

RESEARCH ARTICLE

The Relationships Between Blood Parameters of *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) and Environmental Conditions in Çardak Lagoon (Çanakkale, Türkiye)

Hasan Ali Küçükballı

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-6064-2959>

Received: 29.08.2023 / Accepted: 16.10.2023 / Published online: 27.12.2023

Key words:

Liocarcinus depurator
Blood biochemistry
Environmental variables
Çardak Lagoon

Abstract: In this study, the effects of environmental variables such as temperature, salinity, pH, and oxygen on blood variables of the portunid crab, *Liocarcinus depurator*, were determined. A total of 50 crabs were collected in Çardak Lagoon in 4 different periods; February, May, July, and November 2020. Crabs were first anesthetized on ice for 10 minutes and a 500 µL blood sample from each crab was collected from the coxae of the walking legs, using a 1 mL plastic syringe. The collected hemolymphs were then centrifuged and ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) analysis was performed. The effects of seasonal variables on blood variables were evaluated using Pearson's correlation analysis. A negative relationship was found between temperature and ALB (albumin), while a negative relationship was found between saturated oxygen and GLU (glucose) and CHOL (cholesterol). The relationship between pH and CHOL was also negative.

Anahtar kelimeler:

Liocarcinus depurator
Kan biyokimyası
Çevresel değişkenler
Çardak Lagünü

Çardak Lagünü'nde (Çanakkale, Türkiye) *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758)'un Kan Parametreleri ile Çevresel Değişkenler Arasındaki İlişkisi

Öz: Bu çalışmada, portunid yengeç *Liocarcinus depurator* 'un kan değişkenleri üzerine sıcaklık, tuzluluk, pH ve doymuş oksijen gibi çevresel değişkenlerin etkileri belirlenmiştir. Çardak Lagünü'nde 4 farklı dönemde; Şubat 2020, Mayıs 2020, Temmuz 2020 ve Kasım 2020' de toplam 50 yengeç bireyi toplanmıştır. Yengeçlere ilk olarak buzda 10 dk anestezi uygulandı ve 1mL'lik plastik bir şırınga kullanılarak her bir yengeçten yürüme bacakların koksalarından 500 µL kan örnekleri alınmıştır. Toplanan hemolenfler daha sonra santrifüj edilerek ELISA (enzime bağlı immünosorbent testi) analizi yapılmıştır. Mevsimsel değişkenlerin kan değişkenleri üzerindeki etkisi Pearson korelasyon analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Sıcaklık ile albümin (ALB) arasında negatif bir ilişki bulunurken, doymuş oksijen ile glukoz (GLU) ve kolesterol (CHOL) arasında negatif ilişki bulunmuştur. pH ile CHOL arasındaki ilişki de negatiftir.

Giriş

Yakın zamanlarda yapılan çalışmalar ile okyanus ısınması, asitlenmesi gibi çeşitli olaylar, deniz ekosistemi ve biyolojik çeşitlilik üzerinde önemli tehditler oluşturduğunu göstermiştir (Gattuso vd., 2011). Lagünler deniz ve kara arasında bir bağlantı niteliğindeki deniz ve tatlı su ortamları arasındaki geçiş bölgeleridir (Healy vd., 1997). Lagüner alanlar birçok denizel tür için beslenme ve barınma alanları olmalarının yanısıra, bu özel ekotonlarda derinlik, tuzluluk, sıcaklık ve benzeri çevresel faktörler önemli değişkenlerdendir. Lagüner alanlardaki yengeçlerin fizyolojisi çevresel değişkenlerden negatif olarak etkilenmektedir (Rewitz vd., 2004). Su sıcaklığı, bulanıklık, oksijen, pH, rüzgar hızı gibi çevresel faktörler popülasyon yoğunluklarını doğrudan etkilemektedir (Ansari vd., 2003; Cyrus ve Blaber, 1992). Bu değişkenlerdeki değişimler sonucu lagünlerde türlerin

adaptasyon geliştirmeleri, canlıların bölgeden uzaklaşması gibi etkiler ile karşımıza çıkabilmektedir.

Dekapod krustaselerde hematolojik ve biyokimyasal değişiklikler, organizma içinde homeostatik kontrol sağlamak için çevresel faktörlere verdiği yanıt ile popülasyonların sağlığını değerlendirmek için teşhis araçları olma niteliğini kazanmışlardır (Velisek vd., 2009). Kan kimyası çalışmaları, çeşitli elektrolitler, enzimler ve hormonları içeren kanın hücresel olmayan kısmı olan serum veya plazmadaki kimyasal bileşenlerini ifade etmekte kullanılırlar (Petri vd., 2006). Kan parametrelerindeki değişiklikler, değişen fizyolojik ve enerjik gereksinimlere verilen yanıtlara bağlanmıştır (Kutz vd., 2004; Ochang vd., 2007; Adeogun, 2011).

*Corresponding author: hasan.kucukballi@tkdk.gov.tr

How to cite this article: Küçükballı, H. A. (2023). The relationships between blood parameters of *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) and environmental conditions in Çardak Lagoon (Çanakkale, Türkiye). COMU J. Mar. Sci. Fish, 6(2): 116-123. doi:10.46384/jmsf.1350039

Daha önce *L. depurator* üzerine yapılan birçok çalışma, kan hücreleri ve kandaki birkaç kan değişkenindeki farklılık üzerinedir (Huntingford vd., 1995; Fragkiadakis, 2000; Bergmann ve Moore, 2001; Mattiello vd., 2004). Bu çalışma ile 10 farklı kan değişkeni ele alınmıştır. *L. depurator* üzerine yapılan çalışmalar, diğer yengeç türlerinin aksine, oldukça kısıtlı ve az sayıdadır. Özellikle ülkemizde ve dünyada, ticari trol balıkçılığında iskarta olarak yakalanan bu yengeç konusunda yapılan çalışmaların kısıtlı olması ve şimdiye kadar yapılan araştırmaların stres, tür tayini, üreme biyolojisi vb. üzerine olması konuyla ilgili literatürdeki boşluğu göstermektedir. Bu çalışmada Çardak Lagünü'nde bulunan portunid yengeç, *L. depurator*'un çevresel değişkenlere bağlı kan biyokimyası kompozisyonu incelenmiştir. Bu kapsamda çevresel değişkenlerden sıcaklık, tuzluluk, pH ve doymuş oksijen ölçümlenmiş, kan değişkenlerinden glikoz (GLU), total protein (TP), albümin (ALB), globulin (GLB), kolesterol (CHOL), trigliserit (TG), alanin aminotransferaz (ALT), aspartat aminotransferaz (AST),

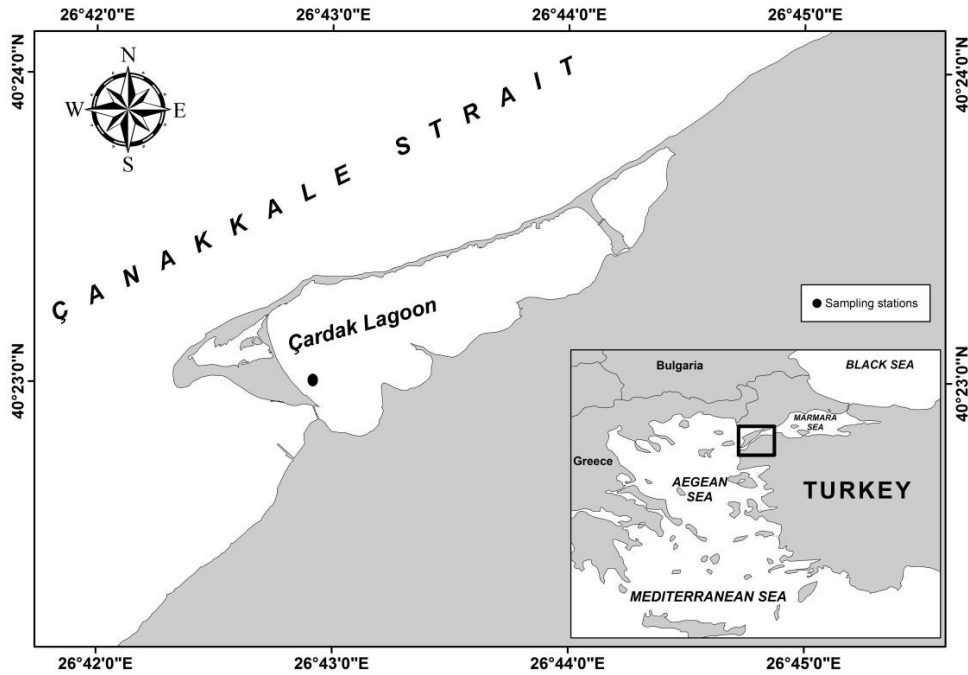
alkalen fosfataz (ALP) ve laktat dehidrogenaz (LDH) düzeyleri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Yengeç bireylerinin örnekleme

Çardak Lagünü yapısal olarak çukurlaşmış lagün özelliğine sahip olup dar bir kanal ile Çanakkale Boğazı'na bağlantısı bulunmaktadır (Şekil 1). Yerleşim yerlerine oldukça yakın olduğundan antropojenik kaynaklı kirlenme lagünün kara tarafı kıyılarını etkilemektedir.

Çardak Lagünü sınırları içerisinde belirlenen bir noktaya bırakılan, genellikle kerevit avı için kullanılan 36 mm göz açıklığına sahip ve ağız açıklığı 38 cm olan 4 m boyundaki tek girişli kerevit pinterleri kullanılarak yengeçler yakalanmıştır. Yakalanan yengeçler taze deniz suyu bulunan kutular içerisinde laboratuvara transfer edilmiştir. Çardak Lagünü'nde 50 adet portunid yengeç, *L. depurator* yakalanmıştır (Şekil 2).



Şekil 1. Çardak Lagünü'nün Türkiye'deki konumu ve örnekleme alanını gösteren harita



Şekil 2. *L. depurator*'un dorsal ve ventral görünümü (Fotoğraf H.A. Küçükbalı)

Fizikokimyasal parametrelerin ölçümü

Lagün suyuna dair ölçümler, örneklemelerin yapıldığı noktada 1-1,5 metre derinliğe salınan YSI 556 model prob ile ölçülmüştür. Yengeçlerin sudan çıkarılacağı vakit suyun fizikokimyasal parametreleri (sıcaklık, tuzluluk, pH ve doymuş oksijen) ölçülmüştür. Ölçümler tüm dönemlerde aynı yöntemle yapılmıştır.

Kan örneklerinin alınması

Laboratuvara getirilen yengeçler, buzda 10 dk anestezi edildikten sonra 1mL'lik plastik şırıngalarla ortalama her yengeçten 500 µL olacak şekilde yürüme bacaklarının koksalarından kan alınmıştır. Alınan kan örnekleri eppendorf tüplerde 1:1 oranında citrate buffer/EDTA solüsyonuyla (sodyum klorür 0,45 mol L⁻¹, glikoz 0,1 M, sodyum sitrat 30 mM, sitrik asit 26 mM, EDTA 10 mM, pH 4,6, 4°C'de saklandı) seyreltilmiştir (Smith ve Söderhäll, 1983). Eppendorf tüplerine alınan hemolenfler, 4000 g devirde 10 dakika santrifüj edilmiş, hemolenfin serumu ayrıldıktan sonra 96 kuyucuklu mikro plakalara

aktarılmıştır. Reaktif ve serum koyulan mikro plakalar ile ELISA testi yapılarak kan parametrelerine ait sonuçlar alınmıştır.

Veri analizleri

Çevresel ve kan değişkenleri arasındaki ilişki Pearson korelasyonuna (*r*) göre ilişkilendirilmiştir. Çalışmalar sonucu elde edilen tüm veriler MS Office Excel ile tablolaştırılmıştır. İstatistiksel analizler SPSS25 ve PAST 3 ile yapılmıştır.

Bulgular

Şubat 2020 ve Kasım 2020 tarihleri arasında, çevresel değişkenlerin (sıcaklık, tuzluluk, pH ve doymuş oksijen) *L. depurator* bireylerinin kan değişkenlerine parametrelerine etkileri incelenmiştir. Sıcaklık 7,85-22,73 °C, tuzluluk %22,89-24,72, pH 6,63-7,87 ve doymuş oksijen 6,52-11,52 mg L⁻¹ aralıklarında tespit edilmişlerdir (Tablo 1).

Tablo 1. Lagün suyunda ölçülen çevresel değişkenlerin mevsimsel değişimleri

Çevresel Değişkenler	Örnekleme Dönemi			
	Şubat 2020	Mayıs 2020	Temmuz 2020	Kasım 2020
Sıcaklık (°C)	7,85	17,48	22,73	11,78
Tuzluluk (%)	22,89	23,85	23,1	24,72
pH	7,06	7,86	7,87	6,63
Doymuş Oksijen (mg L ⁻¹)	11,52	10,39	7,2	6,52

L. depurator bireylerindeki kan değişkenlerinin mevsimler bazında genel ortalama değerleri kaydedilmiştir (Tablo 2). ALB (1,73±0,27 gdL⁻¹) ve ALT (11,61±1,56 U/L) en yüksek değerlere kış mevsiminde ulaşmıştır. TP (1,7±0,5 gdL⁻¹), ALB (0,03±0,01 gdL⁻¹), ALT (6,93±1,23U/L), AST (4,71±0,68 U/L) ve ALP (8,31±3U/L) değerleri ilkbahar mevsiminde en düşük seviyelerdedir. TP (4,38±0,78 gdL⁻¹), GLB (4,33±0,77 gdL⁻¹), GLU (792,84±12,25 mgL⁻¹), TG (15,82±2,29 mgdL⁻¹) ve LDH (60,69±3,72 U/L) en yüksek değerlere yaz mevsiminde, CHOL (19,8±3,79 mgdL⁻¹), AST (13,82±3,68 U/L) ve ALP (60,95±10,84 U/L) en yüksek değerlerine sonbahar aylarında ulaşmışlardır.

Kan çevresel değişkenleri arasındaki ilişkiler Pearson korelasyonuna göre analiz edilmiştir. ALB ile doymuş oksijen (*r*=0,64, *p*<0,05) arasında güçlü bir ilişki olduğu bulunmuştur. GLB ile sıcaklık arasında (*r*=0,33, *p*<0,05) orta derecede bir ilişki olduğu bulunmuştur. GLU ile sıcaklık (*r*=0,48, *p*<0,01) ve tuzluluk (*r*=0,35, *p*<0,01) arasında orta derecede bir ilişki vardır. Yine TG ile sıcaklık arasında (*r*=0,37, *p*<0,05) orta derecede bir ilişki olduğu görülmektedir. CHOL ile tuzluluk (*r*=0,66, *p*<0,01) arasında bir ilişki vardır. LDH ile sıcaklık (*r*=0,70, *p*<0,01) ve pH (*r*=0,64, *p*<0,01) bir ilişki olduğu görülmektedir. ALP ile tuzluluk (*r*=0,65, *p*<0,01) arasında güçlü bir ilişki

vardır (Tablo 3). Sıcaklık ile ALB arasında negatif bir ilişki vardır. Doymuş oksijen ile GLU ve CHOL arasında negatif ilişki bulunmakla birlikte, yine pH ile CHOL arasında negatif bir ilişki vardır.

PCA analizi sonucunda Component 1'in modelin %52,8'ini, Component 2'nin ise modelin %34,6'sını toplamda analizin %87,4'ünün açıklandığı görülmüştür (Şekil 3). Yapılan analiz sonucunda tuzluluğun CHOL, ALP ve TP ile ilişkili olduğu görülmüştür. Mevsim değişkeninin ise TG ve GLU üzerinde etkili olduğu yapılan analizde görülmüştür.

Tablo 2. *L. depurator* bireylerindeki kan değişkenlerinin mevsimlere göre ortalama değerleri

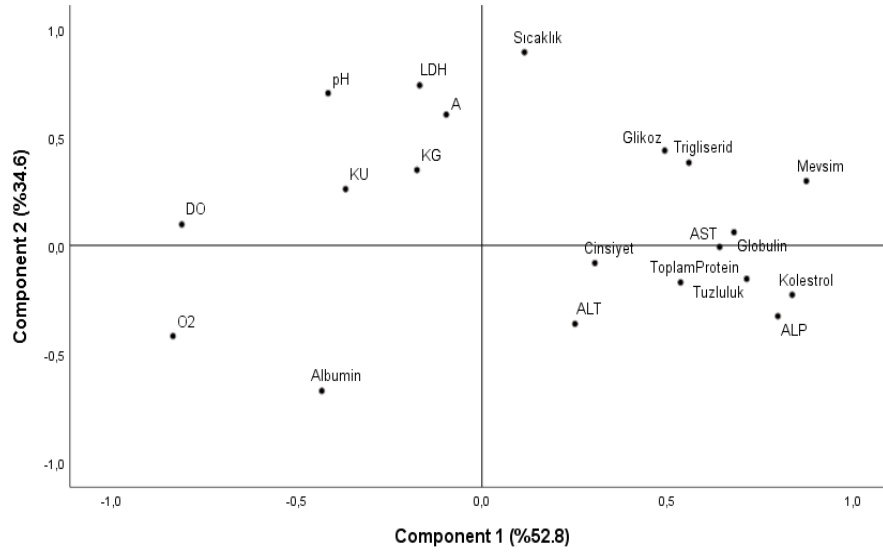
Örnekleme Periyodu	Birey sayısı	TP (gdL ⁻¹)	ALB (gdL ⁻¹)	GLB (gdL ⁻¹)	GLU (mgL ⁻¹)	TG (mgdL ⁻¹)	CHOL (mgdL ⁻¹)	AST (U/L)	ALT (U/L)	LDH (U/L)	ALP (U/L)
Kış 2020	12	3,02±0,56	1,73±0,27	1,28±0,34	581,49±56,34	0,3±0,08	0,32±0,09	5,46±0,95	11,61±1,56	31,12±3,08	10,75±0,85
İlkbahar 2020	9	1,7±0,5	0,03±0,01	1,67±0,5	755,46±8,74	7,38±5,73	1,66±0,42	4,71±0,68	6,93±1,23	45,53±4,26	8,31±3
Yaz 2020	14	4,38±0,78	0,05±0,01	4,33±0,77	792,84±12,25	15,82±2,29	3,13±0,61	11,91±1,85	9,89±1,14	60,69±3,72	9,26±1,04
Sonbahar 2020	15	3,75±0,62	0,11±0,02	3,64±0,61	779,2±9,5	13,82±2,5	19,8±3,79	13,82±3,68	9,22±1,74	30,8±3,46	60,95±10,84
Ortalama	-	3,38±0,34	0,47±0,12	2,91±0,34	731,3±18,43	9,97±1,63	7,19±1,63	9,64±1,33	9,57±0,76	41,9±2,54	24,95±4,66

GLU: Glikoz, TP: Total Protein, ALB: Albümin, GLB: Globulin, CHOL: Kolesterol, TG: Trigliserit, ALT: Alanin Aminotransferaz, AST: Aspartat Aminotransferaz, ALP: Alkalen fosfataz, LDH: Laktat dehidrogenaz, N= 50.

Tablo 3. Tüm mevsimlerde elde edilen bireylere ait kan ve çevresel değişkenler arasındaki korelasyonlar

	M	sD	TP	ALB	GLB	GLU	TG	CHOL	AST	ALT	LDH	ALP	Sıcaklık	Tuzluluk	pH	DO
TP	3,38	2,45	1,00	0,15	0,94**	0,17	0,28*	0,37**	0,467**	0,62**	-0,06	0,42**	0,12	-0,02	-0,05	-0,28
ALB	0,47	0,85	0,15	1,00	-0,20	-0,42**	-0,38**	-0,23	-0,15	0,40**	-0,39**	-0,15	-0,60**	-0,47**	-0,24	0,64**
GLB	2,91	2,47	0,94**	-0,20	1,00	0,31*	0,41**	0,45**	0,51**	0,48**	0,07	0,46**	0,33*	0,15	0,04	-0,49**
GLU	731,30	130,38	0,17	-0,42**	0,31*	1,00	0,39**	0,24	0,24	-0,10	0,14	0,15	0,48**	0,35*	0,16	-0,55**
TG	9,97	11,53	0,28*	-0,38**	0,41**	0,38**	1,00	0,42**	0,43**	0,14	0,11	0,46**	0,37**	0,23	0,07	-0,51**
CHOL	7,19	11,57	0,37**	-0,23	0,45**	0,24	0,4**	1,00	0,71**	0,32*	-0,38**	0,88**	-0,18	0,66**	-0,54**	-0,53**
AST	9,64	9,45	0,47**	-0,15	0,51**	0,24	0,43**	0,70**	1,00	0,45**	-0,10	0,54**	0,11	0,22	-0,14	-0,41**
ALT	9,57	5,39	0,62**	0,40**	0,48**	-0,10	0,14	0,31*	0,45**	1,00	-0,16	0,35*	-0,12	-0,16	-0,09	0,06
LDH	41,90	18,01	-0,06	-0,389**	0,07	0,14	0,11	-0,38**	-0,10	-0,16	1,00	-0,49**	0,7**	-0,32*	0,64**	-0,18
ALP	24,95	33,02	0,42**	-0,15	0,46**	0,15	0,46**	0,88**	0,54**	0,35*	-0,49**	1,00	-0,28	0,65**	-0,60**	-0,46**
Sıcaklık (°C)	14,93	5,82	0,12	-0,60**	0,33*	0,48**	0,37**	-0,18	0,11	-0,12	0,70**	-0,28	1,00	-0,19	0,81**	-0,43**
Tuzluluk (‰)	23,67	0,77	-0,02	-0,47**	0,15	0,35*	0,23	0,66**	0,22	-0,16	-0,32*	0,65**	-0,19	1,00	-0,58**	-0,58**
pH	7,30	0,55	-0,05	-0,24	0,04	0,16	0,07	-0,54**	-0,14	-0,09	0,64**	-0,60**	0,81**	-0,58**	1,00	0,18
DO	8,61	2,14	-0,28	0,64**	-0,49**	-0,55**	-0,51**	-0,53**	-0,41**	0,06	-0,18	-0,46**	-0,43**	-0,58**	0,18	1,00

**Korelasyon istatistiksel açıdan önemlidir (0,01) $p < 0,01$, *Korelasyon istatistiksel açıdan önemlidir (0,05) $p < 0,05$, N=50



Şekil 3. Çardak Lagünü çevresel değişkenlerinin *L. depurator* bireylerinin kan değişkenleri için temel bileşen analizi

Tartışma

Ülkemizde ve dünyada, ticari trol balıkçılığında ıskarta olarak bilinen *L. depurator* üzerine yapılan çalışmaların az sayıda ve bunların stresin tür davranışına ve kan biyokimyasına etkisi, tür tayini, üreme dönemleri vb. üzerinedir. Çevresel değişkenlerin türün kan biyokimyası üzerine etkileri detaylı olarak çalışılmamıştır. Burada *L. depurator* bireylerinin kan biyokimyası değişkenlerinin çevresel değişkenlerle olan ilişkisi değerlendirilmiştir.

Bu çalışma sonucunda, doymuş oksijen ile ALB arasında pozitif ve güçlü, GLU ve CHOL arasında negatif ilişki kaydedilmiştir. Önceki yıllarda, Adeogun vd. (2015), Lagoos Lagünü'nde GLB ile doymuş oksijen arasında negatif bir korelasyon bulmuştur. Doymuş oksijenin etkileri üzerine çalışmalar genelde hepatopankreas, solungaç vb. dokulardan alınan örnekler (Li vd., 2016), beslenme fizyolojisi (Paschke vd., 2010) gibi konularda yapılmıştır. Düşük çözünmüş oksijene (hipoksi), yüksek karbondioksit (hiperkapni) maruz kalma, deniz organizmalarında birçok davranışsal, fizyolojik, biyokimyasal ve genetik tepkileri tetiklediği bilinmektedir (Burnett ve Stickle, 2001). Çalışmada pH ile LDH arasında pozitif ve anlamlı, CHOL arasında negatif anlamda bir ilişki vardır. Dekapod krustaselerde pH'nın beslenme davranışlarını, metabolizmayı, fizyolojiyi ve olgunlaşma sürecini etkilediği (Muthu ve Laxminarayana, 1977), yüksek değerlerin ve pH'daki ani dalgalanmaların kabuklu larvalarında hastalık salgınlarının yanısıra strese neden olduğu da bilinmektedir (Cheng ve Chen, 1998; Thi Hoang Oanh vd., 2023).

Bu çalışmada sıcaklık ile GLB, GLU, LDH ve TG arasında zayıf ve orta düzeyde ilişkiler kaydedilmiştir. Ayrıca sıcaklık ile ALB arasında orta düzeyde negatif bir ilişki bulunmuştur. PCA analizinde mevsim değişkeninin TG ve GLU üzerinde etkili olduğu görülmüştür (Şekil 3). Adeogun vd. (2015), *Callinectes amnicola* üzerine Lagoos

ve Epe Lagünlerinde yaptıkları çalışmada, bu çalışmada bulunan *L. depurator* bireylerindeki TP değerine oranla, yaz aylarında daha düşük TP değerleri bulmuşlardır. Yaz mevsiminde ALB değeri Lagoos Lagünü'nden elde edilen bireylerde daha yüksek iken, Çardak Lagünü'nden elde edilen bireylerin hemolenf GLB değerleri daha yüksektir. Çardak Lagünü'nde en düşük hemolenf TP değeri ilkbaharda ve en yüksek değer yazın ölçülmüştür. Sonbahar ve kış mevsimlerinde ise birbirine yakın değerdedir. Matozzo vd. (2011), yüksek sıcaklıkta (30°C) düşük sıcaklıklara göre *Carcinus aestuarii*'de hemolenf TP seviyelerinde düşüş kaydetmiştir. Dekapod krustaselerde birincil enerji kaynağı proteinler olduğundan *C. aestuarii*'de yüksek sıcaklık stresi sırasında proteinlerin acil bir enerji kaynağı olarak kullandığı bilinmekle birlikte, daha sonra kullanılmak üzere hemolenfte glikoz biriktirdiği söylenebilmektedir (Helland vd., 2003; Sanchez-Paz vd., 2007).

Çardak Lagünü'nde *L. depurator* bireylerinde sıcaklık artışına bağlı olarak hemolimf GLU değerlerinde artış gözlenmiştir. Tersine, Matozzo vd. (2011), diğer bir portunid yengeç, *C. aestuarii*'de aşırı sıcaklıkların hemolimf GLU konsantrasyonlarında önemli değişikliklere yol açmadığını bildirmişlerdir. Sıcaklık artışlarının *Uca minax*'ta hemolenf GLU seviyelerinde bir düşüş (Dean ve Vernberg, 1965), *Panulirus interruptus*'ta (Ocampo vd., 2003) hemolenf GLU seviyelerinde artış bildirilmiştir. Vinagre vd. (2007), *Ocyroide quadrate*'da kış (19.23±0.28 °C) ve yaz mevsimlerinde (22.90±2.0°C) yüksek hemolimf GLU değerleri kaydetmişlerdir. Giomi vd. (2008), yaz aylarında aşırı egzersiz ve düşük oksijenin etkileri sonucunda hemolenf GLU konsantrasyonlarında önemli artışlar gözlemlenmiştir. Hemolimf GLU seviyelerindeki artışların, stres altındaki yengeçlerde hepatopankreastan ve/veya kaslardan glikozun mobilizasyonuna bağlı olabileceği öne sürülmektedir (Powell ve Rowley, 2008).

Bu çalışmada sıcaklık ile LDH ve TG arasında bir ilişki olduğu görülmektedir. Vinagre vd. (2007), *O. quadrata*'da ilkbaharda hemolenf TG düzeyleri ve CHOL seviyelerinde önemli bir azalma olduğunu bildirmiştir. Kışın ise toplam CHOL seviyelerinde ($p<0,05$) önemli bir artış bulmuştur. *O. quadrata*'da ilkbaharda hemolimf toplam CHOL ve TG seviyeleri önemli ölçüde azalmasının nedeni olarak; lipid rezervlerinin spermatogenez süreci ve gonad sayısı ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Komatsu ve Ando, 1992).

Yahia ve Selmi (2019), yaz aylarında kirlenmiş bir bölgeden gelen *C. aestuarii* yengecinde, hemolenf LDH aktivite seviyesinde artış gözlemlenmiş, ALP, AST ve ALT seviyelerinin oldukça yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Tuzluluk ile CHOL, GLU ve ALP arasında güçlü bir ilişki bulunmuştur. Yapılan PCA analizi sonucunda tuzluluğun CHOL, ALP ve TP ile ilişkili olduğu görülmüştür. Adeogun vd. (2015), Epe Lagünü yengeçlerinde TP ve ALB'ni daha yüksek rapor etmişken, GLB'nin Lagos Lagünü'ndekilerden daha yüksek olduğunu bildirilmiştir. Lagos Lagünü'nde tuzluluk ile GLB arasında güçlü bir pozitif korelasyon kaydetmişlerdir. Çardak Lagünü'nde ise kışın %22,89'den sonbaharda %24,72'e yükselen tuzluluğa karşın, kışın $3,02\pm 0,56$ gdL⁻¹ olan TP sonbaharda $3,75\pm 0,62$ gdL⁻¹ e yükselmiştir ve en yüksek TP değeri ($4,38\pm 0,78$) ise tuzluluğun %23,1 olduğu yaz mevsiminde ve bulunmuştur. Çardak Lagünü kış periyodu TG ve CHOL değerleri sırasıyla $0,3\pm 0,08$ mgdL⁻¹ ve $0,32\pm 0,09$ mgdL⁻¹ olarak ölçülmüştür. En yüksek TG değeri ($15,82\pm 2,29$ mgdL⁻¹) ise yaz mevsiminde ve en yüksek CHOL değeri ($19,8\pm 3,79$ mgdL⁻¹)'de sonbaharda kaydedilmiştir. Kabuklularda çevresel tuzluluk ve hemolenf parametreleri arasında doğrudan bir ilişki olduğu bilinmektedir (Santos ve Nery, 1987; Spaargaren ve Haefner, 1987; Da Silava ve Kucharski, 1992). Deniz suyu tuzluluğunun yengeç türlerinde lipid sınıfı bileşimi ve sentezi üzerindeki etkisi önceki çalışmalarda raporlanmıştır (Chapelle vd., 1982; Chapelle ve Zwingelstein, 1984; Zwingelstein vd., 1998).

Sonuç

Bu çalışmada, *L. depurator*'un kan değişkenleri ile mevsimsel çevresel değişkenler (sıcaklık, tuzluluk, pH ve doymuş oksijen) arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Önemli bir çevresel değişken olan sıcaklık ile LDH, GLU, TG, GLB arasında pozitif, ALB ile negatif bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca tuzluluk ile ALP arasında güçlü bir pozitif ilişki vardır. Doymuş oksijen ile ALB ve CHOL arasında güçlü ve negatif ilişki bulunmuşken, doymuş oksijen ile GLU arasında negatif ilişki kaydedilmiştir. Ayrıca pH ile CHOL arasında negatif anlam vardır. Sonuç olarak Çardak Lagünü'nde *L. depurator*'un serum biyokimyası için oluşturulan bu çalışmanın sonuçları bu türe ve diğer portunid türlerine özgü temel kan değişkeni değerlerinin farklı çevresel değişkenlere verdiği tepkileri karşılaştırmak açısından bir referans olabilir.

Teşekkür

Bu çalışma "Çardak Lagününde Dağılım Gösteren Portunid Yengeç, *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758)'un Çevresel Değişkenlere Bağlı Kan Biyokimyası Kompozisyonu" adlı Doktora tezinin bir parçasıdır. Yazar, bu çalışmada yengeç bireylerinin toplanmasındaki yardımları dolayısıyla Çardak Lagünü balıkçılarından Sayın Hasan Şenses TÜLÜMEN'e, laboratuvar analizlerindeki destekleri için Sayın Sevdan YILMAZ ve Sayın Seçil ACAR'a teşekkür eder.

Çıkar Çatışması

Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik Onay

Bu çalışma için etik kurul iznine gerek yoktur.

Kaynaklar

- Adeogun, A. O., Salami, O. A., Chukwuka, A. V., & Alaka, O. O. (2015). Haematological and serum biochemical profile of the blue crab, *Callinectes amnicola* from two tropical lagoon ecosystems. *African Journal of Biomedical Research*, 18(3), 233-247.
- Adeogun, A. O. (2011). Haematological profiles of the African Clariid Catfish (*Clarias gariepinus*) exposed to sublethal concentrations of the methanolic extracts of *Raphia hookeri*. *Tropical Veterinarian*, 29(4), 27-43.
- Ansari, Z. A., Sreepada, R. A., Dalal, S. G., Ingole, B. S., & Chatterji, A. (2003). Environmental influences on the trawl catches in a bay-estuarine system of Goa, west coast of India. *Estuarine, coastal and shelf science*, 56(3-4), 503-515.
- Bergmann, M., & Moore, P.G. (2001). Survival of decapod crustaceans discarded in the *Nephrops* fishery of the Clyde Sea area, Scotland. *ICES Journal of Marine Science*, 58, 163-171. doi:10.1006/jmsc.2000.0999
- Burnett, L. E., & Stickle, W. B. (2001). Physiological responses to hypoxia, Pages 101-114 in Nancy N. Rabalais and R. Eugene Turner (eds.), Coastal Hypoxia: Consequences for Living Resources and Ecosystems. *Coastal and Estuarine Studies* 58, American Geophysical Union, Washington, D.C.
- Chapelle, S., Chantrine J.M., & Pe'queux A. (1982). Gill phospholipids of mitochondria in euryhaline crustaceans as related to changes in environmental salinity. *Biochemical Systematics and Ecology*, 10(1), 65-70.
- Chapelle S., & Zwingelstein G. (1984). Phospholipid composition and metabolism of crustacean gills as related to changes in environmental salinities: relationship between Na,K-ATPase activity and phospholipids. *Comparative Biochemistry and Physiology - B Biochemistry and Molecular Biology*, 78, 363-372.

- Cheng, W., & Chen, J. C. (1998). Isolation and characterization of Enterococcus-like bacterium causing muscle necrosis and mortality with *Macrobrachium rosenbergii* in Taiwan. *Disease of Aquatic Organisms*, 34, 93–101.
- Cyrus, D. P., & Blaber, S. J. (1992). Turbidity and salinity in a tropical northern Australian estuary and their influence on fish distribution. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 35(6), 545-563.
- Da Silva R. S. M., & Kucharski L. C. R. (1992). Effect of hyposmotic stress on the carbohydrate metabolism of crabs maintained on high protein or carbohydrate-rich diet. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 101(3), 631–634.
- Dean, J. M., & Vernberg, F. J. (1965). Effects of temperature acclimation on some aspects of carbohydrate metabolism in decapod Crustacea. *The Biological Bulletin*, 129(1), 87-94.
- Fragkiadakis, G., A., (2000). Isolation of lectins from hemolymph of decapod crustaceans by adsorption on formalinized erythrocytes. *Journal of Biochemistry and Biophysics, Methods* 44, 109–114. PII: S0165-022X(00)00089-0.
- Gattuso, J. P., & Hansson, L. (Eds.). (2011). Ocean acidification. Oxford University Press, USA.
- Giomi, F., Raicevich, S., Giovanardi, O., Pranovi, F., Di Muro, P., & Beltramini, M. (2008). Catch me in winter! Seasonal variation in air temperature severely enhances physiological stress and mortality of species subjected to sorting operations and discarded during annual fishing activities. *Hydrobiologia*, 606, 195–202. doi: 10.1007/s10750-008-9336-x
- Helland, S., Nejstgaard, J.C., Fyhn, H.J., Egge, J.K., & Bamstedt, U. (2003). Effects of starvation, season, and diet on the free amino acid and protein content of *Calanus finmarchicus* females. *Marine Biology*, 143, 297–306.
- Healy, B., Oliver, G. A., Hatch, P., & Good, J. A. (1997). Coastal lagoons in the Republic of Ireland. Volume 2 Inventory of lagoons and saline lakes. National Parks and Wildlife Service.
- Huntingford, F. A., Taylor, A. C., Smith, I. P., & Thorpe, K. E. (1995). Behavioural and physiological studies of aggression in swimming crabs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 193, 21–39.
- Hu, M., Wang, Y., Tsang, S. T., Cheung, S. G., & Shin, P. K. S. (2010). Effect of prolonged starvation on body weight and blood-chemistry in two horseshoe crab species: *Tachypleus tridentatus* and *Carcinoscorpius rotundicauda* (Chelicerata: Xiphosura). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 395, 112–119. doi: 10.1016/j.jembe.2010.08.023
- Komatsu, M., & Ando, S. (1992). Isolation of crustacean egg yolk lipoproteins by differential density gradient ultracentrifugation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 103, 363–368.
- Kutz S.J., Hoberg E.P., Nagy J., Polley L., & Elkin B. (2004). Emerging parasitic infections in arctic ungulates. *Integrative and Comparative Biology*, 44, 109–118.
- Li, Y., Wei, L., Cao, J., Qiu, L., Jiang, X., Li, P., ... & Diao, X. (2016). Oxidative stress, DNA damage and antioxidant enzyme activities in the pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) when exposed to hypoxia and reoxygenation. *Chemosphere*, 144, 234-240.
- Matozzo, V., Gallo, C., & Marin, G., M. (2011). Effects of temperature on cellular and biochemical parameters in the crab *Carcinus aestuarii* (Crustacea, Decapoda). *Marine Environmental Research*, 71, 351-356.
- Mattiello, S., Raicevich, S., Giomi, F., Botter, L., Di Muro, P., Pranovi, F., & Beltramini, M., (2004). Resistance to stress and Hc functional modulation in *Liocarcinus* sp. *Micron* 35(1-2), 55–57. doi:10.1016/j.micron.2003.10.018.
- Muthu, M.S., & Laxminarayana, A. (1977). Induced maturation and spawning of Indian penaeid prawns. *Indian Journal of Fisheries* 24(1&2), 172-180.
- Ocampo, L., Patiño, D., & Ramírez, C. (2003). Effect of temperature on hemolymph lactate and glucose concentrations in spiny lobster *Panulirus interruptus* during progressive hypoxia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 296(1), 71-77.
- Ochang S.N, Fagbenro O.A., & Adebayo O.T. (2007). Growth performance, Body composition, haematology and Product quality of the African Catfish (*Clarias gariepinus*) fed diets with Palm oil. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6, 452-459.
- Paschke, K., Cumillaf, J. P., Loyola, S., Gebauer, P., Urbina, M., Chimal, M. E., ... & Rosas, C. (2010). Effect of dissolved oxygen level on respiratory metabolism, nutritional physiology, and immune condition of southern king crab *Lithodes santolla* (Molina, 1782)(Decapoda, Lithodidae). *Marine biology*, 157, 7-18.
- Petri D., Glover C.N., Ylving S., Kolas K., Fremmersvik G., Waagbo R., & Berntssen M.H.G., (2006). Sensitivity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) to dietary endosulfan as assessed by haematology, blood biochemistry, and growth parameters. *Aquatic Toxicology*, 80, 207-216.
- Powell, A., & Rowley, A. F. (2008). Tissue changes in the shore crab *Carcinus maenas* as a result of infection by the parasitic barnacle *Sacculina carcini*. *Diseases of aquatic organisms*, 80(1), 75-79.
- Rewitz, K., Styrisshave, B., Depledge, M. H., & Andersen, O. (2004). Spatial and temporal distribution of shore crabs *Carcinus maenas* in a small tidal estuary (Loos

- Estuary, Cornwall, England). *Journal of Crustacean Biology*, 24(1), 178-187.
- Sanchez-Paz, A., Garcia-Carreño, F., Hernández-López, J., Muhlia-Almazán, A., & YepizPlascencia, G. (2007). Effect of short-term starvation on hepatopancreas and plasmaenergy reserves of the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 340, 184–193.
- Santos E. A., & Nery L. E. M. (1987). Blood glucose regulation in an estuarine crab, *Chasmagnathus granulata* (Dana, 1851) exposed to different salinities. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 87(4), 1033-1035.
- Santos, R. L., Lee, J. T., Pereira, Z., Branco, P., Bianchini, A., & Nery, L. E. M., (2003). Lipids as Energy Source During Salinity Acclimation in the Euryhaline Crab *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851 (Crustacea-Grapsidae). *Journal Of Experimental Zoology*, 295A, 200–205.
- Spaargaren D.H., & Haefner A. (1987). The effect of environmental osmotic conditions on the blood and tissue glucose levels in the brown shrimp, *Crangon crangon* (L.). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 87(4), 1045-1050.
- Smith, V. J., & Söderhäll, K. (1983). β -1, 3 glucan activation of crustacean hemocytes in vitro and in vivo. *Biology Bulletin*, 164, 299-314.
- Thi Hoang Oanh, D., Nguyen Anh Thu, M., Chi Nguyen, N., & Phu, T. Q. (2023). Susceptibility of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) to *Vibrio* parahaemolyticus strain VP36 at different salinities. *Journal of Applied Aquaculture*, 1-15.
- Velisek, J., Svobodova, Z., Piackova, V., & Sudova, E. (2009). Effects of acute exposure to metribuzin on some hematological, biochemical and histopathological parameters of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 82, 492–495.
- Vinagre, A., S., Amaral, A., P., N., Ribarcki, F., P., Silveira, E., F., & Périco, E. (2007). Seasonal variation of energy metabolism in ghost crab *Ocypode quadrata* at Siriú Beach (Brazil). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, 146, 514–519.
- Wu, F., Wang, T., Cui, S., Xie, Z., Dupont, S., Zeng, J., Gua, H., Konga, H., Hu, M., Lu, W., & Wang, Y., (2017). Effects of seawater pH and temperature on foraging behavior of the Japanese stone crab *Charybdis japonica*. *Marine Pollution Bulletin*, 120, 99–108.
- Yahia, N. H. B., & Selmi, S. (2019). Biomarker responses to pollution in the Mediterranean green crab *Carcinus eastuarii* living in the Gulf of Gabès (Tunisia). *Journal of Materials and Environmental Science*, 10(1), 45-53.
- Zwingelstein G, Bodennec J, Bricchon G, Abdul-Malak N, Chapelle S, & El Balili M. (1998). Formation of phospholipid nitrogenous bases in euryhaline fish and crustaceans. I. Effects of salinity and temperature on synthesis of phosphatidylserine and its decarboxylation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 120(3), 467-473.