stingray (*Himantura signifer*) to increased salinity: a comparison with marine (*Taeniura lymma*) and Amazonian freshwater (*Potamotrigon motoro*) stingrays. *J. Exp. Biol.*, 206, 2931-2940.
- Timur, G., (2008). *Balık Anatomisi*. Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi, Yayın No:33. 1. Basım.
- Vreven, E.J., (2004). *Aethiomastacembelus shiloangoensis*, a new spiny-eel from the Shiloango River basin, Africa (Synbranchiformes: *Mastacembelidae*). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 15(2), 97-104.
- Vreven, E.J., (2005). Redescription of *Mastacembelus ophidium* Günther, 1893 (Synbranchiformes: *Mastacembelidae*) and description of a new spiny eel from Lake Tanganyika. *Journal of Natural History*, 39(18), 1539-1560.

- Vreven, E.J., & Teugels, G.G., (2005). Redescription of *Mastacembelus liberiensis* Boulenger, 1898 and description of a new West African spiny-eel (Synbranchiformes: Mastacembelidae) from the Konkoure River basin, Guinea. *Journal of Fish Biology*, 67, 332-369.
- Wan, Y., Almeida, A.D., Rulands, S., Chalour, N., Muresan, L., Wu, Y. ... Harris, W. (2016). The ciliary marginal zone of the zebrafish retina: clonal and time-lapse analysis of a continuously growing tissue. *Development*. 143(7), 1099-1107. <https://doi.org/10.1242/dev.133314>
- Wolke, R.E. (1992). Piscine macrophage aggregates: a review. *Annual Review of Fish Diseases*, 2, 91-108.

How to cite this article/Bu makaleye atf için:

- Suiçer, E., & Köprücü, S. (2023). Fırat dikenli yılan balığı (*Mastacembelus mastacembelus* Banks & Solander, 1794) böbreklerinin histolojik yapısı. *DÜSTAD-Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 6(2), 83-92. <https://doi.org/10.56728/dustad.1387281>

Article Type
Research

Received
09 November 2023

Accepted
28 November 2023

Effect of COVID-19 Exposure and Concerns of Healthcare Workers on Their Hopelessness Levels


Nur Özlem KILINÇ¹
Behice ERCİ²

Abstract: This study aims to determine the effect of COVID-19 exposure and concerns of healthcare workers on their hopelessness levels. The sample for this cross-sectional study comprised 290 healthcare workers (including physicians, nurses, technicians, etc.) selected through power analysis in a hospital in Eastern Türkiye. The study employed the use of an Information Form, a COVID-19 exposure form, the Scale of Concern for COVID-19, and the Hopelessness Scale as data collection tools. The mean age of the participants was 34.64 ± 8.51 , and the mean working years were 12.04 ± 9.08 . Among the participants, 71% were female, and 62.8% were married. About 49% of the healthcare workers had been employed in the health sector for 10 years or less. Additionally, 23.9% of the healthcare professionals participating in the research worked in the outpatient diagnosis and treatment unit. Furthermore, 63.5% of the healthcare professionals worked 40 hours or fewer per week. It was found that the concern level of healthcare workers was a significant variable affecting the level of hopelessness; however, COVID-19 exposures did not have an impact. As a result of this study, it has been determined that the anxiety level of healthcare professionals is a factor influencing the level of hopelessness. This study will provide data support to understand the effects of factors such as concern and exposure on hopelessness during the pandemic and to plan appropriate interventions to combat hopelessness.

Keywords: COVID-19, exposure, concerns, health workers, hopelessness

Sağlık Çalışanlarının COVID-19 Maruziyeti ve Endişelerinin Umutsuzluk Düzeylerine Etkisi

Özet: Bu çalışmanın amacı; sağlık çalışanlarının COVID-19 maruziyeti ve endişelerinin umutsuzluk düzeylerine etkisini belirlemektir. Bu araştırma, kesitsel tipte yapılmış bir araştırmadır. Araştırmanın örneklemini, Türkiye' nin Doğusundaki bir hastanede çalışmakta olan ve güç analizi ile belirlenen 290 sağlık çalışanı (hekim, hemşire, tekniker vb.) oluşturmuştur. Araştırmanın verilerini toplamak için "Kişisel Bilgi Formu", "COVID-19 Maruziyet Anketi", "COVID_19 Endişe Ölçeği" ve "Umutsuzluk Ölçeği" kullanılmıştır. Araştırmaya katılan sağlık çalışanlarının yaş ortalaması incelendiğinde 34.64 ± 8.51 olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların, ortalama çalışma yılı 12.04 ± 9.08 olarak belirlenmiştir. Katılımcıların % 71' i kadın olmakla birlikte, % 62.8' i ise evlidir. Araştırmaya katılan sağlık çalışanlarının % 49'u 10 yıldan daha az süredir herhangi bir sağlık sektöründe çalışmaktadır. Sağlık çalışanlarının % 23.9' u ayaktan teşhis ve tedavi biriminde çalışmaktadır ve bu katılımcıların % 63.5'i haftalık 40

¹Corresponding author, Fırat University, Faculty of Health Sciences, Department of Public Health Nursing, Elazığ, Türkiye, nozlemkilinc@gmail.com,  0000-0002-9890-1450

²İnönü University, Faculty of Nursing, Department of Public Health Nursing, Malatya, Türkiye, behice.erci@inonu.edu.tr,  0000-0002-1527-2207

saat yada altı çalışmaktadır. Sağlık çalışanlarının endişe düzeyinin umutsuzluk düzeyini etkileyen önemli bir değişken olduğu, COVID-19 maruziyetlerinin ise umutsuzluk düzeyine etki etmediği belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda; sağlık çalışanlarının endişe düzeyinin umutsuzluk düzeyini etkileyen bir faktör olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları; pandemi sırasında endişe, maruziyet gibi faktörlerin umutsuzluğa etkisini anlamak ve umutsuzlukla mücadelede uygun müdahaleler planlamak için veri desteği sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: COVID-19, maruziyet, endişe, sağlık çalışanı, umutsuzluk

INTRODUCTION

Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) emerged in China and rapidly evolved into a worldwide public health concern. The COVID-19 pandemic, leading to millions of infections and numerous fatalities globally, was declared a pandemic by the World Health Organization (WHO) on March 11, 2020 (WHO, 2021).

This disease, for which there is no treatment yet, has triggered widespread psychological effects in addition to its physical and economic impacts worldwide (Fiorillo & Gorwood, 2020; Hacimusalar et al., 2020). The COVID-19 pandemic has been associated with various psychological issues in humans, including post-traumatic stress disorder, depression, suicide, and acute stress disorder. Moreover, it has been indicated to induce psychological reactions such as tension, anxiety, fear, and hopelessness, which can contribute to the development of these psychological problems (Gao et al., 2020; Huang et al., 2020a; Kaplan Serin & Doğan, 2021; Wang et al., 2020).

The lack of knowledge about the exact course of the COVID-19 pandemic, its significant effects on society, high mortality rates, and the absence of a definitive treatment method are cited as reasons that may lead to concerns and hopelessness about the future (Hacimusalar et al., 2020).

It is emphasized that hopelessness, defined as one of the main symptoms of depression, may also be observed in suicide attempts, schizophrenia, drug/alcohol addiction, sociopathy, and physical illnesses (Kaplan Serin & Doğan, 2021; Kazan Kızılkurt et al., 2021; Kliem et al., 2017; Kocalevent et al., 2017; Sarıçalı et al., 2020).

Healthcare workers represent a group in which all negative effects of COVID-19 are observed in every aspect. Undoubtedly, healthcare workers are at a higher risk of exposure to infection than other individuals in society. Healthcare workers can acquire COVID-19 within the hospital environment and may transmit this infection to those around them (CDC, 2020; Qarawi et al., 2020). Many healthcare workers around the world, including in Türkiye, fell ill and lost their lives during the pandemic (Hacimusalar et al., 2020). There are studies examining the psychological problems and negative feelings of healthcare workers, who play an indispensable role in the fight against epidemic diseases, due to the challenges posed by this situation (Erkal Aksoy & Koçak, 2020; Huang et al., 2020b). In the literature, there is a limited number of studies on hopelessness, a feeling that negatively affects the mental health of healthcare workers and may lead to psychopathological problems during the COVID-19 pandemic (Hacimusalar et al., 2020; Kazan Kızılkurt et al., 2021; Franza et al., 2020).

In the study conducted by Hacimusalar et al. (2020) during the COVID-19 pandemic in Türkiye, the hopelessness levels of healthcare workers were found to be higher than those of other individuals in society (Hacimusalar et al., 2020). During the pandemic, it is crucial for employees to have adequate healthcare and paid sick leave to perform their jobs safely and maintain their health. However, during the COVID-19 pandemic, healthcare workers often work long hours, and their leave is canceled. Hope

is identified as one of the primary coping strategies for healthcare workers facing such stressful, life-threatening situations and other challenges (Jones-Schenk et al., 2020).

It is considered that increased exposure to/contact with COVID-19 patients and concern for COVID-19 may affect the hopelessness level of healthcare workers. During pandemic periods such as COVID-19, some people, especially at-risk groups, may experience extreme concern and various psychological problems (Kaplan Serin & Doğan, 2021). Concern is defined as the anxiety or uneasiness caused by the fear or expectation of danger or misfortune directly related to stress. In other words, concern is a cognitive activity that accompanies anxiety about future events, the outcomes of which are uncertain but believed to have negative consequences (Yılmaz, 2015).

In the literature reviews, no study examining the effect of COVID-19 concern and exposure on hopelessness was found. This study was conducted to determine the impact of COVID-19 exposure and the concerns of healthcare workers on their hopelessness levels.

Research Hypotheses

H1; COVID-19 concern levels of healthcare workers affect the level of hopelessness.

H2; COVID-19 exposure of healthcare workers affect the level of hopelessness.

MATERIAL and METHOD

This cross-sectional study was conducted to determine the effect of COVID-19 exposure and concerns of healthcare workers in a city hospital in eastern Türkiye on their hopelessness levels.

Population and Sample

1794 healthcare staff (physicians, nurses, technicians, etc.) working in a city hospital in eastern Türkiye constituted the population of the study. The sample consisted of 290 individuals determined by power analysis (95% confidence interval, 5% error level, and 95% representative power). The random sampling method was used in the selection of samples from the population.

Data Collection

The data of the study were collected digitally by the researchers between April and May 2020. The data were collected using the Personal Information Form, the COVID-19 exposure questionnaire, the Scale of Concern for COVID-19, and the Hopelessness Scale. The time to answer the questionnaire was 5-10 minutes. In this study, a pilot study was conducted with 20 healthcare workers in another health institution to determine the comprehensibility of the questionnaire form. The questionnaire forms were prepared in the digital environment and distributed to the healthcare staff in the institution by sending via a phone application (WhatsApp), and they were collected in the digital environment.

Data Collection Tools

Personal Information Form: It was developed by the researchers to collect introductory information of the participants who agreed to participate in this study. This form consists of a total of six questions (age, gender, marital status, working year, working clinic, work hour) including socio-demographic characteristics and working conditions.

COVID-19 Exposure Questionnaire

It is a study-specific questionnaire prepared by the researchers by reviewing the literature. It consists of four questions (answered as yes or no) examining the exposure status. The questions about COVID-19 exposure are as follows;

COVID-19 Exposure-1; Have you had exposure to/contact with a patient isolated due to COVID-19?

COVID-19 Exposure-2; Do you have a COVID-19 infection?

COVID-19 Exposure-3; Do any family members have COVID-19 infection?

COVID-19 Exposure-4; Do any of your colleagues have COVID-19 infection?

Scale of Concern for COVID-19

The scale was created by the researchers specifically for this study. It is a 5-point Likert-type and single-factor scale consisting of 5 items that measure the concern levels of healthcare staff. The scale items are scored as Strongly agree (1), Partially agree (2), Undecided (3), Partially disagree (4), Strongly disagree (5). It was determined that the alpha coefficient of the scale was 0.65, with factor loadings of the items ranging between 0.49 and 0.76, and the item-total correlation coefficient ranging between 0.30 and 0.51. The scale is assessed based on the total score, where the level of concern increases as the scale score decreases.

Beck Hopelessness Scale

The scale, created by Beck et al. (1974) aims to identify the individual's level of pessimism (Beck, 1974). It consists of 20 items, answered as yes or no, with 11 true and 9 false answer keys. The score range of the scale is 0-20, and the total score obtained from the scale represents the hopelessness score. A higher total score indicates a greater level of hopelessness in the individual. The Turkish validity and reliability study of this scale was initially conducted by Seber et al. (1993). It was found that the internal consistency coefficient was 0.86, the item-total correlations ranged between 0.07 and 0.72, and the test-retest reliability coefficient was 0.74 (Seber et al., 1993). In the current study, the internal consistency coefficient (Cronbach alpha) was determined to be 0.88.

Data analysis

The data were analyzed using the SPSS 23 Package Program. Frequency, Mean, Linear Regression, and Auto Linear Regression tests were used.

Ethical Principles

Ethical permission was obtained from the Medicine Non-Interventional Ethics Committee of a University (numbered 391234) to conduct the study. Permission was obtained from the hospital and the data were collected by the principles of voluntariness and confidentiality. The principles of the Declaration of Helsinki were followed during the study.

RESULTS

Descriptive variables of healthcare workers are presented in Table 1. The mean age of healthcare workers who participated in the study was 34.64 ± 8.51 , and the mean working years were 12.04 ± 9.08 . Of the participants, 71% were female, and 62.8% were married. Additionally, 49% of the healthcare workers had been working in the health sector for 10 years or less. While 23.8% of the healthcare workers who participated in the study worked in the outpatient diagnosis and treatment department, 63.4% of them worked 40 hours or less in a week.

In the linear regression performed in Table 2, it was determined that concern was a significant variable affecting the total level of hopelessness; however, the independent variables were not effective in total ($R^2=0.068$, $p=0.046$; $p<0.05$).

According to the results of the regression analysis obtained in Table 3, the model testing the effect of COVID-19 concern and COVID-19 exposure on hopelessness level was found to be statistically significant ($F: 2.47$; $P\leq 0.05$). This result meant that it was statistically possible to estimate the effect of COVID-19 concern and COVID-19 exposure, which were independent variables in the study, on

Hopelessness, addressed as the dependent variable in the study. Independently of the other variables in the model, COVID-19 concern was found to be a significant variable affecting the level of hopelessness ($\beta=0.437$, $p<0.005$). It was determined that not all exposures to COVID-19 affected the level of hopelessness ($p>0.05$).

Table 1. Characteristics of the health worker.

Descriptive Variables		n	%
Mean Age	34.64 ± 8.51		
Mean Working Year	12.04± 9.08		
Age	20-29 age	102	35.2
	30-39 age	89	30.
	40-49 age	8	30.0
	50 age and over	12	4.1
Gender	Female	206	71.0
	Male	84	29.0
Marital Status	Married	182	62.8
	Single	108	36.6
Working Year	0-10 year	142	49.0
	11-20 year	99	34.1
	21-30 year	41	14.1
	31 year and over	8	2.8
Working Clinic	Outpatient Diagnosis and Treatment	69	23.8
	Emergency Group	65	22.4
	Intensive care	39	13.4
	Internal Services	50	17.2
	Surgical Services	41	14.1
	Other	26	9.0
Work hour	40 hours and less	184	63.4
	Over 40 hours	106	36.6

Table 2. Factors affecting hopelessness.

Model 1	Variables	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
	(Constant)	-6.196	4.149		-1.493	.137
	Age	-.453	.604	-.078	-.750	.454
	Gender	-.082	.710	.007	.116	.908
	Marital Status	1.139	.720	.105	1.582	.115
	Working Year	.610	.643	.094	0.949	.343
	Working Clinic	.059	.154	.024	.384	.701
	Work hour	1.133	.642	.104	1.764	.079
	Concern Scale Total	.391	.150	.155	2.613	.009
	COVID-19 Exposure-1	.381	.733	.031	0.520	.604
	COVID-19 Exposure-2	1.359	3.886	.021	.350	.727
	COVID-19 Exposure-3	.097	1.958	.003	.049	0.961
	COVID-19 Exposure-4	.801	.630	.075	1.272	.205
	R: 0.261					
	R Square: 0.068					
	F: 1.850					
	P: 0.046					

a. Dependent Variable: Hopelessness Scale Total.

b. Predictors: (Constant), Age, Gender, Marital Status, Working Year, Working Clinic, Work hour.

Table 3. Effect of COVID-19 concern and exposure on total hopelessness level.

Model 1	Variables	B	Std. Error	Beta	t	p
	(Constant)	-4.946	3.460		-1.140	.255
	Concern Scale Total	.437	.147	.173	2.963	.003
	COVID-19 Exposure-1	.591	.725	.048	1.815	.416
	COVID-19 Exposure-2	2.017	3.861	.032	.503	.602
	COVID-19 Exposure-3	-.172	1.932	-.005	-.089	.929
	COVID-19 Exposure-4	.726	.629	.068	1.154	.250
	R: 0.204					
	R Square: 0.042					
	F: 2.47					
	p: 0.032					

a. Dependent Variable: Hopelessness Scale Total.

b. Predictors: (Constant), Concern Scale Total, COVID-19 Exposure-1, COVID-19 Exposure-2, COVID-19 Exposure-3, COVID-19 Exposure-4.

DISCUSSION

During pandemics, it is necessary to protect the health of healthcare workers to control infectious diseases and increase the effectiveness of treatment (Bayülgen et al., 2021). During these periods, especially healthcare workers have a great responsibility; their workload increases, and psychological resilience becomes important (Franza et al., 2020). Hopelessness is a concept that should be emphasized in terms of the energy, performance, and health of healthcare workers. During periods of high stress such as COVID-19, it is known that hope strongly reduces the effects of stress on mental and physical health (Kazan Kızılkurt et al., 2021).

In the literature review, no study on the effect of healthcare workers' exposure to COVID-19 disease agents and concerns about it on their hopelessness levels was found. The data from the study are important as they were collected during the period when COVID-19 first reached the highest case rates in Turkey, measuring the initial reactions.

In this section, the effects of exposure and concern levels of healthcare workers on hopelessness were discussed along with similar studies. In the regression model established in this study, it was determined that healthcare workers' concern was a factor affecting the level of the hopelessness scale (Table 3). In the literature, no study investigating the concern for COVID-19 and its effect on hopelessness was found. This study was compared with similar anxiety studies in the literature.

In the study on anxiety and hopelessness levels of nurses conducted by Bayülgen et al., it was determined that there was a relationship between the coronavirus anxiety scale levels of nurses and their hopelessness levels (Bayülgen et al., 2021). In the study conducted by Hacimusalar et al. during the COVID-19 pandemic in Turkey, it was indicated that the general anxiety level of the participants was an important indicator of hopelessness (Hacimusalar et al., 2021). In the study conducted by Kızılkurt et al. on the elderly during the COVID-19 pandemic, a relationship was found between the health anxiety and hopelessness levels of the participants (Kazan Kızılkurt et al., 2021). Although these studies did not reveal the effects of COVID-19 anxiety level on hopelessness level, they support our study in that they explain the relationship between anxiety and hopelessness. In this study, healthcare workers' concern for COVID-19 was determined as a significant factor affecting the level of hopelessness, and hypothesis H1 was accepted. It is considered that the concern for COVID-19 during the pandemic period affects the level of hopelessness by reflecting the anxiety of healthcare workers in general. In the regression model established in this study, it was determined that the exposure/contact

of healthcare workers, their families, and friends to COVID-19 was not a factor affecting the level of the hopelessness scale (Table 3). In the literature, no study on the effect of exposure on the level of hopelessness was found.

In the study conducted by Bayülgen et al. to determine the anxiety and hopelessness levels of nurses in Turkey, it was determined that there was no significant difference between the levels of hopelessness in nurses who encountered and did not encounter a COVID-19 patient. Furthermore, in the same study, it was also determined that there was no significant difference between nurses caring for COVID-19 patients and hopelessness (Bayülgen et al., 2021). This study reveals that exposure and contact with the patient or the presence of a patient with COVID-19 in the environment of the healthcare worker (family, colleague) do not affect the level of hopelessness and support our study. In this study, hypothesis H2 was rejected. This result can be explained by the effect of another stronger factor influencing the hopelessness of healthcare workers during the pandemic period.

CONCLUSION and RECOMMENDATIONS

In conclusion, according to this study, concern emerges as a significant predictor of hopelessness for healthcare workers. During pandemic periods, examining the concern levels of healthcare workers and other at-risk groups for psychological health is crucial. Education and support programs can be planned to provide psychosocial support, thereby reducing concern and hopelessness levels. This approach ensures that healthcare workers can more easily cope with the current psychological challenges of the pandemic, and it prevents potential psychological problems arising from hopelessness in the future. Contrary to popular belief, exposure did not impact the level of hopelessness during the pandemic period. It is recommended to conduct similar studies in different groups, considering various factors that may affect the concepts of concern and hopelessness.

REFERENCES

- Bayülgen, M.Y., Bayülgen, A., Yeşil, F.H., & Türksever, H.A. (2021). COVID-19 pandemisi sürecinde çalışan hemşirelerin anksiyete ve umutsuzluk düzeylerinin belirlenmesi. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, 3(1), 1-6.
- Beck, A.T., Weissman, A., Lester, D., & Trexler, L. (1974). The hopelessness scale. The measurement of pessimism. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 42(6), 861-865.
- Center of Disease Control (CDC) (2021). About 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV). <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/about/index.html> (November 07, 2021).
- Erkal Aksoy, Y., & Koçak, V. (2020). Psychological effects of nurses and midwives due to COVID-19 outbreak: The case of Turkey. *Archives of Psychiatric Nursing*, 34, 427-433. <https://doi.org/10.1016/j.apnu.2020.07.011>
- Fiorillo, A. & Gorwood P. (2020). The consequences of the COVID-19 pandemic on mental health and implications for clinical practice. *Eur. Psychiatr*, 63(1), 1-2. <https://doi.org/10.1192/j.eurpsy.2020.35>
- Franza, F., Basta, R., Pellegrino, F., Solomita, B., & Fasono, V. (2020). The role of fatigue of compassion, burnout and hopelessness in healthcare: Experience in the time of COVID-19 outbreak. *Psychiatria Danubina*, 32(1), 10-14.

- Gao, J., Zheng, P., Jia Y., Chen H., Mao, Y., Chen, S. ... Dai, J. (2020). Mental health problems and social media exposure during COVID-19 outbreak. *Plose One*, 15(4), e0231924. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231924>
- Hacimusalar, Y.A., Kahve, A., Yasar, A.B. & Aydın, M.S. (2020). Anxiety and hopelessness levels in COVID-19 pandemic: A comparative study of healthcare professionals and other community sample in Turkey. *Journal of Psychiatric Research*, 129, 181-188.
- Huang, J.Z., Han M.F., Luo, T.D., Ren, AK., & Zhou, X.P. (2020a). Mental health survey of 230 medical staff in a tertiary infectious disease hospital for COVID-19. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*, 38(3), 192-195. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121094-20200219-00063>
- Huang, L., Lei, W., Xu, F., Liu, H., & Yu, L. (2020b). Emotional responses and coping strategies of nurses and nursing. *Plose One*, n15(8), 1-12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237303>
- Jones-Schenk, J. (2020). Hope as a Generative Force: Lifting Our Gaze to the Future. *Journal of Continuing Education in Nursing*, 51,203-204. <https://doi.org/10.3928/00220124-20200415-03>
- Kaplan Serin E., & Doğan, R. (2021). The relationship between anxiety and hopelessness levels among nursing students during the COVID-19 pandemic and related factors. *OMEGA-Journal of Death and Dying*, 87(3), 793-813. <https://doi.org/00302228211029144>
- Kazan Kızılkurt, O., Yılmaz, A., Noyan, C.O., & Dilbaz, N. (2021). Health anxiety during the early phases of COVID-19 pandemic in Turkey and its relationship with postpandemic attitudes, hopelessness, and psychological resilience. *Perspectives in Psychiatric Care*, 57(1), 399-407. <https://doi.org/10.1111/ppc.12646>
- Kliem, S., Lohmann, A., Mößle, T., & Brähler, E. (2018). Psychometric properties and measurement invariance of the Beck hopelessness scale (BHS): Results from a German representative population sample. *BMC Psychiatry*, 18(1), 110-111. <https://doi.org/10.1186/s12888-018-1646-6>
- Kocalevent, R.D., Finck, C., Pérez-Trujillo, M., Sautier, L., Zill, J., & Hinz, A. (2017). Standardization of the Beck Hopelessness Scale in the general population. *Journal of Mental Health*, 26(6), 516-522. <https://doi.org/10.1080/09638237.2016.1244717>
- Qarawi A.T.A., Ng, S.J., Gad, A., Mai, L.N., AL-Ahdal, T.M.A., Sharma, A. ... Huy, N.T. (2020). Awareness and preparedness of hospital staff against novel coronavirus (COVID-2019): A global survey-study protocol. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3550294>
- Sarıçalı, M., Satici, S.A., Satici, B., Gocet-Tekin E., & Griffiths, M.D. (2020). Fear of COVID-19, mindfulness, humor, and hopelessness: A Multiple Mediation Analysis. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 20(4):2151-2164. <https://doi.org/10.1007/s11469-020-00419-5>
- Seber, G., Dilbaz, N., Kaptanoğlu, C., & Tekin, D. (1993). Umutsuzluk ölçeği: Geçerlilik ve güvenilirliği. *Kriz Dergisi*, 1(3), 139-142.
- Wang, C., Pan, R., Wan, X., Tan, Y., Xu, L., Ho, C.S. ... Ho, R.C. (2020). Immediate psychological responses and associated factors during the initial stage of the 2019 coronavirus disease (COVID-19) epidemic among the general population in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5), 1729.

World Health Organization (WHO) (2023). WHO's COVID-19 reponse. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/interactive-timeline> (accessed November 07, 2023).

Yılmaz, A.E. (2015). Endişe ve Ruminasyonun kaygı ve depresyon belirtileri üzerindeki rolü. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 26(2), 107-115.

How to cite this article/Bu makaleye atf için:

Kılınç, N.Ö., & Erci, B. (2023). Effect of COVID-19 exposure and concerns of healthcare workers on their hopelessness levels. *JOGHENS- Journal of Global Health & Natural Sciences*, 6(2), 93-101. <https://doi.org/10.56728/dustad.1388667>

Article Type
Research

Received
21 November 2023

Accepted
7 December 2023

Investigation of Fishing Efficiency of Crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in Keban Dam Lake

Mürşide DARTAY¹


Abstract: This study was carried out to determine the catch efficiency of crayfish fishing in Keban Dam Lake during the crayfish fishing season between July 1 and November 1, 2023. The study was conducted by applying a face-to-face questionnaire to 45 fishermen engaged in crayfish fishing, and fishing data were obtained from cooperative records. In the crayfish fishing season from Keban Dam Lake, it was found that 45 boats engaged in crayfish fishing in 5 regions, Kemaliye, Ağın, Keban, Aydınçık and Çemişgezek. A total of 43.600 fykenets were used and 33.430 kg of crayfish were caught. Aydınçık region started crayfishing for the first time this season with 16 fishermen. The CPUE values for crayfish fishing in Keban Dam Lake were found to be 10.87 g for Ağın region. 10.14 for Keban region. 6.75 for Çemişgezek region. 7.87 for Kemaliye region and 6.58 for Aydınçık region. The yield per hectare for crayfish fishing in 28.450 hectares of Keban Dam Lake was determined to be 6.3 kg. In addition, among the reasons why fishermen in the region prefer crayfish fishing; it was determined that crayfish prices are higher than fish prices and they receive their income immediately in cash.

Keywords: *Pontastacus leptodactylus*, CPUE, fykenet, Keban Dam Lake, Elazığ

Keban Baraj Gölü Kerevit *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)'un Avcılık Veriminin Araştırılması

Özet: Bu çalışma, Keban Baraj Gölü'nde 1 Temmuz- 1 Kasım 2023 yılı kerevit av sezonunda gerçekleştirilen kerevit avcılığının av veriminin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma, kerevit avcılığı yapan 45 adet balıkçıya yüz yüze anket uygulanarak ve kooperatif kayıtlarından avcılık verileri alınarak gerçekleştirilmiştir. Keban Baraj Gölü'nde; Kemaliye, Ağın, Keban, Aydınçık ve Çemişgezek, olmak üzere 5 bölgede, 45 adet teknenin kerevit avcılığı yaptığı, toplam 43.600 adet kerevit pinteri kullanıldığı ve 33.430 kg kerevit avlandığı tespit edilmiştir. Aydınçık bölgesi ilk defa bu sezon 16 balıkçı ile kerevit avcılığı yapmaya başlamıştır. Keban Baraj Gölü kerevit avcılığı için CPUE değerleri; Ağın Bölgesi için 10.87, Keban Bölgesi için 10.14, Çemişgezek Bölgesi için 6.75, Kemaliye Bölgesi için 7.87, Aydınçık Bölgesi için 6.58 g/pinter/gün olarak bulunmuştur. Keban Baraj Gölü 28.450 hektar alanda yapılan kerevit avcılığı için hektara düşen verim 6.3 kg olarak tespit edilmiştir. Ayrıca bölgedeki balıkçıların kerevit avcılığını tercih etme sebepleri arasında; kerevit fiyatlarının balık fiyatlarından daha yüksek olması ve gelirlerini nakit olarak hemen almaları olarak saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Pontastacus leptodactylus*, CPUE, Pinter, Keban Baraj Gölü, Elazığ

¹Corresponding author, Fırat University, Faculty of Fisheries, 23119, Elazığ, Turkey, mdartay@firat.edu.tr,  0000-0001-8875-8702

INTRODUCTION

Crayfish (*Pontastacus leptodactylus*) are the most important animal product obtained after fish in inland waters. In addition to being an important source of protein, crayfish are also very tasty and expensive, making them one of the most luxurious aquaculture products (Erdemli, 1982; Duman and Pala, 1998; Patır et al., 2002). It started to be utilized as a foodstuff after the 1830s in the world. The formation of traditional consumption culture in many European countries increased the commercial value of the species. In Türkiye, after World War II, especially after 1968, it became a good source of income for inland fishermen with its increasing export potential until the 1990s (Cilbiz et al., 2020).

Crayfish, which is one of the economic inland water products of our country and widely found in many lakes, ponds and reservoirs, has provided important foreign currency inflows for our country's economy with its exports that started in 1963 and gradually increased (Örkün, 1977; Balık et al., 2005).

P. leptodactylus is found naturally in many lakes, reservoirs and rivers of Anatolia and has a wide distribution in Eastern Europe and the Middle East (Köksal, 1988; Kokko et al., 2018). In our country, it is a natural product of lakes Eğirdir, Beyşehir, Akşehir, Eber, Çivril, Apolyont and Manyas. Also it has settled in other water sources later (Erençin and Köksal, 1977; Çelikkale et al., 1982; Bolat, 2001; Harlıoğlu, 2002). In parallel with this, the number of freshwater resources where crayfish are fished in our country is increasing day by day (Yüksel, 2007). Keban Dam Lake is one of the water bodies where crayfish are stocked in this way. Crayfish fishing in Keban Dam Lake was started from the Ağın region. Crayfish was brought to this region from Lake Eğirdir and released into the dam lake.

The oldest data on crayfish production based on fisheries in the world is the production amount reported as 487 tons for 1950 in the United States of America. The production, which was around 500 tons in the 1950s, was recorded as 10.000-15.000 tons in the 1980s and reached 25.298 tons in 1993. In 2016, it was 15,782 t (Cilbiz et al., 2020). There are 22 fish species and subspecies belonging to 6 families in Keban Reservoir (Ekingen and Sarıyyüpoğlu, 1981). In addition, the crayfish (*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823), which was introduced to the reservoir later, has adapted to the reservoir and become a prey species.

In 2022, the amount obtained from crayfish fishing in our country was recorded as 622 tons (Tuik, 2023). The catch, which started in 1994 with 17 tons in the region of Ağın, was realized in 2004 with a total of 3 tons in the regions of Kemaliye, Keban and Çemişgezek. In the 2023 crayfish fishing season, Aydıncık region has started to actively fish. Thus, after the Kemaliye, Ağın, Çemişgezek and Keban regions of Keban Dam Lake, commercial fishing was carried out in a total of 5 fishing regions with Aydıncık region.

While the free fishing season in Türkiye was applied as June 15-December 24 until 2006, it started to be applied as July 1-November 1 after 2006. With the communiqué numbered 2/1 regulating the fishing of fishery products for commercial purposes, the legal fishing length of 9 cm was increased to 10 cm. There is no legal regulation on mesh size of fyke nets in Türkiye. However, single-entry fyke nets with 17 mm mesh size are used without bait (Çılgın and Aksu, 2015).

MATERIALS and METHODS

The study was carried out in the crayfish fishing areas of Keban Dam Lake from July 1 to November 1, 2023. Face-to-face interviews were conducted with fishermen by visiting the Keban Dam Lake 1st fishing area (Kemaliye), 2nd fishing area (Ağın), 3rd fishing area (Keban), 4th fishing area (Çemişgezek), and 6th fishing area (Aydıncık) (Figure 1). The fykenets used by the fishermen and the catch data were

observed on site. Fykenets measurements were made with calipers and steel meters. Crayfish fishing in the Ağın region was carried out together with the fishermen. Catch data were taken from the records of the buyer contractor of crayfish in Keban Dam Lake.

Catch per unit effort (CPUE) was calculated as grams of crayfish per fykenet per day, considering the duration the fishermen kept their fykenet in the water. Yields per hectare and per boat were computed. Furthermore, the study examined the reasons why fishermen in the region prefer crayfish fishing and assessed the challenges they encounter. The results were then analyzed.



Figure 1. Keban Dam Lake (Elazığ), crayfish fishery regions 1st fishery area (Kemaliye), 2nd fishery area (Ağın), 3rd fishery area (Keban) and 4th fishery area (Çemişgezek) and 6th fishery area (Aydıncık) regions.

RESULTS

It was determined that the fykenet used in Keban Dam Lake was equipped with 210d/6 PA nets with 17 mm mesh size, single entrance, double venter. The circle at the entrance was semicircular (D-shaped) and the others were made of 4 circles in round shape (Figure 2).



Figure 2. The D-shaped (4-circle) fykenets used in crayfish fishing (2023 Crayfish season).

10 of 13 fishermen in Ağın region, 8 of 16 fishermen in Keban region, 9 of 32 fishermen in Çemişgezek region, 2 of 7 fishermen in Kemaliye region, and 16 of 18 fishermen in Aydınck region also fish for crayfish. Crayfish caught in Keban Dam Lake are offered for sale with a length of 10 cm and longer. It was observed that the fykenets used for catching crayfish also catch non-target fish species such as *Mastacembelus mastacembelus* (Figure 3).



Figure 3. The crayfish caught in Keban Dam Lake (Ağın region).

The ratio of crayfish fishermen to total fishermen was highest in Aydıncık region (88.8%) and lowest in Kemaliye and Çemişgezek region (28%). The number of fykenet used by the fishermen varied between 400-2500 pieces per vessel. Çemişgezek region has the highest number of fykenet used in total and Kemaliye region has the lowest number. In addition, Aydıncık region have started crayfish fishing this year with 400 fykenet (10 fishermen) (Table 1, Figure 4).

Table 1. The distribution of the number of fishermen and fykenets quantities according to fishing regions.

Region	Parcel Area (Hectar)	Total Fishermen	Fishermen of Crayfish	Numbers of Fykenets
Kemaliye	2000	7	2	3.000
Ağın	4700	13	10	12.000
Keban	5000	16	8	6500
Aydıncık	7200	18	16	9600
Çemişgezek	9550	32	9	13.500
Total	28.450	86	45	43.600

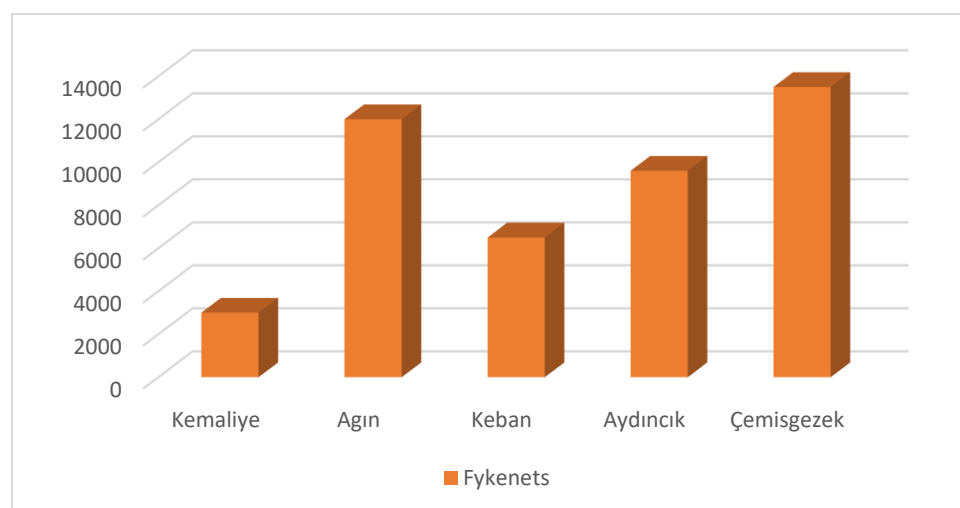


Figure 4. The number of fykenets quantities according to fishing regions.

In the 2023 crayfish fishing season, it was determined that 33.430 kg of crayfish were caught in total. The highest fishing efficiency was determined as Ağın region with 11.230 kg and the lowest was determined as Kemaliye region with 2150 kg. The total catch per unit effort (CPUE) in Keban reservoir was 41.62 g (Table 2).

Table 2. The distribution of CPUE and crayfish amounts according to fishing regions.

Region	Amounts of crayfish (kg)	CPUE	Yield per hectare (kg)	Yield per boat (kg)
Kemaliye	2.150	7.87	1.07	1.075
Ağın	11.230	10.28	2.38	1.123
Keban	6.000	10.14	1.2	750
Aydıncık	5.750	6.58	0.79	359.37
Çemişgezek	8.300	6.75	0.86	922.2
Total	33.430	41.62	6.3	4.229

The highest CPUE value was in Ağın region with 10.28 g, while the lowest was in Aydıncık region with 6.58 g. Again, the highest yield per hectare was recorded in Ağın region and the lowest in Aydıncık region (Figure 5).

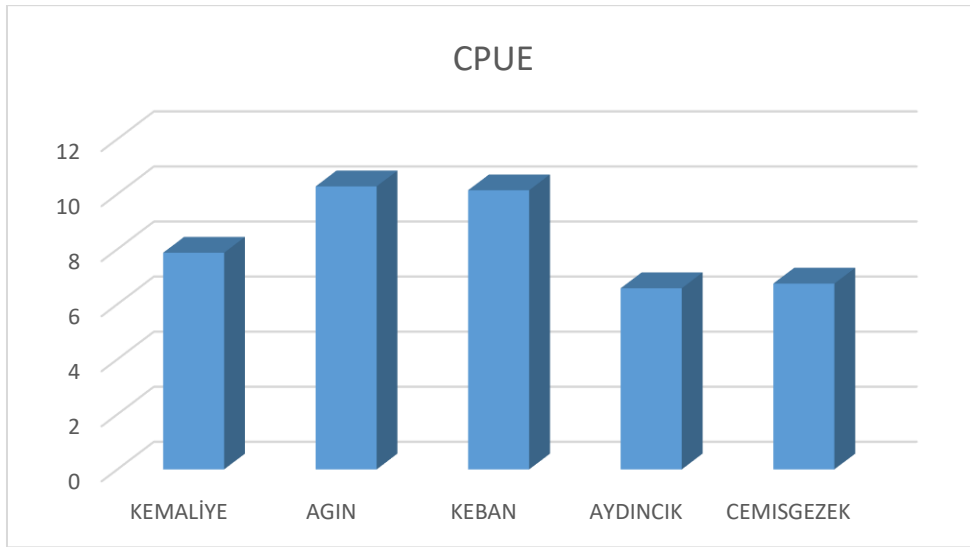


Figure 5. The CPUE values according to fishing regions.

Among the reasons why Keban reservoir fishermen prefer crayfish fishing, it was determined that crayfish prices are higher than fish prices, and they receive their income in cash immediately. In 2023, the price of crayfish was determined to be 150 TL. Additionally, it was determined that crayfish fishing is preferred due to reasons such as the decrease in fish yield caused by overfishing and damage to fishing nets due to unfavorable conditions like water pollution, which increases the cost of fishing.

DISCUSSION and CONCLUSION

There are many scientific studies on crayfish in different fields in Türkiye. These studies generally include crayfish biology (Balık et al., 2005; Bolat and Kaya, 2016; Balık et al., 2006; Berber and Balık 2006; Berber et al. 2010; Bök et al., 2013), aquaculture (Farhadi and Harlıoğlu, 2018; Erişir et al., 2006; Bahadır Koca et al., 2015), population dynamics (Bolat 2001; Berber et al., 2012; Yüksel et al., 2013), fishing technologies (Balık et al., 2002; Balık et al., 2003; Bolat et al., 2010) and genetics (Akhan et al., 2014).

In the previous studies on the production amounts of the species; Bolat (2001) mentioned the study titled 'Estimation of Population Size of Freshwater Lobsters (*A. leptodactylus* Eschscholtz, 1823) in Eğirdir Lake Hoyran region'. Additionally, Harlıoğlu and Harlıoğlu (2004) in their study titled 'The harvest of freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in Turkey' mentioned the total production amounts between 1977 and 2002. Studies on crayfish fishery in Keban Dam Lake are limited. These studies include socio-economic status of fishermen of the region, reproduction characteristics, growth characteristics of population and stock determination studies (Duman and Gürel, 2000; Duman and Pala; 1998; Duman et al., 1999; Dartay et al., 2013; Yüksel and Duman, 2011; Demirool and Yüksel, 2013). In this study conducted in Keban Dam Lake during the crayfish fishing season from July 1 to November 1, 2023, it was determined that 45 boats were engaged in crayfish fishing in 5 regions, namely Kemalîye, Ağın, Keban, Aydıncık, and Çemisgezek, using a total of 43,600 crayfish fykenets, resulting in a catch of 33,430 kg of crayfish. The Aydıncık region commenced crayfish fishing for the first time this season with 16 fishermen. CPUE values for crayfish fishing in Keban Dam Lake were found as 10.87

g/fykenet/day for Ağın region, 10.14 for Keban region, 6.75 for Çemişgezek region, 7.87 for Kemaliye region and 6.58 for Aydınçık region. The yield per hectare for crayfish fishing in 28,450 hectares of Keban Dam Lake was determined as 6.3 kg.

In the study titled investigation of crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) population size in Keban Dam Lake by Yüksel and Duman (2011), the catch per unit effort (CPUE) was calculated as 0.93 crayfish/fykenets/7 days. Crayfish density was estimated as 1.82 individuals/m² in the Ağın region and 2.08 individuals/m² in the Keban and Çemişgezek regions. The total stock in terms of number was estimated as 219,8560 individuals in Ağın region, 2672800 individuals in Keban region and 479,9142 individuals in Çemişgezek region, and in terms of weight as 58482 kg in Ağın region, 71,096 kg in Keban region and 127,657 kg in Çemişgezek region.

The density of crayfish of catchable size (≥ 9 cm) was determined as 1.17 individuals/m² in Ağın region, 1.37 individuals/m² in Keban region and 1.40 individuals/m² in Çemişgezek region. The number of crayfish of catchable size was estimated as 1,413,360 individuals in Ağın region, 1,760,450 individuals in Keban region, 3,230,192 individuals in Çemişgezek region, 44,380 kg in Ağın region, 55,278 kg in Keban region and 101,428 kg in Çemişgezek region.

Bolat (2001), calculated the catch per unit effort as 0.17 crayfish/fykenets/day in the fishing trials conducted between July and December 1999 in Hoyran region of Lake Eğirdir. In the same period, the month with the highest catch per unit effort was December (0.23 crayfish/fykenets/day). In 2000, the catch per unit effort was calculated as 0.13 crayfish/fykenets/day and the months with the highest catch effort were November (0.20 crayfish/fykenets/day) and December (0.18 crayfish/ ykenets/day).

Bolat and Aksoylar (1997), determined the number of crayfish per unit (fykenets) as 2.68 pieces for a 10-month period and 0.27 pieces for a 1-month period in their study conducted in Lake Eğirdir.

Suggestions for solutions to the problems experienced by fishermen fishing crayfish in Keban Dam Lake are as follows;

- Inadequate diesel oil support from the state (4.250 TL for one time (in 2023 year),
- Excessive lake rent and reduction of the amount,
- Increasing interest-free credit support,
- Suggestions such as starting the season earlier are offered.

REFERENCES

- Akhan, S., Bektas, Y., Berber, S., & Kalayci G. (2014). Population structure and genetic analysis of narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*) populations in Turkey. *Genetica.*, 142(5), 381-395. <https://doi.org/10.1007/s10709-014-9782-5>
- Albertson, L.K., & Daniels, MD. (2018). Crayfish ecosystem engineering effects on riverbed disturbance and topography are mediated by size and behavior. *Freshw Sci.*, 37(4), 836-844. <https://doi.org/10.1086/700884>
- Bahadır, Koca S., Uzun Mehmetoglu, O.Y., & Yazicioglu, B. (2015). Effects of enriched artemia on growth and survival of juvenile freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch. 1823). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 14(1), 87-98.
- Balık, S., Ustaoglu, M.R., Sarı, H.M., & Berber, S. (2005). Determination of traits some growth and morphometric of crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) at Demirköprü (Manisa). *Ege J Fish Aquat Sci.*, 22(1-2), 83-89.

- Balık, İ., Çubuk H., & Uysal, R. (2003). Effect of bait on efficiency of fyke-nets for catching crayfish *Astacus leptodactylus* Esch. 1823. *Turk J Fish Aquat Sci.*, 3, 1-4.
- Balık, İ., Özkök, E., & Özkök, R. (2002). Catch per unit effort and size composition of crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz 1823, in Lake Iznik. *AsianAustralas J Anim Sci.*, 15(6), 884-889. <https://doi.org/10.5713/ajas.2002.884>
- Balık, İ., Çubuk, H., Özkök, R., & Uysal, R. (2005). Some biological characteristics of crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) in Lake Eğirdir. *Turk J Zool.*, 29(4), 295-300.
- Bolat, Y. (2001). Estimation of population size of freshwater lobsters (*Astacus leptodactylus salinus* Nordmann, 1842) in Hoyran Region of Lake Eğirdir. Süleyman Demirel Uni. Science. Enst. Department of Basic Sciences, Doctoral Thesis, Isparta.
- Bolat, Y. (2004). Estimation of catchable stock and density of freshwater lobsters (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) by marking method in Hoyran region of Lake Eğirdir. *Süleyman Demirel Uni. Science. Enst. Journal*, 8(1), 34-37.
- bolat, y., & aksoylar, m.y. (1997). An overview of Lake Egirdir crayfish (*Astacus leptodactylus salinus* Nordmann, 1842), IX. Symposium, Eğirdir, 257- 269.
- Bolat, Y., & Kaya, M.A. (2016). Determination of growth and reproductive characteristics of Lake Eğirdir crayfish (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823). *Journal of Egirdir Faculty of Fisheries*, 12(1), 11-24.
- Bolat, Y., Demirci, A., & Mazlum, Y. (2010). Size selectivity of traps (Fyke-Nets) of different mesh size on the narrow-clawed crayfish, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) (Decapoda, Astacidae) in Eğirdir Lake, Turkey. *Crustaceana*, 83(11), 1349-1361. <https://doi.org/10.1163/001121610X536969>.
- Cilbiz M., Aydin C., & Uzunmehmetoglu, O. Y. (2020). National and global assessment of crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) production in Turkey. *LimnoFish* 6(1), 59-74.
- Dartay, M., & Ateşşahin, T. (2013). A study on catching freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz 1823, and its some population characteristics. *Turkish Journal of Science & Technology*, 8(2), 125-130.
- Demiroğlu, F., & Yüksel, F. (2013). Socio-economic structure of crayfish Fishing in Keban Dam Lake. *Journal of Science and Youth.*, 1(2), 13-23.
- Duman, E., Pala, M., & Gürel, A. (1999). Measurable and quantifiable characteristics of inlandwater lobster (*Astacus leptodactylus salinus* Nordmann, 1842) living in the Ağın region of Keban Dam Lake. *Firat University Journal of Science and Engineering Sciences*, 1(11), 137-143.
- Duman, E., & Gürel, A. (2000). Determination of reproductive characteristics of crayfish (*Astacus leptodactylus salinus* Nordmann, 1842) living in Ağın region of Keban Dam Lake. IV. National Aquaculture Symposium (Erzurum) Proceedings, 141-150.
- Duman, E., & Pala, M. (1998). Investigation of growth characteristics of crayfish (*Astacus leptodactylus salinus* Nordmann, 1842) population living in Ağın region of Keban Dam Lake. *Ege University Journal of Fisheries*, 15(1-2), 9-17.

- Harlioğlu, M.M., & Harlioğlu, A.G. (2004). Harvest of freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in Turkey. *Rev Fish Biol Fish.*, 14(4), 415-419. <https://doi.org/10.1007/s11160-005-0812-3>
- Harlioğlu, M.M., & Güner, U. (2006). Studies on the newly discovered crayfish species *Austropotamobius torrentium* (Shrank, 1803) in Turkey: morphological analysis and meat yield. *Aquac Res.*, 37(5), 538-542. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01451.x>
- Koca, B.S., Uzunmehmetoglu, E., Guclu, Z., Diken, G., & Eralp, H. (2015). Growth, survival and fatty acid composition of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*) fry fed enriched *Daphnia magna* as an alternative to artemia. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh.* 67, IJA_67.2015.1192.
- TUIK. (2023). Fisheries Statistics, [Accessed on November 1, 2023].
- Yüksel, F., & Duman, E. (2011). Investigation of Keban Dam Lake crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) population size. *Journal of FisheriesSciences.com*, 5(3), 226-239. <https://doi.org/10.3153/jfscom.2011027>
- Yüksel, F., & Duman, E. (2012). Investigation of some morphological characteristics of Keban Dam Lake crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823). *Journal of FisheriesSciences.com*, 6(4), 271-281. <https://doi.org/10.3153/jfscom.akdeniz001>
- Yüksel, F., Demiroglu, F., & Gündüz, F. (2013). Leslie population estimate for crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) in Keban Dam Lake. *Turk J Fish Aquat Sci.*, 13(5), 835-839. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v13_5_07.

How to cite this article/Bu makaleye atıf için:

- Dartay, M. (2023). Investigation of fishing efficiency of crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in Keban Dam Lake. *JOGHENS-Journal of Global Health & Natural Sciences*, 6(2), 102-110. <https://doi.org/10.56728/dustad.1393925>