



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

HERSEK LAGÜNÜ' NÜN (YALOVA) MAKROBENTİK FAUNASI VE BAZI EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Orhun HİSLİ

Biyoloji Anabilim Dalı

Hidrobiyoloji Programı

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Hüsamettin BALKIS**

Mayıs, 2019

İSTANBUL

Bu çalışma, 14.05.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı, Hidrobiyoloji Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi



Prof. Dr. Hüsamettin BALKIS(Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi



Prof. Dr. Serhat ALBAYRAK
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi



Prof. Dr. Nagihan GÜLSOY
Marmara Üniversitesi
Fen-Edebiyat Fakültesi



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 26111 numaralı projesi tarafından desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Bu çalışma Hersek Lagünü' nün makrobentik omurgasız canlılarını ve ekolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmış olup Hersek Lagünü' nünde ki ilk detaylı fauna çalışmasıdır.

Lisans ve yüksek lisans öğrenimin boyunca ve tez çalışmam sırasında yardımlarından dolayı danışman hocam Prof. Dr. Hüsamettin BALKIS' a,

Yardımlarını ve desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Mehmet Fatih ADATEPE' ye,

Tezin her aşamasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Ayşegül Mülâyime,

Laboratuar ve arazi çalışmalarında her daim yanımda ve destek olan, Prof. Dr. Serhat ALBAYRAK, Uzm. Dr. Senem ÇAĞLAR' a, Uzm. Biyolog Turgay DURMUŞ'a,

Yardımlarını esirgemeyen yüksek lisans arkadaşlarım Eren NURAL, Berivan Elif ARSLAN, Mert KESİKTAŞ' a,

Bu çalışmaya maddi olanak sağlayarak, çalışmanın gerçekleşmesinde önemli rolü olan İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne

Maddi manevi yardımını esirgemeyen her daim yanımda olan annem Semra HİSLİ ve babam Hüseyin HİSLİ' ye sonsuz teşekkür ederim.

Mayıs 2019

Orhun HİSLİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ.....	viii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	ix
ÖZET	xi
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR.....	3
2.1 SULAK ALANLAR VE LAGÜNLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ	3
2.2 HERSEK LAGÜNÜ'NÜN KONUMU, EKOLOJİK VE EKONOMİK ÖZELLİKLERİ	5
2.3 BİYOLOJİK İZLEME ÇALIŞMALARINDA MAKROOMURGASIZLARIN YERİ VE ÖNEMİ	8
2.4 LAGÜNLERİMİZDE DAHA ÖNCEDEN YAPILAN BENTİK OMURGASIZ CANLI ÇALIŞMALARI	9
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	12
3.1 BENTİK CANLILARIN ÖRNEKLENMESİ	13
3.2 SU VE SEDİMENT ÖRNEKLERİNİN TOPLANMASI VE ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	13
3.2.1 Toplam Organik Karbon Analiz Yöntemi	13
3.2.2 Çamur Yüzdesinin Belirlenmesi.....	14
3.3 BİYOLOJİK BULGULARIN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ.....	14
3.3.1 Sıklık (Frekans) analizi.....	15
3.3.2 Baskınlık İndeksi	15
3.3.3 Simpson Dominantlık İndeksi	15
3.3.4 Margalef Tür Çeşitliliği İndeksi	16
3.3.5 Pielou Düzenlilik İndeksi	16
3.3.6 Shannon-Weaver Çeşitlilik İndeksi	16
4. BULGULAR.....	18
4.1 HERSEK LAGÜNÜ'NDE BELİRLENEN TÜRLERİN SİSTEMATİĞİ	18

4.2 HERSEK LAGÜNÜNDE SAPTANAN TÜRLERİN BULUNDUĞU İSTASYONLAR, SAYILARI VE İSTATİSTİK VERİLERİ	24
4.3 HERSEK LAGÜNÜ'NÜN EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ	33
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	38
KAYNAKLAR.....	46
EKLER	54
ÖZGEÇMİŞ	55



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1: Hersek Lagünü'nde örnek alınan istasyonlar.....	12
Şekil 4.1: Hersek Lagünü'nde belirlenen türlerin gruplara göre dağılımı	26
Şekil 4.2: Hersek Lagünü'nde belirlenen türlerin gruplara göre baskınlık yüzdeleri.	27
Şekil 4.3: Hersek Lagünü'nde belirlenen grupların birey sayıları.	29
Şekil 4.4: Hersek Lagünü'nde belirlenen grupların birey sayısı yüzdeleri.	29
Şekil 4.5: Bray-Curtis yığın analizine göre istasyonlar arasındaki benzerlikler.....	32
Şekil 4.6: Çok boyutlu ölçekleme (MDS) yöntemine göre istasyonlar arası benzerlikler.	32
Şekil 4.7: Hersek Lagünün istasyonlar arası sıcaklık değişimi.....	34
Şekil 4.8: Hersek Lagünü istasyonlar arası tuzluluk değişimi.	35
Şekil 4.9: Hersek Lagünü istasyonlar arası çözünmüş oksijen değerleri.	35
Şekil 4.10: Hersek Lagünü İstasyonlar arası pH değerleri.....	36
Şekil 4.11: Hersek Lagünü istasyonlar arası toplam organik karbon değerleri.	36
Şekil 4.12: Hersek Lagünü istasyonlar arası çamur yüzdesi değerleri.....	37

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1: Hersek Lagünü örnek toplanan istasyonların koordinatları.	12
Tablo 4.1: Hersek Lagünü'nde bulunan türler ve Frekans (Fs) ve Baskınlık (Bi) indeksi değerleri.	24
Tablo 4.2: Hersek Lagünü'nde bulunan bentik türlerin birey sayıları (birey/birim alan).	27
Tablo 4.3: İstasyonlarda bulunan en baskın türler ve istasyonlara göre bulunma yüzdeleri.	30
Tablo 4.4: Hersek Lagünü'nde belirlenen bazı biyotik değişkenler ve çeşitlilik indeksleri değerleri. (S= tür sayısı, N= ortalama tür bolluğu, d=margalef tür zenginliği, J'= Pileou düzenlilik indeksi, H'= Shanon-weaver Çeşitlilik indeksi, λ = Simpson dominantlık indeksi)	31
Tablo 4.5: Hersek Lagünü ekolojik parametrelere ait değerler.	34
Tablo 4.6: Hersek Lagünü'nde belirlenen fiziko-kimyasal parametrelerin birbirleriyle, tür ve birey sayıları ile olan ilişkileri (ÇO= Çözünmüş oksijen miktarı, TOC= Toplam organik karbon miktarı, ÇY=Çamur yüzdesi, TS=Tür sayısı, BS=Birey sayısı).....	37

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Kisaltmalar	Açıklama
-------------	----------

cm	: Santimetre
gr	: Gram
km	: Kilometre
m	: Metre
m ²	: Metrekare
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre

Simgeler	Açıklama
----------	----------

Bi	: Baskınlık İndeksi
ÇO	: Çözünmüş oksijen
ÇY	: Çamur yüzdesi
d	: Margalef tür zenginliği
E.R.M.S	: MarBEF Data System
Fi	: i türünün birey sayısı
F _s	: Frekans indeksi
H'	: Shanon-Weaver çeşitlilik indexi
J'	: Pileou düzenlilik indeksi
N	: Tüm örnekleme sayısı
NA	: Frekans indeksi'nde A türünü içeren örnekleme sayısı
Nn	: Tüm türlere ait birey sayısı
Nt	: Türüne ait birey sayısı
RAMSAR	: Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak AlanlarınKorunması
TBS	: Türk Boğazlar Sistemi
TOC	: Toplam organik karbon
TOKB	: Tarım Orman Köyişleri Bakanlığının
TUDAV	: Türk denizleri araştırma vakfı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

WFD	: Su Çerçeve Direktifi
WORMS	: Word register of marine species
λ	: Simpo dominantlık indeksi



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HERSEK LAGÜNÜ(YALOVA) MAKROBENTİK FAUNASI VE BAZI EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Orhun HİSLİ

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Hüsamettin BALKIS

Marmara Denizi kıyısında bulunan Hersek Lagünü’nde yaşayan makrobentik omurgasız canlıları ve lagünün ekolojik özelliklerinin belirlemenmesini amaçlayan bu çalışmada, Temmuz 2017 tarihinde toplam 6 istasyondan alınan örneklerin incelenmesi sonucunda 6 filuma ait 34 tür bulunmuştur. Litaratür bilgilerine göre 2 türün (*Hydroides dianthus*, *Lekanesphaera monodi*) Marmara Denizi için yeni olduğu belirlenmiştir.

Hersek Lagünü’nün ekolojik özelliklerinden sıcaklığın 26,4 °C ile 30,4 °C, tuzluluğun ‰ 26,3 ile ‰ 33,6, çözülmüş oksijenin 2,93 ile 13,95 mg/l, pH 7,5 ile 8,9, toplam organik karbon miktarı ‰ 1,69 ile ‰ 5,5, çamur yüzdesi ‰ 19,7 ile ‰ 91,1 arası değiştiği belirlenmiştir.

Mayıs 2019, 67 sayfa.

Anahtar kelimeler: Lagün, Fauna, Bentoz, Ekoloji

SUMMARY

M.Sc. THESIS

MACROBENTIC FAUNA AND SOME ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE HERSEK LAGOON (YALOVA)

Orhun Hisli

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Sciences

Department of Biology

Supervisor : Prof. Dr. Hüsamettin BALKIS

In this study, which aimed to determine ecological characteristics of macrobenthic invertebrates and lagoon in the Hersek Lagoon located on the shores of the Sea of Marmara, a total of 34 species were found in 6 station. According to the literature, it is determined that 2 species are (*Hydroides dianthus*, *Lekanesphaera monodi*) new to the Sea of Marmara.

The ecological characteristics of the Hersek Lagoon range between 26.6°-30.4 °C for temperature, 26.3‰- 33.6‰ for salinity, 2.93-13.95 mg/l for dissolved oxygen, 7.5-8.9 for pH, total organic carbon content was determined as 1.69% and 5.5% and percentage of mud 19.7% and 91.1% respectively.

May 2019, 67. pages.

Keywords: Lagoon, Fauna, Benthos, Ecology

1. GİRİŞ

Deniz suları ile tatlı sular arasındaki ekolojik toplulukların geçiş alanları olan lagünler, kendilerine özgü ekolojik yapıları ile pek çok bitki ve hayvan türüne ev sahipliği yapmaktadırlar. Bu nedenle de hem ekolojik hem de ekonomik yönden yeryüzünün en önemli ekosistemleri arasında yer almaktadırlar. Besin zincirinin fitoplankton ve zooplanktondan sonraki basamağı olan bentik omurgasızlar, tıpkı ilk iki basamağı oluşturan canlılar gibi lagünlerin biyolojik verimliliğini belirleyen ve aynı zamanda balıkların besinini oluşturan canlılardır. Bu nedenle de bir bölgenin makrobentik canlılarının bilinmesi o alanın ekolojik ve ekonomik durumunun belirlenmesini sağlamaktadır.

Bu çalışma ile, ülkemizin önemli sulak alanlarından biri olan Hersek Lagünü’nde dağılım gösteren makrobentik omurgasız türlerinin belirlenmesi, böylece Türkiye biyoçeşitliliği hakkındaki bilgilere katkı yapılması, aynı zamanda bu türlerin yaşadıkları ortamın ekolojik özellikleri hakkında bilgiler verilerek ortamın ekolojik özellikleri ile bu özelliklerin makrobentik omurgasız canlıların yaşamına ne şekilde etki ettiği saptanması amaçlanmıştır.

Tezin ‘Genel Kısımlar’ bölümünde Sulak alanların ve lagünlerin önemleri açıklanarak, çalışma alanı olan Hersek Lagünü ve bu lagünün yer aldığı Marmara Denizi tanıtılmıştır. Tezin konusunu oluşturan makrobentik canlılarla çalışılma nedenleri ve bu canlıların önemlerinden söz edilerek, ekolojik çalışmalarda istatistiksel yöntemleri kullanmanın önem ve gerekliliği anlatılmıştır.

‘Malzeme ve Yöntem’ bölümünde, örneklemenin yapıldığı istasyonların özellikleri, örnekleme yöntemleri, alınan örneklerin saklanma koşulları, lagünün ekolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan ölçümler ve kimyasal analiz yöntemleri ile çalışmada kullanılan istatistiksel yöntemler açıklanmıştır.

‘Bulgular’ bölümünde Hersek Lagünü makrobentik faunası içinde bulunan türlerin listeleri ve sistematiikleri, birey sayıları, istasyonlara göre dağılımları ile lagünün ekolojik özellikleri belirlemek için yapılan ölçümler sonucunda bulunan sıcaklık, tuzluluk, özünmüş oksijen, pH değerleri ile sediment örneklerinden ölçülen çamur yüzdesi ve toplam organik karbon değerleri verilmiştir. Ayrıca bu veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

‘Tartışma ve Sonuç’ bölümünde çalışmadan elde edilen veriler değerdendirilip karşılaştırmalı analizleri yapılmıştır. Benzer çalışmalardan elde edilen verilerle karşılaştırılıp sonuca varılmıştır.



2. GENEL KISIMLAR

2.1 SULAK ALANLAR VE LAGÜNLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Sulak alanlar, derinlikleri en fazla 6 m olan, tatlı, tuzlu veya acı su özelliği gösteren, göller, bataklıklar, akarsuların durgun kısımları ve taşkın alanları, haliçler, nehir ağzının genişleyerek deniz ekosistemleri ile birleştiği alanlar, lagünler, mangrov ormanlar ile su basar orman gibi çeşitli ortak özellikleri bulunan doğal oluşumlardır (Cirik, 1993; Erdem, 2004). Sulak alanlarla ilgili pek çok tanım yapılmasına karşın, bu tanımlar içerisinde en geniş ve uluslararası geçerliliğe sahip olanı Ramsar Sözleşmesi'nde yapılmış olanıdır (Pakalne, 2004). Ramsar Sözleşmesi, sulak alanlar için ; “doğal ya da yapay, devamlı ya da geçici, suları durgun ya da akıntılı, tatlı, acı ya da tuzlu, denizlerin medcezir hareketinin çekilme aşamasında 6 m’yi aşmayan derinlikleri içeren tüm sular, bataklıklar, sazlıklar ve turbalıklar.” tanımını yapar (Çevre Atlası, 2004; Pakalne, 2004; Altan ve diğ., 2004; Balkaya ve Çelikoba, 2005). Bu sözleşmenin yapılma amacı ise; sulak alanları içeren bu bölgelerin su rejiminlerinin düzenlemesi, bölgede yaşayan canlıların, özellikle de su kuşlarının yaşam alanı olan, ekonomik bilimsel ve rekreasyonel anlamda önemlilik gösteren alanların kaybedilmesi durumunda tekrar kazanılmasının imkansız olmasından dolayı korunmalarını sağlamaktır (Altan ve diğ., 2004). Çünkü bu alanlar doğal görevi ve iktisadi anlamda yararıyla yerkürenin en değerli ekosistemleridirler. Hem biyolojik çeşitlilik hem de organik madde varlığı en üst seviyede olan ekosistemlerden biri olmaları nedeniyle de dünyanın doğal zenginlik müzeleri olarak kabul edilmektedirler. Hem ekolojik hem de ticari değeri yüksek, çeşitli bitki ve hayvan türünün yaşamasına olanak sağlayan bu alanlarda ender ve tehdit altındaki pek çok canlı türü bulunmaktadır. Bunların yanında insan yaşamı için ekonomik, kültürel, bilimsel ve dinlenme alanı olarak da kullanılmaktadırlar.

Sulak alanlar arasında yer alan lagünler, geniş kıyısı olan denizlerin kıyılarında, deniz ile kısmen bağlı “kıyısal gölcükler” olarak tanımlanmaktadırlar (Newton ve Mudge, 2003). Deniz dalgalarıyla taşınan materyalin sahile yakın alanlarda birikmesi sonucunda oluşurlar. Günlük hayatta dalyan olarak bilinen lagünler farklı biçimlerde görülebilirler; farklı biçimlere neden olan etkenler lagünün nehir ağzıyla bağlantısı, kıyı boyunca taşınan sedimentlerin niceliği, denizin ve dalgaların etki düzeyidir. Lagünlerin deniz ile bağlantısı tam anlamıyla sonlanmış, mevsime bağlı bağlantısını kaybetmiş ya da devamlı bağlantılı şekilde olabilir (Kocataş, 2002).

Derin olmayan suya sahip, bariyerler nedeniyle denizden kısmen ya da tam anlamıyla ayrılırlar ve çoğunlukla kıyıların arkasında yüksek olmayan topoğrafik yapıya sahip bölgelerde görülürler (Kırdağlı, 1999).

Lagünler yasal olarak tanımlanırken ise Özel Koruma Alanları ve Özel Bilimsel Fayda Alanlarını (SSSI) içeren Ayrılmış, Sızıntılı, Taban, Savak lagünler ile Lagünel koylar olmak üzere 5 ana biçime ayrılmışlardır (Bamber ve diğ., 2001).

Dünya üzerindeki kıyıların yaklaşık % 13'ünü lagünler oluşturmaktadır. Avrupa'da ise bu oran sadece % 5,3'tür (Kjerfve, 1986; Kjerfve ve Knoppers, 1991; Gilabert, 2001). Türkiye kıyılarında ise yaklaşık 37000 hektarlık alanı kapsayan farklı biçimde lagünler bulunmaktadır. Bunların büyük bir kısmı, kaynağı akarsu olan ama denize dökülmeden kıyıda derin olmayan bir gölcük oluşturan lagünlerdir (Kocataş, 2002). Sahil boyunca yaygın görülen lagün biçimi ise kıyı lagünü olarak adlandırılır (Kjerfve ve Knoppers, 1991). Kıyı lagünleri, kıyıya çoğunlukla paralel olarak uzanırlar ve bir veya birden fazla sınırlı giriş ile okyanusla veya denizle bağlantılıdır. Çok seyrek olarak birkaç metreyi aşan derinliğe sahip bu iç su kütleri, birden fazla küçük açıklıklardan kısıtlı su girişiyle deniz ya da okyanusla bağlantılıdır. Lagünün denizlerle veya okyanuslar ile birleşme yapısı, doğal yapısına, kıyı şeridinin morfolojik ve ekolojik yapısını etkilemektedir (Kırdağlı, 1999). Bu bağlantı durumlarına göre bir lagün aşırı tuzluluk gösterebileceği gibi bu oran kimi zamanda düşebilir. Hidrolojik denge değişimi lagünlerin tuzluluğu üzerinde etkili bir görev üstlenmektedir. Lagündeki bu su değişimi lagünün tatlı su göllerinden ayrılmasını sağlamaktadır. Bazı durumlarda dolaşımı kolaylaştırmak ve taşkın ile artan suları denize boşaltmak için yapay girişlerde söz konusu olabilir (Kjerfve ve Knoppers, 1991).

Deniz ile kara arasında kalan lagünler, bu iki ekosistemin ara kesiti olmakta ve her iki ekosistemden etkilenmektedirler. Deniz suları ve tatlı sular arasındaki ekolojik toplulukların geçiş alanlarıdır ve gerek bu sistemlerin özelliklerini gerekse kendine özgü sahip olduğu özellikleri gösterebilmektedirler. Akarsuların taşıyarak getirdiği besleyici tuzlar nedeniyle yüksek birincil ve ikincil üretime sahiptirler (Gilabert, 2001). Yüksek miktarda bakteri ve plankton topluluklarının, besin zincirindeki birincil üretimi arttırması ve heterotrofik bakteri etkinliklerini artırmasından dolayı önemli üretken ortamlardır (Billen ve Garnier, 1997; Cunha ve diğ., 2003; Lopes ve diğ., 2005). Başta çipura, levrek, kefal ve benzeri iktisadi açıdan da önemli sayılan balıkların beslenebilmesi yönünden oldukça verimli alanlardır. Üremek için

doğal ortamlarını arayan balıklar, lagünün başladığı noktalarda, kuzuluk diye tanımlanan alanlarda avlanırlar. Bu nedenle balık avcılığının yoğun olduğu alanlardır (Kocataş, 2002).

Türkiye kıyılarında toplam 113 lagün bulunmaktadır. Bu lagünlerin 37'si Marmara, 31'i Ege, 29'u Akdeniz, 16'sı Karadeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Marmara Bölgesi'nde yer alan Hersek Lagünü Marmara Denizi ile bağlantılı sahil lagünü biçiminde bir lagündür.

2.2 HERSEK LAGÜNÜ'NÜN KONUMU, EKOLOJİK VE EKONOMİK ÖZELLİKLERİ

Bu çalışmanın yapıldığı Hersek Lagünü'nün bağlantılı olduğu Marmara Denizi, Türkiye'ye ait küçük boyutlarda bir iç denizdir. 11500 m² yüzey alanına ve 1390 m maksimum derinliğe sahiptir. Marmara Denizi'nde ki kaynakların kullanımı, çevrenin korunması ve ekonomik, sosyal etkenler dikkate alınır, ülkemiz için özel ve tartışılmaz bir öneme sahip olduğu görülmektedir. Bu denizimizin sahip olduğu önem ile orantılı olarak ortaklaşa bir sorumluluğu da beraberinde gerektirmektedir. Marmara Denizi'nin Avrupa ve Asya kıtaları arasında yer alması sonucunda sahip olduğu ekonomik ve sosyal önemine ek olarak, Akdeniz ve Karadeniz arasında sağladığı deniz iletişimi ve bağlantısı da bölgenin oşinografik yapısı ve değişkenliğinde önemli görevler üstlenmektedir. Çanakkale ve İstanbul Boğazları ile Marmara Denizi'nin birlikte oluşturdukları sistem, 'Türk Boğazlar Sistemi' (TBS) olarak adlandırılmaktadır (Özsoy ve diğ., 2000). Marmara denizi iki katmanlı su sisteminden oluşmaktadır. Karadeniz kaynaklı yüzey suyu katmanı % 17,6, Akdeniz kaynaklı alt su katmanı ise yaklaşık % 38,5'luk tuzluluk oranındadır. Alt su katmanı ve yüzey su katmanının arasında yoğunluk farkı nedeniyle ortalama 25 metre derinlikte bir tuzluluk ara katmanı (haloklin) görülmektedir (Beşiktepe ve diğ., 2000). Marmara Denizi'ne kıyısında olan illerin, kentleşme ve sanayileşme ile birlikte oldukça gelişmiş olmaları, evsel ve çevresel gibi birçok atığın bu denize dökülmesine neden olmaktadır. Bununla birlikte denizcilik etkinlikleri ile deniz ulaşımının yoğun olması bir başka önemli kirlilik nedenidir. (Kut ve diğ., 2000; Topçuoğlu ve diğ., 2004). Tüm bu kirleticilerin dışında yıllık 36432 tonluk balıkçılık etkinliklerinin bu bölgede gerçekleştirilmesi, Marmara Denizi'nin biyolojik ve ekolojik dengesinin bozulmasına neden olmaktadır (TÜİK, 2012).

Bu denizin toplam uzunluğun 358612 metresini lagünler oluşturmaktadır ve kıyılarında lagünlerin kapladığı toplam alan ise 11088,3 hektar alandır. Marmara Denizi'nde Hersek

Lagünü dışında, Arapçiftliği Lagünü, Balık Lagünü, Büyükçekmece ve Küçükçekmece Lagünleri, Çoraklık Azmak Lagünü, Dalyan Lagünü, Kuvalak Lagünü, Taşallı Lagünü, Tuzla Lagünleri, Deniz Lagünü, Diremli Lagünü, Durugöl Lagünü, Gönen Lagünü, Hamam Lagünü, Hersek Lagünü, Yapay Güney Lagünü, Kanlı Lagünü, Kara Lagün, Kiremitçi Lagünü, Köremin Lagünü, Kumluk Lagünü, Menderes Lagünü, Mert Lagünü, Poyraz Lagünü, Dalyan Lagünü, Saka Lagünü, Tatlı Lagünü, Tencere Lagünü, Çatal Azmak Lagünü, Tuz Lagünü, Tuzla (Gala) Lagünü, Tuzla (Susuz) Lagünü, Uluçukar Lagünü, Işık Lagünü, Yamalar Lagünü, Durusu (Terkos) Lagünü, Karaboğaz Lagünleri bulunmaktadır. Bu lagünler içinde en büyük lagün ise 4168,4 hektar alan, 112805,9 metre uzunluğa sahip, İstanbul'un kuzeybatısında yer alan kente yaklaşık 40-45 km uzaklıkta olan Durusu (Terkos) Lagünü' dür.

Bu çalışmanın yapıldığı Hersek Lagünü ise, Yalova ilinin Altınova ilçesi sınırları içerisinde kalmaktadır. Yalova'ya 27 km uzaklıktadır. İstanbul-İzmir Otoyolu'nun Marmara köprü geçişi, lagünün hemen batısından geçmektedir. Yüzey alanı yaklaşık olarak 152 hektardır. Lagünü doğal şekliyle besleyen tek akarsu Yalakdere'dir. Yalakdere'nin daha önceki dönemlerde kuzey ve kuzeydoğuya doğru olan ağız kesimi tektonik etkenlerle batıya yönelmiştir (Uzun, 2014). Bu nedenle Hersek Lagünü' nü besleyen Yalakdere'nin lagünle ilişkisi kalmamıştır.

Günümüzde lagünün beslenimi fırtınanın çok olduğu zamanlarda kıyı şeridinden lagüne dolan sular ile lagünün kendisinin aldığı yağışlar ile lagünün güneyindeki bölgenin drenaj suları ve yüzey akışları ile gerçekleşmektedir. Yağışın yoğun olduğu dönemlerde yüzeysel akış girdisi olmakla beraber lagünün en önemli su girdisini Marmara Denizi'nin tuzlu suları ile sağlanmaktadır. Yaz aylarındaki buharlaşma nedeniyle lagün sularının tuzluluğu % 34'e ulaşan tuzluluk oranı ile Marmara Denizi tuzluluk oranını (% 22-24) aşmaktadır.

Hersek Lagünü oldukça küçük bir alan olmasına karşın, barındırdığı yabani hayat ve rekreatif etkinlikler için sunduğu olanaklar bakımından oldukça önemli bir sulak alan ekosistemidir. Lagün, uluslararası ölçütler ışığında önemli kuş alanlarına ve uluslararası öneme sahip sulak alan özelliği göstermektedir.

Hersek Lagünü sıcak mevsimlerde soyunu devam ettirme amacı ile göç eden canlılar için oldukça uygun bir bölgedir. Bölgede çokça deniz ile lagün arasında kalan kıyı boyunca topluluklar şeklinde üreyen kuş türleri görülmektedir. Bu türler; Kara Gagalı Sumru, Sumru, Akdeniz Martısı, Poyrazkuşu, Küçük Halkalı Cılıbıt ile Gümüş Martıdır. Sıcak mevsimlerde

Lagün etrafında yerli ve göçmen kuşlar da çoğalma ve barınma ihtiyaçlarını giderirler. Hersek Lagünü’nde soğuk havalarda Flamingo ve Pufla ördeği miktarıyla önemli bir bölge kabul edilir. Bölgede gerçekleştirilen kış mevsimi kuş sayımlarıyla 206 tür gözlemlenmiştir. Bu tür sayısı, bölgenin büyük olmamasına karşın Hersek Lagünü’nü ülkemizdeki sulak alanlar arasında önemli bir yere taşımaktadır. Yukarıda fiziksel ve hidrobiyolojik özelliklerinden söz ettiğimiz Hersek lagünü makrobentik omurgasızların incelenmesi açısından oldukça verimli bir alandır.

Bir su kaynağının herhangi bir fiziksel veya kimyasal etkenden etkilenerek bozulması su kirliliği olarak kabul edilmektedir. Evsel, hayvansal, bitkisel ve endüstriyel atıkların suya karışması ve buna bağlı olarak sudaki oksijenin azalması, bu atıkların neden olabileceği hastalık belirtileri taşınması, alg ve su içi bitkilerin aşırı büyümesi ve habitatta baskın hale gelmeleri, organik kimyasalların (deterjan, pestisit gibi) suya karışması, mineraller, inorganik kimyasallar, fabrika atıkları, petrol işletme ve tarım aktivitelerinden habitatın etkilenmesi gibi belirtiler su kirliliğinin başlıca nedenleri arasında sayılmaktadır (Ellenberg ve diğ., 1991).

Hersek Lagünü de bu belirtilen su kirliliğine neden olan fiziksel ve kimyasal etkenlerden etkilendiği görülmektedir. Bu Lagüne 27 kilometre uzaklıkta olan Yalova ilinde toplam 6 organize sanayi bölgesi 38 fabrika bulunmaktadır. Sanayileşmenin yoğun olduğu Dilovası ilçesinde, limandan sızan yakıtlar 2017 yılında rüzgarların etkisiyle Hersek Lagünü kıyılarına kadar ulaşmış ve bu durum lagünde yaşamını sürdüren birçok kuş türünün ölümüne neden olmuştur. Lagünün bulunduğu İzmit Körfezi kıyılarının kuzeyi ve doğu havzasında sanayi tesisleri bulunmaktadır. Körfezin güney-güneybatı kıyılarında ise tarım alanları bulunmaktadır. Çalışma alanında en büyük ekonomik etkinlik olan sanayi etkinlikleri, daha çok petrol, petrokimya, kimya, otomotiv, metal eşya, lastik, çimento, boya, makine, gemi, inşaat gibi alanlarında etkinlik göstermektedir. İzmit Körfezi kıyılarında ticaret ve turizm gibi ekonomik etkinlikler de gerçekleşmektedir. Hersek Lagünü çevresi birçok kara, deniz, demir ve hava yolunu bulunduran önemli bir ulaşım bölgesidir. Sanayileşme açısından önemli bir konuma sahip bölgede bulunan lagün, bu durumdan doğrudan etkilenmiş, yukarıda söz edilen fiziksel ve kimyasal olarak adlandırılan kirlilik belirtilerinin etkisi altında kalmıştır.

Biyotik ve abiyotik değişiklikleri hızlı bir şekilde yanıtlayan lagünlerde görülen olumsuz değişimler, ekosistemlerin zarar görmesi, fiziksel habitatların bozulması ve su kalitesinin azalması, türlerin dağılımlarının farklılık göstermesi ya da türlerin yok olması ile biyolojik çeşitliliğin azalması olarak sıralanabilir (Loureiro ve diğ., 2006). Bu olumsuz değişimlere

neden olan etkenlerden bazıları ise; plansız kentleşme, sanayi etkinlikleri, tarım etkinlikleri ile su kaynaklarının doğal yapısını değiştiren uygulamalardır. Bununla birlikte toksinler, organik kökenli azot ve fosfor bileşikleri, ağır metaller gibi kimyasal kirleticilerin derişimlerinin periyodik artışı özellikle gelişmiş ülkelerde büyük sorunları da beraberinde getirmektedir. Hersek Lagünü'nde söz edilen bu olumsuz etkilerin pek çoğu gözlenmektedir.

2.3 BİYOLOJİK İZLEME ÇALIŞMALARINDA MAKROOMURGASIZLARIN YERİ VE ÖNEMİ

Ekosistemin koşullarını tespit etmek amacı ile farklı canlıların biyolojik veriler olarak kullanıldığı çalışmalar biyolojik izleme çalışmalarıdır (Kazancı ve diğ., 1997). Bu çalışmalarda fiziksel ve kimyasal yöntemlerin biyolojik yöntemler ile beraber ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Fiziksel ve kimyasal değişkenler çalışmaların yapıldığı dönem içindeki durumu yansıtırken biyolojik veriler habitatın kalitesi ve kararlılığı hakkında uzun süreli sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır (Kazancı ve diğ., 1997). Böylece biyolojik açıdan kaynaklanan sorunları tespit etmede birleştirici bir yoldur. Bu yöntemde, çalışılan alanın biyo-indikatörleri tespit edilmelidir. Biyo-indikatör, çevresel değişikliğe karşı yaşamsal işlevlerini değiştirerek veya toksinleri vücudunda biriktirerek cevap veren canlılardır (Ellenberg ve diğ., 1991). Bu organizmalar, ekosistemin fiziksel ve kimyasal değişkenlerinde oluşan değişimlere karşı oldukça duyarlılardır ve bu durumda bu canlıların varlığı ve komünite yapıları habitatın kalitesini yansıtmaktadırlar. Biyolojik yöntemlerde en çok kullanılan canlılar ise makrobentik omurgasızlardır. Bu canlılar biyolojik çeşitlilik ve su kalitesi çalışmalarında habitatın önceki durumu ile güncel durumunu kıyaslamak ve gözlemlemek için sık başvurulmuş verileri en kullanışlı olarak sağlayan canlılardır.

Bentik omurgasızlar, insan kaynaklı ve doğal baskıya karşı çok çabuk yanıt vermeleri nedeniyle deniz ekosisteminin izlenmesinde biyo-indikatör olarak kullanılan canlı grupları içinde ilk sırada yer almaktadırlar. Genellikle sesil ya da sedanter olmalarından dolayı, popülasyonlarındaki değişiklikler, göçten ya da hareketten değil, doğrudan doğruya ortam baskısı nedeni ile ortaya çıkmaktadır. Bu nedenlerle bentik omurgasız türlerinin incelenmesi, gerek doğal gerek kirletici kaynaklı olarak, çevresel baskının boyutlarının belirlenmesinde önemli ipuçlarının elde edilmesini sağlamaktadır (Pearson ve Rosenberg, 1978; Pocklington ve Wells, 1992; Dauer, 1993; Pancucci-Papadopoulou ve diğ., 1999; Çağlar 2008). Ayrıca söz konusu canlılar, makrofit ve alglerle kıyasla daha uzun bir yaşama sahip olmaları, balıklar ile

kıyaslandığında çevresel değişimlerden daha hızlı etkilenmeleri, toplanmalarının zor ve pahalı olmaması, cins ve familya düzeyinde belirlenmesinin yeterli olması gibi nedenler ile bu araştırmalarda çok fazla kullanılmaktadır. (Bonada ve diğ., 2000).

Avrupa Birliği'nin çıkardığı en kapsamlı su yönetmeliği olan Su Çerçeve Direktifi (Water Framework Directive) Avrupa Birliği üye ülkeleri ve aday ülkelerde suyun sürdürülebilir kullanımının sağlanması için belirli hedefler ortaya koymaktadır. Temel hedef, tüm su kütlelerinin 2015 yılına kadar en azından "iyi kalite su" seviyesine getirilmesidir (Anonim 2000). Yakın bir gelecekte Avrupa Birliği'ne girmeyi hedefleyen ülkemizin bu hedefe ulaşabilmesi için de birlik yönetmeliklerinin uyumlulaştırılması ve uygulanması gerekmektedir. Bu nedenle Avrupa Birliği uyum sürecinde Su Çerçeve Direktifi hedeflerine uygun biyoçeşitlilik çalışmalarının sayısının artması önem taşımaktadır. Ayrıca Su Çerçeve Direktifinde (WFD, 2000), makrobentik omurgasız canlılar, plankton, algler, makrofit ve balıklar su kalitesinin belirlenebilmesi için önemli indikatörler olarak değerlendirilmiştir. Adı geçen canlı gruplarından makrobentik omurgasızların yeri önemlidir (Dalkılıç ve Harmancıoğlu, 2008).

2.4 LAGÜNLERİMİZDE DAHA ÖNCEDEN YAPILAN BENTİK OMURGASIZ CANLI ÇALIŞMALARI

Dünyada lagünler konusundaki çalışmaların başlangıcı yakın zamanlıdır. Geldiay ve diğ. (1977) tarafından yapılan çalışmada, Bafa Gölü'nde bulunan Malacostraca türleri belirlenmiştir. Ravagnan (1980) tarafından yapılan çalışmada İtalya'daki lagünlerin düzeltilmesi ve modernizasyonu üzerinde yapmış olduğu bu çalışmada, lagünlerin ülke ekonomisine olan katkılarından söz etmiştir. Akdeniz'deki lagün sayısının fazla olması nedeniyle buradaki lagünleri verimliliklerine göre 3 zona ayırarak Akdeniz'de yer alan ve 2 nolu zon içerisinde yer alan Homa ve Güllük lagünlerinden de çalışmasında söz etmiştir (Atılgan ve diğ., 2001). Önen (1990), Ege Bölgesi'ndeki Homa Lagünü'nde makrobentik canlıların dağılımı araştırmıştır. Araştırmacı aynı bölgede daha sonraki yıllarda fizikokimyasal parametreler ve makrobentik faunanın mevsimsel ve yıllara göre farklılık göstermeleri aynı bölgede incelemiş ve fizikokimyasal değişkenleri ve yumuşak zeminde tespit edilen makrobentik faunanın ilişkilerinin araştırılması konusunda çalışmalar yapmıştır (Önen, 1990; 1991; Önen ve Yaramaz 1992).

Ülkemizde lagünlere ait yapılmış en kapsamlı çalışma 1995-1997 yılları arasında Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı ve Dünya Bankası iş birliği ile gerçekleştirilen “Türkiye Kıyılarındaki Lagünlerin Yönetimi ve Geliştirme Stratejileri Islah Projesi”dir. Bu çalışma sırasında ülkemizde bulunan lagünlerin çoğunluğu yanlış yönetim, siltasyon, kurutulma, atıkların boşaltılması gibi nedenlerle lagün özelliğini kaybetmiş ve verimliliklerinin azalmış olduğu saptanırken, 113 lagünden 15 tanesi düzeltilebilir bulunmuştur.

Ustaoğlu ve diğ. (1998), Bafa Gölü’nün Malacostraca faunası hakkında yapılan araştırmada 9 türün varlığından söz etmektedir. Egemen ve diğ. (1999) Güllük Lagünü Ekosistemi hakkında çalışmaları bulunmaktadır. TÜDAV (2000) tarafından gerçekleştirilen Ölüdeniz-Fethiye Koruma Eylem Planı Sonuç Raporu’nda lagün ve etrafındaki çevresel sorunlar, çözüm görüşleri, lagün içi ve çevresinin denizel biyo-çeşitlilik haritası ve tür listesi verilmektedir. Sarı ve diğ. (2001), Bafa Gölü’nün makro ve meiobentik omurgasız faunası ile ilgili yaptıkları araştırmada gölde 10 tane Malacostraca türünün varlığı tespit edilmiştir. Akbulut ve diğ. (2002), Sinop Sarıkum Gölü ve kaynak sularında bulunan makroomurgasızları inceledikleri çalışmada, bölgede 4 tane Malacostraca türünün yaşam sürdüğünü tespit edilmişlerdir. Balık ve diğ. (2004), Gediz Nehri ve Deltası’nda gerçekleştirdikleri araştırmada ise Gediz Deltası’nda 3 lagünden oligoket türleri rapor edilmiştir. Öztürk ve diğ. (2005)’te Ölüdeniz Lagünü denizel biyo-çeşitliliğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada lagünde yaşayan makrobentik ve pelajik yaşayan canlıların tür listelerini vermişlerdir. Balık ve diğ. (2006) Küçük Menderes Nehri’nin aşağı havzasındaki kirliliğin makroomurgasızlar ile tespit etme yöntemi ile yapılan araştırmada, bu bölgeden dört tane Malacostraca türü olduğu tespit edilmiştir. Yıldız ve diğ. (2007) Karadeniz lagünlerinden beş tane, Marmara Denizi lagünlerinden bir tane, Ege Denizi lagünlerinden iki tane, Akdeniz lagünlerinden iki tane ile birlikte toplamda 10 tane lagünden oligochaeta örneklerini incelemişlerdir. Yardım ve diğ. (2008) Sarıkum Gölü (Sinop) makrobentik omurgasız faunasını incelemişlerdir. Akbulut ve diğ. (2009) Sinop ve Samsun Malacostraca faunasını detaylı olarak araştırdıkları çalışmada, Sinop ve Samsun’da var olan acı su kaynaklarından da örnekler alınmış ve araştırmada 24 tür raporlanmıştır. Özbek ve diğ. (2016) Karina Lagünü malacostraca faunasını incelemişlerdir.

Lagünler hakkında Tarım Orman Köyişleri Bakanlığının Dalyanların düzenlenmesine ait ön etüd projeleri (TOKB, 1984, 1984a, 1984b, 1984c, 1984d, 1984e, 1985, 1989) de bulunmaktadır.

Yapılan çalışmalara bakıldığında, Türkiye'nin sulak alanları ve acı sularında bulunan makrobentik omurgasız türlerinin araştırılma sayısı çok değildir. Hersek Lagünü'nde ise daha önceden yapılan detaylı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu alışma ile Türkiye'nin önemli sulak alanı olarak değerlendirilen Hersek Lagünü'nde dağılım gösteren makrobentik omurgasız türleri tespit edilip raporlanarak Türkiye'nin biyo-çeşitliliğine ilişkin bilgilere katkıda bulunulması amaçlanmıştır.



3. MALZEME VE YÖNTEM

Çalışmaya ait örnekleme Temmuz 2017 yılında Hersek Lagünü'nde belirlenen çeşitli istasyonlarda gerçekleştirilmiştir. Çalışılan istasyonlar Şekil 3.1'de gösterilmiş, istasyonlara ait koordinat değerleri ise Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Hersek Lagünü örnek toplanan istasyonların koordinatları.

İSTASYONLAR	KOORDİNATLAR	
İST-1	40° 42' 53.1" K	29° 30' 46.5" D
İST-2	40° 43' 09.5" K	29° 30' 31.9" D
İST-3	40° 43' 14.5" K	29° 30' 22.4" D
İST-4	40° 42' 58.9" K	29° 31' 34.5" D
İST-5	40° 43' 13.3" K	29° 31' 12.6" D
İST-6	40° 43' 21.2" K	29° 30' 55.1" D



Şekil 3.1: Hersek Lagünü'nde örnek alınan istasyonlar.

3.1 BENTİK CANLILARIN ÖRNEKLENMESİ

Bentik canlıların örneklenmesi kuadrat ile yapılmıştır. Her istasyonda üçer örnekleme gerçekleştirilmiştir. 20x25 santimlik ağırlı kuadrat yardımıyla alınan örnekler 0,5 mm göz açıklığı bulunan elekten elenerek, lagün suyu ile hazırlanan %4 lük formaldehit karışımında bekletilmiştir. Daha sonra örnekler ayıklanarak taksonomik gruplar halinde %70'lik alkolde korunmuştur. Elde edilen örnekler Olympus SZ61 marka stereo mikroskop altında incelenerek türler ve türlere ait birey sayıları belirlenmiştir. Tür isimleri MarBEF Data System ERMS (2019) ve Word register of marine species WORMS (2019)' e göre düzenlenmiştir.

3.2 SU VE SEDİMENT ÖRNEKLERİNİN TOPLANMASI VE ANALİZ YÖNTEMLERİ

Örnekleme yapılan istasyonlarda lagün suyunun fizikokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla nansen şişesi yardımıyla su örnekleri alınmıştır. Lagün suyuna ait sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen ve pH değerleri YSI marka multiparametre cihazı ile ölçülmüştür.

Sedimentin üst tabakasından plastik kürek yardımı ile alınan örnekler poşetlenerek soğutucu kaplarda laboratuvara getirilmiştir. Örneklerin analiz aşamasına kadar -20 °C sıcaklıkta derin dondurucuda saklanmıştır.

3.2.1 Toplam Organik Karbon Analiz Yöntemi

Hersek Lagünü yüzey sediment örneklerinin toplam organik karbon miktarı Walkey-Blake yöntemiyle belirlenmiştir (Gaudette ve diğ., 1974; Lorning ve Rantala, 1992). Örnekler 105°C sıcaklıkta kurutulup, Retsch RM200 marka havanlı öğütme makinasında ince kum haline gelene kadar yaklaşık 3 dakika boyunca öğütülmüştür. Analiz için hazır hale gelen örnekler hassas terazi yardımı ile 0,5 gram tartılıp, 500 ml'lik erlenmayerlerin içine konulmuştur. İlk önce 10 ml potasyumdikromat ($K_2Cr_2O_7$), ardından 20 ml sülfirik asit (H_2SO_4) eklenerek 30 dakika boyunca tepkimenin gerçekleşmesi beklenmiştir. Örnekler distile su yardımı ile 200 ml'ye seyreltilmiş ve 10 ml fosforik asit (H_3PO_4) eklenmiştir. Örneklerle sırasıyla 0,2 gr sodyum florid (NaF) ve 1 ml Di fenil amin eklenerek amonyum demir sülfat çözeltisi ile çözelti yeşil renk olana kadar titre edilmiştir. Aynı işlemler sediment örneklerinin yanı sıra glikoza ve kör çözeltiye uygulanmış ve sabitler belirlenmiştir.

Sediment örneklerinin içinde bulan toplam organik karbon içeri aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\%TOC = (3,951 \div g) \times (1 - T \div S) \quad (\text{Denklem 3.1})$$

TOC: Toplam organik karbon.

g: Kurutulmuş örneğin ağırlığı.

S: Demir amonyum çözeltisi blank.

T: Demir amonyum çözeltisi örnek.

3.2.2 Çamur Yüzdesinin Belirlenmesi

Örnekleme yapılan istasyonlardan alınan sediment örneklerinde çamur yüzdesinin belirlenmesinde Gahouse (1971) ve Mc Manus (1991) yöntemleri kullanılmıştır.

Sedimentte bulunan çözünabilir tuzların kil boyundaki tanelerin bir araya gelip çökmesine neden olması, çalışma sonucunda elde edilecek sonuçları olumsuz etkileyeceği için, öncelikle örnekler tuzlardan arındırılmak için saf suda bir süre bekletilip, sifonlama ile birkaç kez yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra ıslak örnekler 100 °C sıcaklıkta etüvde kuruyana kadar bekletilmiştir. Kurutulma işleminden sonra hazır hale gelen örnekler hassas terazide tartılarak not alınmıştır. Kuru örnekler tekrar saf su ilave edilip %10'luk kireç önleyici eklenip 1 gün bekletilmiştir. Kireç önleyici içeren suda bekleyen örnekler 0,063 mm'lik eleğe alınarak musluk altında yıkanıp kaba (kum boyutu) ve ince (çamur boyutu) tane kumların birbirinden ayrılması sağlanmıştır. Yıkama işlemi tamamlandıktan sonra elekte kalan kaba taneli kumlar kaba alınarak 100 °C sıcaklıkta etüvde kuruyana kadar bekletilmiştir. Kurutulan örnekler tartılarak tekrar not edilmiştir. İlk yapılan tartım işlemi ile son yapılan tartım işlemi arasındaki fark bulunup örneklerin içeriğindeki çamur miktarı yüzde cinsinden hesaplanmıştır.

3.3 BİYOLOJİK BULGULARIN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ

Türleri belirlenen makrobentik omurgasız canlılara ait veriler çeşitli sayısal yöntemlerle değerlendirilmiştir.

3.3.1 Sıklık (Frekans) analizi

Türlerinin çalışma bölgesindeki sıklıklarını belirlemek için Soyer (1970) Frekans indeksi (F_s) kullanılmıştır. Frekans indeksi değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$F_s = NA \div N \times 100 \text{ şeklindedir.} \quad (\text{Denklem 3.2})$$

F_s : Frekans

NA : A türünü içeren örnekleme sayısı

N : Tüm örnekleme sayısı

Hesaplanan F_s değerleri'ne göre sonuçlar, 'Devamlı' ($F_s \geq \% 50$), 'Yaygın' ($\% 50 > F_s \geq \% 25$) ve 'Nadir' ($F_s < \% 25$) olmak üzere üç grupta incelenmiştir.

3.3.2 Baskınlık İndeksi

Baskınlık bir türün birey sayısı ile tüm türlerin toplam birey sayısının oranının yüzde ifadesidir (Bellan-Santini, 1969)

Baskınlık analizi;

$$B_i = N_t / N_n \times 100 \text{ şeklindedir.} \quad (\text{Denklem 3.3})$$

B_i : Baskınlık İndeksi

N_t : T türüne ait birey sayısı

N_n : Tüm türlere ait birey sayısı

3.3.3 Simpson Dominantlik İndeksi

Simpson dominantlik indeksi değeri çalışma alanında tür çeşitliliği ve baskınlığı hakkında yorum yapabilmeyi sağlamaktadır.

$$\lambda = \sum ni(ni - 1) / N(N - 1) \quad (\text{Denklem 3.4})$$

λ = Simpson Dominantlik İndeksi

n_i = Bir türe ait birey sayısı

N = bir bölgedeki türlerin birey sayıları toplamı

3.3.4 Margalef Tür Çeşitliliği İndeksi

Margalef tür çeşitliliği indeksi çoğunlukla tür sayısına bağlı olarak değişim gösterdiğinden ve net bir sınır değeri olmamasından dolayı bağıl kıyaslamalar yapılmasını sağlamakta ve genellikle tür zenginliği indeksi şeklinde ifade edilmektedir. Genellikle Margalef değeri $<2,5$ (zayıf-kötü), $2,5-4$ (orta) ve >4 (iyi) olarak sınıflandırılabilir. Margalef Tür Çeşitliliği İndeksi aşağıdaki formül yardımıyla bulunmuştur.

$$D = S - 1 / \log N \quad (\text{Denklem 3.5})$$

D: Margalef Tür Çeşitliliği İndeksi

S: Tür sayısı

N: Birey sayısı

3.3.5 Pielou Düzenlilik İndeksi

Pielou düzenlilik indeksi, çalışma alanında görülen türler arasında birey sayılarının dağılımının homojenliğini ve düzenliliğini ifade etmektedir. Aşağıdaki verilen formül yardımı ile hesaplanmıştır.

$$J' = H' / H_{\max} \quad (\text{Denklem 3.6})$$

J' : Pielou Düzenlilik İndeksi

H' : İstasyonda hesaplanan Şanon-Weaver Çeşitlilik indeksi değeri

$H_{\max}$: En yüksek hesaplanabilecek Şanon-weaver değeri

3.3.6 Shannon-Weaver Çeşitlilik İndeksi

Bir komünitede bulunan tür sayısı o bölgenin kalitesini yansıtan tür çeşitliliği olarak tanımlanır. Zaman, iklimsel denge, rekabet, insan etkisi gibi nedenler tür çeşitliliğini belirlemektedir (Krebs, 1989). Çeşitlilik analizleri farklı türlerin değişkenliğini ifade eder. Bu çalışmada, en

fazla tercih edilen çeşitlilik indeksi olan Shannon indeksinden yararlanılmıştır. Bu çeşitlilik indeksi sayesinde örnekleme noktalarında tespit edilen makrobentik omurgasız topluluklar arasındaki farklılıklar ortaya koyulmuştur.

Shannon indeksi formülü 1949 yılında Shannon tarafından yayınlanmış ve biyolojik sisteme uygulanan bir indekstir. Bu indeks değerleri 0-5 arasındadır ve nadir durumlarda 5 değerini geçebilir. Üçün üstündeki değerler habitat ve komünitede dengeyi gösterir (Kocataş, 1992).

$$H' = -\sum_{i=1}^K P_i \log_2 P_i \quad P_i = f_i \div n \quad (\text{Denklem 3.7})$$

k: tür sayısı

f_i: i türünün birey sayısı

n: toplam birey sayısıdır

Belirlenen istasyonlardaki makro bentik omurgasız tür sayılarına ve Bray–Curtis benzerlik indeksine göre PRIMER programı kullanılarak bölgesel dağılım modelini çözümlmek amacıyla çok boyutlu ölçekleme (MDS) analizi uygulanmıştır. Her türün istasyonlardaki habitat benzerlikleri ve farklılıklarına katkıları SIMPER analiz kullanılarak hesaplanmıştır (Clarke ve Warwick 1994).

4. BULGULAR

Marmara Denizi'nin doğusunda yer alan Hersek Lagünü'nde yaşayan makro bentik omurgasız faunasını ve bazı ekolojik özelliklerini belirlemek amacı ile yapılan bu çalışmada 26 familyaya ait 34 tür saptanmıştır. Litaratür bilgisine göre 2 türün Marmara Denizi için yeni kayıt olduğu 4 türün ise yabancı türler oldukları belirlenmiştir.

4.1 HERSEK LAGÜNÜ'NDE BELİRLENEN TÜRLERİN SİSTEMATİĞİ

Phylum: ANNELIDA

Classis: CLITELLATA

Subclassis: OLIGOCHAETA Grube, 1850

Oligochaeta sp.

Classis: POLYCHAETA Grube, 1850

Subclassis: ERRANTIA Audouin & H. Milne Edwards, 1832

Ordo: PHYLLODOCIDA Dales, 1962

Subordo: APHRODITIFORMIA Levinsen, 1883

Familia: POLYNOIDAE Kinberg, 1856

Genus: *Harmothoe* Kinberg, 1856

Harmothoe antilopes McIntosh, 1876

Subordo: GLYCERIFORMIA

Familia: GLYCERIDAE Grube, 1850

Genus: *Glycera* Lamarck, 1818

Glycera fallax Quatrefages, 1850

Glycera tridactyla Schmarda, 1861

Subordo: NEREIDIFORMIA

Familia: NEREIDIDAE Blainville, 1818

Genus: *Hediste* Malmgren, 1867

Hediste diversicolor (O.F. Müller, 1776)

Subordo: PHYLLODOCIFORMIA Levinsen, 1883

Familia: PHYLLODOCIDAE Örsted, 1843

Genus: *Nereiphylla* Blainville, 1828

Nereiphylla rubiginosa (de Saint-Joseph, 1888)

Subclassis: SEDENTARIA Lamarck, 1818

Familia: CAPITELLIDAE Grube, 1862

Genus: *Capitella* Blainville, 1828

Capitella capitata (Fabricius, 1780)

Capitella telata Blake, Grassle, Eckelbarger, 2009

Capitella sp.

Ordo: SABELLIDA

Familia: SERPULIDAE Rafinesque, 1815

Genus: *Hydroides* Gunnerus, 1768

Hydroides dianthus (Verrill, 1873)

Ordo: SPIONIDA Rouse & Fauchald, 1997

Subordo: SPIONIFORMIA

Familia: SPIONIDAE Grube, 1850

Genus: *Polydora* Bosc, 1802

Polydora cornuta Bosc, 1802

Phylum: ARTHROPODA von Siebold, 1848

Subphylum: CRUSTACEA Brünnich, 1772

Classis: MALACOSTRACA Latreille, 1802

Subclassis: EUMALACOSTRACA

Superordo: PERACARIDA Camlan, 1904

Ordo: AMPHIPODA Latreille, 1816

Subordo: GAMMARIDEA Latreille, 1802

Familia: AMPITHOIDAE Boeck, 1871

Genus: *Ampithoe* Leach, 1814

Ampithoe ramondi (Audouin, 1826)

Familia: AORIDAE Stebbing, 1899

Genus: *Microdeutopus* Costa, 1853

Microdeutopus gryllotalpa Costa, 1853

Familia: COROPHIIDAE Leach, 1814

Genus: *Monocorophium* Bousfield & Hoover, 1997

Monocorophium insidiosum (Crawford, 1937)

Familia: GAMMARIDAE Leach, 1814

Genus: *Gammarus* Fabricius, 1775

Gammarus aequicauda (Martynov, 1931)

Gammarus crinicornis Stock, 1966

Gammarus insensibilis Stock, 1966

***Gammarus* sp.**

Familia: HYALIDAE Bulycheva, 1957

Genus: ***Hyale*** Rathke, 1837

Hyale schmidtii (Heller, 1866)

Familia: TALITRIDAE Refinesque, 1815

Genus: ***Cryptorchestia*** Lowry & Fanini, 2013

Cryptorchestia cavimana (Heller, 1865)

Ordo: ISOPODA Latreille, 1817

Subordo: VALVIFERA G. O. Sars, 1883

Familia: IDOTEIDAE Samouelle, 1819

Genus: ***Idotea*** Fabricius, 1798

Idotea balthica (Pallas, 1772)

Subordo: SPHAEROMATIDEA Wägele, 1989

Familia: SPHAEROMATIDAE Latreille, 1825

Genus: ***Lekanesphaera*** Verhoeff, 1943

Lekanesphaera monodi (Arcangeli, 1934)

Genus: ***Sphaeroma*** Bosc, 1801

Sphaeroma serratum (Fabricius, 1787)

Phylum: CNIDARIA

Classis: ANTHAZOA

Subclassis: HEXACORALLIA

Ordo: ACTINIARIA

Familia: ACTINIDAE (Rafinesque, 1815)

***Actinia* sp.**

Phylum: MOLLUSCA

Classis: BIVALVIA Linnaeus, 1758

Subclassis: HETERODONTA Neumayr, 1884

Ordo: CARDIIDA Ferussac, 1822

Familia: CARDIIDAE Lamarck, 1809

Genus: ***Cerastoderma*** Poli, 1795

Cerastoderma glaucum (Bruguère, 1789)

Familia: SEMELIDAE Stoliczka, 1870 (1825)

Genus: ***Abra*** Lamarck, 1818

Abra alba (W. Wood, 1802)

Ordo: VENERIDA Gray, 1854

Familia: VENERIDAE Rafinesque, 1815

Genus: ***Ruditapes*** Chiamanti, 1900

Ruditapes philippinarum (Adams & Reeve, 1850)

Subclassis: PTERIOMORPHIA Beurlen, 1944

Ordo: MYTILIDA Férussac, 1822

Familia: MYTILIDAE Rafinesque, 1815

Genus: *Gibbomodiola* Sacco, 1898

Gibbomodiola adriatica (Lamarck, 1819)

Genus: *Mytilus* Linnaeus, 1758

Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819

Classis: GASTROPODA Cuvier, 1795

Subclassis: CAENOGASTROPODA Cox, 1960

Ordo: CAENOGASTROPODA(?)

Familia: CERITHIIDAE J. Fleming, 1822

Genus: *Bittium* Gray, 1847

Bittium (Bittium) reticulatum (da Costa, 1778)

Ordo: LITTORINIMORPHA Golikov & Starobogatov, 1975

Familia: HYDROBIIDAE Stimpson, 1865

Genus: *Ecrobia* Stimpson, 1865

Ecrobia ventrosa (Montagu, 1803)

Ordo: NEOGASTROPODA (Wenz, 1938)

Familia: NASSARIIDAE Iredale, 1916 (1835)

Genus: *Tritia* Risso, 1826

Tritia neritea (Linnaeus, 1758)

Subclassis: HETEROBRANCHIA Burmeister, 1837

Superordo: PYLOPULMONATA

Familia: PYRAMIDELLIDAE Gray, 1840

Genus: *Parthenina* Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1883

Parthenina terebellum (Philippi, 1844)

Phylum: SIPUNCULA

Classis: SIPUNCULIDEA

Ordo: GOLFINGIIDA

Familia: GOLFINGIIDAE Stephen & Edmonds, 1972

Genus: *Nephosoma* Pergament, 1946

Nephosoma sp.

4.2 HERSEK LAGÜNÜNDE SAPTANAN TÜRLERİN BULUNDUĞU İSTASYONLAR, SAYILARI VE İSTATİSTİK VERİLERİ

Hersek Lagünü'nde belirlenen türlerinin elde edildikleri istasyonlar, türlerin frekans (Fs) ve baskınlık indeksi (Bi) değerleri Tablo 4.1' de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Hersek Lagünü'nde bulunan türler ve Frekans (Fs) ve Baskınlık (Bi) indeksi değerleri.

	İST-1	İST-2	İST-3	İST-4	İST-5	İST- 6	Fs(%)	Bi(%)
Filum: Annelida								
Clasis: Clitellata								
<i>Oligochaeta</i> sp.	+	+	+	+		+	83	0,37
Clasis: Polychaeta								
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	+			+	+	+	67	0,17
<i>Capitella telata</i> Blake, Grassle, Eckelbarger, 2009	+			+	+	+	67	0,31
<i>Capitella</i> sp.	+			+	+	+	67	0,10

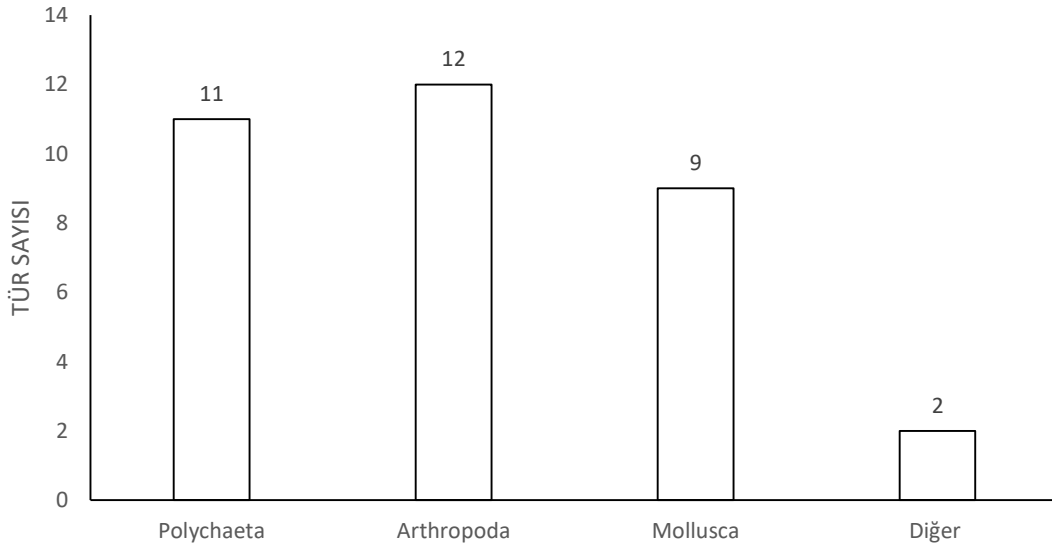
Tablo 4.1 (devam)

<i>Glycera fallax</i> Quatrefages, 1850						+	17	0,02
<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861						+	17	0,01
<i>Harmothoe antilopes</i> McIntosh, 1876					+		17	0,01
<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)	+			+	+	+	67	3,25
<i>Hydroides dianthus</i> (Verrill, 1873)				+	+		33	0,38
<i>Nereiphylla rubiginosa</i> (Saint-Joseph, 1888)	+			+	+	+	67	0,07
<i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802	+	+		+	+	+	83	10,11
Filum: Arthropoda								
Subfilum: Crustacea								
Clasis: Malacostraca								
Ordo: Amphipoda								
<i>Ampithoe ramondi</i> (Audouin, 1826)						+	17	0,01
<i>Cryptorchestia cavimana</i> (Heller, 1865)						+	17	0,02
<i>Gammarus aequicauda</i> (Martynov, 1931)				+	+	+	50	0,22
<i>Gammarus crinicornis</i> Stock, 1966				+	+	+	50	1,40
<i>Gammarus insensibilis</i> Stock, 1966				+			17	0,33
<i>Gammarus</i> sp.				+	+	+	50	2,70
<i>Hyale schmidtii</i> (Heller, 1866)				+			17	0,01
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa, 1853				+	+		33	0,33
<i>Monocorophium insidiosum</i> (Crawford, 1937)				+	+	+	50	59,17
Ordo: Isopoda								
<i>Idotea balthica</i> (Pallas, 1772)				+			17	0,01
<i>Lekanesphaera monodi</i> (Arcangeli, 1934)				+			17	0,02
<i>Sphaeroma serratum</i> (Fabricius, 1787)						+	33	0,03
Filum: Cnidaria								
Clasis: Anthozoa								
<i>Actinia</i> sp.	+			+		+	50	0,05
Filum: Mollusca								
Clasis: Bivalvia								
<i>Abra alba</i> (W. Wood, 1802)	+	+	+	+	+	+	100	6,90
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière, 1789)	+	+		+	+	+	83	1,26
<i>Gibbomodiolia adriatica</i> (Lamarck, 1819)					+		17	0,01
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819				+	+		33	0,51
<i>Ruditapes philippinarum</i> (Adams & Reeve, 1850)				+	+		33	0,04
Clasis: Gastropoda								
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)				+			17	0,01
<i>Ecrobia ventrosa</i> (Montagu, 1803)	+	+	+	+	+	+	100	8,25
<i>Parthenina terebellum</i> (Philippi, 1844)					+		17	0,01
<i>Tritia neritea</i> (Linnaeus, 1758)	+			+	+	+	67	0,78
Filum: Sipuncula								
<i>Nephosoma</i> sp.						+	17	0,23
TOPLAM	12	5	3	26	25	18		

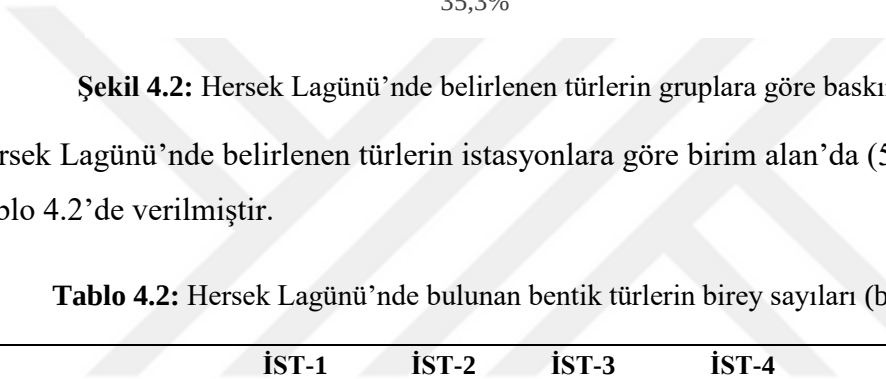
Hersek Lagünü’nde belirlenen makrobentik omurgasız canlı türlerinin araştırma bölgesinde bulunma sıklıkları Soyer (1970) frekans indeksine göre değerlendirilmiş ve 15 tür (*Ecrobia ventrosa*, *Tritia neritea*, *Cerastoderma glaucum*, *Abra alba*, *Monocorophium insidiosum*, *Gammarus crinicornisi*, *Gammarus aequicauda*, *Gammarus* sp., *Nereiphylla rubiginosa*, *Polydora cornuta*, *Hediste diversicolor*, *Capitella telata*, *Capitella capitata*, *Capitella* sp., *Oligochaeta* sp.) ‘devamlı’, 5 tür (*Ruditapes philippinarum*, *Mytilus galloprovincialis*, *Sphaeroma serratum*, *Microdeutopus gryllotalpa*, *Hydroides dianthus*) ‘yaygın’ geriye kalan 12 tür ise ‘nadir bulunan türler’ olarak gruplanmıştır.

Çalışma alanının geneline bakıldığında ise baskınlık indeksi değerlerine göre en baskın türün *Monocorophium insidiosum* olduğu (% 59,17) görülmektedir. Bu türü *Poldora cornuta* (% 10,11), *Ecrobia ventrosa* (% 8,25) ve *Abra alba* (% 6,90) türleri izlemektedir.

Çalışmada elde edilen 34 makrobentik türün ait oldukları gruplara göre dağılımları incelendiğinde, en baskın grup 12 tür ile Crustacea (% 35,5) olmuştur, bunu 11 tür ile Annelida (% 32,4) takip etmiştir. Üçüncü sıradaki Mollusca ise 9 türle temsil edilmiştir (% 26,5). En çok tür 4. İstasyonda (26 tür) en az tür ise 3. İstasyonda (3 tür) elde edilmiştir. İstasyonlar arası tür sayısı 3 ile 26 arası değişkenlik göstermiştir. Belirli türlerin gruplara göre dağılımı Şekil 4.1 ‘de, grupların içerdikleri tür sayısı açısından yüzde baskınlıkları ise Şekil 4.2 gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Hersek Lagünü’nde belirlenen türlerin gruplara göre dağılımı



Şekil 4.2: Hersek Lagünü'nde belirlenen türlerin gruplara göre baskı

Şekil 4.2: Hersek Lagünü’nde belirlenen türlerin gruplara göre baskınlık yüzdeleri.

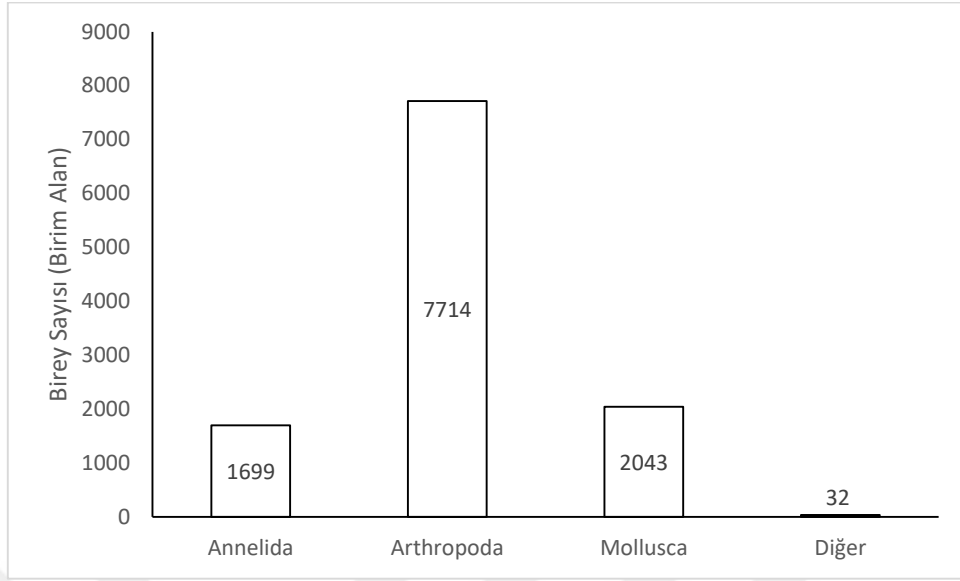
Şekil 4.2: Hersek Lagünü’nde belirlenen türlerin gruplara göre baskınlık yüzdeleri.

[illegible]

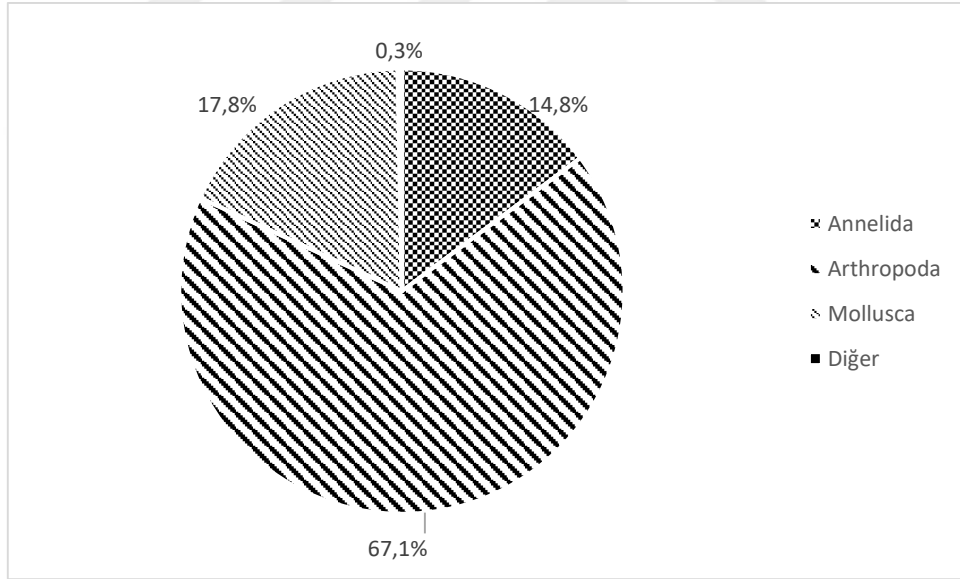
<i>Gammarus aequicauda</i>												22		1				2											
Tablo 4.2 (devam)																													
<i>Gammarus crinicornis</i>												68	23	55	8	3	1	1	2										
<i>Gammarus insensibilis</i>												6		32															
<i>Gammarus sp.</i>												6	89	208	4			1	2										
<i>Hyale schmidt</i>												1																	
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>												158	83	114	8	5	4												
<i>Monocorophium insidiosum</i>												1182	1688	2252	848	124	232	13	47	411									
Ordo: Isopoda																													
<i>Idotea balthica</i>													1																
<i>Lekanesphaera monodi</i>													2																
<i>Sphaeroma serratum</i>														2				1	1										
Filum: Cnidaria																													
Clasis:Anthazoa																													
<i>Actinia sp.</i>													2	1					2										
Filum: Mollusca																													
Clasis: Bivalvia																													
<i>Abra alba</i>												52	130	76	25	27	34	2	9	6	18	3	80	99	67	84	31	50	
<i>Cerastoderma glaucum</i>												14	18	19	2	4	2			3	1	2	28	23	17	5	3	4	
<i>Gibbomodiola adriatica</i>																							1						
<i>Mytilus galloprovincialis</i>																			13	15	12	10	4	5					
<i>Ruditapes philippinarum</i>																				1		3	1						
Clasis:Gastropoda																													
<i>Bittium reticulatum</i>																				1									
<i>Ecrobia ventrosa</i>												50	41	56	15	30	12	7	1	6	12	61	13	433	27	150	14	8	12
<i>Parthenina terebellum</i>																									1				
<i>Tritia neritea</i>												11	8	3						9	23	14	10	5	2	1	3	1	
Fium: Sipuncula																													
<i>Nephosoma sp.</i>																							18	5	3				
TOPLAM												183	251	184	56	80	79	11	2	17	1730	2540	3109	1554	318	556	165	121	532

Tablo 4.2 'ye göre çalışma sahasında birim alanda toplam 11488 birey elde edilmiştir. En yüksek birey sayısına sahip türler 6797 birey ile *Monocorophium insidiosum*, 1162 birey ile *Polydora cornuta*, 948 birey ile *Ecrobia ventrosa*, 793 birey ile *Abra alba*, 373 birey ile *Hediste diversicolor*, 372 birey ile *Microdeutopus gryllotalpa*, 310 birey *Gammarus sp.*, 161 bireyle *Gammarus crinicornis*, 145 birey ile *Cerastoderma glaucum*'dur.

Hersek Lagünü'nde belirlenen gruplara ait birey sayıları Şekil 4.3' te, grupların birey sayılarına göre yüzdeleri Şekil 4.4' te gösterilmiştir.



Şekil 4.3: Hersek Lagünü'nde belirlenen grupların birey sayıları.



Şekil 4.4: Hersek Lagünü'nde belirlenen grupların birey sayısı yüzdeleri.

Birey sayısı açısından en baskın grup 7714 birey ile Arthropoda olmuş (% 67,1), onu 2043 birey ile Mollusca takip etmiş (% 17,8), 3 sırayı 199 bireyle Annelida grubu yer almıştır (% 14,8). Cnidaria grubu 6 birey, Spincula grubu 26 adet birey saptanmıştır.

Birim alanda başına ortalama birey sayısı 10(ist-3) ile 2460(ist-4) arasında değişmiştir. Birey sayısı ortalaması İstasyon-5 807 birey ile, istasyon-1 206 birey ile, istasyon-6 91 birey ile, istasyon-2 72 birey ile temsil edilmiştir.

Hersek Lagünü'nde örnekleme yapılan istasyonlara göre belirlenen en baskın türler Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3: İstasyonlarda bulunan en baskın türler ve istasyonlara göre bulunma yüzdeleri.

İST-1	İST-2	İST-3
<i>Abra alba</i> (% 41,7)	<i>Abra alba</i> (% 40)	<i>Ecrobia ventrosa</i> (% 46,7)
<i>Ecrobia ventrosa</i> (% 23,8)	<i>Polydora cornuta</i> (% 28,4)	<i>Abra alba</i> (% 36,7)
<i>Cerastoderma glaucum</i> (% 8,3)	<i>Ecrobia ventrosa</i> (% 26,5)	<i>Oligochaeta sp.</i> (% 16,7)
<i>Hediste diversicolor</i> (% 7,7)		
İST-4	İST-5	İST-6
<i>Monocorophium insidiosum</i> (% 69,4)	<i>Monocorophium insidiosum</i> (% 49,6)	<i>Monocorophium insidiosum</i> (% 57,6)
<i>Polydora cornuta</i> (%12,2)	<i>Ecrobia ventrosa</i> (% 25,1)	<i>Abra alba</i> (% 20,2)
	<i>Abra alba</i> (%10,1)	<i>Hediste diversicolor</i> (% 9,9)

Tablo 4.3' e göre 6 istasyonun 5 tanesinden *Abra alba* baskın tür olarak saptanmıştır. *Ecrobia ventrosa* 4 istasyonda *Monocorophium insidiosum* 3 istasyonda baskın oldukları görülmektedir. *Polydora cornuta* 3 istasyonda, *Hediste diversicolor* 2 istasyonda, *Cerastoderma glaucum*, *Oligochaeta sp.* ve *gammarus sp.* birer istasyonda baskınlık göstermektedir.

İstasyon-1'de en baskın türün *Abra alba* olduğu görülmüştür. *Ecrobia ventrosa*, *Cerastoderma glaucum* ve *Hediste diversicolor* türlerinin baskınlıkları ise diğer türlere göre daha yüksek bulunmuştur. İstasyon-2'de *Abra alba* türü en baskın türdür. Bu türü *Polydora cornuta* ve *Ecrobia ventrosa* türleri izlemektedir. İstasyon-3'de ise en baskın tür *Ecrobia ventrosa*'dır. *Abra alba* ve *Oligochaeta sp.* türleri baskınlıkları ise diğer türlerin baskınlıklarından yüksektir. İstasyon-4'de en baskın türler sırasıyla *Monocorophium insidiosum*, *Polydora cornuta*, *Gammarus sp.* ve *Hediste diversicolor*'dur. İstasyon-5'te en baskın türü *Monocorophium insidiosum*'dur. Bu istasyondaki diğer baskın türler ise *Ecrobia ventrosa*, *Alba alba* ve *Polydora cornuta*'dır. İstasyon-6'da da en baskın tür *Monocorophium insidiosum*, ikinci baskın tür ise *Abra alba*'dır.

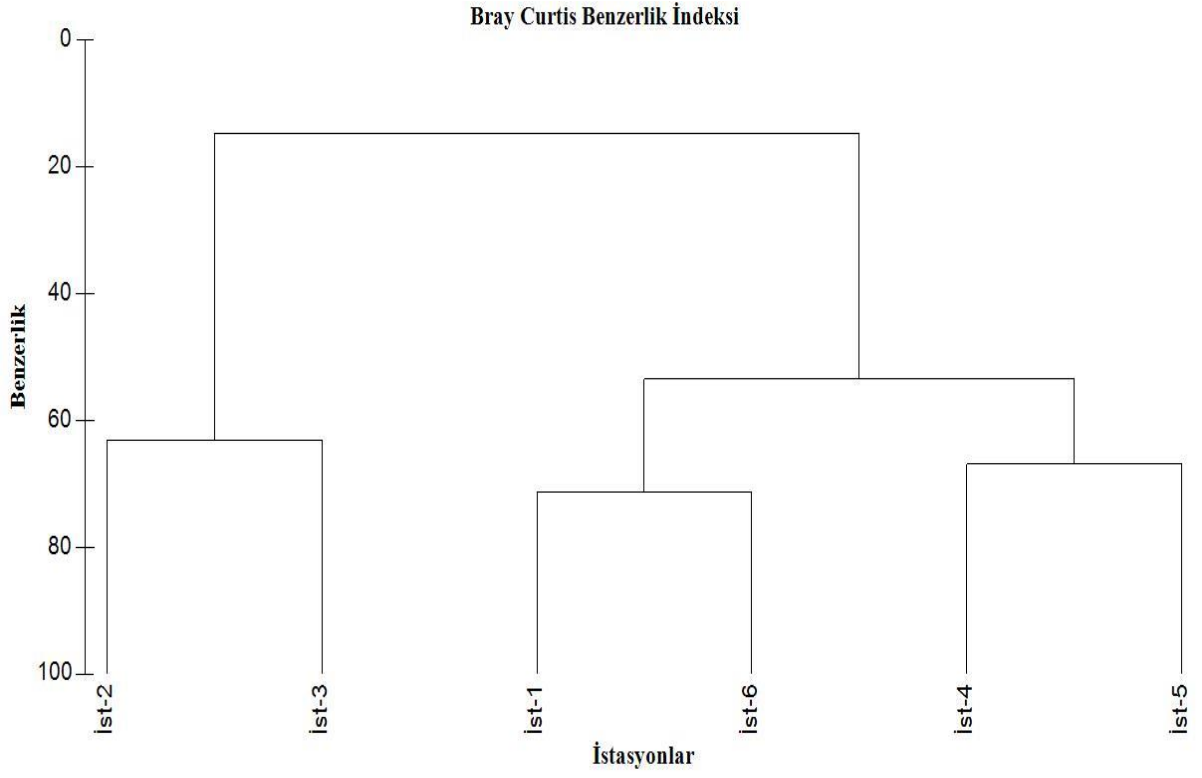
Hersek Lagünü'nde örnekler için hesaplanan Shanon-Weaver çeşitlilik indeksi (H'), Margalef tür zenginliği (d), Pileou düzenlilik indeksi (J') ve Simpson dominantlık indeksi (λ) değerleri Tablo 4.4' te verilmiştir.

Tablo 4.4: Hersek Lagünü'nde belirlenen bazı biyotik değişkenler ve çeşitlilik indeksleri değerleri. (S= tür sayısı, N= ortalama tür bolluğu, d=margalef tür zenginliği, J' = Pileou düzenlilik indeksi, H' = Shanon-weaver Çeşitlilik indeksi, λ = Simpson dominantlık indeksi)

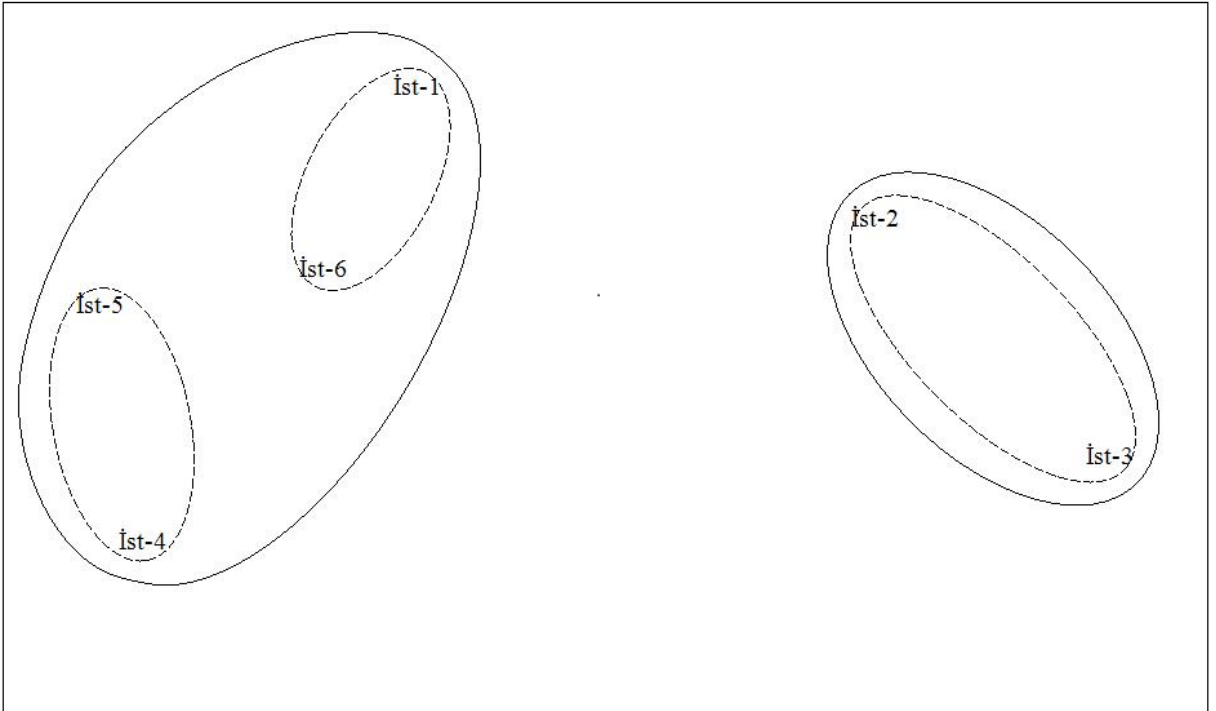
İstasyonlar	S	N	d	J'	$H'(\log 2)$	λ
İST-1	12	4120	1,3	0,7	2,4	0,3
İST-2	5	1433	0,6	0,8	1,8	0,3
İST-3	3	200	0,4	0,9	1,5	0,4
İST-4	26	49193	2,3	0,4	1,8	0,5
İST-5	25	16187	2,5	0,5	2,2	0,3
İST-6	18	5453	2,0	0,5	2,0	0,4

Tablo 4.4'e göre örnekleme istasyonlarında, H' değerleri 1,5 (İst-3) ve 2,4 (İst-1) arasında, J' değerleri ise 0,4 (İst-4) ve 0,9 (İst-3) arasında bulunmuştur. d değerleri 0,4 (İst-3) ve 2,5 (İst-5) arasındadır. λ değeri ise 0,3(İst-3) ile 0,5(İst- 4) arasında değişmektedir.

Çalışma alanında örneklerin yapıldığı istasyonlarda, Bray-Curtis benzerlik indeksi ve çok boyutlu ölçekleme (MDS) yöntemleri uygulanarak istasyonların biyolojik özellikler bakımından oluşturduğu gruplar belirlenmiştir. Ayrıca belirlenen bu grupların, kendi içlerindeki benzerlikleri ve bu grupların birbirlerinden farklılıklarına neden olan türlerin yüzde katkısını belirlemek amacıyla SIMPER analizi uygulanmıştır. Örneklere uygulanan Bray-Curtis yığın analizi (Şekil 4.5) ve MDS (Şekil 4.6) yöntemi araştırma bölgesinde iki farklı grup ortaya çıkarmıştır.



Şekil 4.5: Bray-Curtis yığın analizine göre istasyonlar arasındaki benzerlikler.



Şekil 4.6: Çok boyutlu ölçekleme (MDS) yöntemine göre istasyonlar arası benzerlikler.

Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'nin incelenmesinden anlaşılabacağı üzere araştırma bölgesinde iki grup ortaya çıkmaktadır. Birinci grupta 1, 4, 5, ve 6 numaralı istasyonlardan oluşmaktadır. İst-1 ile İst-6 arası benzerlik % 71, İst-4 ile İst-5 arası benzerlik ise % 67 olarak bulunmuştur. İkinci grupta 2 ve 3 nolu istasyonlar yer almaktadır. İst-2 ve İst-3 arası benzerlik % 63'tür. Yığın analizi ve MDS yöntemi sonuçlarına göre belirlenen gruplar içindeki benzerliğe ve gruplar arasındaki farklılığa türlerin yüzde katkısını belirlemek için SIMPER analizi uygulanmıştır.

SIMPER analizi sonuçlarına göre İst-1 ve İst- 6 kendi içindeki benzerliği % 71 olmuştur. *Abra alba* (% 15) , *Hediste diversicolor* (% 13), *Ecrobia ventrosa* (% 12), *Polydora cornuta* (% 12) türleri benzerliğe katkı sağlamışlardır. İst-2 ve İst-3 kendi içerisindeki benzerliği % 63 olarak bulunmuştur. Bu benzerliğe *Ecrobia ventrosa* (% 38), *Abra alba* (% 36), *Oligochaeta* sp. (% 26) türleri katkı sağlamışlardır. İst-4 ve İst-5 kendi içindeki benzerliği % 67 olarak bulunmuştur. Bu benzerliğe *Monocorophium insidiosum* (% 12), *Polydora cornuta* (% 9), *Ecrobia ventrosa* (% 8), *Hediste diversicolor* (% 7), *Abra alba* (% 7) türleri katkı sağlamıştır.

İst-1 ile İst-6 ve İst-2 ile İst-3 arasındaki farklılık % 57 olarak belirlenmiştir. Bu farklılığa başlıca *Hediste diversicolor* (% 13), *Tritia neritea* (% 9), *Capitella telata* (% 9), *Monocorophium insidiosum* (% 8) türlerinin dağılımı neden olmuştur.

İst-1 ile İst-6 ve İst-4 ile İst-5 arasındaki farklılık % 39 olarak belirlenmiştir. Bu farklılık başlıca *Microdeutopus gryllotalpa* (% 9), *Monocorophium insidiosum* (% 9), *Mytilus galloprovincialis* (% 8) türlerinin dağılımından kaynaklanmıştır.

İst-2 ile İst-3 ve İst-4 ile İst-5 arasındaki farklılık ise % 75' tir. Bu farklılığa katkı sağlayan başlıca türler *Monocorophium insidiosum* (% 10), *Hediste diversicolor* (% 6), *Microdeutopus gryllotalpa* (% 6), *Gammarus crinicornis*(% 6) ' tir.

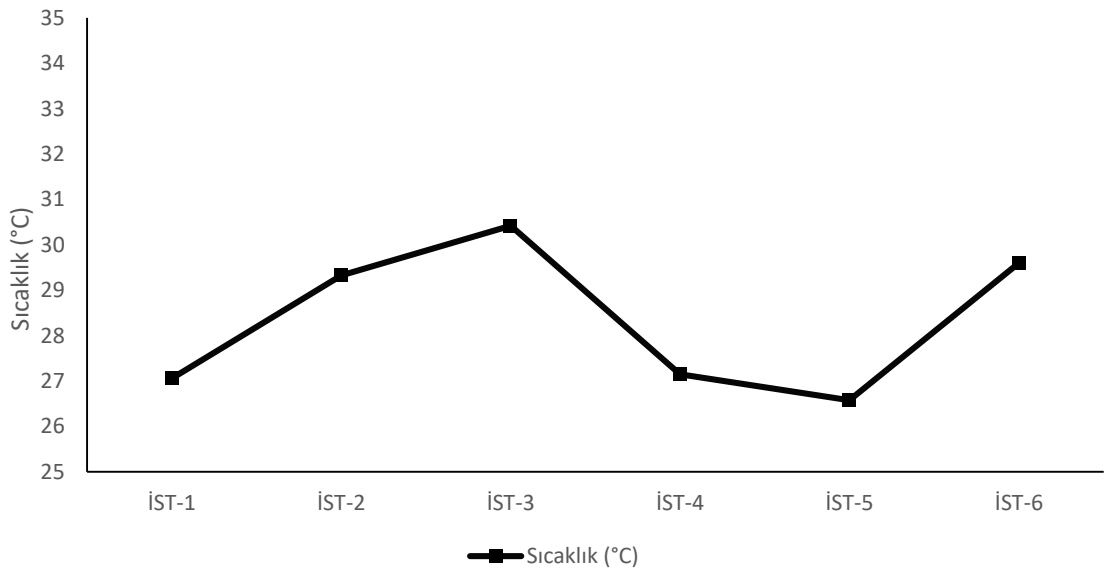
4.3 HERSEK LAGÜNÜ'NÜN EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Hersek Lagünü' nden örnek toplanan istasyonlara ait sıcaklık (°C), tuzluluk (%), çözünmüş oksijen miktarı (mg/L), pH değerleri, toplam organik karbon miktarı (%), çamur yüzdesi (%) değerleri gibi ekolojik parametreler Tabloda 4.5 verilmiştir.

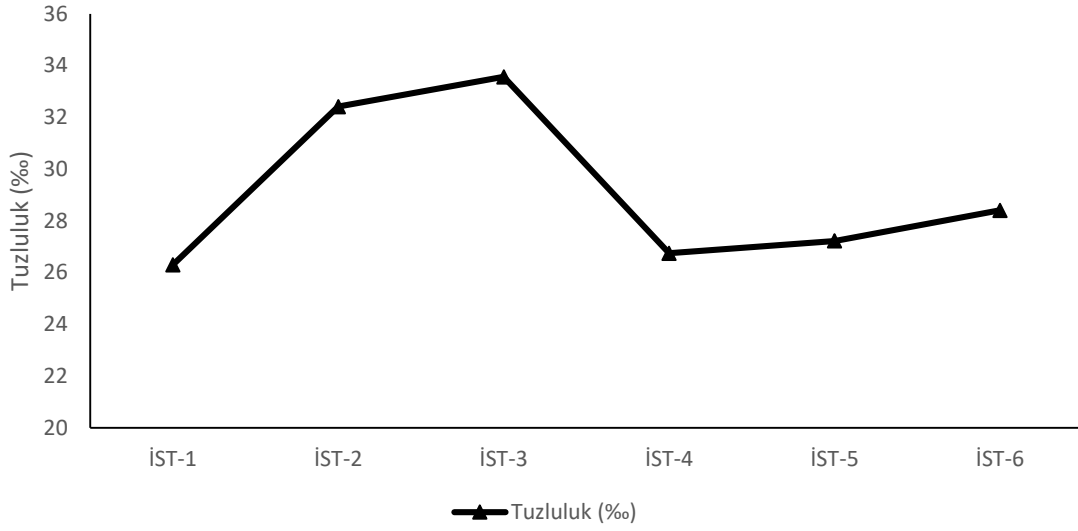
Tablo 4.5: Hersek Lagünü ekolojik parametrelere ait değerler.

İstasyonlar	Sıcaklık (°C)	Tuzluluk (‰)	ÇO (mg/L)	pH	TOC(%)	ÇY(%)
İST-1	27,1	26,3	4,36	7,8	3,50	53,1
İST-2	29,3	32,4	4,92	7,5	3,80	91,1
İST-3	30,4	33,6	3,93	7,7	5,50	91,1
İST-4	27,2	26,7	13,95	8,2	2,10	35,4
İST-5	26,6	27,2	11,75	8,2	1,85	20,3
İST-6	29,6	28,4	11,60	8,9	1,69	19,7

Hersek Lagünü' nün Tablo 4.5'e göre en düşük sıcaklığı ise 26,58 °C ile 5 numaralı istasyonda en yüksek su sıcaklığı 3 numaralı istasyonda 30,42 °C olarak, ölçülmüştür. Lagündeki örnek alınan istasyonlar arası sıcaklık (°C) değişimleri Şekil 4.7 de gösterilmiştir.

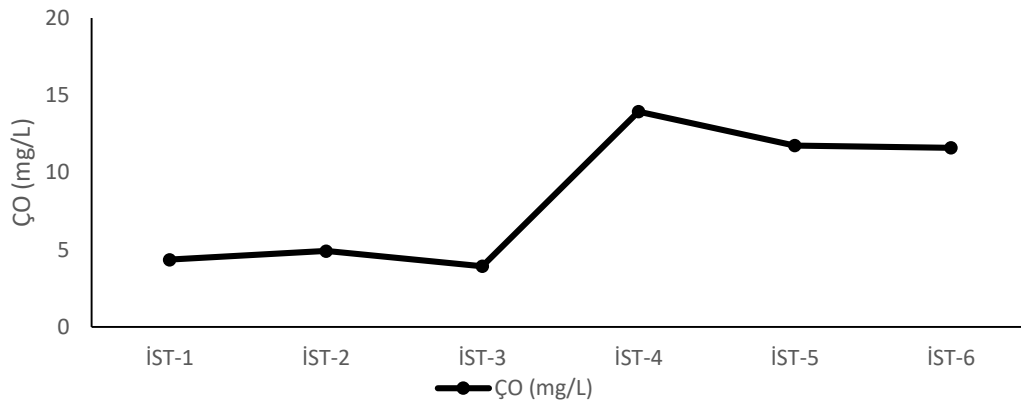
**Şekil 4.7:** Hersek Lagünün istasyonlar arası sıcaklık değişimi.

Hersek Lagünü' nün Tablo 4.5'e göre en düşük tuzluluk değeri ise (‰ 26,3) 4 numaralı istasyonda en yüksek tuzluluk derecesi 3 numaralı istasyonda (‰ 33,56) ölçülmüştür. Lagünde örnek alınan istasyonlar arası tuzluluk değişimi Şekil 4.8' de gösterilmiştir.



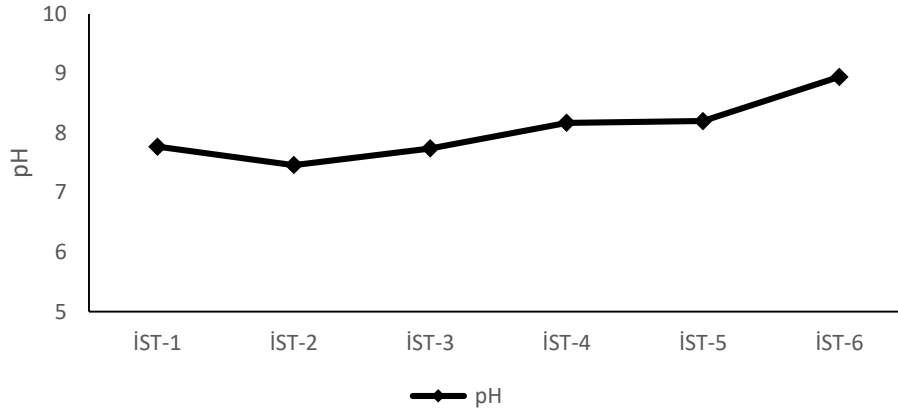
Şekil 4.8: Hersek Lagünü istasyonlar arası tuzluluk değişimi.

Hersek Lagünü' nün Tablo 4.5'e göre en düşük çözünmüş oksijen miktarı 3 numaralı istasyonda 3,93 (mg/l) olarak en yüksek çözünmüş oksijen miktarı 4 numaralı istasyonda 13,95 (mg/l) olarak saptanmıştır. Lagün'de belirlenen istasyonlar arası çözünmüş oksijen değerleri Şekil 4.9'da gösterilmiştir.



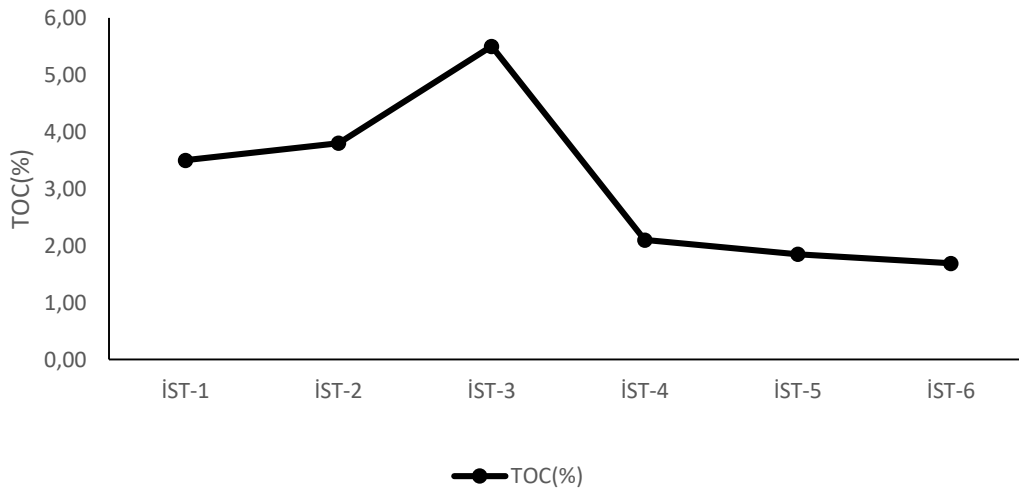
Şekil 4.9: Hersek Lagünü istasyonlar arası çözünmüş oksijen değerleri.

Hersek Lagünü' nün Tablo 4.5'e göre en düşük pH değeri 7,46 olarak 2 numaralı istasyonda en yüksek pH değeri 8,94 olarak 6 numaralı istasyonda, belirlenmiştir. Lagünde belirlenen istasyonlar arası pH değerleri Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



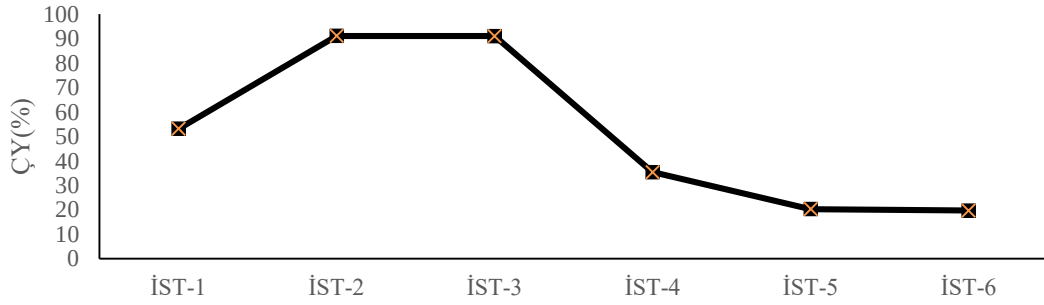
Şekil 4.10: Hersek Lagünü İstasyonlar arası pH değerleri.

Hersek Lagünü' nün Tablo 4.5'e göre en düşük toplam organik karbon değeri %1,69 (ist-6) yüksek toplam organik karbon değeri %5,5 (ist-3)dir. Lagünde belirlenen istasyonlar arası toplam organik karbon değişimi değerleri Şekil 4.11'de gösterilmiştir.



Şekil 4.11: Hersek Lagünü istasyonlar arası toplam organik karbon değerleri.

Hersek Lagünü' nün Tablo 4.5'e göre en düşük çamur yüzdesi değeri 6 numaralı istasyonda % 19,7 en yüksek çamur yüzdesi değeri 2 numaralı istasyonda % 91,11,'dir. Lagünde belirlenen istasyonlar arası çamur yüzdesi değişim değerleri Şekil 4.12'de gösterilmiştir.



Şekil 4.12: Hersek Lagünü istasyonlar arası çamur yüzdesi değerleri.

Hersek Lagünü'nde ekolojik parametrelerle tür ve birey sayısı arasındaki ilişki Pearson korelasyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6: Hersek Lagünü'nde belirlenen fiziko-kimyasal parametrelerin birbirleriyle, tür ve birey sayılarıyla olan ilişkileri (ÇO= Çözülmüş oksijen miktarı, TOC= Toplam organik karbon miktarı, ÇY=Çamur yüzdesi, TS=Tür sayısı, BS=Birey sayısı).

Pearson Korelasyonu	Sıcaklık	Tuzluluk	ÇO	pH	TOC	ÇY	TS
Tuzluluk	,852*						
ÇO	-,443	-,599					
pH	-,037	-,463	,736				
TOC	,568	,765	-,874*	-,736			
ÇY	,579	,828*	-,838*	-,833*	,920**		
TS	-,730	-,819*	,929**	,624	-,890*	-,906*	
BS	-,561	-,538	,764	,234	-,519	-,462	,764

*. Korelasyon 0,05 seviyesinde anlamlı

**. Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlı.

Tablo 4.6 incelendiğinde çamur yüzdesi arttıkça tür sayısı azalmaktadır ($P < 0,05$). Toplam organik karbon miktarı arttıkça tür sayısında azalma görülmektedir ($P < 0,05$). Tuzluluğun artması tür sayısının azalmasına neden olmaktadır. ($P < 0,05$). Tür sayısı çözülmüş oksijen miktarı arttıkça anlamlı bir şekilde artış göstermektedir ($P < 0,01$). Sıcaklıkla arttıkça tuzluluk değerlerinin arttığı olduğu görülmektedir ($P < 0,05$). Toplam organik karbon değerleri ile çözülmüş oksijen değerleri arası anlamlı bir şekilde azalmaktadır ($P < 0,05$). Çamur yüzdesi arttıkça ortamdaki ölçülen tuzluluk miktarıda anlamlı bir artış görülmektedir ($P < 0,05$). Çamur yüzdesi arttıkça pH azalmıştır ($P < 0,05$). Çamur yüzdesi ile toplam organik karbon arasında anlamlı bir artış görülmektedir ($P < 0,01$). Birey sayısı ile fiziko-kimyasal parametreler arasında anlamlı bir istatistiksel fark görülmemiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Hersek Lagünü'nün makrobentik faunası ve ekolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Temmuz 2017 tarihinde 6 istasyonda yapılan bu çalışma sonucu; Annelida, Arthropoda, Cnidaria, Mollusca ve Sipuncula filumlarına ait 34 tür ve bu türlere ait toplam 11488 birey belirlenmiştir. Henüz Hersek Lagünü'nde makrobentik faunayı belirlemeye yönelik olarak yapılmış bir çalışma bulunmadığından çalışmamızda belirlenen bütün türler Hersek Lagünü'nden ilk kez bildirilmektedir. *L. monodi* ve *H. diantus* türleri Marmara Denizi için yeni kayıt özelliği taşımaktadır. *R. philippinarium*, *P. cornuta* türleri ise yabancı türlerdir.

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı II. Bölge Müdürlüğü Yalova Şube Müdürlüğü tarafından 2012 yılında sonuçlana Hersek Gölü sulak alan alt havzası biyolojik çeşitlilik araştırma alt projesi gelişme raporuna göre; Hersek lagününde 1 Bivalvia türü 2 Crustacea olmak üzere toplam 3 bentik omurgasız türü olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda ise bentik 34 tür belirlenmiş olup böylece lagünün bentik faunasına önemli katkılar yapılmıştır.

Belirlediğimiz bu türlerden *Microdeutopus gryllotalpa*, *Gammarus aequicauda*, *Gammarus insensibilis*, *Gammarus crinicornis*, *Lekanesphaera monodi*, *Idotea baltica*, *Bittium reticulatum*, *Cryptorchestia cavimana*, *Sphaeroma serratum*, *Monocorophium insidiosum*, *Ecrobia ventrosa*, *Cerastoderma glaucum*, *Mytilus galloprovincialis*, *Capitella capitata*, *Capitella telata*, *Hediste diversicolor*, *Polydora cornuta* türleri lagüner alanlarda sıklıkla görülen türlerdir.

Bu çalışmada bentik omurgasızlar içerisinde en fazla birey bulunan grup Crustacea subphylumu olmuştur. Örneklem alanında Crustacea'ye ait İso-poda, Amphipoda olmak üzere 2 ordo belirlenmiştir. Crustacea subphylumuna ait 9 familya bulunmuştur. 3 tür isopoda ordosuna ve 9 tür amphipoda ordosuna ait olmak üzere toplamda 12 tür ve 7714 birey belirlenmiştir.

Çalışma sırasında elde edilen tüm türlerin dağılımları ve ekolojik özellikleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Buna göre bu çalışmada sıklıkla elde edilen amfipod türlerinden *A. ramondi* 'nin kozmopolit bir tür olduğu görülmektedir ve bu türe Türkiye kıyıların bütününde rastlanabilmektedir (Kocataş ve Katağan, 1978; Kocataş ve Katağan, 1980; Bellan-Santini ve diğ., 1998, Sezgin ve diğ., 2001; Sezgin ve diğ., 2007; Bakır, 2010;).

Çalışmamızda belirlenen diğer bir amfipod türü olan *C. cavimana* ise Karadeniz’de (Akbulut ve Sezgin, 2000; Sezgin ve diğ., 2001; Kurun, 2010), lagünler’de ve kıyı göllerinde bulunan bir tür olup, Supralittoral bölgedeki detritus bakımından bol alanlarda, kıyıdaki makroalg arasında, acı ya da tatlı sulara yakın ıslak alanlarda, taşların altındaki nemli alanlarda sıklıkla gözlemlenmiştir. Akdeniz, Kızıldeniz, Baltık denizi, Kuzey Afrika’nın Atlantik kıyıları ve Kuzey Denizi’nin güneyine kadar olan Avrupa bölgesini kapsayacak şekilde oldukça geniş bir dağılıma sahiptir (Herkül ve diğ., 2006).

G. aequicauda geniş bir dağılım gösteren örihalin özellik gösteren bir amfipod türüdür. Deniz kıyılarından, kıyılarda bulunan nehir ağızlarında, lagünlerden ve kıyı göllerinden bilinmektedir (Özbek, 2011; Özbek ve diğ., 2016). *G. aequicauda* 0- 19 metre arası derinliğe kadar olan sığ sularda, taşlar altında, algler arasında, bazen de *Gammarus subtypicus*, *G. crinicornis*, *G. insensibilis* gibi acı suları karakterize eden türlerle birlikte bulunur. *Echinogammarus* sp., *Melita* sp., *Gammarella fucicola*, *Orchestia mediterranea* ve *Corophium* sp. ile beraberde görülebilmektedir (Janssen ve diğ., 1979). Prato ve Biandolina(2003) tarafından yapılan çalışmada *G. aequicauda*’nın dağılımında sıcaklık ve pH ile pozitif yönde bir korelasyon olduğu bildirilmiştir. Basset ve diğ. (2006) tarafından İtalyada 26 lagünde yapılan çalışmada ise *G. aequicauda*, yaygın türler kapsamında değerlendirilmiştir. Bu türün bolluğundaki artış buharlaşma ve bunun ardından tuzluluk artışı ile ilişkilendirilmiştir. Bu türün *Ecrobia* ve genellikle çamur substratları tercih eden *Cerastoderma glaucum* ile birlikte insan kaynaklı kirliliğe dayanıklılık gösterdiği vurgulanmıştır (Zouari ve diğ., 2009). *G. crinicornis*, *G. aequicauda* ve *G.insensibilis* ülkemizin kıyılarının bütününde rastlanabilmektedir.

Lagünde elde edilen *M. gryllotalpa* türü infralittoral ve sirkalittoral bölgede dağılım gösteren polihalin karakterlidir bir türdür. Çoğunlukla algler, çiçekli bitkiler, hidrozoidler ve bivalvler arasında görülmektedir. Bu tür Karadeniz, Atlantik Okyanusu’nun Avrupa kıyıları ve Akdeniz’de dağılım göstermektedir (Ruffo, 1982). Türkiye kıyılarının ise bütününden bildirilmiştir (Kocataş ve Katağan, 1983).

H. schmidt ile Hersek Lagünü’nde yüksek baskınlık indeksine sahip bir tür olan (%59,17) *M. insidiosum* türleri ise ülkemizin bütün kıyılarından bildirilmişleridir.

I. baltica littoral bölgede bulunan bir isopod türüdür. Gündüzleri çoğunlukla algler arasında bulunur. Akşamları ise denizlerde etkin bir yüzücüdür. Kumlu kıyılardaki *Posidonia* ların

arasında, acı sularda *Zostera* çayırlarında görülmektedir. Atlantik Okyanusu, Karadeniz ve Akdeniz'den bildirilmiştir. (Kırkım, 2000). Türkiye'nin tüm kıyılarında rapor edilmiştir.

Hersek lagünü'nde belirlenen bir diğer isopod türü olan *L. monodi* littoral bölgede görülmektedir. Çoğunlukla alglerin arasında, taşların altından ve kıyılarda tatlı su girişinin olduğu sahillerden bildirilmiştir. Güney doğu İngiltere kıyılarında, İrlanda'nın doğu sahillerinde, Kuzey İspanya kıyılarından Belçika sahillerine kadar olan bölgeden ve Akdeniz'in Fransa kıyılarından bildirilmiştir (Kırkım, 2000). Ülkemiz'de ise sadece Karadeniz ve Ege Denizi kıyılarından bildirilmiştir. (Öztürk, 1998; Kırkım, 2000). Marmara Denizi kıyıları için yeni kayıt olduğu olduğu belirlenmiştir.

S. serratum ise littoral bölgede bulunan kaya çatlaklarında, iri taneli kumluk sahillerde, deniz kenarında, nehir ağızlarında ve taşların altından rapor edilmiştir (Kırkım, 2000). Ülkemizin kıyılarının bütünüden bildirilmiştir.

Çalışmamızda Mollusca filumuna ait Bivalvia ve Gastropoda olmak üzere 2 classis belirlenmiştir. Bu classislere ait 8 familya, 9 tür ve 2043 birey elde edilmiştir.

Bu türlerden *A. alba* yaygın olarak dağılım gösteren ve 80 m'ye kadar olan derinliklerde bulunan bir tür olup sıg su, kumlu-çamurlu ortamlarda baskın olan türler arasında bulunan, çevresel etmenlere karşı dayanıklı ve ortamında oluşan değişimlere adaptasyonu güçlü olan bir türdür (Dauvin ve Gentil, 1983; Hily ve Le Bris, 1984; O'Brien ve Keegan, 2004). Bu tür çalışmamızda her istasyonda elde edilmiş olup yüksek baskınlık indeksi değerine (% 6,90) sahip türlerden biridir. Çalışmamızda bütün istasyonlarda (% 100) görülmektedir. Bu tür tüm denizlerimizden bildirilmiştir. (Öztürk ve diğ. 2014).

Genellikle çamur substratları tercih ettiği bilinen *C. glaucum*, çalışmamızda 5 istasyonda bulunmuştur (% 83). İnsan kaynaklı kirliliğe dayanıklı olduğu Zouari ve diğ. (2009) tarafından vurgulanan bu tür denizlerimizin bütün kıyılarından bilinmektedir (Öztürk ve diğ. 2014). Ponti ve diğ. (2007) , Valli di Comacchio lagününde (Kuzey Adriyatik Denizi) yapılan çalışmada bu türün, oksijen miktarı ve organik karbon miktarı ile ilişkili olarak ortamdan kaybolduğunu belirtmiştir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz *M. galloprovincialis* türü deniz ve acı sularda, sert zemine tutunan bir tür olup, ılıman denizlerde ise istilacı olarak yayılırlar. Türkiye'de, Doğu Akdeniz kıyıları

görülmez. Geri kalan bütün kıyılarımızda ve özellikle İzmir Körfezi'nde bol miktarda bulunur (Öztürk ve diğ., 2014). Ekonomik değeri yüksek bir besindir (Lök, 2001). Ülkemizde 7-8 cm boyuna ulaşanlar çokça tüketilir. *M.galloprovincialis*'lerin zararlı-zararsız her türlü organik ve inorganik maddeyi toplamaları, bu türle beslenen tüm tüketicileri etkiler (Dare, 1976; Alpbaz, 1993). Organik atık girişiyle *M.galloprovincialis*'ler çözünmüş oksijenin tükenmesiyle yerini anaeroblara bırakır. Yaşadıkları ortamda oksijen miktarının düşmesiyle *M.galloprovincialis*'lerde toplu ölümler görülebilmektedir. (Akar, 2009)

R. philippinarum ise Ege Denizi, Akdeniz, Marmara Denizi Çanakkale kıyılarından bildirilmiştir. (Albayrak ve diğ., 2001; Öztürk ve diğ. 2014). İndo-pasifik bir tür olan *R. philippinarum* ticari amaçlar için dünyanın birçok bölgesinde tanıtılmıştır. 1985'te İtalya kıyılarında yetiştirilip oradan Avrupa kıyılarına yayılmıştır (Albayrak ve diğ., 2001).

Çalışma alanında Annelida phylumuna ait Clitellata ve Polychaeta olmak üzere 2 classis 8 familya 11 tür (% 32,4) toplam 1699 birey (% 14,8) tespit edilmiştir.

Araştırma bölgesinde tespit edilen bulunma frekans değeri yüksek belirlenen (% 67) kirlilik indikatörü bir tür olan *C. telata* yoğun popülasyonlar (% 0,31) oluşturmamıştır.

Yabancı invaziv bir tür olan *H. dianthus* Türkiye'de sadece Ege Denizi kıyılarından rapor edilmiştir. Marmara Denizi için yeni kayıt özelliği taşımaktadır. Kuzey Amerika'nın doğu kıyılarında, açık kıyılar ve kısmen acı su koyları, lagünler ve limanlar olmak üzere çeşitli "doğal" habitatlarda yaygın olarak dağıldığı görülür. Hydroid cinsi serpulid poliketler gemilerde ve denizlerdeki hayvancılığındaki önemli fouling canlılardır (Link ve diğ., 2009).

Çalışma alanında 5 istasyonda belirlenen *P. cornuta*, Kuzey Atlantik'ten Avustralya'ya kadar geniş çapta dağılmış yabancı bir türdür (Çınar ve diğ., 2005). Bu tür daha önce Akdeniz'deki Valencia Limanı'ndan gelen kirli çamurlu sedimette rapor edilmiştir (Tena ve diğ., 1991). Ülkemizde Karadeniz hariç bütün denizlerimizden bildirilmiş olan bir türdür (Çınar ve diğ., 2004). Çamurlu ve çamurlu kumlu ortamları daha fazla tercih ettikleri belirlenmiştir. (Dağlı ve diğ., 2007).

Bu çalışmada 4 istasyonda görülen *H. diversicolor* türü lagün içindeki Polychaeta toplam biyokütlesinde önemli bir orana sahiptir. *H. diversicolor* yüksek fizyolojik toleransları olan, tuzluluk, pH, sıcaklık, oksijen insan kaynaklı kirlilik gibi birçok değişkene dayanıklı olabilen

ve bulunduğu ortamın özelliklerini iyi yansıtan bir türdür (Frangipane ve diğ. 2005; Moreira, ve diğ., 2006). Costa ve diğ (2006) tarafından yapılan çalışmada türün karnivor olarak beslendiği belirlenmiştir.

Elde ettiğimiz *C. capitata*, *G. fallax*, *G. tridactyla*, *H. antilopes* ve *N. rubiginosa* türleri ülkemizin tüm kıyılarından rapor edilmiştir.

Önen ve diğ.(1998) tarafından Güllük lagünü bentik organizmalarının belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada toplam 68 tür saptanmıştır. Bu türlerden sadece 9'u (*Hediste diversicolor*, *Capitella capitata*, *I. balthica*, *S. serratum*, *G. insensibilis*, *G. aequicauda*, *G. crinicornis*, *M. gryllotalpa*, *C. glaucum*) Hersek Lagünü'nde de saptanmıştır.

Egemen ve diğ. (1999) tarafından Güllük Lagünü ekosisteminin belirlenmesi amacı ile yapılan diğer bir çalışmada 68 tür belirtmiştir. Bu türlerden 10'u (*H. diversicolor*, *C. capitata*, *Oligochaeta* (sp.), *I. balthica*, *S. serratum*, *G. İnsensibilis*, *G. Aequicaud*, *G. Crinicornis*, *M. gryllotalpa*, *C. glaucum*) Hersek Lagünü'nde de elde edilmiştir.

Sarı ve diğ. (2001) tarafından Bafa Gölü meio ve makrobentik omurgasız faunasını belirlemek amacı ile yapılan çalışmada 17 tür bulunmuştur. *Hediste diversicolor*, *Gammarus aequicauda*, *Microdeutopus gryllotalpa* bu çalışmada da saptanmıştır. Geri kalan türler Hersek Lagünü'nde elde edilememiştir.

Yardım ve diğ.(2008) tarafından Sarı kum gölü makrobentik mollusca ve crustacea faunasını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada 26 tür görülmüştür. Bu türlerden 8'i (*Bittium reticulatum*, *Hydrobia ventrosa*, *Mytilus galloprovincialis*, *Gammarus aequicauda*, *G. insensibilis*, *Monocorophium insidiosum*, *Idotea balthica*) Hersek Lagünü'nde de saptanmıştır.

Sezgin (2015) tarafında Trakya bölgesindeki lagüner göllerin gastropod faunasını belirlemek amacı ile gerçekleştirdiği çalışmada ise 15 tür elde edilmiştir. Bu türlerden *Bittium reticulatum* ve *Ecrobia ventrosa* bu çalışmada da görülmüştür.

Özbek ve diğ. (2016) tarafında Karina lagününde yaptıkları çalışmada 14 malacostaca türü teşhis edilmiştir. Bunlardan 6'sı (*Microdeutopus gryllotalpa*, *Gammarus aequicauda*, *Gammarus insensibilis*, *Lekanesphaera monodi*, *Sphaeroma serratum*, *Idotea baltica*,) Hersek lagünü'nde de saptanmıştır. *Monocorophium sextonae*, *Erichthonius punctatus*, *Dexamine*

spinosa, *Gammarus subtypicus*, *Sphaeroma pulchellum*, *Palaemon longirostris*, *Hippolyte holthuisi*, *Hippolyte holthuisi* türleri ise Hersek Lagünü'nde görülmemektedir.

Çalışma alanında en yüksek tür ve birey sayısı sayısı 4. İstasyonda belirlenmiştir. İkinci sırada ise 5. İstasyon yer almaktadır. En az tür ve birey sayısı 3. İstasyonda belirlenmiştir. İstasyonların konumlarına bakıldığında deniz suyu ile etkileşimde bunun 4 ve 5. İstasyonlarda tür ve birey sayısı yüksekken denize en uzak 3. İstasyonda tür ve birey sayısı düşüktür. Bunun nedeni lagünü besleniminde yağmur ve deniz suyu haricinde ek bir kaynak olmaması gösterilebilmektedir (Uzun, 2014).

Türlerin frekans değerleri incelendiğinde, 15 tür (*Ecrobia ventrosa*, *Tritia neritea*, *Cerastoderma glaucum*, *Abra alba*, *Monocorophium insidiosum*, *Gammarus crinicornisi*, *Gammarus aequicauda*, *Gammarus* sp., *Nereiphylla rubiginosa*, *Polydora cornuta*, *Hediste diversicolor*, *Capitella telata*, *Capitella capitata*, *Capitella* sp, *Oligochaeta* sp.) 'devamlı', 5 tür (*Ruditapes philippinarum*, *Mytilus galloprovincialis*, *Sphaeroma serratum*, *Microdeutopus gryllotalpa*, *Hydroides dianthus*) 'yaygın' geriye kalan 12 tür ise 'nadir bulunan türler' olarak gruplanmıştır.

Baskınlık indeksi değerleri incelendiğinde *Monocorophium insidiosum* (%59,17) en baskın tür olarak belirlenmiştir. *Polydora cornuta* (%10,11), *Ecrobia ventrosa* (%8,25) ve *Abra alba* (%6,90) türleri baskınlık indeksi değerleri lagündeki diğer türlerden yüksek bulunmuştur.

Çalışma alanında ki tür çeşitliliğini belirlemek amacıyla tür ve birey sayıları dikkate alınarak Shanon-Weaver çeşitlilik indeksi değerleri hesaplanmıştır. Hersek Lagünü'nde en düşük H' değeri ise 1,5, en yüksek H' değeri 2,4 olarak hesaplanmıştır. 1, 2, 4, 5, ve 6 numaralı istasyonlar WFD(2000)' e göre göre zayıf, 3. istasyon ise kötü olarak sınıflandırmaktadır.

Margalef tür çeşitliliği indeksi çoğunlukla tür sayısına bağlı olarak değişim gösterdiğinden ve net bir sınır değeri olmamasından dolayı bağıl kıyaslamalar yapılmasını sağlamak ve genellikle tür zenginliği indeksi şeklinde ifade edilmektedir. Genellikle Margalef değeri <2,5 (zayıf-kötü), 2,5-4 (orta) ve >4 (iyi) olarak sınıflandırılabilir. Margalef tür zenginliği indeksi sonucuna göre en az 3. İstasyonda (0,4) en fazla 5. İstasyonda (2,5) görülmektedir. Margalef tür çeşitliliği indeksine göre lagün zayıf-kötü olarak değerlendirilebilmektedir.

Simpson dominantlık indeksi değerin düşük bulunması, çalışma alanında tür çeşitliliği ve baskınlığın düşük olduğunu anlamına gelir. Hersek Lagünü'nde de Simpson indeks değerin düşük olarak ($d=0.3$ ile $d=0,5$ arası) saptanmıştır. Çalışma alanında Simpson dominantlık indeksine göre tür çeşitliliği düşük ve baskınlığı düşük bulunmuştur.

Pielou düzenlilik indeksi, çalışma alanında görülen türler arasında birey sayılarının dağılımının homojenliğini ve düzenliliğini ifade etmektedir. Değerin 1'e yakın çıkması düzenli ve sıfıra yakın çıkması ise düzensiz dağıldığını gösterir (Jorgensen ve diğ., 2005). Hersek Lagünü'nde Pielou indeksi en fazla İst-3'te 0.9 İst-2'de 0,8 İst-1'de 0,7 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler bize İst-1, İst-2, İst-3 'teki türlerin düzenli dağılım gösterdiğini anlatmaktadır.

Tür zenginlik indeks değerleri lagünün tür çeşitliliğine ilişkin yorum yapabilmemize olanak sağlar. Hersek Lagünü'nde tüm istasyonlarda indeks değerleri oldukça düşük bulunmuştur. İndeks değerleri en yüksek Margalef indeksi 2,5, Simpson indeksi 0,5, Pielou indeksi 0,9 ve Shannon-Wiener tür çeşitliliği indeks değerinin 2,4 hesaplanmıştır. Veriler incelendiğinde lagünün tür çeşitliliği bakımından fakir olduğu söylenebilir.

Çalışma alanından alınan örneklerle, Bray-Curtis benzerlik indeksi ve çok boyutlu ölçekleme (MDS) yöntemleri uygulanarak istasyonların oluşturduğu gruplar belirlenmiştir. Ayrıca belirlenen bu grupların, kendi içlerindeki benzerlikleri ve bu grupların birbirlerinden farklılıklarına neden olan türlerin yüzde katkısını belirlemek amacıyla SIMPER analizi uygulanmıştır. İst-1 ile İst-6 arası benzerlik % 71 olurken, İst-4 ile İst-5 arası benzerlik % 67 olarak bulunmuştur. İst-2 ve İst-3 arası benzerlik % 63 olarak bulunmuştur.

Lagünde çözülmüş oksijen değerleri 3,93(mg/l)(İst-3) ile 13,95 (mg/l)(İst-4) değerleri arası değişmektedir. Lagünün denize yakın İst-6 (11,60 mg/l), İst-5(11,75 mg/l), İst-4 (13,95 mg/l), istasyonlarının çözülmüş oksijen değerlerini birbirine yakın hesaplanmıştır. Lagünün denize uzak İst-3 (3,93 mg/l), İst-1 (4,36 mg/l), İst-2 (4,92 mg/l) numaralı istasyonlarındaki çözülmüş oksijen miktarının birbirine yakın bulunmuştur. Bunun nedeni ise lagünün en önemli besleyici kaynağı deniz olması ve lagünün kendi içinde su karışımının kısıtlı şekilde olmasından dolayı oksijence zengin deniz sularının lagünün denizden uzak kısımlarına ulaşamamasıdır (Uzun, 2014).

Albayrak ve diğ. (2006) Marmara Denizi'nde düşük (1-5,9 mg/g), orta (6-11,9 mg/g), yüksek (12-21,9 mg/g) ve çok yüksek ($22 \text{ mg/g} \leq$) olmak üzere dört kritik TOC değeri belirlemiştir. Bu

değerlerle karşılaştırıldığında Hersek Lagünü'nde yüksek ve çok yüksek (16,9 ile 55 mg/g arası) toplam organik karbon değerleri belirlenmiştir.

Sonuç olarak bu çalışma ile daha önce detaylı bir çalışmanın yapılmadığı Hersek Lagünü'nün makrobentik omurgasız faunası ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmada belirlenen türlerin hepsi Türkiye faunasında önceden bildirilmiş türler olmakla birlikte Hersek lagünü'nde detaylı bir çalışma bulunmadığı için, belirlenen türlerin tamamı Hersek Lagünü'nden ilk kez bildirilmiştir. Bu türlerden ikisi (*Hyroides dianthus*, *Lekanesphaera monodi*) Marmara denizi için ilk defa rapor edilmiştir. Ayrıca bu çalışma ile lagünün ekolojik özellikleri belirlenmiş ve su kalite durumu hakkında bilgiler verilmiştir. Bulundurduğu biyolojik çeşitlilik ve ekonomik önemlerinden dolayı lagünlerin koruma önlemlerinin alınabilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma da bundan sonra yapılacak çalışmalar için önemli bir kaynak olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akar, A., 2009, İzmir iç körfezi'nde, kıyı sularında ve kara midyelerde (*Mytilus Galloprovincialis* Lamarck, 1819) fekal koliform bakterilerin izlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akbulut, M., Ustaoglu. M. R. and Çelik, E. Ş., 2009, Freshwater and brackishwater Malacostraca (Crustacea-Arthropoda) fauna of Sinop and Samsun. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environmental*, 15(1): 47-60.
- Akbulut, M., ve Öztürk, M., 2002, Sarıkum Gölü ve kaynak sularının bentik makroomurgasız faunası. *Turkish J. Mar. Sci.*, 8: 103 – 119.
- Albayrak S, Aslan H, Balkıs H., 2001, A contribution to the Aegean Sea fauna: *Ruditapes philippinarum* (Adam & Reeve, 1850) [Bivalvia: Veneridae], *Israel J Zool* 47: 299–300.
- Albayrak, S., Balkıs, H., Zenetos, A., Kurun, A., and Kubanç C., 2006, Ecological quality status of coastal benthic ecosystems in the Sea of Marmara, *Marine Pollution Bulletin*, 52, 790-799.
- Alpbaz, A., 1993, Kabuklu ve eklembacaklılar yetiştiriciliği, İzmir: Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.
- Altan, T., Artar, M., Atik, M., ve Çetinkaya, M., 2004, Çukurova Deltası biyosfer rezervi planlama projesi, Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 372s. Adana.
- Anonim., 2000, Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council Of 23 October 2000.
- Atılğan, İ., ve Egemen, Ö., 2001, Güllük ve Homa Lagünü sedimentlerinde karbon, yanabilen madde ve bazı ağır metal (Cu, Zn) düzeylerinin karşılaştırmalı olarak araştırılması, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(1-2), 225-232.
- Bakır, K., 2010, Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında dağılım gösteren littoral bentik amphipodları (Crustacea) ve biyoekolojik özellikleri, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Balık, S., Ustaoglu, M. R., Özbek, M., Yıldız, S., Taşdemir, A., ve İlhan, A., 2006, Küçük Menderes Nehri'nin (Selçuk-İzmir) aşağı havzasındaki kirliliğin makro bentik omurgasızlar kullanılarak saptanması, *EÜ Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-2), 61-65.
- Balık, S., Ustaoglu, M.R., ve Yıldız, S., 2004, Oligochaeta and Aphanoneura (Annelida) Fauna of the Gediz Delta (Menemen-İzmir), *Turk J Zool.* 28: (2004) 183–197.
- Balkaya, N., ve Çelikoba, İ., 2005, Sulakalanlar ve Kızılırmak Deltası, II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi, MBGAK, 17-19 Kasım, İstanbul.
- Balkıs, H., Mülayim, A., ve Karhan, S. Ü., 2016, Crustacea Malacostraca in the Sea of Marmara: A Checklist, *The Sea of*, 468.

- Bamber, R. N., Gilliland, P. M., and Shardlow M. E. A., 2001, Saline lagoons: A guide to their management and creation (interim version), English Nature, Peterborough, 157p.
- Basset, A., Sabetta, L., Fonnesu, A., Muillot, D., DoChi, T., Viaroli, P., Giordani, G., Reizopoulou, S., Abbiati, M. and Carrada, G.C., 2006, Typology in Mediterranean transitional waters: new challenges and perspectives, *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*, 16: 349–367.
- Bat, L., Akbulut, M., Culha, M. and Sezgin, M., 2000, The Macrobenthic fauna of Sırakaraağaçlar Stream flowing into the Black Sea at Akliman, Sinop. *Turkish Journal of Marine Sciences*, 6: 71–86.
- Bellam-Santini, D., 1969, Etude floristique et faunistique de quelques peuplements infralittoraux de substrat rocheux, des Travaux de la Station Marine d'Endoume, 26, 237–298.
- Beşiktepe, Ş.T., Sur, H.İ., Özsoy, E., Abdullatif, M.A., ve Oğuz, T., 2000, Marmara Denizi'nin hidrografisi ve dolaşımı, Marmara Denizi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 11-12 Kasım 2000 Ataköy Marina, İstanbul, Yayın No:5, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, İstanbul, 314–326
- Billen, G., and Garnier, J., 1997, The Phison river plume: coastal eutrophication in response to changes in land use and water management in the watershed, *Aquat. Microb. Ecol.*, 13:3–17.
- Bonada, N., Prat, N., Resh, V.H., Statzner, B., 2006, Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches, *Annu. Rev. Entomol.*, 51: 495–523.
- Cinar, M. E., Dağlı, E., and Şahin, G. K., 2014, Checklist of Annelida from the coasts of Turkey, *Turkish Journal of Zoology*, 38(6), 734–764.
- Cinar, M. E., Ergen, Z., Dagli, E., and Petersen, M. E., 2005, Alien species of spionid polychaetes (*Streblospio gynobranchiata* and *Polydora cornuta*) in Izmir Bay, eastern Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85(4), 821–827.
- Cirik, S., 1993, Sulak Alanlar, *Ekoloji Dergisi*, 7: 50–51
- Colombo, A., 1885, Raccolte zoologiche eseguite del R. Piroscopa Washington nelle campagne abissale talassografica dell'anno 1885 (in Italian), *Rivista Marittima*: 1–34.
- Costa, J., Silva, G., Almeida, P. and Costa, M., 2006, Structure and dynamics of a benthic invertebrate community in an intertidal area of the Tagus estuary, western Portugal: a six year data series, *Hydrobiologia* (2006) 555:115–128.
- Cunha M. A., Dias J. M., Almeida M.A., Lopes J.F., and Alcântara F., 2003, Fluxes of bacterioplankton between a tidal estuary and the sea: returning to the “Outwelling Hypothesis”, *Aquatic Ecology*, 37:45–54.

- Çağlar, S., 2008, Küçükçekmece koyu (Marmara Denizi) bentik ekosisteminin ekolojik kalite durumunun belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi.
- Çevre ve Orman Bakanlığı., 2004, Çevre Atlası.
- Clarke K.R., Warwick, R.M., 2001, A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness, Mar. Ecol. Progr. Ser., 216, 265-278
- Dağlı, E., Ergen, Z., ve Çınar, M. E., 2007, Türkiye Kıyılarında Bentik Ortamda Yaşayan Spionidae (Annelida, Polychaeta) Türlerinin Önemi.
- Dalkılıç, Y., Harmancıoğlu, N., 2008, Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifinin Türkiye’de Uygulama Olanakları TMMOB, 2. Su politikaları Kongresi, 415.
- Dare, P.J., 1976, Settlement, growth and production of the mussel, *Mytilus edulis* L., in Morecambe Bay, England. Fish Invest, (2), 28.
- Dauer, D.M., 1993, Biological criteria, environmental health and estuarine macrobenthic community structure, Marine Pollution Bulletin, 26 (5), 249–257
- Dauvin JC, Gentil F., 1983, Long-term changes in populations of subtidal bivalves (*Abra alba* and *A. prismatica*) from the Bay of Morlaix (Western English Channel), Mar. Biol., 103(1): 63-73.
- Day Jr, J. W., Crump, B. C., Kemp, W. M., and Yanez-Arancibia, A., 2012, Estuarine Ecology, Second Edition, Wiley-Blackwell, Hoboken, New Jersey, 554 pp. doi: 10.1002/9781118412787.
- Demir, M., 1952, Benthic Invertebrates of the Bosphorus and Islands Coasts (in Turkish with English abstract), İstanbul, Turkey: İstanbul University.
- Egemen, Ö., Gökpınar, Ş., Önen, M., Büyükişık, B., Hoşsucu, B., Sunlu, U., and Cirik, S., 1999, Güllük Lagoon (Aegean Sea, Turkey) Ecosystems, Turkish Journal of Zoology, 23(EK3), 927-948.
- Ellenberg, H., Arndt, U., Bretthauer, R., Ruthsatz, B., and Steubing, L., 1991, Biological Monitoring: signals from the environment, Friedr. Vieweg and Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig, 318p.
- Erdem, O., 2004, Sulak Alanlar: Önemi, Temel Sorunları, Türkiye’nin Uluslararası Öneme sahip sulak alanları, Haber Ekspress: İzmir Gediz Deltası ve Kuşları, (28 Şubat 2004), 7 s.
- E.R.M.S., 2019, European Register of Marine Species <http://www.marbef.org/data/aphia.php?p=taxlist> [Ziyaret Tarihi: Mayıs 2019].
- Frangipane, G. , Ghirardini, A. Volpi , Collavini, F. , Zaggia, L. , Pesce, A. and Tagliapietra, D., 2005, Heavy metals in *Hediste diversicolor* (polychaeta: nereididae) and salt marsh sediments from the lagoon of Venice (Italy), Chemistry and Ecology, 21: 6, 441-454.

- Galehouse, J. S. 1971, Sedimentation analysis, In : Procedures In Sedimentary Petrology (Ed. R. E. Carver), Wiley, New York.
- Gaudette, H., Flight, W., Tanner, L., Folger, D., 1974, An Expensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments, *Journal of Sedimentary Petrology*, 44, 249-253.
- Geldiay, D., Kocataş, A. ve Katağan. T., 1977, Bafa Gölünün Peracarida ve Holocarida (Crustacea, Malacostaca) türleri hakkında, *E.O. Fen Fakültesi Dergisi*, B, 1(4),311-318.
- Geldiay, R. and Kocataş, A., 1972a, A preliminary research on the benthos of İzmir Bay (in Turkish), *Monographs Series of the Faculty of Science, Ege University*, 12: 1–34.
- Geldiay, R. and Kocataş, A., 1972b, Isopods collected in Izmir Bay, Aegean Sea. *Crustaceana*, 3: 19–30.
- Gilabert, J., 2001, Seasonal phytoplankton dynamics in a Mediterranean hypersaline coastal lagoon: Mar Menor, *Journal of Plankton Research*, 23(2):207-217.
- Gillet, P., Mouloud, M., Durou, C., Deutsch, B. 2008, Response of *Nereis diversicolor* population to the pollution impact, *Euarine, Coastal and Shelf Science*, 76, 201-210.
- Herkül, K., J. Kotta, and I. Kotta, 2006, Distribution and population characteristics of the alien talitrid amphipod *Orchestia cavimana* in relation to environmental conditions in the Northeastern Baltic Sea, *Helgoland Marine Research*, 60 (2): 121-126.
- Hily C, Le Bris H., 1984, Dynamics of an *Abra alba* population (bivalve-scrobiculariidae) in the Bay of Brest, *Estuar Coast Shelf S.*,19: 463-475.
- Janssen, H., Scheepmaker, M., van Couwelaar, M. and Pinkster, S., 1979, Biology and distribution of *Gammarus aequicauda* and *G. insensibilis* (Crustacea: Amphipoda) in the lagoon system of Bages- Sigeon (France). *Bijdragen tot de Dierkunde*, 49: 42-70
- Kırdağlı, M., 1999, Lagün Deniz Etkileşiminin İncelenmesi, (A. İ. Aldoğan, Y. Ünsan, E. Bayraktarkatal editör), *Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi 99 – Bildiri Kitabı*, Cilt 1-2, Yapım Matbaacılık, Maslak-İstanbul, 367-377 s
- Kırkım, F., 2000, Systematical and Ecological Investigations on Isopoda (Crustacea) Fauna of Aegean Sea (in Turkish with English abstract), PhD Thesis, Ege University, Institute of Natural and Applied Sciences, 238 pp.
- Kjerfve, B., 1986, Comparative oceanography of coastal lagoons, In *Estuarine variability* (Wolfe, D.,ed.) Academic Press, Inc., Newyork, 63-82.
- Kjerfve, B., and Knoppers, B. A., 1991, Tidal Choking in a Coastal Lagoon. In: B. Parker (ed) *Tidal Hydrodynamics*, John Wiley&Sons, Newyork, 169-179.
- Kocataş, A. and Katağan, T., 1978, Littoral Benthic Amphipods of Turkish Seas and Their Distributions (in Turkish with English abstract). Ankara, Turkey: TUBİTAK, Proje No: TBAG 223.

- Kocataş, A. and Katağan, T., 1983, Crustaceans fauna of Turkish coastal lagoons, Rapport Commission International pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée, 28: 231–233.
- Kocataş, A. ve Katağan, T., 1980, Türkiye Karadeniz sahillerinin bentik amphipodları, VII. Bilim Kongresi, 6-10 Ekim, Kuşadası, 285-296.
- Kocataş, A., 2002, Ekoloji ve Çevre Biyolojisi, Ege Üniversitesi, İzmir, 564 s.
- Kocataş, A., Ergen, Z., and Katağan, T., 1992, The effects of sludge dumping and disposal on the benthic fauna in İzmir Bay, Rapp, Com. Int. Mer. Medit. 42, İzmir, 33 pp
- Kurun, A., 2010, Bandırma Ve Erdek Körfezlerinin Bentik Amphipoda (Crustacea) Faunası ve Dağılımlarını Etkileyen Bazı Ortam Faktörleri Doktora Tezi İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Kut, D., Topcuoğlu, S., Esen, N., Küçükcezzar, R., ve Güven, K. C., 2000, Trace metals in marine algae and sediment samples from the Bosphorus, Water, Air, and Soil Pollution, 118(1-2), 27-33.
- Link, H., Nishi, E., Tanaka, K., Bastida-Zavala, R., Kupriyanova, E. K., and Yamakita, T. 2009, *Hydroides dianthus* (Polychaeta: Serpulidae), an alien species introduced into Tokyo Bay, Japan. Marine Biodiversity Records, 2.
- Lopes, J. F., Dias, J.M., Cardoso, A. C., and Silva, C. I.V., 2005, The water quality of the Ria de Aveiro lagoon, Portugal: From the observations to the implementation of a numerical model. Marine Environmental Research 60:594–628.
- Loring, D.H., Rantala, R.T.T., 1992, Manuel for the Geochemical Analyses of Marine Sediments and Suspended Particulate Matter, Earth Science Reviews, 32, 235-283
- Lök, A., 2001, İskele-Urla'da (İzmir Körfezi) kültüre alınan farklı boy gruplarındaki midyelerin (*Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819) büyüme oranları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 18 (1-2), 141-147.
- Mc Manus, J., 1991, Grain size determination and interpretation, Techniques in sedimentology (Ed. M.E. TUCKER), Blackwell, Oxford.
- Moreira, S.M., Lima, I., Ribeiro, R. and Guilhermino, L., 2006, Effects of estuarine sediment contamination on feeding and on key physiological functions of the polychaete *Hediste diversicolor*: laboratory and in situ assays, Aquatic Toxicology 78, 186-201.
- Mutlu, E., Ünsal, M. and Bingel, F., 1992, A preliminary view on the faunal assemblage of soft-bottom crustaceans along the nearshore of the Turkish Black Sea. Acta Adriatica 33: 177–189.
- Newton, A., Mudge, S.M., 2003, Temperature and Salinity regimes in a shallow, mesotidal lagoon, the Ria Formosa. Estuarine and Shelf Science, 56:1-13.

- O'Brien K Keegan BF., 2004, Size-related reproductive biology of the infaunal bivalve *Abra alba* (Wood) (Bivalvia) in Kinsale Harbour (south coast of Ireland), *Mar.Biol.*146: 65-77.
- Önen M., ve Yaramaz Ö., 1992, Relationship between the physico-chemical parameters and the macrobenthic fauna in the soft substratum of the Homa fisheries Lagoon., *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.*,33:1,
- Önen, M., 1990, Homa Dalyanı fizikokimyasal parametreleri ile makrobentik organizmaların dağılımının araştırılması. Doktora Tezi. E.Ü. Fen Bil. Ens. Su Ürün.ABD
- Önen, M., 1991, Homa Dalyanı fiziko-kimyasal parametreleri ile makrobentik faunanın mevsimsel ve yıllara bağlı değişimleri, *Ege Ü. Su Ürün. Fak., Eğitiminin 10. Yıl. Su Ürün. Semp.*, 12-14 Kasım 1991. p. 413-428.
- Özbek, M., Bakır, K., ve Ustaoglu, M. R. 2016, Karine Lagünü (Aydın)'nın Malacostraca faunası Malacostraca fauna of the Karina Lagoon (Aydın), *Aquatic Sciences*, 33(1), 13-19.
- Özsoy, E., Beşiktepe, Ş., ve Latif, M. A. 2000, Türk Boğazlar Sisteminin Oşinografisi, Marmara Denizi 2000 Sempozyumu, 11-12.
- Öztürk, B., 1998, Black Sea Biological Diversity. Turkey, Black Sea., New York, NY, USA: United Nations Publications.
- Öztürk, B., Doğan, A., Bakır, B. B., and Salman, A. 2014, Marine molluscs of the Turkish coasts: an updated checklist, *Turkish Journal of Zoology*, 38(6), 832-879.
- Pakalne, M., 2004, Wetland management methods in protected nature areas and their application in LIFE-Nature projects, Baltic Environment Forum, University of Latvia Department of Botany and Ecology, Latvia. 31 p.
- Pancucci-Papadopoulou, M.A., Simbora, N., Zenetos, A., Thessalou-Legaki, M., and Nicolaidou, A., 1999, Benthic invertebrate communities of NW Rodos (Rhodes) Island (SE Aegean Sea) as related to hydrological regime and geographical location, *Israel Journal of Zoology*, 45, 371-393.
- Pearson, T.H., and Rosenberg, R., 1978, Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment, In: Barnes, H. (Ed.), *Oceanographic Marine Biology Annual Review*, 16. Aberdeen University Press, Aberdeen, 229-311.
- Pocklington, P., and Wells, P.G., 1992, Polychaetes: key taxa for marine environmental quality monitoring, *Marine Pollution Bulletin*, 24, 593-598.
- Ponti, M., Colangelo M., Cecchereli V., 2007, Composition, biomass and secondary production of the macrobenthic invertebrate assemblages in a coastal lagoon exploited for extensive aquaculture: Valle Smarlacca, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 75 : 79-89.
- Prato, E. and Biandolino, F., 2003, Seasonal changes in population of the Amphipod *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931), *Mediterranean Marine Science*, 4(1):49-56. doi: 10.12681/mms.240.

- Ravagnan, G., 1980, Productive development of lagoonal zones: Available technologies and operational strategies., *Industriale riproduzione artificiale pesce V: a Battaglia*, 225 Albignasego, Padua, Italy, p.1, 176-235.
- Sarı, H. M., Balık, S., Özbek, M., ve Aygen, C., 2001, Bafa Gölü'nün Makro ve Meiobentik Omurgasız Faunası.
- Sezgin, E., 2015, Trakya'daki Lagüner Göllerin gastropod (gastropoda: mollusca) faunası Yüksek Lisans tezi, Trakya Üniversitesi.
- Sezgin, M., Katağan, T., ve Kocataş, A., 2007, Saros Körfezi (Kuzeydoğu Ege Denizi) sublittoral bentik amphipod (Crustacea) faunası, *Ulusal Su Günleri Sempozyumu*, 16-18 Mayıs, Antalya, 257-266.
- Sezgin, M., Kocataş, A., and Katağan, A., 2001, Amphipod fauna of the Turkish central Black Sea region, *Türk J Zool*, 25, 57-61.
- Shannon, C.E., Weaver, W., 1949, *The mathematical theory of communication*, Univ. Press. Illionis, Urbana.
- Soyer, T., 1970, *Bionomie benthique du plateau continental de la cote catalana Française*, III: Les peuplements de Copepodes Harpacticoides (Crustacea), *Vie Millieu*, 21: 377- 511.
- Stock, J.H., 1967, A revision of the European species of the Gammarus locusta-group (Crustacea, Amphipoda), *Zoologische verhandeligen* 90: 1-56.
- T.K.B., 1997, Türkiye Kıyılarındaki Lagünlerin Yönetim ve Geliştirme Stratejileri ve ıslahı Konusunda Yapılan Çalışma. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Tarımsal Sanayi Projesi WB/3077-TIJ, Final Raporu, Anex 2.D Türkiye Lagünlerine Ait Veri Tabanı, ss.288
- T.O.K.Bakanlığı., 1984a, Dalyanlarımızın Geliştirilmesine esas ön etüdler projesi, Beymelek Lagün gölü etüdü, Proje no.2, Antalya.
- T.O.K.Bakanlığı., 1984b, İzmirdeki Homa Dalyanının ıslahına ve geliştirilmesine esas etüd projesi ara raporu, Proje rapor no:7, izmir.
- T.O.K.Bakanlığı., 1984c, Çakal burnu Dalyanının ön etüd raporu, Proje rapor no:5.
- T.O.K.Bakanlığı., 1984d, Karine dalyanının ıslahına ve geliştirilmesine esas ön etüd projesi ara raporu, Proje no:6, İzmir.
- T.O.K.Bakanlığı., 1984e, Dalyanlarımızın ıslahı ve geliştirilmesine esas ön etüdler projesi, Paradeniz ve Akgöl lagünleri, Deniz araştırmaları grubu, top.6-8.fiubat, İzmir, (1984e).
- T.O.K.Bakanlığı., 1985, Karataş Akyatan Dalyanının ıslahına yönelik ön etüd projesi sonuç raporu, yay. no: 8, (1985).
- T.O.K.Bakanlığı., 1989, Lagün gölleri araştırma projesi sonuç raporu., Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bodrum.

- Tarım Ormancılık ve Köy İşleri Bakanlığı., 1984, Ağ havuzlarda Çipura (Sparus aurata L.) yetiştiriciliği, Sünger geliştirme işletme ve Eğitim merkezi, Bodrum (1984).
- TÜDAV., 2000, Ölüdeniz - Fethiye koruma Eylem planı Sonuç Raporu, 199 sayfa.
- TÜİK, 2017, Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr> [ziyaret tarihi: Mayıs2019]
- Ustaoğlu, M.R., Balık, S. ve Özbek, M., 1998, Bafa Gölü(Aydın)'nün Malacostraca (Arthropoda-Crustacea) Faunası, E.Ü. SU Ürünleri Fak. Derg., 15(3-4), 211-231a.
- Uzun, M., 2014, Hersek Deltasında (Yalova) Kıyı Çizgisi-Kıyı Alanı Değişimleri ve Etkileri. Doğu Coğrafya Dergisi, 19(32) : 27-48.
- WFD., 2000, EU Water Framework Directive (WFD) 2000/60/EC. 23.10.2000.
- W.O.R.M.S, 2019, World Register Of Marine Specie, <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxlist> [ziyaret tarihi Mayıs 2019].
- Yardım, Ö., Şendoğan, E., Bat, L., Sezgin, M., ve Çulha, M., 2008, Sarıkum Gölü (Sinop) Makrobentik Mollusca ve Crustacea Faunası.
- Yıldız, S., Ustaoğlu, M. R., ve Balık, S., 2007, Türkiye'deki Bazı Lagünlerin Oligochaeta (Annelida) Faunası İçin Bir Ön Araştırma.
- Zouari S., Rabaoui, L., Cosentino, A., Irathni, I., Ghrairi, H., and Kalthoum, O., 2009, Macrofauna associated with an introduced oyster, Pinctada radiata: Spatial scale implications of community differences, Journal of Sea Research 65 (2011) 161– 169.

EKLER

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı Orhun Hisli
 Doğum Yeri Fatih/İstanbul
 Doğum Tarihi 01.04.1993
 Uyruğu ☒ T.C. ☐ Diğer:
 Telefon 531 725 96 48
 E-Posta Adresi orhunhisli@gmail.com
 Web Adresi



Eğitim Bilgileri

Lisans

Üniversite İstanbul Üniversitesi
 Fakülte Fen Fakültesi
 Bölümü Biyoloji
 Mezuniyet Yılı 24.08.2015

Yüksek Lisans

Üniversite İstanbul Üniversitesi
 Enstitü Adı Fen Bilimleri Enstitüsü
 Anabilim Dalı Biyoloji Anabilim Dalı
 Programı Hidrobiyoloji Programı

Doktora

Üniversite İstanbul Üniversitesi
 Enstitü Adı Fen Bilimleri Enstitüsü
 Anabilim Dalı Anabilim Dalı Adı
 Programı Program Adı

Makale ve Bildiriler