



İzmir Körfezinde Bulunan
Akivadeslerin (*Ruditapes decussatus*
Linnaeus, 1758) Aylık Olarak
Biyokimyasal Kompozisyonunun ve
Mikrobiyal Yükünün Belirlenmesi

Su Ürünleri Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Fettah Gündüz

ORCID 0000-0002-0968-3755

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fatma Öztürk

Haziran 2024

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi **Fettah Gündüz** tarafından hazırlanan **İzmir Körfezinde Bulunan Akivadeslerin (*Ruditapes decussatus* Linnaeus, 1758) Aylık Olarak Biyokimyasal Kompozisyonunun ve Mikrobiyal Yükünün Belirlenmesi** başlıklı bu çalışma tarafımızca okunmuş olup, yapılan savunma sınavı sonucunda kapsam ve nitelik açısından başarılı bulunarak jürimiz tarafından DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

ONAYLAYANLAR

Tez Danışmanı: **Doç. Dr. Fatma Öztürk**
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

Jüri Üyeleri: **Prof. Dr. Mehmet Tolga Dinçer**
Ege Üniversitesi

Prof. Dr. Serkan Koral
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

Doç. Dr. Sevim Hamzaçebi
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mert Metin
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Savunma Tarihi: 28.06.2024

Yazarlık Beyanı

Ben, **Fettah Gündüz**, başlığı **İzmir Körfezinde Bulunan Akivadeslerin (*Ruditapes decussatus* Linnaeus, 1758) Aylık Olarak Biyokimyasal Kompozisyonunun ve Mikrobiyal Yükünün Belirlenmesi** olan bu tezin ve tezin içinde sunulan bilgilerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim. Ayrıca:

- Bu çalışmanın bütünü veya esası bu üniversitede Doktora derecesi elde etmek üzere çalıştığım süre içinde gerçekleştirilmiştir.
- Daha önce bu tezin herhangi bir kısmı başka bir derece veya yeterlik almak üzere bu üniversiteye veya başka bir kuruma sunulduysa bu açık biçimde ifade edilmiştir.
- Başkalarının yayımlanmış çalışmalarına başvurduğum durumlarda bu çalışmalara açık biçimde atıfta bulundum.
- Başkalarının çalışmalarından alıntıladığımda kaynağı her zaman belirttim. Tezin bu alıntılar dışında kalan kısmı tümüyle benim kendi çalışmamdır.
- Kayda değer yardım aldığım bütün kaynaklara teşekkür ettim.
- Tezde başkalarıyla birlikte gerçekleştirilen çalışmalar varsa onların katkısını ve kendi yaptıklarımı tam olarak açıkladım.

Tarih:

28.06.2024

İzmir Körfezinde Bulunan Akivadeslerin (*Ruditapes decussatus* Linnaeus, 1758) Aylık Olarak Biyokimyasal Kompozisyonunun ve Mikrobiyal Yükünün Belirlenmesi

Öz

İzmir Körfezi İnciraltı mevki, Türkiye kıyılarının önemli yerli akivades (*Ruditapes decussatus*) üretim bölgelerinden bir tanesidir. Bu çalışmada aylık olarak akivades örneklerinin et verimleri, kondisyon indeksleri, biyokimyasal kompozisyonları ve mikrobiyal içerikleri ile suyun bazı fizikokimyasal parametreleri ve mikrobiyal kontaminasyonu değerlendirilmiştir.

Çalışma periyodu boyunca et verimleri (EV) %29,87 ve %42,34 aralığında; kondisyon indeksi (Kİ) ise %11,92 ve %19,50 aralığında tespit edilmiştir. Çalışmada aylara göre elde edilen karbonhidrat (glikojen) sonuçları incelendiğinde %4,37 ile %6,48 değiştiği ve değerler arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Ham yağ değerleri en düşük %1,11 ile Ağustos ayında; en yüksek %1,89 ile Ekim ayında tespit edilmiştir. Aylık olarak tespit edilen yağ değerlerindeki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Çalışma sonucunda protein miktarlarının genel olarak

benzerlik gösterdiği ve en düşük protein değeri %11,31 ile Aralık ayında, en yüksek protein değeri ise Haziran ayında %12,44 olarak tespit edilmiştir.

Akivades etleri ve su örnekleri mikrobiyal açıdan aylık olarak incelenmiştir. Et örneklerinde toplam mezofil aerob bakteri sayısı 2,7-5,6 log kob/g aralığında bulunmuştur. Bakteri sayısının sonbahar ve kış aylarında diğer aylara göre nispeten daha yüksek olduğu görülmüştür. Su örnekleri için toplam mezofil aerob bakteri sayısı 1,94-3,53 log kob/200mL aralığında ölçülmüştür. Su örnekleri için *Enterococcus spp.* sayısı ise $<1,0-2,8 \times 10^2$ kob/200mL olarak tespit edilmiştir. Çalışmada hem et örneklerinde hem de su örneklerinde *Escherichia coli*, *Vibrio parahaemolyticus* ve *Salmonella spp.* tespit edilememiştir.

Anahtar Sözcükler: *Ruditapes decussatus*, akivades, biyokimyasal kompozisyon, mikrobiyal yük

Determination of Monthly Biochemical Composition and Microbial Load of the Grooved Carpet Shell (*Ruditapes decussatus* Linnaeus, 1758) in the İzmir Bay

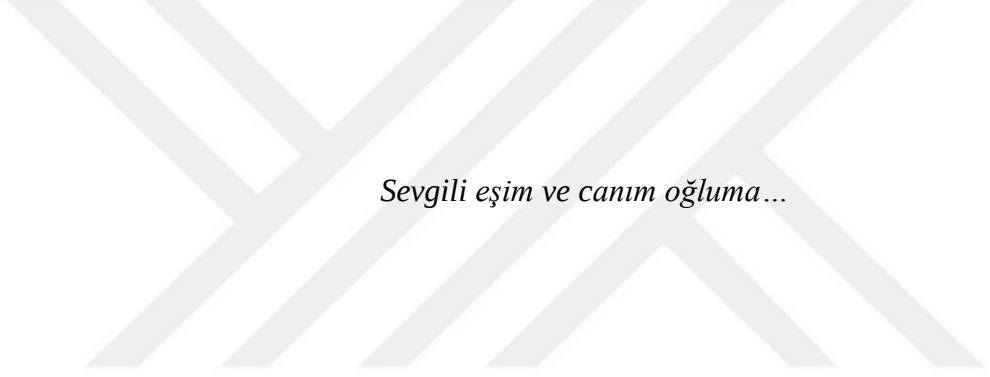
Abstract

İnciraltı location of İzmir Bay is one of the important grooved carpet shell (*Ruditapes decussatus*) production areas of the Turkish coast. In this study, meat yields, condition indices, biochemical compositions and microbial contents of the grooved carpet shell samples and some physicochemical parameters and microbial contamination of the water were evaluated monthly.

During the study period, meat yields (MY) was determined between 29.87% and 42.34%. The condition index (CI)) was determined between 11.92% and 19.50%. In the study, the carbohydrate (glycogen) results obtained by month varied between 4.37% and 6.48%. The difference between the values was found to be significant ($p<0.05$). The lowest crude lipid value was detected 1.11% in August and the highest value was detected 1.89% in October. It was found that the difference in monthly lipid values was statistically significant ($p<0.05$). As a result of the study, it was determined that the protein amounts were generally similar and the lowest protein value was 11,31% in December and the highest protein value was 12,44% in June.

Grooved carpet shell meat and water samples were examined monthly for microbial aspects. The total number of mesophilic aerobic bacteria was found to be between 2.7-5.6 log cfu/g. It has been observed that the number of bacteria is relatively higher in autumn and winter compared to other months. For water samples, the total number of mesophyll aerobic bacteria was measured in the range of 1.94-3.53 log cfu/200mL. The number of *Enterococcus* spp. for water samples was determined as $<1.0-2.8 \times 10^2$ cfu/200mL. In the study, *Escherichia coli*, *Vibrio parahaemolyticus* and *Salmonella* spp. could not be detected in both meat samples and water samples.

Keywords: *Ruditapes decussatus*, grooved carpet shell, biochemical composition, microbial load



Sevgili eşim ve canım oğluma...

Teşekkür

Doktora öğrenimim boyunca bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, değerli danışman hocam Doç. Dr. Fatma ÖZTÜRK'e gösterdiği destek ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Değerli görüşleri ile tezime vermiş oldukları destek ve katkıları için Prof. Dr. Serkan Koral, Prof. Dr. Mehmet Tolga Dinçer, Doç. Dr. Sevim HAMZAÇEBİ ve Dr. Öğr. Üyesi Mert METİN'e teşekkür ederim.

Çalışma süresince maddi ve manevi olarak her zaman yanımda olan sevgili eşim Hatice GÜNDÜZ'e ve canım oğlum Ömer Ali GÜNDÜZ'e şükranlarımı sunuyorum.

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı Doktora programında yapılan bu tez çalışması İKÇÜ Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü "2019-TDR-FEBE-0012" nolu proje tarafından desteklenmiştir. Bu kapsamda İKÇÜ Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim. Ayrıca doktora eğitimim sırasında "YÖK 100/2000" burs programı kapsamında beni destekleyen YÖK'e teşekkür ederim.

Fettah GÜNDÜZ

İçindekiler

Yazarlık Beyanı.....	ii
Öz.....	iii
Abstract.....	v
Teşekkür.....	viii
İçindekiler	ix
Şekiller Listesi.....	xiii
Tablolar Listesi.....	xv
Kısaltmalar Listesi	xvi
1 Giriş	1
1.1 Akivades (<i>Ruditapes decussatus</i>)	6
1.1.1 Sistematığı	8
1.1.2 Morfolojisi	8
1.1.3 Üreme Biyolojisi.....	10
1.1.4 Ekolojisi.....	10
1.1.5 Beslenmesi.....	11
1.1.6 <i>Ruditapes decussatus</i> ile İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar	11
2 Materyal ve Metot	18
2.1 Materyal	18
2.1.1 Çalışma Alanı	18
2.2 Metot.....	19
2.2.1 Çalışma Alanına Ait Çevresel Parametrelerin Belirlenmesi	19

2.2.1.1	Sıcaklık, Tuzluluk ve pH.....	19
2.2.1.2	Askıda Katı Madde (AKM), Partikül İnorganik Madde (PİM) ve Partikül Organik Madde (POM) Miktarlarının Belirlenmesi.....	20
2.2.1.3	Klorofil-a Miktarının Belirlenmesi	20
2.2.2	Biyometrik ve Ağırlık Ölçümleri	21
2.2.2.1	Boy, En, Kalınlık ve Ağırlık	21
2.2.3	Et Veriminin Belirlenmesi.....	21
2.2.4	Kondisyon İndeksinin Belirlenmesi	22
2.2.5	Biyokimyasal Kompozisyon Analizleri.....	22
2.2.5.1	Nem Tayini.....	22
2.2.5.2	Ham Kül Tayini.....	23
2.2.5.3	Karbonhidrat (Glikojen) Tayini.....	23
2.2.5.4	Ham Yağ Tayini	23
2.2.5.5	Ham Protein Tayini	24
2.2.6	Mikrobiyolojik Analizler.....	24
2.2.6.1	Et Örneği Analizleri	24
2.2.6.1.1	Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayısının Belirlenmesi.....	24
2.2.6.1.2	Toplam Koliform, Fekal Koliform ve <i>E. coli</i> Sayısının Belirlenmesi.....	27
2.2.6.1.3	<i>V. parahaemolyticus</i> Sayısının Belirlenmesi.....	30
2.2.6.1.4	<i>Salmonella</i> spp. Sayısının Belirlenmesi	31
2.2.6.2	Su Örneği Analizleri.....	32
2.2.6.2.1	Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayısının Belirlenmesi.....	32

2.2.6.2.2	Toplam Koliform, Fekal Koliform ve <i>E. coli</i> Sayısının Belirlenmesi.....	33
2.2.6.2.3	<i>Enterococcus</i> spp. Sayısının Belirlenmesi	34
2.3	İstatistik Analizleri.....	34
3	Bulgular.....	35
3.1	Çalışma Alanına Ait Çevresel Parametreler	35
3.1.1	Sıcaklık, Tuzluluk ve pH.....	35
3.1.2	Askıda Katı Madde (AKM), Partikül İnorganik Madde (PİM) ve Partikül Organik Madde (POM) Miktarları.....	37
3.1.3	Klorofil-a Miktarı	39
3.2	Biyometrik ve Ağırlık Ölçümleri.....	40
3.2.1	Boy, En, Kalınlık ve Ağırlık.....	40
3.3	Et Verimi ve Kondisyon İndeksi.....	42
3.4	Biyokimyasal Kompozisyon Bulguları.....	44
3.4.1	Nem Değerine Ait Bulgular.....	45
3.4.2	Ham Kül Değerine Ait Bulgular.....	46
3.4.3	Toplam Karbonhidrat (Glikojen) Değerine Ait Bulgular	47
3.4.4	Ham Yağ Değerine Ait Bulgular	48
3.4.5	Ham Protein Değerlerine Ait Bulgular	49
3.5	Mikrobiyolojik Bulgular	50
3.5.1	Et Örneği Bulguları	50
3.5.1.1	Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayısı Bulguları	50
3.5.1.2	Toplam Koliform, Fekal Koliform ve <i>E. coli</i> Sayısı Bulguları.....	52
3.5.1.3	<i>V. parahaemolyticus</i> Sayısı Bulguları	53
3.5.1.4	<i>Salmonella</i> spp. Sayısı Bulguları.....	53

3.5.2	Su Örneği Bulguları.....	53
3.5.2.1	Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayısı Bulguları	53
3.5.2.2	Toplam Koliform, Fekal Koliform ve <i>E. coli</i> Sayısı Bulguları.....	54
3.5.2.3	<i>Enterococcus</i> spp. Sayısı Bulguları.....	55
4	Tartışma	57
5	Sonuç.....	73
	Kaynaklar	75
	Ekler....	97
	Özgeçmiş	98

Şekiller Listesi

Şekil 1.1	<i>Ruditapes decussatus</i> 'un dağılım haritası (Anonim)	7
Şekil 1.2	<i>Ruditapes decussatus</i> 'un ana üretici ülkeleri (FAO, 2023)	7
Şekil 1.3	<i>Ruditapes decussatus</i> 'un üstten görünümü (FAO, 2009).....	9
Şekil 1.4	<i>Ruditapes decussatus</i> dıştan görünümü.....	9
Şekil 2.1	Çalışma alanı	19
Şekil 2.2	Akivadeslerin biyometrik ve ağırlık ölçümleri	21
Şekil 2.3	Akivades örneklerinin seri dilüsyonlarının hazırlanması ve petri kabına ekimi (Halkman, 2005)	25
Şekil 2.4	Toplam mezofil aerob bakteri sayımının gerçekleştirilmesi	25
Şekil 2.5	İnkübasyon sonrasında PCA'da gelişen koloniler	26
Şekil 2.6	Akivades örneklerindeki koliform sayısının EMS yöntemine göre belirlenmesi	28
Şekil 2.7	LST Broth'ta bulanıklık ve gaz oluşumunun değerlendirilmesi ve EMS tablosuna göre koliform sayısının tespit edilmesi (Halkman, 2005).....	28
Şekil 2.8	LST Broth'ta bulanıklık ve gaz oluşumu	29
Şekil 2.9	LST broth'ta inkübasyon sonrası bulanıklık + gaz oluşumunun değerlendirilmesi.....	29
Şekil 2.10	Akivades et örneklerinde <i>V. parahaemolyticus</i> varlığının araştırılması .	30
Şekil 2.11	TCBS besiyerinde <i>V. parahaemolyticus</i> şüpheli kolonilere uygulanan biyokimyasal testler.....	31
Şekil 2.12	TCBS besiyerinde <i>V. parahaemolyticus</i> şüpheli kolonilere uygulanan API 20 E Testi	31
Şekil 2.13	Membran filtrasyon sistemi (Sartorius, b.t.)	32

Şekil 3.1	Çalışma alanında ölçülen deniz suyu sıcaklık değerlerinin aylık değişimi	36
Şekil 3.2	Çalışma alanında ölçülen deniz suyu tuzluluk değerlerinin aylık değişimi	36
Şekil 3.3	Çalışma alanında ölçülen deniz suyu pH değerlerinin aylık değişimi	37
Şekil 3.4	Çalışma alanında ölçülen deniz suyu AKM miktarının aylık değişimi ..	38
Şekil 3.5	Çalışma alanında ölçülen deniz suyu PİM miktarının aylık değişimi.....	38
Şekil 3.6	Çalışma alanında ölçülen deniz suyu POM miktarının aylık değişimi ...	39
Şekil 3.7	Çalışma alanında ölçülen deniz suyu klorofil-a miktarının aylık değişimi	40
Şekil 3.8	Akivadeslerin biyometrik ve ağırlık değerlerinin aylık değişimi (Ortalama±Standart sapma).....	41
Şekil 3.9	Akivadeslerin % et verimi ve kondisyon indeksi değerlerinin aylık değişimi (Ortalama±Standart sapma).....	42
Şekil 3.10	Akivadeslerin % nem değerlerinin aylık değişimi (Ortalama±Standart sapma)	46
Şekil 3.11	Akivadeslerin % ham kül değerlerinin aylık değişimi (Ortalama±Standart sapma)	47
Şekil 3.12	Akivadeslerin toplam glikojen değerlerinin aylık değişimi (Ortalama±Standart sapma).....	48
Şekil 3.13	Akivadeslerin % ham yağ değerlerinin aylık değişimi (Ortalama±Standart sapma)	49
Şekil 3.14	Akivadeslerin % ham protein miktarlarının aylık değişimi (Ortalama±Standart sapma).....	50

Tablolar Listesi

Tablo 1.1	Dünya su ürünleri üretim miktarı (ton) (FAO, 2024).....	2
Tablo 1.2	Dünya mollusk (yumuşakça) üretim miktarı (ton) (FAO, 2024)	3
Tablo 1.3	Dünya <i>R. decussatus</i> üretim miktarı (ton) (FAO, 2024)	3
Tablo 1.4	Türkiye su ürünleri üretim miktarı (ton) (TÜİK, 2024)	4
Tablo 1.5	Türkiye Akivades üretim miktarı (ton) (TÜİK, 2024)	5
Tablo 3.1	Akivadeslerin biyometrik ve ağırlık değerlerinin aylık değişimi (Ortalama±Standart sapma).....	41
Tablo 3.2	Akivadeslerin et verimi ve kondisyon indekslerinin aylık değişimi (Ortalama±Standart sapma).....	43
Tablo 3.3	Et verimi, Kondisyon indeksi ve çevresel parametreler arasındaki korelasyon analizi sonuçları	44
Tablo 3.4	Akivades örneklerinin biyokimyasal kompozisyonunun aylık değişimi (Ortalama±Standart sapma).....	45
Tablo 3.5	Akivades et örneklerinde toplam mezofil aerob bakteri sayısının aylık değişimi	51
Tablo 3.6	Akivades et örneklerinde koliform ve fekal koliform sayısının aylık değişimi	52
Tablo 3.7	Su örneklerinde toplam mezofil aerob bakteri sayısının aylık değişimi .	53
Tablo 3.8	Su örneklerinde toplam koliform, fekal koliform ve <i>E. coli</i> sayısının aylık değişimi	54
Tablo 3.9	Su örneklerinde <i>Enterococcus</i> spp. sayısının aylık değişimi	55

Kısaltmalar Listesi

%	Yüzde Oranı
‰	Binde
ADH	Arginine Dihydrolase
AKM	Askıda Katı Madde
API	Analytical Profile Index
BAP	Bilimsel Araştırma Projesi
Kİ	Kondisyon İndeksi
ECB	Escherichia Coli Broth
EMS	En Muhtemel Sayı
EV	Et Verimi
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
FTS	Fizyolojik Tuzlu Su
g	Gram
İKÇÜ	İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi
KOB	Koloni Oluşturan Birim
L	Litre
LDC	Lysine Decarboxylase
LST	Lauryl Sulfate Tryptose
MHA	Mueller-Hinton Agar
mL	Mililitre
mm	Milimetre
MR-VP	Methyl Red-Voges Proskauer
°C	Santigrad Derece
ODC	Ornithine Decarboxylase
ONPG	Ortho-Nitro-Phenyl-Galactoside
ORCID	Open Researcher and Contributor ID

PCA	Plate Count Agar
PİM	Partikül İnorganik Madde
POM	Partikül Organik Madde
RVS	Rappaport Vassilladis Soya
TCBS	Thiosulfate Citrate Bile Sucrose
TSA	Tryptic Soy Agar
TSB	Tryptic Soy Broth
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
YÖK	Yükseköğretim Kurulu
μ	Mikron
μL	Mikrolitre
μm	Mikrometre

Bölüm 1

1 Giriş

Akivadesler (*Ruditapes decussatus*), Akdeniz’de yaşayan ekonomik açıdan en önemli çift kabuklu deniz canlılarından birisidir (Awad vd., 2019). Diğer çift kabuklu yumuşakçalar gibi dünyanın birçok bölgesinde sevilerek tüketilmektedir (Serdar ve Lök, 2005; Serdar vd., 2010; Saba, 2012; Awad vd., 2019). Akivadesler dünyanın birçok bölgesinde yaygın olarak dağılım göstermiş, ekolojik ve ekonomik değere sahip bir türdür (Bebianno vd., 2004). Sahip olduğu ekonomik önemi nedeniyle başta Fransa, Portekiz ve Tunus olmak üzere birçok ülkede yoğun bir şekilde üretimi yapılmaktadır (Bebianno vd., 2004). *R. decussatus* dünyada en çok tüketim oranlarından birine sahip olduğu Galiçya’da (Kuzeybatı İspanya) ticari olarak çok önemli bir yumuşakça türüdür (Ojea vd., 2004). Yüksek ekonomik önemi ve pazar talebi nedeniyle, türün aşırı kullanımı doğal stoklarını büyük ölçüde tüketmiş, dolayısıyla su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisini canlandırmıştır (Beiras vd., 1993; Ojea vd., 2004). Önemli bir hayvansal protein kaynağı olan çift kabuklu deniz canlıları, ülkemiz için de önemli potansiyel oluşturmaktadır (Yıldız vd., 2013; Lök vd., 2011; Kurtay, 2020). Akivadesler ekonomik değerlerinin yanı sıra, özellikle de insan sağlığı açısından kardiyovasküler hastalıkları önlemek için araştırılan eikosapentaenoik asit başta olmak üzere çoklu doymamış yağ asitleri bakımından oldukça zengindirler (Beninger ve Stephan, 1985; Bebianno vd., 2004). Akivadesler, iyi bir enerji kaynağı olmalarının yanında, kaliteli ve kolay sindirilebilen hayvansal proteinleri içerdikleri içinde oldukça önemlidir (Beninger ve Stephan, 1985; Lök vd., 2011; Acarli vd., 2015). Ayrıca, düşük oranda doymuş yağ asitleri, yüksek oranda omega-3 yağ asitleri ve esansiyel amino asitleri içermektedirler (Beninger ve Stephan, 1985; Dong, 2001; Serdar ve Lök, 2009). Günümüzde artan nüfus ile birlikte besin

kaynaklarına ve çeşitlerine ulaşım günden güne zorlaşmaktadır. İklim değişikliği ve tarımsal alanların azalmasından dolayı alternatif besin kaynaklarına olan ilgi de artmıştır. Yaklaşık olarak %70'i sular ile kaplı olan dünyamızda deniz ürünleri ulaşılabilirliği kolay besin grubu içinde yer almakta ve beslenme açısından önemli bir role sahiptir (Bebianno vd., 2004). Su ürünlerine ilişkin küresel tüketim miktarı 1961'den 2019'a kadar yıllık ortalama yüzde 3,0 oranında artış göstermiştir (FAO, 2022). Kişi başına su ürünleri tüketimi 1961 yılında 9,0 kg iken yılda yaklaşık %1,4 artarak 2019 yılında 20,5 kg'a yükselmiştir (FAO, 2022). 2022 yılında dünya genelinde balıkçılık ve su ürünleri toplam üretimi 185.4 milyon tona ulaşmıştır (FAO, 2024). Toplam üretimin 91 milyon tonu avcılık, 94.4 milyon tonu ise yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir (Tablo 1.1). Su ürünleri yetiştiriciliği gıda endüstrisi içerisinde en hızlı büyüyen sektör olarak karşımıza çıkmaktadır (Costa-Pierce, 2002). 2022 yılında dünya genelinde 59.8 milyon ton su ürünleri ihracatı gerçekleşmiştir. İhracatın toplam üretim içerisindeki payı %33,7 olurken, toplam değeri ise 150,5 milyar ABD dolarına ulaşmıştır (FAO, 2024).

Tablo 1.1 Dünya su ürünleri üretim miktarı (ton) (FAO, 2024)

Tarih	Avcılık			Yetiştiricilik			Toplam
	Deniz	İç su	Toplam	Deniz	İç su	Toplam	
2017	81.250.454	11.950.244	93.200.698	29.995.734	49.501.596	79.497.331	172.698.029
2018	84.610.819	12.009.503	96.620.321	30.795.808	51.508.887	82.304.694	178.925.015
2019	80.409.360	12.088.641	92.498.001	32.033.872	53.302.118	85.335.990	177.833.991
2020	78.800.000	11.500.000	90.300.000	33.100.000	54.400.000	87.500.000	177.800.000
2021	80.300.000	11.400.000	91.600.000	34.700.000	56.400.000	91.100.000	182.800.000
2022	79.700.000	11.300.000	91.000.000	35.300.000	59.100.000	94.400.000	185.400.000

Bununla birlikte dünya genelinde 2022 yılında yaklaşık olarak 25 milyon ton yumuşakça üretimi gerçekleştirilmiştir (Tablo 1.2). *R. decussatus*'un ise 2022 yılında avcılık yoluyla 1.890 ton; yetiştiricilik yoluyla 5.464 ton olmak üzere toplam 7.354 ton üretimi gerçekleşmiştir (FAO, 2024) (Tablo 1.3). 2022 yılında çift kabuklu yumuşakçaların küresel ihracatı 4,3 milyar ABD dolarına ulaşarak küresel su ürünleri ihracatı değerinin yaklaşık yüzde 2,8'ini sağlamaktadır (FAO, 2024).

Tablo 1.2 Dünya mollusk (yumuşakça) üretim miktarı (ton) (FAO, 2024)

Tarih	Avcılık	Yetiştiricilik	Toplam
2017	6.342.232	17.306.635	23.648.867
2018	6.241.278	17.499.581	23.740.859
2019	6.420.986	17.550.576	23.971.562
2020	5.923.000	17.740.526	23.663.526
2021	6.209.000	18.434.000	24.643.000
2022	6.150.000	18.911.000	25.061.000

Tablo 1.3 Dünya *R. decussatus* üretim miktarı (ton) (FAO, 2024)

Tarih	Yetiştiricilik	Avcılık	Toplam
2017	6.895,025	1.103,305	7.998,330
2018	4.135,770	416,020	4.551,790
2019	1.839,842	1.893,872	3.733,714
2020	3.839,059	1.796,058	5.635,117
2021	5.328,631	1.856,933	7.185,564
2022	5.464.754	1.890,222	7.354,976

Ülkemizde ise 2023 yılında toplam su ürünleri üretim miktarı 1.007.921ton olarak gerçekleşmiştir. Toplam üretimin 553.862 tonu yetiştiricilik yoluyla elde edilirken; 454.059 tonu ise avcılık yolu ile elde edilmiştir. Üretimin %55'ini yetiştiricilik ürünleri, %41,7'sini avcılık yoluyla elde edilen deniz balıkları, %3,3'unu avcılık yoluyla elde edilen iç su ürünleri oluşturmaktadır (TÜİK, 2024) (Tablo 1.4). Ülkemizde kişi başına ortalama su ürünleri tüketimi 2022 yılında 7,3 kg olarak belirtilmiştir (TÜİK, 2023).

Tablo 1.4 Türkiye su ürünleri üretim miktarı (ton) (TÜİK, 2024)

Tarih	Avcılık			Yetiştiricilik			Toplam
	Deniz	İç su	Toplam	Deniz	İç su	Toplam	
2018	283.955	30.139	314.094	209.370	105.167	314.537	628.631
2019	431.572	31.596	463.168	256.930	116.426	373.356	836.524
2020	331.281	33.119	364.400	293.175	128.236	421.411	785.811
2021	295.018	33.140	328.158	335.815	135.871	471.686	799.844
2022	301.747	33.256	335.003	368.742	146.063	514.805	849.808
2023	420.527	33.532	454.059	399.529	154.333	553.862	1.007.921

Dünya genelinde ağırlıklı olarak yetiştiricilik yoluyla elde edilen akivadesler (*R. decussatus*) ülkemizde ise tamamı avcılık yoluyla elde edilmektedir. Ülkemizde akivades üretim miktarı 2023 yılında 19,3 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2024) (Tablo 1.5).

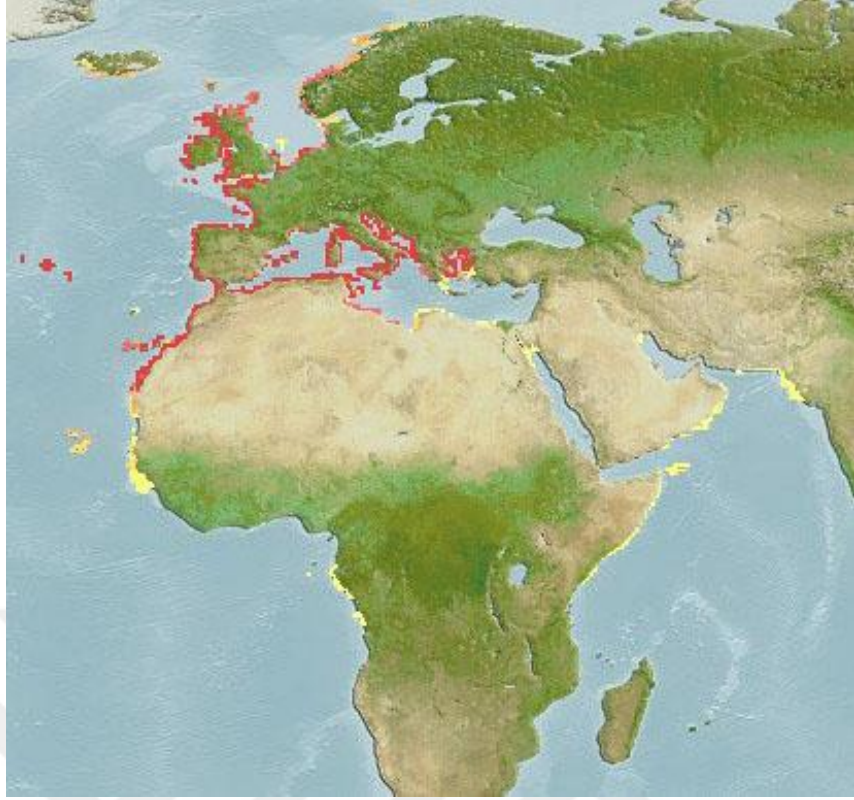
Tablo 1.5 Türkiye Akivades üretim miktarı (ton) (TÜİK, 2024)

Yıllar	Akivades
2018	0,8
2019	14,1
2020	57,1
2021	24,4
2022	28,5
2023	19,3

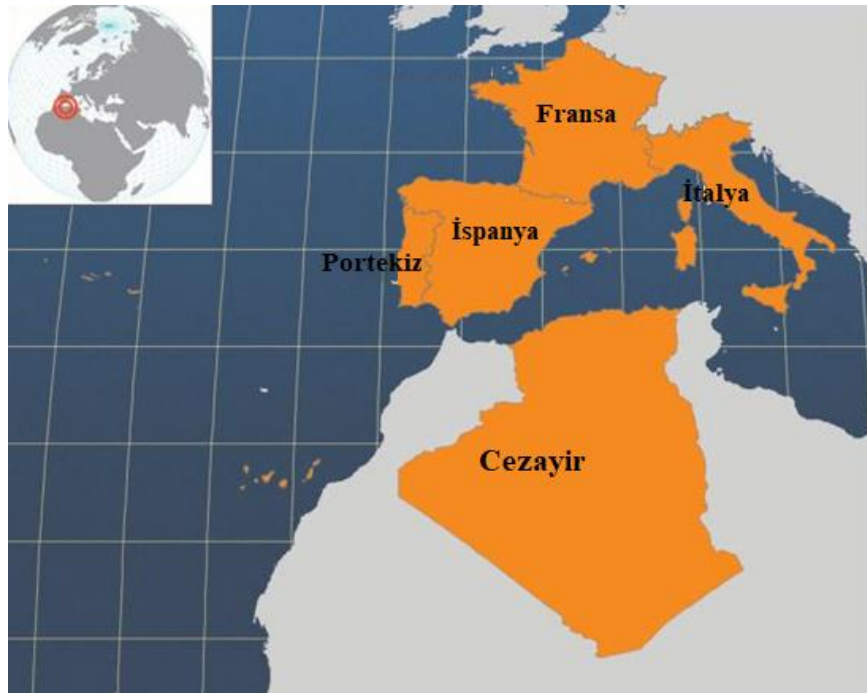
Dünya nüfusunun hızla artması ile birlikte hayvansal protein kaynağı ve besleyici elementlere olan gereksinim her geçen gün biraz daha artmaktadır. Dünyanın birçok ülkesinde deniz ürünleri insan beslenmesinin temel bir bileşenini temsil etmektedir. Bu ülkelerdeki nüfus artışıyla birlikte deniz ürünlerine olan talebinde artması söz konusudur. Genel olarak balığa olan talep fazla olmasına rağmen son yıllarda yumuşakçalara olan talep önemli bir artış göstermiştir. Özellikle çift kabuklu deniz canlılarına olan talep giderek artmıştır. Bu nedenle çift kabuklu deniz canlılarının aşırı avlanması doğal ortamlarının zarar görmesine ve stokların azalmasına sebep olmuştur. Özellikle ekonomik olarak büyük öneme sahip olan midye, istiridye ve akivadeslerin doğal stoklarının aşırı kullanımına karşı artan talebin karşılanması için yetiştiricilik faaliyetlerine hız verilmelidir. Çift kabuklu deniz canlıları yetiştiricilik için ideal türlerdir. Suyu süzerek beslendikleri için yaşamak, büyümek ve üremek için gıda olarak sadece suda doğal olarak bulunan fitoplanktonik algelere ihtiyaç duyarlar. Akivadesler dünya genelinde sevilerek tüketilmekte ve hem avcılığı hem de yetiştiriciliği çok fazla yapılmaktadır. Ülkemizde ise sadece avcılığı yapılmaktadır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de yetiştiriciliği yapılarak ülke ekonomisine katkı sağlanmalıdır.

1.1 Akivades (*Ruditapes decussatus*)

R. decussatus, yaygın olarak Norveç'ten Senegal'e kadar Atlantik kıyıları boyunca, Britanya Adaları'nın Güney ve Batı kıyılarından Akdeniz'e kadar uzanan bir dağılıma sahiptir (Tebble, 1966; Breber, 1981; Breber, 1985; Parache, 1982; Poppe ve Goto, 1991; Bebianno vd., 2004; Saba, 2012;) (Şekil 1.1). Akdeniz ve Avrupa kıyılarında ekonomik açıdan önemli değere sahip bir türdür (Gosling, 2003; de Sousa vd., 2011; Smaoui-Damak vd., 2012; Leite vd., 2013; Matias vd., 2013; Awad vd., 2019). Günümüzde, bu türün üretimini yapan birçok ülke vardır. Özellikle Atlantik kıyılarında İspanya, Fransa ve Portekiz; Akdeniz kıyılarında ise Cezayir ve İtalya en çok üretim yapan ülkelerdir (Saba, 2012; Matias vd., 2013; Awad vd., 2019) (Şekil 1.2). Bu tür özellikle Fransa, İspanya, Portekiz, İtalya gibi Avrupa ülkelerinde sevilerek tüketilmektedir (Serdar vd., 2007; Saba, 2012). *R. decussatus*, koy, haliç ve kıyı lagünlerinin gelgit seviyesindeki kum ve çamurlu substratlarında yaşayan çift kabuklu bir yumuşakçadır. Bu yumuşakça zeminin içinde maksimum 10-12 cm derinliğe ulaşır ve ayda yaklaşık 6 m yer değiştirebilir. Birçok çift kabuklu gibi, *R. decussatus* da çevresel koşullardaki büyük değişikliklere dayanabilir (Bebianno vd., 2004). *R. decussatus*'un iki adet sifonu vardır, bunlardan biri su ve asılı partiküllerin filtrasyonunu sağlayan sifondur, diğeri ise su ve atık ekstraksiyonu için kullanılan sifondur. Suyu süzerek beslendikleri için midye ve istiridyelerin bulunmadığı bölgelerde biyoindikatör olarak gösterilmektedirler (Henry, 1987; Serafim ve Bebianno, 2001; Bebianno vd., 2004).



Şekil 1.1 *Ruditapes decussatus*'un dağılım haritası (Anonim)



Şekil 1.2 *Ruditapes decussatus*'un ana üretici ülkeleri (FAO, 2023)

1.1.1 Sistematiği

R. decussatus, Veneridae familyasına ait bir çift kabuklu türüdür.

Filum: Mollusca

Klasis: Bivalvia

Ordo: Eulamellibranchiata

Familya: Veneridae

Sub-familya: Tapetinae

Genus: Tapes (Linne, 1758)

Tür: *Ruditapes (Tapes) decussatus* (Linnaeus 1758)

Ruditapes (Tapes) philipinarum (Adams and Reeve 1850)

Tapes aureus (Gmelin, 1791)

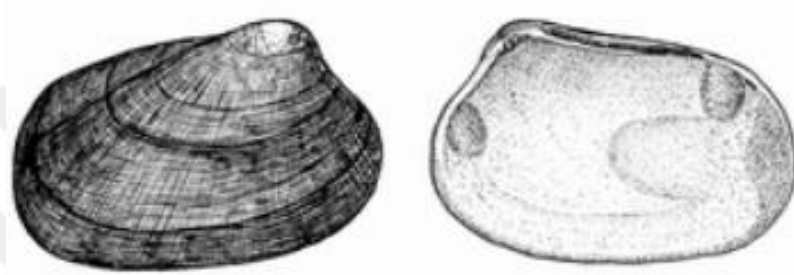
Tapes rhomboides (Pennant, 1777)

Venerupis senegalensis (Gmelin, 1791)

1.1.2 Morfolojisi

Vücutları simetrik şekilde yana yassılaştırmış iki eşit kabuktan oluşmuştur. Kabuk oval şekillidir, dorsal ve ventral kenarlarda hafifçe sıkıştırılmıştır (Şekil 1.3-1.4). Dış yüzeyleri büyüme aşamalarını belirginleştiren eş merkezli çizgiler ile oyuk, değişik renk ve desendedir. İç yüzeyleri ise genellikle pürüzsüz, parlak beyaz veya krem tonlardadır. Kabuğun kasların bağlanması için iskelet görevi görme, yırtıcılara karşı koruma ve çamur ve kumun manto boşluğundan uzak tutulması gibi çeşitli işlevleri vardır. Üç katmandan oluşur ve ana bileşeni kalsiyum karbonattır. Kabuk büyümesi için gerekli olan kalsiyum, yumuşak dokudan veya deniz suyundan elde edilir (Gosling, 2003). Kabuk büyümesi için gereken enerji, bir çift kabuklunun toplam

enerji bütçesinin önemli bir kısmı oluşturur (Hawkins ve Bayne, 1992). Maksimum kabuk uzunluğu yaklaşık olarak 75 mm'dir (Dore, 1991). Kabuk renkleri yaşadıkları bölgeye ve ortama göre farklılıklar göstermektedir. Genel olarak 0-20 m'ye kadar deniz seviyesine yakın veya 15-20 cm zemin içine gömülü kumlu ve çamurlu alanlarda yaşarlar. Ayrıca, substrattan çıkarttıkları iki sifonu ile çevredeki suyu sürekli olarak filtreleyerek yaşamlarını sürdürürler (Serdar vd., 2007; Saba, 2012). Herhangi bir tehlike anında sifonlarını içlerine çekerek kabuklarını kapatırlar (Serdar vd., 2007).



Şekil 1.3 *Ruditapes decussatus*'un üstten görünümü (FAO, 2009).



Şekil 1.4 *Ruditapes decussatus* dıştan görünümü

1.1.3 Üreme Biyolojisi

Akivadeslerin her iki türü de (*R. decussatus*, *R. philippinarum*) ayrı eşeyli canlılardır. Bireylerin boyları yaklaşık olarak 20 mm'ye ulaştığında ilk yumurtlama görülebilir (Vilella, 1950; Parache, 1982; Serdar vd., 2009; Serdar ve Lök, 2009). Akivadeslerde üreme genel olarak su sıcaklıklarının artmaya başladığı yaz aylarında gerçekleşir. Gonadal olgunlaşma, sperme ve yumurta bırakma dönemi Avrupa türlerinde su sıcaklığının 20 °C, Pasifik türlerinde ise su sıcaklığının 15-21 °C arasında olduğu dönemlerdir. Sperm ve yumurta suya bırakılır ve döllenme su içerisinde meydana gelir. Döllenmiş yumurtalar 15-20 gün içerisinde sırasıyla trokofor larva, D larva, umbo veliger larva ve pediveliger larva aşamalarını geçirirler. Pediveliger aşamasına ulaşan larvalar (200-250 µm boy) metamorfoz geçirerek spat aşamasına geçerler. Metamorfoz besin miktarı, sıcaklık ve tuzluluk gibi çevresel parametrelere bağlı olarak yaklaşık olarak 7-15 gün sürmektedir (Utting ve Spencer, 1991; Serdar vd., 2009). Metamorfoz aşamasından sonra yavrular dibe doğru inerek substrat içerisine gömülür ve bentik hayata geçiş yaparlar. Akivadeslerin gametogenik döngüleri bir coğrafi bölgeden diğerine (Robert vd., 1993; Laruelle vd., 1994; Urrutia vd., 1999; Drummond vd., 2006), türler arasında ve aynı tür içindeki farklı coğrafi popülasyonlar arasında da (Avendano ve Le Pennec, 1997) değişiklik gösterebilir. Gonad gelişimi, sperm ve yumurta bırakma aktivitesi hormonal devir, genotip, sıcaklık, tuzluluk, besin miktarı ve ışık gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Rodríguez-Moscoso ve Arnaiz, 1998; Serdar vd., 2009; Serdar ve Lök, 2009).

1.1.4 Ekolojisi

Akivadeslerin doğal stok alanları fazla dalga ve akıntı içermeyen yarı korunaklı kıyı bölgeleridir. Genellikle kumlu az ya da çok çamurlu suda dağılım gösterirler. Dipte yaşadıkları için yeterli besini alabilmeleri için uygun bir akıntının olması gerekir. Tüm akivadeslerin (*Mercenaria mercenaria*, *R. decussata*, *R. philippinarum*) ortak özelliği, deniz tabanına gömülmeleridir (Gosling, 2003). Büyük bireyler küçük bireylere oranla daha derin sedimente gömülürler. Ancak bu derinlik 10-12 cm'yi geçmez (Serdar ve Lök, 2005; Serdar vd., 2007). Akivadeslerin Avrupa türleri 5 °C ile 30 °C arasındaki su sıcaklığında yaşamlarını sürdürebilmektedir. Larval büyüme ve yaşama oranı *R.*

decussatus'larda uygun sıcaklık aralığı 25-26 °C'ler iken; *R. philippinarum* bu sıcaklık 18-25 °C'ler arasındadır (Lucas, 1978; Parache, 1982). Bütün akivades türleri %50'ye kadar tuzluluklara tolerans gösterebilirler. *R. decussatus* için alt değer %20, *R. philippinarum* için ise %15 değeri alt limit bildirilmiştir (Patridge, 1977; Gérard, 1978; Parache, 1982; Serdar vd., 2007). Akivadesler birçok çevresel parametreye karşı oldukça duyarlıdır. Sıcaklığın arttığı dönemlerde çözünmüş oksijen miktarındaki azalma boğulmalarına sebep olabilir (Parache, 1982; Serdar vd., 2007).

1.1.5 Beslenmesi

Akivadesler substrattan çıkartıkları sifonları yardımı ile çevredeki suyu sürekli olarak filtreler, organik partikülleri ve fitoplanktonik hücreleri toplayarak besin olarak tüketirler (Saba, 2012). Sifonlar ayrıca bireylerin ortamla bağlantısını sağlarlar. Yetişkin bir birey boyutları 2-200 µm arasında olan partikülleri 15 °C'de 0,4-0,9 lt/saat olacak şekilde süzebilirler. Akivadeslerin suyu süzme hızını bireyin büyüklüğü, partiküllerin büyüklüğü, yoğunluğu ve türü, suyun sıcaklığı ve akıntısı etkilemektedir (Nakamura, 2001). Akivadesler özellikle ilkbahar aylarında suların ısınmasıyla oluşan alg patlamalarında oldukça iyi beslenirler. *R. decussatus* bireyleri yavru dönemlerinde çok fazla mikroalge ihtiyaç duyarlar ve günde yaklaşık olarak ağırlıklarının %2'si kadar *Phaedactylum tricornutum*, *Isochrysis galbana* ve *Tetraselmis suecica* gibi mikroalg türlerini tüketirler (Albentosa vd., 1996).

1.1.6 *Ruditapes decussatus* ile İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar

Beninger ve Lucas (1984) gerçekleştirdikleri çalışmada, Fransa'nın Atlantik kıyılarında *R. decussatus* ve *R. philippinarum* türlerinin kondisyon indeksi, üreme aktivitesi ve biyokimyasal kompozisyonlarındaki değişiklikleri 74 haftalık bir süre boyunca incelemişlerdir. Biyokimyasal kompozisyonlarının ortalama miktarlarında türler arasında farklılıklar olmasına rağmen genel olarak her iki popülasyon için de benzerlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca biyokimyasal bileşimleri ile kondisyon indeksleri arasında önemli bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. *R. decussatus* türü için protein değerleri %7,7-10,9; lipid değerleri %0,89-1,61; glikojen değerleri %0,13-3,78; kül değerleri %2,33-3,11 ve nem değerleri ise %80,5-86,1 olarak kaydedilmiştir.

R. philippinarum türü için ise bu değerlerinin sırası ile %7,7-12,0; %0,80-1,42; %0,62-4,64; %2,23-3,04 ve %78,9-86,5 olduğu rapor edilmiştir.

Beninger ve Stephan (1985) Fransa'nın Atlantik kıyısında bulunan Sud-Finistere bölgesinde ortak bir habitatta yetiştirilen iki akivades türü (*R. decussatus* ve *R. philippinarum*) için mevsimsel olarak triasilgliserol ve fosfolipid bileşenli yağ asitlerindeki değişimleri karşılaştırmak için bir yıllık çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda farklı coğrafi kökenlere ait türler olmalarına rağmen, iki akraba türün de yağ asidi spektrumlarının oldukça benzer olduğu bildirilmiştir. Her iki tür için de triasilgliserol fraksiyon yağ asitlerinin göstermiş olduğu değişimin üreme ile değil yıllık sıcaklık değişimine karşılık gelen mevsimsel değişimlerle ilişkili olduğu belirtilmiştir. *R. decussatus* triasilgliserollerinin yağ asidi bileşimlerinden doymuş yağ asidi (DYA) içeriklerini % 20,98-35,60; tekli doymamış yağ asidi (TDYA) içeriklerini %18,18-32,71; çoklu doymamış yağ asidi (ÇDYA) içeriklerini %18,28-35,40 olarak bildirmişlerdir. *R. decussatus* fosfolipitlerinin yağ asidi bileşimlerinden DYA yağ asidi içeriklerini %21,26-32,50; TDYA yağ asidi içeriklerini %10,18-15,72; ÇDYA yağ asidi içeriklerini %30,56-41,63 aralığında tespit etmişlerdir.

Ojea vd. (2004) İspanya'nın Galiçya bölgesinde bulunan Baldaio Lagünün'de yaptıkları çalışmada *R. decussatus*'un biyokimyasal bileşimindeki mevsimsel değişimleri 15 aylık bir süre boyunca aylık olarak incelemişlerdir. *R. decussatus*'un tüm etinin ve farklı dokularının glikojen, lipit ve protein içeriklerindeki (mg/g kuru ağırlık) mevsimsel değişiklikler araştırılmıştır. Bütün et, ayak, manto, sifonlar, solungaçlar ve adduktör kası için ayrı ayrı analizler yapmışlardır. Çalışma sonucunda protein ve lipid içeriklerinin yıl boyunca nispeten sabit kaldığı ve glikojen miktarının ise değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir. *R. decussatus*'un kondisyon indeksi değerlerinin 5,6 ile 10,1 aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. *R. decussatus*'un bütün eti ile yaptıkları analizler sonucunda protein içeriği 447,4-507,6 (mg/g kuru ağırlık) olarak bildirilmiştir. Lipid içeriği 44,8-68,8 (mg/g kuru ağırlık) aralığında, glikojen içeriği ise 70,0-227,5 (mg/g kuru ağırlık) olarak tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada gonad-visseral kütlenin nötr ve polar lipidlerindeki toplam yağ asidi içerikleri araştırılmıştır. Yağ asitlerindeki değişikliklerin gametojenik döngüyle ilişkili olduğu; maksimum yumurta olgunluk döneminde artışların, yumurtlama sırasında ise

azalmaların olduğu görölmüş. Nötr lipit fraksiyonundaki toplam yağ asitlerinin mevsimsel değışimleri DYA yağ asidi %23,91-46,19; TDYA yağ asidi %19,28-35,31 ve ÇDYA yağ asidi %23,78-54,42 olarak kaydedilmiştir. Polar lipit fraksiyonundaki toplam yağ asitlerinin mevsimsel değışimleri DYA yağ asidi %20,97-29,93; TDYA yağ asidi %10,86- 14,76 ve ÇDYA yağ asidi %53,94-63,56 olarak bildirilmiştir.

Albentosa vd. (2007) iki yetişkin kabuklu türünü (*R. decussatus* ve *Venerupis pullastra*) 84 gün aç bırakarak, açlığın metabolizma üzerindeki etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Açlık durumunda metabolizmanın enerji maliyetini sağlamak için kullanılan biyokimyasal bileşimleri analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda her iki türün enerji çıkışına en büyük katkıyı karbonhidratların sağladığını bildirmişlerdir. Bunu dişilerde proteinin erkeklerde ise yağın takip ettiği bildirilmiştir. Biyokimyasal analizleri cinsiyet, tür ve açlık sürelerine göre ayrı ayrı gerçekleştirmişlerdir. *R. decussatus* için aç bırakmadan önce (başlangıçta) yaptığı analizler sonucunda protein değerleri diş bireylerde %67,19±4,25 (AFDW, külsüz kuru ağırlık), erkek bireylerde %67,57±4,24 (AFDW) olarak kaydetmiştir. Lipid değerlerini diş bireylerde %13,10±0,85 (AFDW), erkek bireylerde %20,30±3,82 (AFDW) olarak belirtmişlerdir. Karbonhidrat içeriklerini ise diş bireylerde %19,72±4,63 (AFDW), erkek bireylerde %20,30±3,82 (AFDW) olarak bildirmişlerdir.

Aníbal vd. (2011) Portekiz'in güneyinde yer alan Ria Formosa lagününde bir yıl boyunca aylık periyotlarla yaptıkları çalışmada, *R. decussatus*'un mevsimsel olarak biyokimyasal değışimlerini, kondisyon indekslerini ve et verimliliklerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda protein miktarlarının yıl boyunca değışiklik gösterdiği ve yaz aylarında en yüksek değere ulaştığı; bununla birlikte karbonhidrat ve yağ içeriklerinde yıl boyunca değışimlerin gözleendiği ve yaz aylarında nispeten daha yüksek değerlere ulaşıldığı bildirilmiştir. Çalışma sonucunda et verimliliği %24,0-32,1 arasında bulunmuştur. Protein değerleri %5,90-8,66 aralığında; lipid değerleri %0,07-2,25 aralığında; glikojen değerleri %0,38-2,62 aralığında; kül değerleri %2,74-3,42 aralığında; nem değerleri ise %82,55-86,85 aralığında bildirilmiştir.

Saba (2012) Sardunya Adası'nın Porto Pozzo lagününde yaptığı çalışmada üç ayrı yumuşakça (*R. decussatus*, *Mytilus galloprovincialis* ve *Ostrea edulis*) türü için gamet döngüsü, kondisyon indeksi, biyokimyasal kompozisyon ve yağ asidi

kompozisyonlarını ve çevresel parametreleri Temmuz 2009-Temmuz 2010 döneminde incelemiştir. Kondisyon indeksi değerlerinin genel olarak benzerlik gösterdiği ve ilkbahar döneminde maksimum, sonbahar döneminde ise minimum değere sahip olduğu belirtilmiştir. Ortalama nem içeriklerinin benzer olduğu, kül değerlerinin ise yaz ve sonbahar aylarında belirgin bir şekilde daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Protein içeriklerinin düzenli bir salınım ortaya koyduğu ve yaz aylarında en yüksek değere ulaştığı bildirilmiştir. Yağ yüzdelerinin ise çalışma süresi boyunca oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada nem, kül ve protein içerikleri arasında farklılıkların olduğunu fakat yağ içerikleri ve kondisyon indeksleri için önemli bir farklılığın bulunmadığı bildirilmiştir. Çalışma süresi boyunca Porto Pozzo lagününde kaydedilen sıcaklık değerleri 8,4 °C - 30,1 °C olarak; pH değeri 8,08-8,54; klorofil-a miktarı ise 0,19 mg l⁻¹-1,50 mg l⁻¹ olarak kaydedilmiştir. Çalışmada en düşük kondisyon indeksi (Kİ) değeri %11,98 ile kış aylarında, %12,08 ile ilkbahar mevsiminde kaydedilmiştir. Protein değerleri %12,81±0,06-13,59±0,10; lipid değerleri %1,01±0,13-1,28±0,03; kül değerleri %2,63±0,03-3,27±0,03 ve nem değerleri ise %80,21±0,10-81,70±0,06 olarak bildirilmiştir. Toplam yağ asidi içeriklerinden DYA yağ asitlerinin mevsimsel değişimleri %24,93±1,03-30,73±0,61 aralığında değişim göstermiştir. DYA yağ asidi içeriklerinin en yüksek değeri yazın toplanan akivades örneklerinde elde edilirken; en düşük değer ise ilkbahar örneklerinde elde edilmiştir. Daha düşük miktarlarda bulunmasına rağmen en yüksek TDYA değerine yaz döneminde (%20,84±0,48) ulaşılmıştır. En düşük TDYA değeri ise %11,12±0,55 ile kış mevsiminde kaydedilmiştir. En çok bulunan yağ asidi ÇDYA'lar kış numunesinde en yüksek değerleri göstermiştir (%43,64±0,40). En düşük değeri ise %33,57±0,93 olarak yaz örneklerinde kaydedilmiştir.

Matias vd. (2013) Portekiz'in Ria de Aveiro ve Ria Formosa Lagünlerinden topladıkları *R. decussatus* popülasyonuna yönelik kondisyon indeksleri, biyokimyasal kompozisyonlarını, sıcaklık ve klorofil miktarları hakkında 24 aylık bir süre boyunca araştırma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada ayrıca üreme döngüsü ile besin depolanması ve kullanımı arasındaki ilişki de incelemiştir. Klorofil miktarlarında fitoplanton patlamaları ile birlikte mevsimsel olarak değişimler olduğu bildirilmiştir. Bu değişimlerin Ria Formosa Lagünü için ilkbaharda, Ria de Aveiro Lagünü için ise ilkbahar/yaz ve sonbaharda gerçekleştiği belirtilmiştir. Çalışma sonunda proteinler ve

toplam yağ miktarları arasında bulunan negatif korelasyondan dolayı proteinlerin stres durumunda enerji kaynağı olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir. Ayrıca çalışmada *R. decussatus*'ın toplam enerjisine en çok katkı sağlayan bileşenin protein olduğu bildirilmiştir. Çalışmada popülasyon için en yüksek Kİ değeri ($11,96 \pm 1,38$) türün üreme döngüsünün sonuna denk gelen Eylül ayında kaydedilmiştir. Örneklem döneminin en düşük Kİ değeri ($4,00 \pm 0,80$) ise Ekim 2010'da kaydedilmiştir. Akivades etlerinin başlıca biyokimyasal bileşenin proteinler olduğu ve bunu lipid ve glikojenin takip ettiği bildirilmiştir. Protein değerinin en yüksek Mayıs 2010'da ($531,7 \pm 180,0 \mu\text{g mg}^{-1}$), en düşük Eylül 2010'da ($128,3 \pm 32,6 \mu\text{g mg}^{-1}$) kaydedildiği rapor edilmiştir. Çalışma döneminde Ria de Aveiro akivadeslerindeki glikojen rezervlerinin Ria Formosa Lagünündekilere göre oldukça yüksek olduğu bildirilmiştir. Eylül 2010'da Ria de Aveiro için en yüksek glikojen değeri ($53,7 \pm 22,9 \mu\text{g mg}^{-1}$) kaydedilirken; Ria Formosa için ise en düşük glikojen ($7,2 \pm 2,4 \mu\text{g mg}^{-1}$) değerleri kaydedilmiştir. Ria de Aveiro'daki akivadeslerin en düşük glikojen değerleri ($9,1 \pm 5,8 \mu\text{g mg}^{-1}$) Haziran 2011'de kaydedilmiştir. En düşük toplam yağ değerleri Ria de Aveiro için $35,0 \pm 9,8 \mu\text{g mg}^{-1}$ olarak Ekim 2010; Ria Formosa Lagünü için $27,2 \pm 7,3 \mu\text{g mg}^{-1}$ olarak Haziran 2010'da kaydedilmiştir. En yüksek değerler ise Ria de Aveiro için $118,1 \pm 20,5 \mu\text{g mg}^{-1}$ olarak Nisan 2012; Ria Formosa Lagünü için $112,1 \pm 15,1 \mu\text{g mg}^{-1}$ olarak Temmuz 2011'de saptanmıştır.

Bettencourt vd. (2013) Portekiz'in Ria Formosa Lagününün iki ayrı noktasında bulunan *R. decussatus* popülasyonlarının *Escherichia coli* kontaminasyonunu 1 yıllık süre boyunca araştırmışlardır. *E. coli* miktarlarını haftalık olarak belirleyerek çeşitli çevresel (yağış, sıcaklık, rüzgâr hızı, nem ve gelgit yüksekliği) parametreler ile ilişkilendirilmişlerdir. Çalışma sonucunda mevsimsel farklılıkların olduğunu bildirmişlerdir. Mikrobiyal kontaminasyon en düşük seviyede yüksek sıcaklık, yoğun güneş radyasyonu ve kuru havanın olduğu yaz aylarında gözlemlenirken; en yüksek seviyeler ise özellikle dışkı ile kirlenmiş suların akması sonucunda kış aylarında gözlemlenmiştir. Mikrobiyal kontaminasyonun 1,5–4,5 (Log EMS *E. coli* / 100 g et ve intravalvular sıvı) aralığında olduğunu bildirmiştir.

Anacleto vd. (2014) Portekiz'in Sado ve Tagus nehir ağızlarından toplayıp yaptıkları çalışmada farklı sıcaklıklara (22°C , 28°C , 34°C ve 38°C) maruz kalan yerli ve istilacı

akivadeslerin (*R. decussatus* ve *R. philippinarum*) besin kalitesi (protein, glikojen, yağ ve yağ asidi) ve kondisyon indeksleri üzerindeki değişimleri araştırmışlardır. Bu amaçla doğadan topladıkları akivadesleri fiberglas tanklar içerisine koyarak çeşitli sıcaklıklarda denemeler yapmışlardır. Çalışma sonucunda sıcaklığın her iki türünde besin kalitesini ve özellikle de yağ asidi bileşimini önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuşlardır.

Bejaoui vd. (2019) pişirme öncesi ve dört farklı pişirme uygulamasından (buharda pişirme, fırında pişirme, ızgarada pişirme ve kızartma) sonra *R. decussatus* dokusunda yağ asidi bileşimi ve kalitesinde meydana gelen değişiklikleri araştırmışlardır. Çalışma sonucunda işlem gören tüm numunelerde nem ve protein miktarında önemli bir azalmanın olduğu bildirilmiştir. Buna karşılık, ızgara ve kızartma işlemlerinden kaynaklı yağ içeriğinde önemli bir artışın olduğu da belirtilmiştir. DYA yağ asidi içeriğinin taze akivadeslerde, kızartmalar hariç diğer pişirme yöntemlerine göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu ortaya koyulmuştur. TDYA ve ÇDYA yağ asitlerinin taze ve pişirilmiş akivadesler arasında önemli ölçüde farklılıklar gösterdiği belirtilmiştir. Kızartılmış akivadesler için TDYA ve ÇDYA yağ asitlerinin yüksek değerler gösterdiği kaydedilmiştir. Çalışma sonucunda akivadeslerin besin kalitesinin en fazla korunduğu pişirme yönteminin buharda pişirme olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonucunda *R. decussatus*'un pişirme öncesi ve sonrası besin kompozisyonundaki (nem, protein, et verimi, yağ ve yağ asidi içeriği) değişiklikler kaydedilmiştir. Akivadeslerin nem içeriğinin ortalama %88,9-61,3 olduğu bulunmuştur. En düşük nem değeri kızartılmış dokuya özgü (%61,3±6,91) iken, en yüksek değer ise taze akivadeslerde (%88,900±9,084) kaydedilmiştir. En yüksek et verimi değeri %37,47±1,82 ile taze örneklerde, en düşük et verimi değeri %11,59±3,28 ile kızartılmış numunelerde kaydedilmiştir. Protein içerikleri 7,52±0,70-13,57±1,79 (mg/g) olarak belirtilmiştir. En düşük değerin kızartılmış ürünlere, en yüksek değerin ise taze ürünlere ait olduğu bildirilmiştir. Yağ miktarı ise en düşük 41,0±7,5 (mg/g) olarak taze ürünlerde, en yüksek miktar 219,8±71,6 (mg/g) olarak kızartılmış ürünlerde tespit edilmiştir. Toplam yağ asitlerinden DYA yağ asidi taze ürünlerde 12,91±2,47 (mg/g), buharda pişirilenlerde 11,15±4,31 (mg/g), fırında pişirilenlerde 28,79±5,40 (mg/g), ızgarada pişirilenlerde 13,22±8,25 (mg/g) ve kızartılarak pişirilenlerde 117,95±25,25 (mg/g) olarak kaydedilmiştir. TDYA yağ asidi içerikleri 16,84±1,66-64,06±9,96 (mg/g)

olarak, ÇDYA yağ asidi içerikleri ise $30,78 \pm 6,33$ - $46,79 \pm 6,45$ (mg/g) olarak kaydedilmiştir. TDYA yağ asitlerinin miktarı taze ürünlere göre işlem gördükçe artarken; ÇDYA yağ asidi içeriklerinde taze ürünlere göre işlem gördükçe azalma olduğu bildirilmiştir.

Yapmış olduğumuz bu tez çalışmasından hedeflenen çıktılar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- İzmir Körfezi İnciraltı mevkiinde bulunan *R. decussatus* popülasyonunun yenilebilir kısımlarının aylık olarak biyokimyasal bileşimindeki değişiklikleri ve mikrobiyal yüklerini belirlemek.
- Bölgedeki suyun fiziko-kimyasal değişkenlerini ve mikrobiyal yüklerini belirlemek.
- Akivadesin besin kalitesi ve mikrobiyal yük bakımından tüketiminin hangi dönemlerde daha uygun olduğunu ortaya koymak.
- Ulusal ve uluslararası literatüre katkı sağlamak.

Bölüm 2

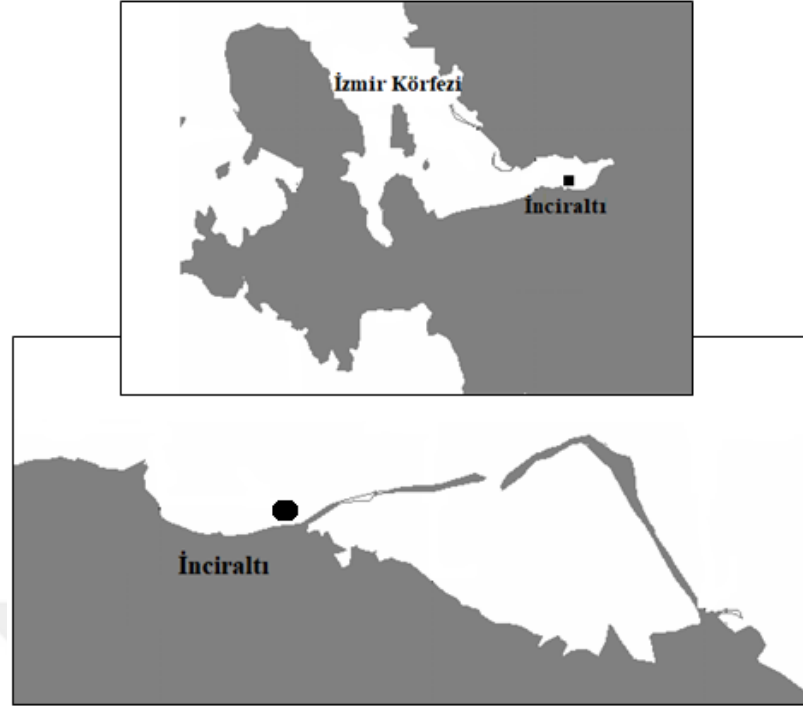
2 Materyal ve Metot

2.1 Materyal

Tez çalışması için ham materyal olarak kullanılacak Akivades (*R. decussatus*) örnekleri 38°24'45.6"N-27°02'49.9"E koordinatlarında bulunan ticari bir işletmeden Eylül 2020-Ağustos 2021 tarihleri arasında temin edilmiştir. Aylık olarak 1,5-2 kg örnek soğuk zincir koşulları sağlanarak İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Teknolojisi laboratuvarına getirilmiştir. Akivades örneklerinde; et verimi, kondisyon indeksi, biyokimyasal kompozisyon analizleri (nem, kül, glikojen, protein, yağ) ve mikrobiyolojik analizler (toplam mezofil aerob bakteri, toplam koliform, toplam fekal koliform, *V. parahaemolyticus*, *Salmonella* spp. ve *Enterococcus* spp.) gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda, mikrobiyolojik analizlerin gerçekleştirilmesi için örnekleme yapılan bölgeden aylık olarak 10 L su numunesi de alınmıştır.

2.1.1 Çalışma Alanı

Çalışma alanı İzmir Körfezinin güneyinde yer alan İnciraltı (38°24'45.6"N-27°02'49.9"E) mevkiidir (Şekil 2.1). Çalışma alanı kum ve çamurlu kum düzlükleri ile kaplı geniş bir alana sahiptir. Kıyıdan 50 metreye kadar olan alanın derinliği 0,5 ile 1,5 m arasında değişmektedir.



Şekil 2.1 Çalışma alanı

2.2 Metot

2.2.1 Çalışma Alanına Ait Çevresel Parametrelerin Belirlenmesi

Akivades örnekleri ile eş zamanlı olarak çalışma alanında suyun sıcaklık, tuzluluk ve pH değerleri de aylık olarak takip edilmiştir. Örnekleme alanından laboratuvara getirilen su örneklerinde ise klorofil-a, askıda katı madde, partikül inorganik madde ve partikül organik madde miktarları hesaplanmıştır.

2.2.1.1 Sıcaklık, Tuzluluk ve pH

Deniz suyu sıcaklığı, pH ve tuzluluk değerleri saha aletleri [termometre ($-10-100\pm 0.5$ C°), pH-metre ve el refraktometresi (± 1 ppt)] kullanılarak ölçülmüştür.

2.2.1.2 Askıda Katı Madde (AKM), Partikül İnorganik Madde (PİM) ve Partikül Organik Madde (POM) Miktarlarının Belirlenmesi

AKM, PİM ve POM miktarını belirlemek için, önceden 450 °C’de kül fırınında tutulan ve ağırlıkları alınan filtre kağıtları (W_1) kullanılarak çalışma alanından getirilen su örnekleri süzölmüştür (V). Süzölen su örnekleri 60 °C etüvde kurutularak ağırlıkları alınmıştır (W_2). Sonrasında bu filtre kağıtları 450 °C kül fırınında tekrar yakılarak ağırlıkları alınmıştır (W_3) (Strickland ve Parsons, 1972; Chauvaud vd., 1998). Analizler iki tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiş ve aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

$$AKM = \frac{W_2 - W_1}{V} = \text{mg/L} \quad PİM = \frac{W_3 - W_1}{V} = \text{mg/L} \quad POM \text{ (mg/L)} = AKM - PİM$$

W_1 : İlk ağırlık

W_2 : Filtre kâğıdı + süzölen su (60 °C)

W_3 : Filtre kâğıdı + süzölen su (450 °C)

V : Hacim (süzölen su miktarı)

2.2.1.3 Klorofil-a Miktarının Belirlenmesi

Klorofil-a analizi için, laboratuvara getirilen su örnekleri filtre kağıdından (GFC Whatman) vakum pompa kullanılarak süzölmüştür. Filtre kâğıdı içinde %90’lık 10 mL aseton konularak buzdolabında 24 saat karanlık ortamda bekletilmiştir. Süre sonunda 3000 rpm devirde 15 dk santrifüj edilmiş ve spektrofotometre içerisinde kör örnek kısmına aseton konularak 750, 665, 645 ve 630 nm dalga boylarında ölçüm yapılmıştır (Strickland ve Parsons, 1972; Stirling, 1985). Klorofil-a miktarı aşağıdaki formöl kullanılarak hesaplanmıştır.

$$Ca = (11.85 * OD_{665}) - (1.54 * OD_{645}) - (0.08 * OD_{630})$$

$$Klorofil-a \text{ (mg/m}^3\text{)} = (Ca * \text{aseton hacmi (L)}) / \text{numune hacmi (m}^3\text{)}$$

2.2.2 Biyometrik ve Ağırlık Ölçümleri

2.2.2.1 Boy, En, Kalınlık ve Ağırlık

Laboratuvara getirilen akivades örneklerinden rastgele 50 adet alınıp, boy, en ve kalınlıkları dijital kumpas ile ölçülmüş, ağırlıkları 0,01 hassasiyetli terazi kullanılarak tartılmıştır (Şekil 2.2). Ön taraf ve arka taraf arasındaki maksimum mesafe uzunluk olarak, sırt ile ventral kenar kabuk uzunluğu en olarak ve dışbükeylik kabuk formu ise kalınlık olarak ölçülmüştür (Yıldız ve Lök, 2005).



Şekil 2.2 Akivadeslerin biyometrik ve ağırlık ölçümleri

2.2.3 Et Veriminin Belirlenmesi

Et verimlerinin hesaplanması için laboratuvara getirilen bireylerden rastgele 50 adet alınarak canlı ağırlıkları ölçülmüştür. Daha sonra kabukları açılmış ve içlerinde bulunan etler çıkarılarak yaş et miktarı belirlenmiştir. Bu işlemlerin ardından aşağıda belirtilen formül kullanılarak et verimi hesaplanmıştır (Walne, 1979; Crosby ve Gale, 1990; Okumuş ve Stirling, 1998)

Et Verimi (%): $[Yaş\ Et\ Ağırlığı(g)/Toplam\ Ağırlık(g)] \times 100$ (Walne, 1979; Crosby ve Gale, 1990; Okumuş ve Stirling, 1998)

2.2.4 Kondisyon İndeksinin Belirlenmesi

Bir yıl boyunca örnekleme yapılmıştır. İnciraltı mevkiinin doğal stoklarından Eylül 2020 ve Ağustos 2021 tarihleri arasında her ay 50 adet yetişkin *R. decussatus* örneği toplanmıştır. Akivadeslerin kondisyon indekslerini tespit etmek için, et verimleri için kullanılan bireylerin etleri şeffaf poşetlere konularak liyofilizatörde (Freeze Dryer) kurutulmuştur. Kabukları ise etüvde 60 °C’de 48 saat kurutulmuştur. Kurutulan et ve kabukların ağırlıkları alınarak aşağı belirtilen formüle göre kondisyon indeksleri hesaplanmıştır.

Kondisyon İndeksi (%): [Kuru Et Ağırlığı (g)/Kuru Kabuk Ağırlığı (g)]x100 (Walne, 1979; Crosby ve Gale, 1990)

2.2.5 Biyokimyasal Kompozisyon Analizleri

Nem, kül, glikojen, yağ ve protein analizleri üç tekerrürlü olacak şekilde 12 ay boyunca tespit edilmiştir. Analizlerde kullanılan et örnekleri liyofilizatör kullanılarak (XQ-Instrument freeze dry/XQ-12B) kurutulmuştur.

2.2.5.1 Nem Tayini

Numunelerin nem miktarı, numunenin başlangıçtaki yağ ağırlığı ile kurutulduktan sonraki nihai ağırlığı arasındaki farktan elde edilmiştir (AOAC, 1990). Akivades örneklerinin nem miktarları Mo ve Neilson (1994)’ye göre belirlenmiştir. Örnekler homojenize edildikten sonra, etüvde 105 °C’de 72 saat sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur. Kurutulan numuneler desikatör içerisinde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Sabit tartıma gelen örneklerin nem miktarları aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. Tüm analizler, üç tekerrürlü gerçekleştirilmiştir.

$$\text{Nem (\%)} = 100 - \left(\frac{\text{Kuru et miktarı (g)}}{\text{Yaş et miktarı (g)}} \times 100 \right)$$

2.2.5.2 Ham Kül Tayini

Kül tayininde kullanılan porselen krezeler kullanılmadan önce kül fırınında 550 °C’de sabit ağırlığa gelene kadar yakılmış ve soğutularak daraları alınmıştır (T₀). 2-2,5 g et örneği porselen kroze içersine konulup tartılmıştır. Krezeler daha sonra 550 °C’de yakılmıştır. Yakma işlemi bittikten sonra soğutularak son tartımı (T₁) yapılmıştır (Mortensen ve Wallin, 1989; AOAC, 2000). Yapılan işlemler sonunda elde edilen veriler aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Ham Kül (\%)} = \frac{T_1 - T_0}{m} \times 100$$

T₀: İlk Tartım

T₁: Son Tartım

m: Örnek Ağırlığı

2.2.5.3 Karbonhidrat (Glikojen) Tayini

Aktivadeslerin karbonhidrat (glikojen) değerleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Falch vd., 2010).

$$\text{Toplam karbonhidrat (Glikojen) (\%)} = 100 - [\text{yağ(\%)} + \text{protein(\%)} + \text{kül(\%)}]$$

2.2.5.4 Ham Yağ Tayini

Ham yağ analizi aylık olarak Erickson (1993)’na göre yapılmıştır. 1 g et numunesinin üzerine 10 mL metanol/kloroform ilave edilerek bir gece karanlık ortamda bekletilmiştir. Elde edilen ekstrakt darası alınan başka bir balona aktarılmıştır. Daha sonra örnekte bulunan çözücüler rotary evaporator ile uzaklaştırılmış ve aşağıda belirtilen formül kullanılarak % yağ miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{Ham Yağ (\%)} = \frac{T_1 - T_0}{m} \times 100$$

T₀: İlk Tartım

T₁: Son Tartım

m: Örnek Ağırlığı

2.2.5.5 Ham Protein Tayini

Örneklerin ham protein miktarını belirlemek için Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır (AOAC, 2000). Homojenize edilen örnekten 1 g alınarak tüpe konulmuştur. Üzerine 13 mL %96'lık sülfürik asit (H₂SO₄) ve 1 adet kjeldahl tableti (He/Se) ilave edilerek yakma işlemine tabi tutulmuştur. Yakma işleminden sonra distilasyon ünitesinde distile edilip 0,1 N'lik HCl ile titre edilmiştir. Bütün analizler üç tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Ham protein içeriği aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\text{Ham Protein (\%)} = \frac{(T_t - T_b) \times 14,007 \times 6,25}{m} \times 100$$

T_t: Titrasyonda Harcanan Miktar,

T_b: Kör Örneğin Titrasyonunda Harcanan Miktar,

m: Örnek Ağırlığı

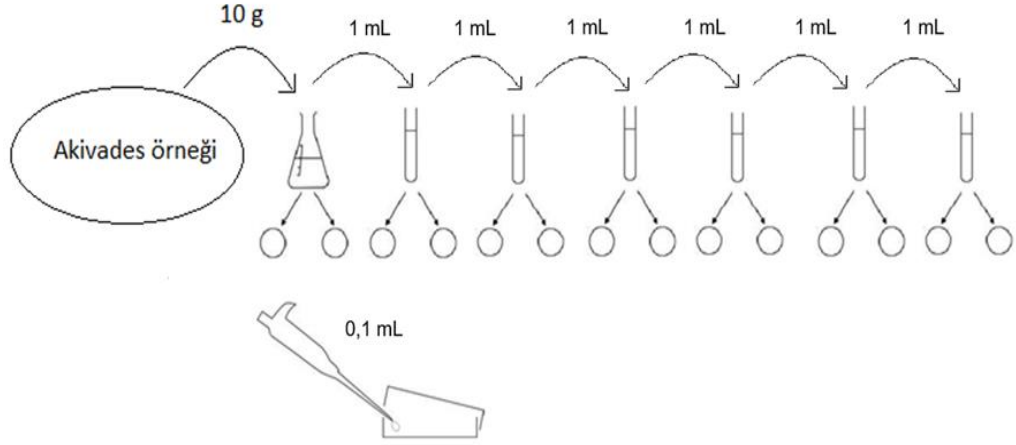
2.2.6 Mikrobiyolojik Analizler

Yapmış olduğumuz bu çalışmada hem akivades et örneklerinde hem de bölgeden alınan su numunelerinde aylık olarak mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Analizler 3 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

2.2.6.1 Et Örneği Analizleri

2.2.6.1.1 Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayısının Belirlenmesi

Akivades etinden aseptik koşullarda 10 g alınarak, içinde 90 mL Fizyolojik Tuzlu Su (FTS) bulunan stomacher poşetlerine aktarılmış ve stomacherde (CLS-CLPM-400D) 12 (adım/sn), 1 dk homojenize edilmiştir. Homojenizasyondan sonra 9 mL FTS içeren tüplere 1 mL aktararak, seri dilüsyonları hazırlanmıştır (Şekil 2.3).

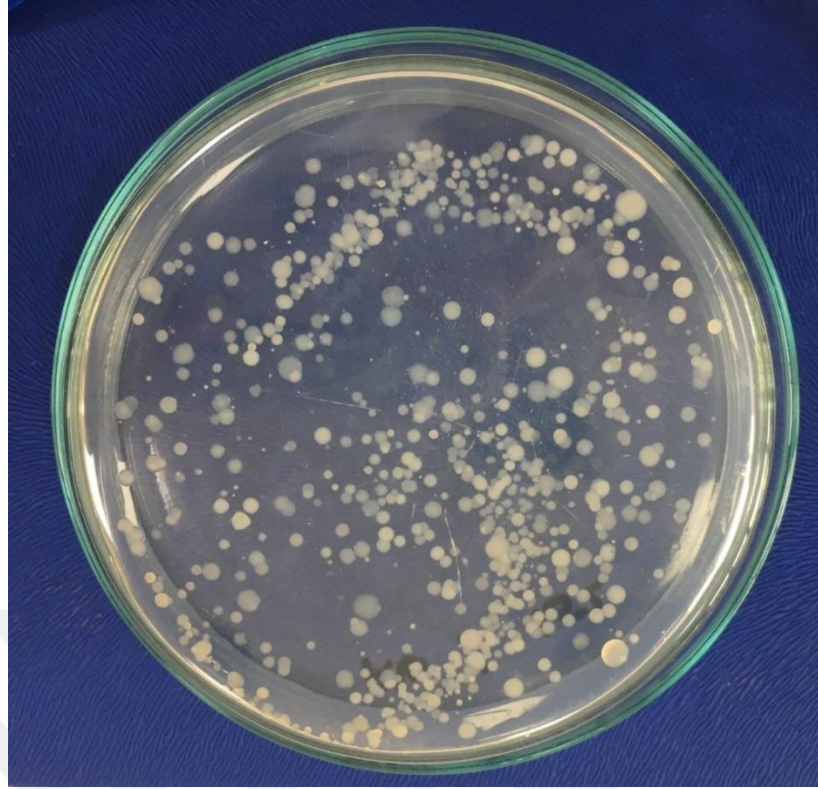


Şekil 2.3 Akivades örneklerinin seri dilüsyonlarının hazırlanması ve petri kabına ekimi (Halkman, 2005)

Uygun dilüsyonlardan 0,1 mL alınarak Plate Count Agar'a (PCA, Merck) yayma yöntemiyle ekim yapılarak 30 °C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 2.4). İnkübasyon sonunda petri kutularında gelişen koloniler sayılmıştır (Şekil 2.5).



Şekil 2.4 Toplam mezofil aerob bakteri sayımının gerçekleştirilmesi



Şekil 2.5 İnkübasyon sonrasında PCA’da gelişen koloniler

Aktivades örneklerindeki toplam mezofil areob bakteri sayısı aşağıdaki formül dikkate alınarak kob/g olarak belirlenmiştir (Halkman, 2005).

$$N= C / [V(n1 + 0,1 \times n2) \times d]$$

N= Gıda örneğinin 1 g ya da 1 mL'sinde mikroorganizma sayısı

C= Sayımı yapılan tüm petri kutularındaki koloni sayısı toplamı

V= Sayımı yapılan petri kutularına aktarılan hacim (mL)

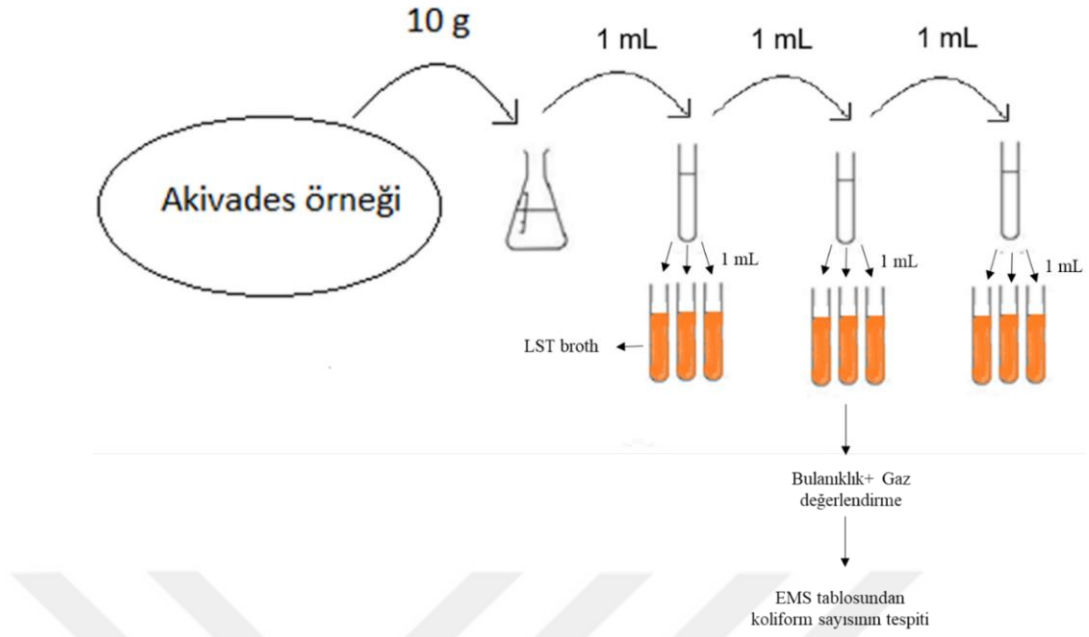
n1= İlk seyreltiden yapılan sayımlarda sayım yapılan petri kutusu adedi

n2= İkinci seyreltiden yapılan sayımlarda sayım yapılan petri kutusu adedi

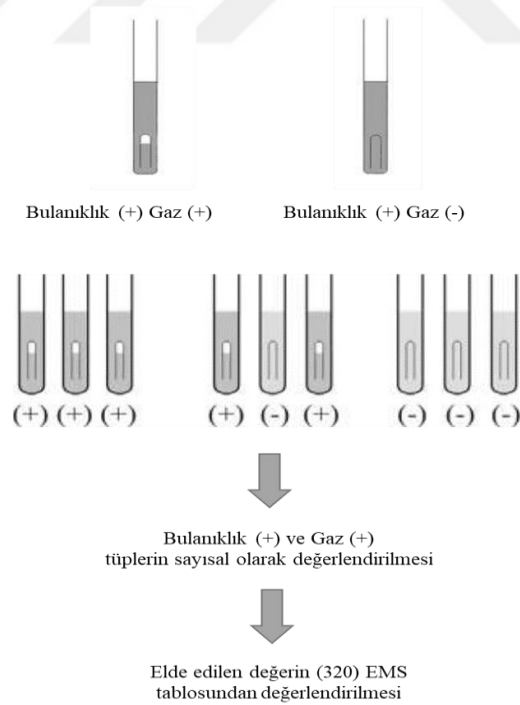
d= Sayımın yapıldığı ardışık 2 seyreltiden daha konsantre olanın seyreltme oranıdır.

2.2.6.1.2 Toplam Koliform, Fekal Koliform ve *E. coli* Sayısının Belirlenmesi

Koliform grubu bakterilerin analizi için En muhtemel sayı (EMS) yöntemi kullanılmıştır. Aseptik koşullarda akitades etinden 10 g alınarak 90 mL FTS içeren stomacher poşetlerine aktarılmış ve stomacherde (CLS-CLPM-400D) homojenize edilmiştir. Homojenizasyonun ardından 9'ar mL FTS içeren tüplere 1'er mL aktararak seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Daha sonra ardışık 3 seyreltiden 3'er adet 10 mL Lauryl Sulfate Tryptose (LST, Merck) Broth içeren tüplere 1'er mL ekim yapılmıştır (Şekil 2.6). Daha sonra 37 °C'de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda bulanıklık + gaz görülen tüpler "koliform grup pozitif" olarak değerlendirilmiştir (Şekil 2.7, Şekil 2.8, Şekil 2.9). EMS çizelgesinden yararlanılarak koliform grup sayısı hesaplanarak sonuçlar EMS/g olarak verilmiştir. LST broth besiyerinde bulanıklık ve gaz oluşumu olan tüplerden *Escherichia coli* (EC) Broth besiyerine bir öze yardımıyla aşılama yapılmıştır. 45 °C'deki su banyosunda 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda bulanıklık + gaz görülen tüpler "fekal koliform grup pozitif" olarak değerlendirilmiştir. EMS çizelgesinden yararlanılarak fekal koliform sayısı hesaplanarak sonuçlar EMS/g olarak verilmiştir. Testin devamında EC Broth besiyerinde pozitif sonuç veren tüplerden Trypton Water (TW) besiyerine ekim yapılarak 45 °C'de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sırasında indol testi yapılmıştır. Bu testin sonunda indol pozitif tüpler *E. coli*, negatifler ise *E. coli* dışındaki diğer fekal koliformlar olarak değerlendirilmiştir (Halkman, 2005).



Şekil 2.6 Akivades örneklerindeki koliform sayısının EMS yöntemine göre belirlenmesi



Şekil 2.7 LST Broth'ta bulanıklık ve gaz oluşumunun değerlendirilmesi ve EMS tablosuna göre koliform sayısının tespit edilmesi (Halkman, 2005)



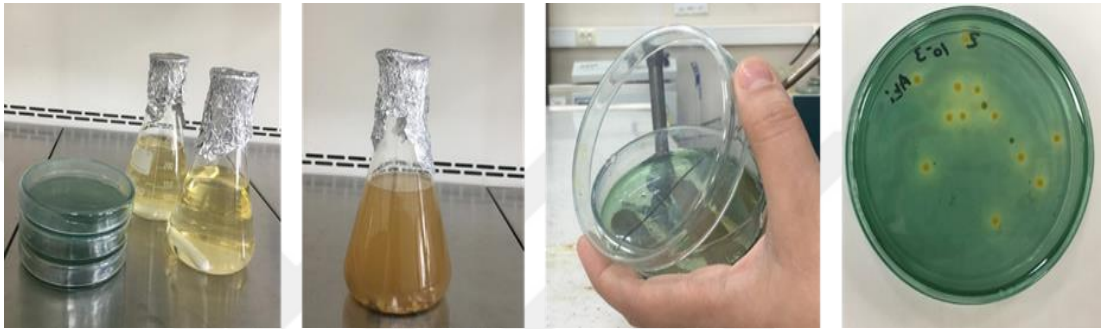
Şekil 2.8 LST Broth'ta bulanıklık ve gaz oluşumu



Şekil 2.9 LST broth'ta inkübasyon sonrası bulanıklık + gaz oluşumunun değerlendirilmesi

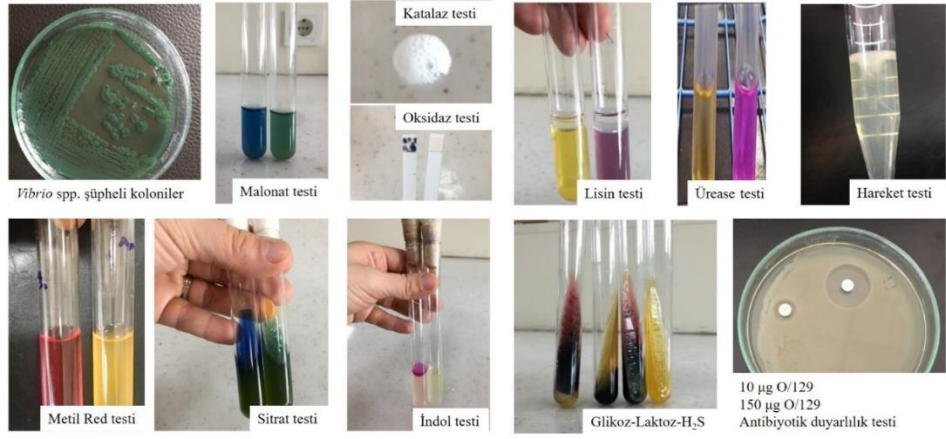
2.2.6.1.3 *V. parahaemolyticus* Sayısının Belirlenmesi

Aseptik koşullarda akivades etinden 25 g alınarak 225 mL Alkali Pepton Water (APW, Merck) içerisine aktarılmış ve 37 °C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında APW’den bir öze dolusu alınarak Thiosulphate Citrate Bile Sucrose (TCBS, Merck) Agar’a sürme yapılmış, 37 °C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 Akivades et örneklerinde *V. parahaemolyticus* varlığının araştırılması

İnkübasyon sonrasında gelişen mavi-yeşil renkli koloniler *V. parahaemolyticus* bakımından şüpheli olarak değerlendirilmiştir. Şüpheli kolonilerden 5’er adet alınarak %1 tuz içeren Tryptic Soy Agar’a (TSA) sürme yapıp 37 °C’da 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda gelişen koloniler biyokimyasal testler ile tanımlanmıştır. Bu amaçla, öncelikle, kolonilerin Gram reaksiyonu ve mikroskopik morfolojisi değerlendirilmiştir. Daha sonra hareket, sitokrom oksidaz, O/129 vibriostat (10 µg-150 µg) ajana duyarlılık, katalaz, oksidasyon/fermentasyon (O/F), ortho-nitrophenyl-galactoside (ONPG), H₂S, Metil Red/Voges Proskauer (MR/VP), lizin dekarboksilaz (LDC), arjinin dihidrolaz (ADH), ornitin dekarboksilaz (ODC), indol, sitrat, karbonhidrat fermentasyon testleri (glikoz, laktoz, mannitol), ürease, malonat testleri ile %0, %3, %8 ve %10 NaCl içeren ortamda gelişimleri değerlendirilmiştir (Şekil 2.11). Tüm testlerin uygulanmasından sonra API 20 E test kiti (Şekil 2.12) kullanılarak bu bakterilerin *V. parahaemolyticus* olup olmadığı kesinleştirilmiştir.



Şekil 2.11 TCBS besiyerinde *V. parahaemolyticus* şüpheli kolonilere uygulanan biyokimyasal testler



Şekil 2.12 TCBS besiyerinde *V. parahaemolyticus* şüpheli kolonilere uygulanan API 20 E Testi

2.2.6.1.4 *Salmonella* spp. Sayısının Belirlenmesi

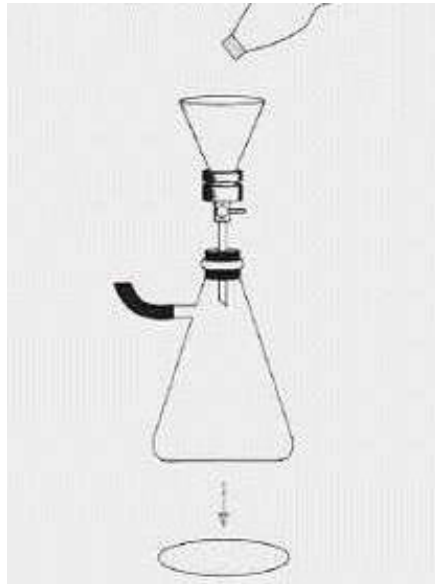
Salmonella spp. varlığının belirlenmesi için et örneğinden 25 g alınarak ön zenginleştirme amacıyla 225 mL tamponlanmış peptonlu su (Buffered Peptone Water) içinde homojenize edilerek 37 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir. Ön zenginleştirme

kültüründen 0,1 mL alınarak 10 mL Rappaport Vassiliadis Soy Broth (RVS, Merck) içeren deney tüpüne aktarılmış ve 41,5 °C'ta 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun ardından öze yardımı ile XLT4 Agar'a 3 paralel olacak şekilde ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 37 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında gelişen siyah merkezli koloniler *Salmonella* spp. olarak değerlendirilmiştir.

2.2.6.2 Su Örneği Analizleri

2.2.6.2.1 Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayısının Belirlenmesi

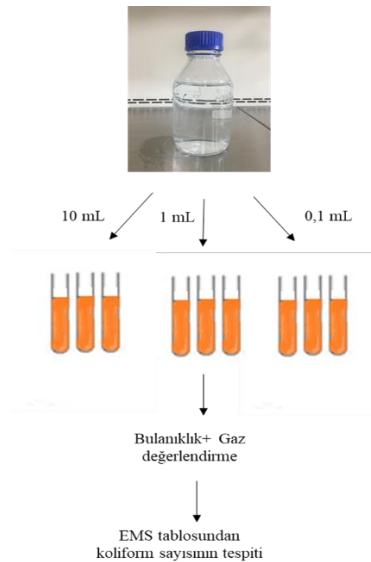
Çalışma alanından 1 L'lik steril numune şişelerine alınan su örneklerinde toplam mezofil aerob bakteri sayısı membran filtrasyon yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir (Şekil 2.13). Bu kapsamda 200 mL deniz suyu 0,45 µm göz açıklığı ve 47 mm çapındaki steril membran filtreler (Millipore) ile süzölmüştür. Membran filtrasyon sonrasında filtre kâğıdı Plate Count Agar içeren petri kutularına hava kabarcığı kalmayacak şekilde yerleştirilmiş ve 37 °C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında gelişen koloniler sayılmış toplam mezofil aerob bakteri sayısı kob/200 mL olarak verilmiştir.



Şekil 2.13 Membran filtrasyon sistemi (Sartorius, b.t.)

2.2.6.2.2 Toplam Koliform, Fekal Koliform ve *E. coli* Sayısının Belirlenmesi

Çalışma alanından alınan su örneklerinde toplam koliform ve fekal koliform sayısı EMS yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Bu metoda göre alınan su örneğinden 10 mL LST Broth bulunan deney tüplerinin 3 tanesine 10 mL, 3 tanesine 1 mL, 3 tanesine 0,1 mL olacak şekilde ekim yapılmıştır. Daha sonra 37 °C’de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda bulanıklık + gaz görülen tüpler “koliform grup pozitif” olarak değerlendirilmiştir. EMS çizelgesinden yararlanılarak koliform grup sayısı hesaplanmış ve sonuçlar EMS/mL olarak verilmiştir. LST broth besiyerinde bulanıklık ve gaz oluşumu olan tüplerden *Escherichia coli* (EC) Broth besiyerine bir öze yardımıyla aşılama yapılmıştır. 45 °C’deki su banyosunda 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda bulanıklık + gaz görülen tüpler “fekal koliform grup pozitif” olarak değerlendirilmiştir. EMS çizelgesinden yararlanılarak fekal koliform sayısı hesaplanarak sonuçlar EMS/g olarak verilmiştir (Şekil 2.14). Testin devamında EC Broth besiyerinde pozitif sonuç veren tüplerden TW besiyerine ekim yapılarak 45 °C’de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sırasında indol testi yapılmıştır. Bu testin sonunda indol pozitif tüpler *E. coli*, negatifler ise *E. coli* dışındaki diğer fekal koliformlar olarak değerlendirilmiştir (Halkman, 2005).



Şekil 2.14 Su örneklerinde toplam koliform sayısının EMS yöntemine göre belirlenmesi

2.2.6.2.3 *Enterococcus* spp. Sayısının Belirlenmesi

Su numunelerinde bulunan *Enterococcus* spp. sayısı membran filtrasyon yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Steril şişeler ile alınan deniz suyu 0,45 µm göz açıklığı ve 47 mm çapındaki steril membran filtreler (Millipore) ile süzölmüştür. Filtrasyon sonrasında filtre kağıdı Enterococcus Selective Agar içeren petri kutularına hava kabarcığı kalmayacak şekilde yerleştirilmiş ve 37 °C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında kırmızı renkli koloniler sayılmış *Enterococcus* spp. sayısı kob/200 mL olarak verilmiştir.

2.3 İstatistik Analizleri

Çalışmada elde edilen veriler SPSS 22.0 (Statistical Package for the Social Sciences Inc., Chicago, IL, ABD) paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Verilerin homojenliğini kontrol etmek için Cochran's C testi kullanılmıştır. Veriler arasında aylara göre farklılıkları saptamak için Tek Yönlü Varyans Analizi (One-way Analysis of Variance ANOVA) testi kullanılmıştır. Biyokimyasal kompozisyon, çevresel parametreler ve mikrobiyal yük sonuçlarının aylar arasındaki farklılıkları çoklu karşılaştırma testi (Tukey testi) ile $p=0,05$ önem değerine göre karşılaştırılmıştır (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2002; Vural, 2019). Normal dağılım göstermeyen veriler arasındaki farklılığı belirlemek için ise Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Çevresel parametrelerin besin kompozisyonu, et verimi ve kondisyon indeksi değerlerinin birbirleri ile olan etkilerini belirlemek için Pearson korelasyon testi gerçekleştirilmiştir. Önem derecesi ise $p<0,05$ olarak alınmıştır.

Bölüm 3

3 Bulgular

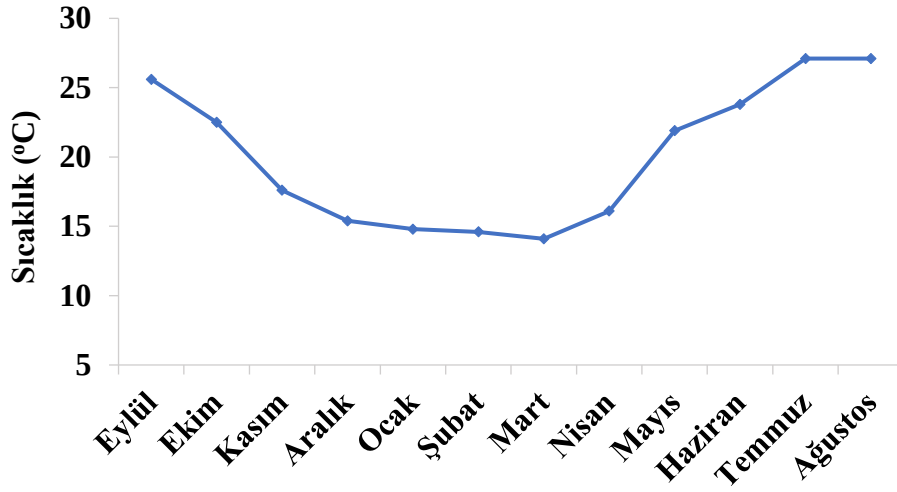
3.1 Çalışma Alanına Ait Çevresel Parametreler

Akivades örneklerinin besin kompozisyonu ve mikrobiyal yükü üzerine suyun bazı fizikokimyasal parametrelerin (sıcaklık, tuzluluk, pH, AKM, PİM, POM) etkisi belirlenmiştir. Bu amaçla aylık olarak elde edilen veriler sırasıyla şekil 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 ve 3.7’de verilmiştir.

3.1.1 Sıcaklık, Tuzluluk ve pH

Sıcaklık

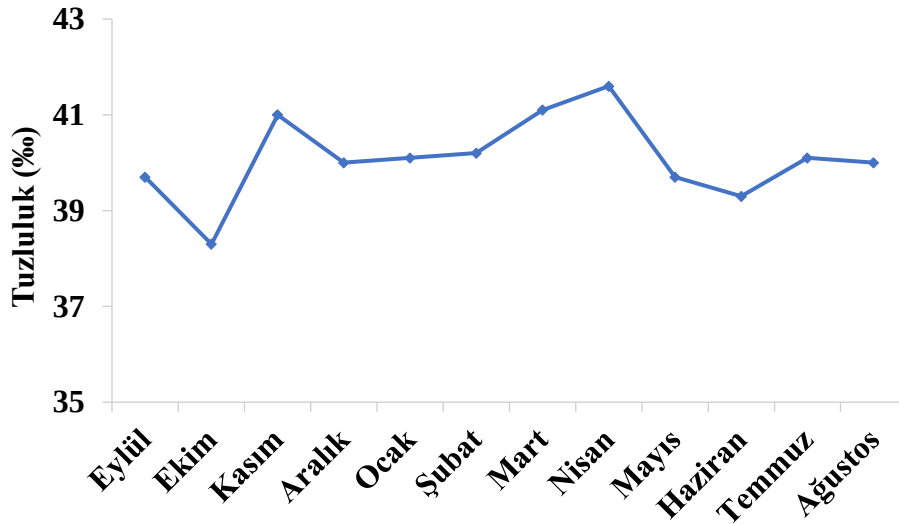
Suyun sıcaklık ölçümleri örnekleme yapıldığı gün gerçekleştirilmiştir. Eylül 2020’de 25,6 °C olarak belirlenen su sıcaklığı sonbahar ve kış aylarında kademeli olarak düşmüştür. Mart ayı sonunda en düşük sıcaklık değeri 14,1 °C olarak kaydedilmiştir. Bu dönemden itibaren sıcaklık değerleri artmaya başlamış, Temmuz ve Ağustos 2021 tarihlerinde su sıcaklığı 27,1 °C ile en yüksek değer olarak ölçülmüştür (Şekil 3.1). Yapılan korelasyon analizi sonucunda sıcaklık ve PİM, POM ve Klorofil-a değerleri arasında karşılıklı olarak pozitif yönlü ve birbirleri ile anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0,05$). Sıcaklık değerleri ile AKM değerleri arasında ise herhangi bir ilişki tespit edilememiştir ($p > 0,05$).



Şekil 3.1 Çalışma alanında ölçülen deniz suyu sıcaklık değerlerinin aylık değişimi

Tuzluluk

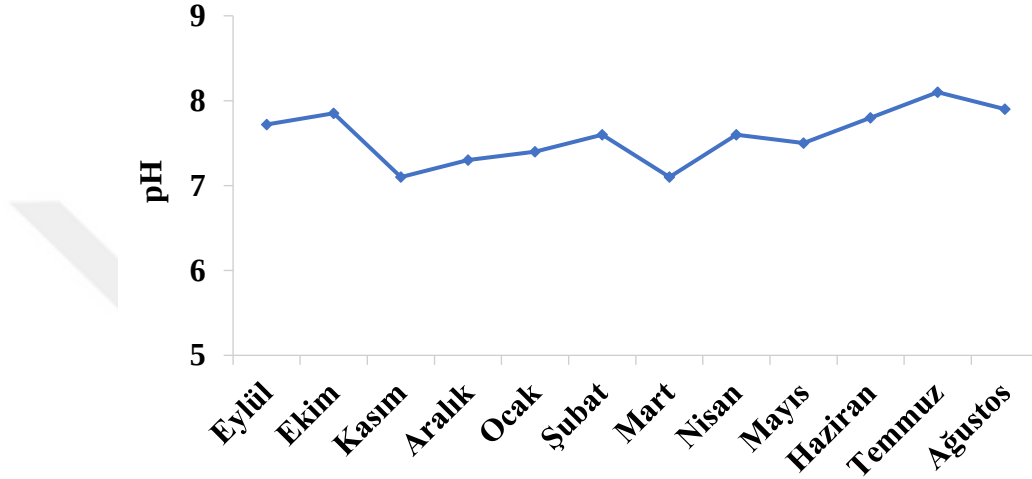
Araştırma bölgesinde ölçülen tuzluluk değerleri Şekil 3.2'de verilmiştir. Çalışma periyodu boyunca tuzluluk düzeyinin birbirine yakın değerlerde olduğu görülmüştür. En düşük tuzluluk değeri Ekim ayında (‰38,3) ölçülürken, en yüksek Nisan ayında (‰41,6) kaydedilmiştir.



Şekil 3.2 Çalışma alanında ölçülen deniz suyu tuzluluk değerlerinin aylık değişimi

pH

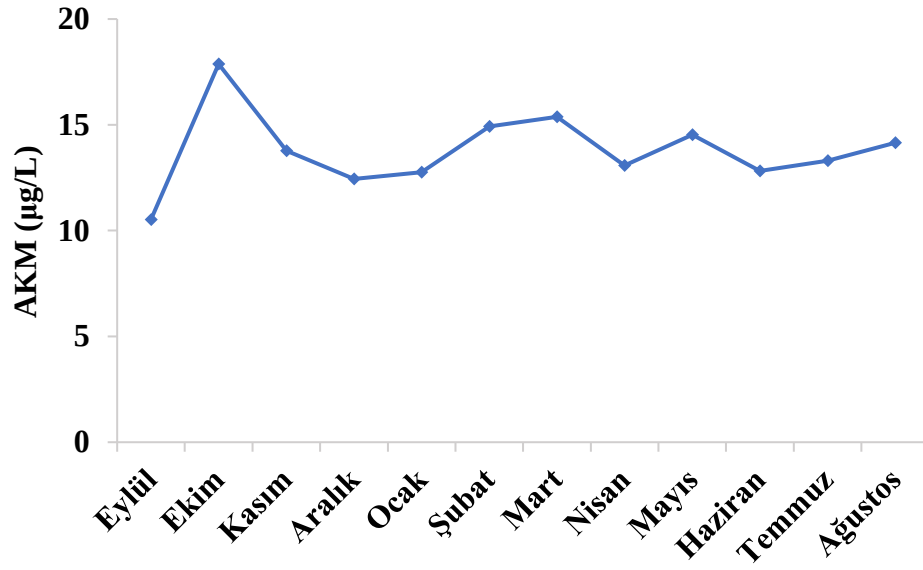
Aylık olarak yapılan ölçümlerde, pH değerinin değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. En düşük pH değeri (7,1) Kasım ve Mart aylarında tespit edilirken, en yüksek pH değeri (8,1) Temmuz ayında kaydedilmiştir (Şekil 3.3).



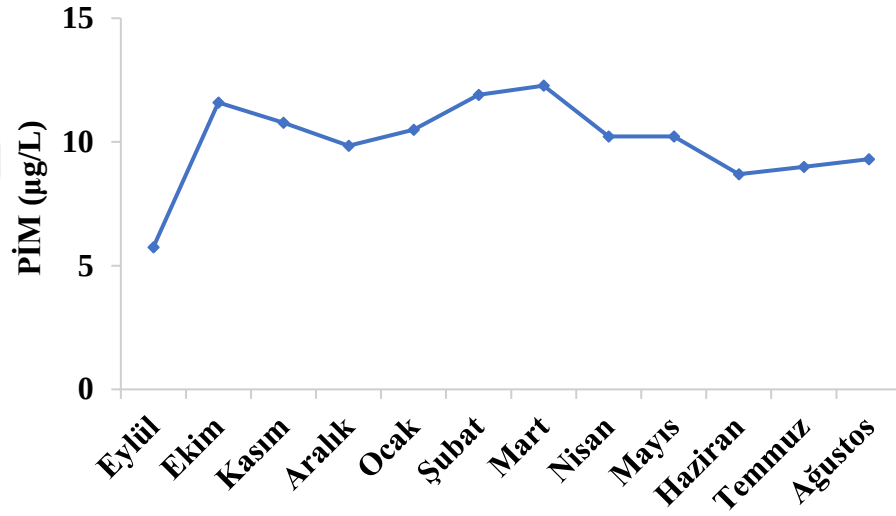
Şekil 3.3 Çalışma alanında ölçülen deniz suyu pH değerlerinin aylık değişimi

3.1.2 Askıda Katı Madde (AKM), Partikül İnorganik Madde (PİM) ve Partikül Organik Madde (POM) Miktarları

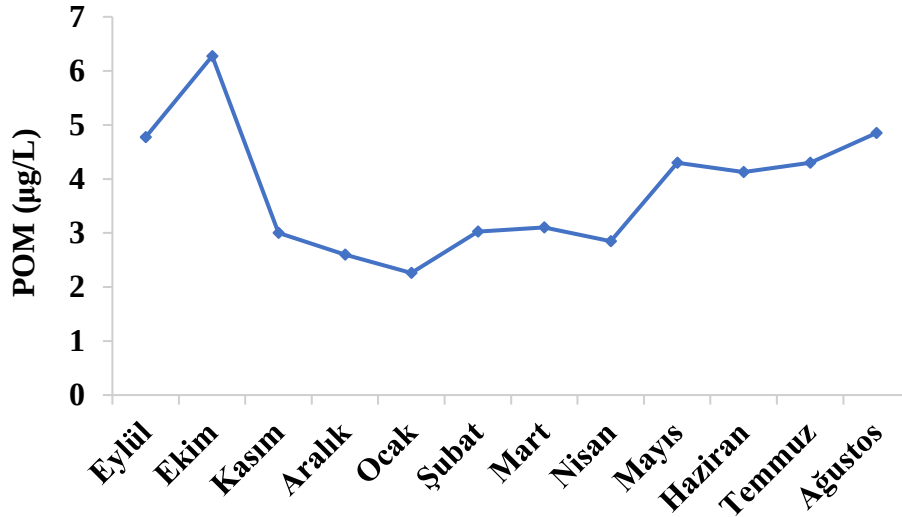
Çalışma periyodu boyunca AKM miktarı en düşük 10,525 $\mu\text{g/L}$ ile Eylül 2020’de, en yüksek AKM değeri Ekim 2020’de 17,875 $\mu\text{g/L}$ olarak tespit edilmiştir. Çalışmada en düşük PİM miktarı Eylül 2020’de 5,75 $\mu\text{g/L}$, en yüksek değer ise 12,275 $\mu\text{g/L}$ ile Mart 2021’de bulunmuştur. Araştırma boyunca en düşük POM miktarı 2,26 $\mu\text{g/L}$ olarak Ocak 2020’de, en yüksek değer ise 6,275 $\mu\text{g/L}$ ile Ekim 2020’de hesaplanmıştır (Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6). Yapılan korelasyon analizi sonucunda sıcaklık değerleri ile PİM ve POM değerleri arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki bulunurken ($p \leq 0,05$); AKM değerleri arasında ise herhangi bir ilişki bulunamamıştır ($p > 0,05$).



Şekil 3.4 Çalışma alanında ölçülen deniz suyu AKM miktarının aylık değişimi



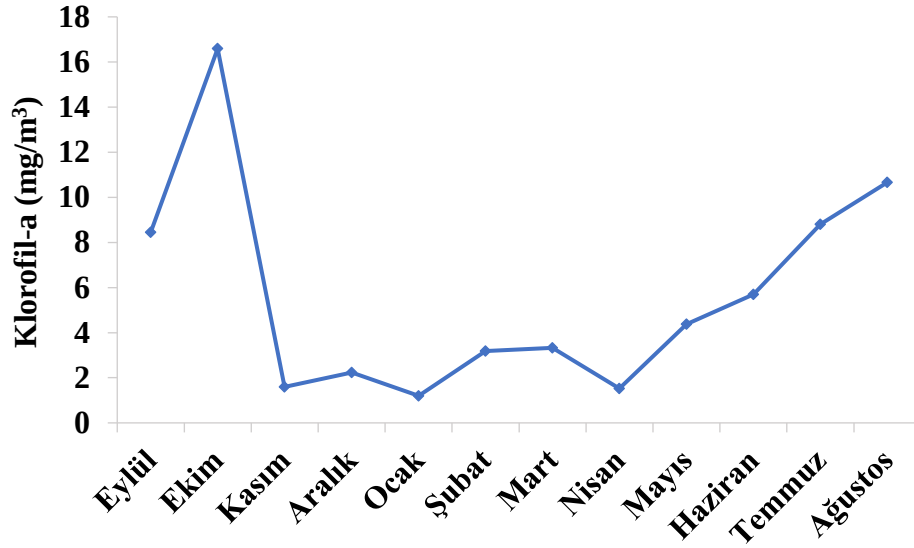
Şekil 3.5 Çalışma alanında ölçülen deniz suyu PİM miktarının aylık değişimi



Şekil 3.6 Çalışma alanında ölçülen deniz suyu POM miktarının aylık değişimi

3.1.3 Klorofil-a Miktarı

Klorofil-a konsantrasyonu çalışma periyodu boyunca aylık olarak değişiklikler göstermiştir. En düşük klorofil-a değeri Ocak ayında ($1,2 \text{ mg/m}^3$), en yüksek değer ise Ekim ayında ($16,59 \text{ mg/m}^3$) tespit edilmiştir (Şekil 3.7). Klorofil-a miktarında mevsimsel değişiklikler, sıcaklıktaki değişikliklere benzerlik göstermektedir. Klorofil-a konsantrasyonunun yüksek olduğu sonbahar ve yaz aylarında fitoplanktonik patlama olduğu düşünülmektedir. Yapılan korelasyon analizi sonucunda Klorofil-a değerleri ile sıcaklık ve POM değerleri arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki bulunurken ($p \leq 0,05$); AKM ve PIM değerleri arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiştir ($p > 0,05$).



Şekil 3.7 Çalışma alanında ölçülen deniz suyu klorofil-a miktarının aylık değişimi

3.2 Biyometrik ve Ağırlık Ölçümleri

3.2.1 Boy, En, Kalınlık ve Ağırlık

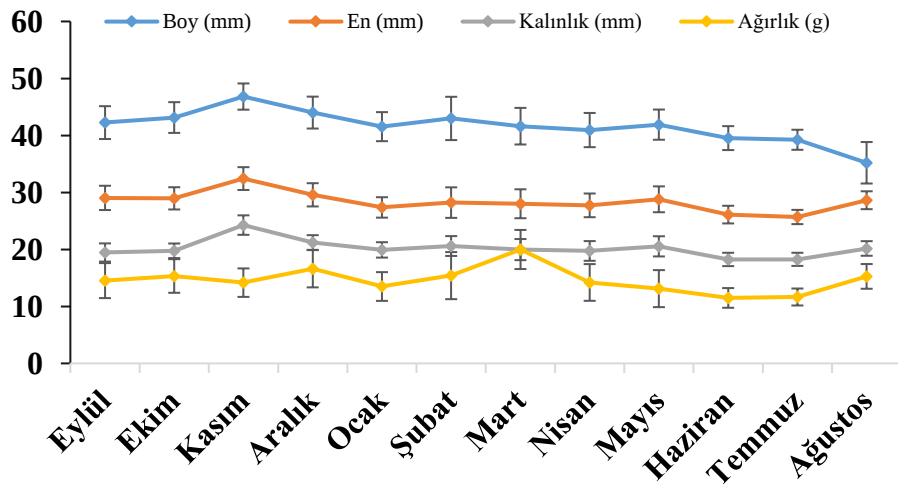
Çalışma bölgesinden temin edilen bireylere (n=50) ait ortalama biyometrik ve ağırlık değerleri Tablo 3.1 ve Şekil 3.8’de verilmiştir. Şekil 3.8’deki histogramlar akivadeslerin (n=50) boy (mm), en (mm), kalınlık (mm) ve ağırlık (g) ölçümlerindeki değişimleri göstermektedir. Çalışma periyodu boyunca örneklenen tüm bireylerin boy uzunluğu göz önüne alındığında aylık ortalama değer en düşük $35,20 \pm 0,98$ ve en yüksek $46,82 \pm 0,33$ mm olarak ölçülmüştür. Ağırlık verilerine ait en yüksek değer $19,99 \pm 0,26$ g ile Mart ayında; en düşük değer ise $11,49 \pm 0,24$ g ile Haziran ayında ölçülmüştür.

İncelenen akivadeslerin ağırlık ve boy verilerinin birbiri üzerlerinde etkili olup olmadığı regresyon (R^2) analizi yapılarak bulunmuştur. İki değişken arasında karşılıklı bir ilişki olup olmadığı ise yapılan korelasyon testi ile belirlenmiştir.

Tablo 3.1 Akivadeslerin biyometrik ve ağırlık değerlerinin aylık değişimi
(Ortalama±Standart sapma)

Tarih	Boy (mm)	En (mm)	Kalınlık (mm)	Ağırlık (g)
Eylül 2020	42,25±2,88 ^{cde}	29,04±2,13 ^{bc}	19,46±1,60 ^f	14,53±3,07 ^{bcd}
Ekim 2020	43,14±2,70 ^{bc}	28,96±1,95 ^{bc}	19,76±1,28 ^{ef}	15,34±2,95 ^{abc}
Kasım 2020	46,82±2,30 ^a	32,43±2,00 ^a	24,27±1,71 ^a	14,17±2,50 ^{bcd}
Aralık 2020	44,01±2,80 ^b	29,58±2,04 ^b	21,19±1,31 ^b	16,63±3,29 ^a
Ocak 2021	41,54±2,55 ^{de}	27,37±1,79 ^e	19,91±1,35 ^{def}	13,49±2,52 ^{de}
Şubat 2021	42,98±3,80 ^{bcd}	28,21±2,68 ^{cde}	20,60±1,74 ^{bc}	15,40±4,13 ^{ab}
Mart 2021	41,62±3,21 ^{de}	28,01±2,54 ^{de}	19,97±1,85 ^{cdef}	13,99±3,43 ^{cde}
Nisan 2021	40,94±3,00 ^e	27,73±2,08 ^e	19,73±1,73 ^{ef}	14,20±3,22 ^{bcd}
Mayıs 2021	41,89±2,65 ^{cde}	28,79±2,27 ^{bcd}	20,54±1,77 ^{cd}	13,12±3,25 ^e
Haziran 2021	39,53±2,10 ^f	26,11±1,55 ^f	18,24±1,17 ^g	11,49±1,73 ^f
Temmuz 2021	39,24±1,76 ^f	25,69±1,25 ^f	18,26±1,15 ^g	11,65±1,49 ^f
Ağustos 2021	35,2±3,64 ^g	28,63±1,57 ^{cd}	20,17±1,28 ^{cde}	15,26±2,17 ^{bc}

* Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aylar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

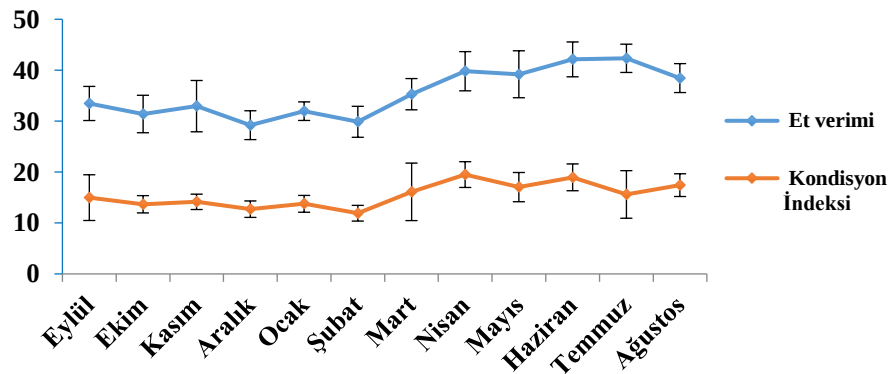


Şekil 3.8 Akivadeslerin biyometrik ve ağırlık değerlerinin aylık değişimi
(Ortalama±Standart sapma)

3.3 Et Verimi ve Kondisyon İndeksi

Çift kabuklu deniz canlıların et verimlerini (EV) ve biyokimyasal kompozisyonlarını ortamdaki besin miktarı, suyun sıcaklığı, tuzluluğu, zemin yapısı ve ortamdaki diğer organizmalar etkilemektedir (Lök vd., 2011; Lucas ve Beninger, 1985; Muniz vd., 1986; Serdar vd., 2010). Aylık ortalama EV değerleri Tablo 3.2 ve Şekil 3.9'da gösterilmiştir. EV değeri çalışmanın ilk ayı olan Eylül ayından Şubat ayına kadar giderek azalmış; Mart ayı ile birlikte artış başlamış ve bu artış Temmuz ayına kadar devam etmiştir. Ağustos ayında EV değerinin tekrar azalmaya başladığı görülmüştür. En düşük EV değeri $29,20 \pm 0,26$ ile Aralık ayında görülürken; en yüksek değer ise $42,34 \pm 0,39$ ile Temmuz ayında görülmüştür. Elde edilen %EV değerlerinin aylık olarak karşılaştırması yapıldığında istatistiksel olarak önemli bir farkın olduğu görülmüştür ($p < 0,05$).

Kondisyon indeksi (Kİ) çift kabuklu yumuşakçalarda et kalitesini ve verimini tahmin etmek için kullanılan bir değeri temsil eder (Rebelo vd., 2005). Akivadeslerin et kalitelerinin uygun bir şekilde değerlendirilmesi için çalışma alanından ergin bireyler seçilerek analiz yapılmıştır. Akivadeslerin aylık Kİ değerleri Tablo 3.2 ve Şekil 3.9'da gösterilmiştir. Kİ değeri ilkbahara kadar giderek azalmakta ve minimum değer ($11,92 \pm 0,22$) Şubat ayında görülmektedir. Mart ayı ile birlikte Kİ değerleri tekrar yükselmeye başlamış ve Nisan ayında maksimum değere ($19,50 \pm 0,55$) ulaşmıştır.



Şekil 3.9 Akivadeslerin % et verimi ve kondisyon indeksi değerlerinin aylık değişimi
(Ortalama±Standart sapma)

Tablo 3.2 Akivadeslerin et verimi ve kondisyon indekslerinin aylık değişimi
(Ortalama±Standart sapma)

Tarih	%Et verimi	%Kondisyon indeksi
Eylöl 2020	33,47±3,35 ^e	14,98±4,49 ^{de}
Ekim 2020	31,40±3,68 ^f	13,68±1,70 ^{ef}
Kasım 2020	32,94±5,04 ^{ef}	14,16±1,51 ^e
Aralık 2020	29,20±2,83 ^g	12,71±1,61 ^{fg}
Ocak 2021	31,95±1,82 ^f	13,77±1,65 ^{ef}
şubat 2021	29,87±3,04 ^g	11,92±1,54 ^g
Mart 2021	35,29±3,07 ^d	16,12±5,65 ^{cd}
Nisan 2021	39,80±3,85 ^b	19,50±2,53 ^a
Mayıs 2021	39,20±4,61 ^{bc}	17,04±2,87 ^b
Haziran 2021	42,12±3,42 ^a	18,96±2,63 ^a
Temmuz 2021	42,34±2,78 ^a	15,60±4,67 ^d
Ağustos 2021	38,45±2,84 ^c	17,43±2,23 ^{bc}

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aylar arasındaki farkı belirtir (p<0,05)

EV ve Kİ ile Sıcaklık, POM, PIM, AKM ve Klorofil-a arasında bir ilişkinin olup olmadığını belirlemek için yapılan korelasyon analizi sonucunda herhangi bir anlamlı ilişki tespit edilememiştir (p>0,05). EV ve Kİ arasında ise yapılan korelasyon analizi sonucunda anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir (p<0,05) (Tablo 3.3).

Tablo 3.3 Et verimi, Kondisyon indeksi ve çevresel parametreler arasındaki korelasyon analizi sonuçları

		EV	CI	Sıcaklık	AKM	PİM	POM	Klorofil-a
EV	Pearson Correlation	1	,869**	,560	-,146	-,306	,228	,107
	Sig. (2-tailed)		,000	,058	,650	,333	,475	,741
	N	12	12	12	12	12	12	12
CI	Pearson Correlation	,869**	1	,355	-,160	-,266	,147	,003
	Sig. (2-tailed)	,000		,257	,619	,403	,647	,992
	N	12	12	12	12	12	12	12
Sıcaklık	Pearson Correlation	,560	,355	1	-,121	-,656*	,788**	,722**
	Sig. (2-tailed)	,058	,257		,708	,020	,002	,008
	N	12	12	12	12	12	12	12
AKM	Pearson Correlation	-,146	-,160	-,121	1	,783**	,383	,433
	Sig. (2-tailed)	,650	,619	,708		,003	,219	,160
	N	12	12	12	12	12	12	12
PİM	Pearson Correlation	-,306	-,266	-,656*	,783**	1	-,275	-,191
	Sig. (2-tailed)	,333	,403	,020	,003		,387	,552
	N	12	12	12	12	12	12	12
POM	Pearson Correlation	,228	,147	,788**	,383	-,275	1	,953**
	Sig. (2-tailed)	,475	,647	,002	,219	,387		,000
	N	12	12	12	12	12	12	12
Klorofil-a	Pearson Correlation	,107	,003	,722**	,433	-,191	,953**	1
	Sig. (2-tailed)	,741	,992	,008	,160	,552	,000	
	N	12	12	12	12	12	12	12

3.4 Biyokimyasal Kompozisyon Bulguları

Akivades örneklerinde aylık olarak tespit edilen nem, kül, protein, yağ ve karbonhidrat içerikleri Tablo 3.4’te verilmiştir.

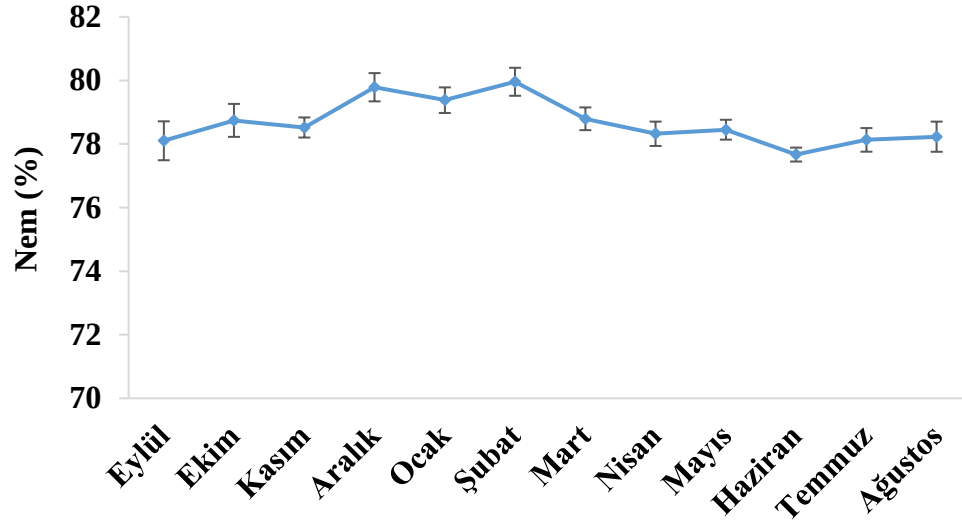
Tablo 3.4 Akivades örneklerinin biyokimyasal kompozisyonunun aylık değişimi
(Ortalama±Standart sapma)

Tarih	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Glikojen (%)
Eylül 2020	78,10±0,61 ^a	2,55±0,01 ^b	11,51±0,01 ^g	1,36±0,01 ^f	6,48±0,11 ^a
Ekim 2020	78,74±0,52 ^a	2,44±0,02 ^d	11,98±0,01 ^d	1,89±0,04 ^a	4,95±0,04 ^{fg}
Kasım 2020	78,52±0,32 ^a	2,49±0,01 ^c	11,66±0,03 ^f	1,87±0,04 ^{ab}	5,46±0,00 ^e
Aralık 2020	79,79±0,44 ^a	2,34±0,00 ^{ef}	11,31±0,01 ^h	1,49±0,04 ^{ef}	5,07±0,03 ^f
Ocak 2021	79,38±0,40 ^a	2,31±0,01 ^f	11,50±0,01 ^g	1,16±0,08 ^g	5,65±0,07 ^d
Şubat 2021	79,96±0,44 ^a	2,50±0,01 ^c	11,81±0,02 ^e	1,37±0,05 ^f	4,37±0,06 ^h
Mart 2021	78,79±0,36 ^a	2,76±0,02 ^a	11,75±0,01 ^{ef}	1,85±0,07 ^{ab}	4,86±0,04 ^g
Nisan 2021	78,32±0,38 ^a	2,40±0,01 ^d	11,54±0,03 ^g	1,38±0,11 ^f	6,36±0,15 ^{ab}
Mayıs 2021	78,45±0,31 ^a	2,35±0,01 ^e	12,20±0,08 ^{bc}	1,63±0,04 ^{cd}	5,38±0,03 ^e
Haziran 2021	77,67±0,22 ^a	2,43±0,04 ^d	12,44±0,06 ^a	1,60±0,03 ^{de}	5,85±0,07 ^c
Temmuz 2021	78,13±0,37 ^a	2,49±0,02 ^c	12,30±0,07 ^b	1,75±0,07 ^{bc}	5,33±0,05 ^e
Ağustos 2021	78,23±0,47 ^a	2,24±0,03 ^g	12,13±0,04 ^c	1,11±0,03 ^g	6,29±0,10 ^b

* Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aylar arasındaki farkı belirtir (p<0,05)

3.4.1 Nem Değerine Ait Bulgular

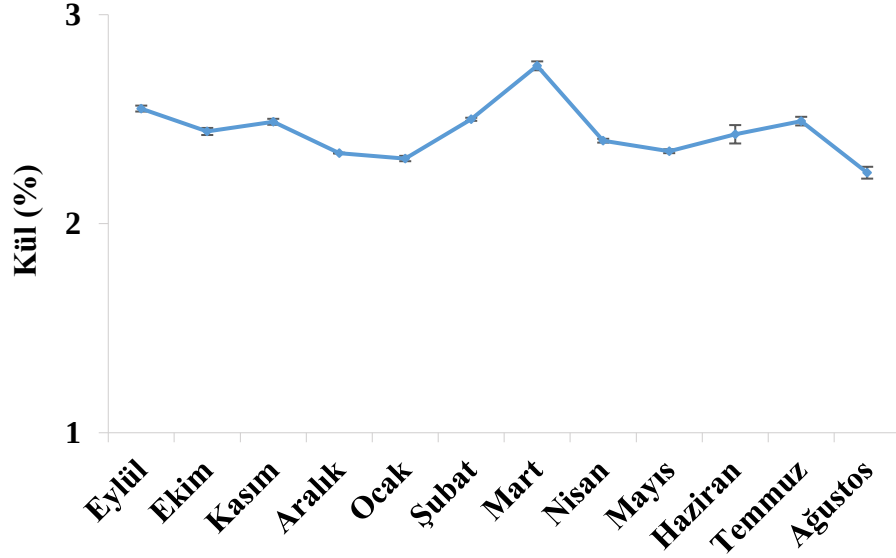
Aylık olarak örneklenen akivadeslerin % nem içerikleri Tablo 3.4 ve Şekil 3.10'da gösterilmiştir. Nem değerlerindeki değişime bakıldığında çalışmanın başlangıcından sonuna kadar önemli bir farklılığın olmadığı gözlemlenmiştir. Ancak kış aylarındaki değerlerin diğer aylara göre nispeten daha yüksek olduğu görülmüştür. En düşük değer %77,67±0,22 ile Haziran ayında tespit edilirken; en yüksek değer %79,96±0,44 ile Şubat ayında tespit edilmiştir (Şekil 3.12). Aylık olarak tespit edilen nem değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0,05) (Tablo 3.4).



Şekil 3.10 Akivadeslerin % nem değerlerinin aylık değişimi (Ortalama±Standart sapma)

3.4.2 Ham Kül Değerine Ait Bulgular

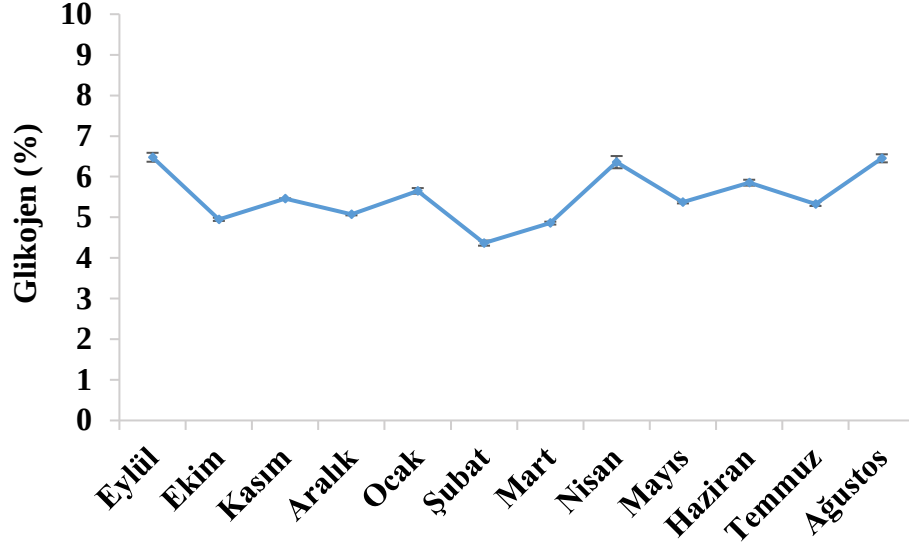
Akivadeslerin % ham kül değerleri Tablo 3.4 ve Şekil 3.11’de gösterilmiştir. Çalışmada akivadeslerin kül miktarının %2,31-2,76 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Kül değerlerindeki değişimlerin çalışmanın başlangıcından sonuna kadar önemli bir farklılık göstermediği gözlemlenmiştir. En düşük kül değeri $2,31 \pm 0,01$ ile Ocak ayında, en yüksek ise $2,76 \pm 0,02$ ile Mart ayında tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda aylar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$) (Tablo 3.4).



Şekil 3.11 Akivadeslerin % ham kül değerlerinin aylık değişimi (Ortalama±Standart sapma)

3.4.3 Toplam Karbonhidrat (Glikojen) Değerine Ait Bulgular

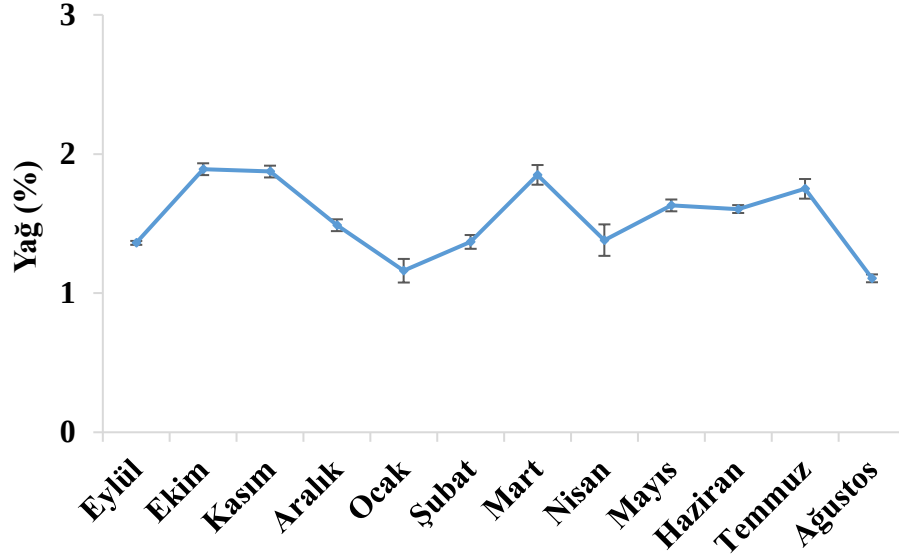
Araştırmada aylara göre tespit edilen % karbonhidrat değerlerine ait veriler Tablo 3.4 ve Şekil 3.12’de verilmiştir. Çalışma periyodu boyunca karbonhidrat değerlerinin aylık olarak değişimler gösterdiği ve %4,37-6,48 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde en yüksek karbonhidrat değerinin $6,48 \pm 0,11$ ile Eylül ayında, en düşük değerin ise $4,37 \pm 0,06$ Şubat ayında ölçüldüğü görülmüştür. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde, aylık olarak tespit edilen karbonhidrat değerleri arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür ($p < 0,05$) (Tablo 3.4).



Şekil 3.12 Akivadeslerin toplam glikojen değerlerinin aylık değişimi
(Ortalama±Standart sapma)

3.4.4 Ham Yağ Değerine Ait Bulgular

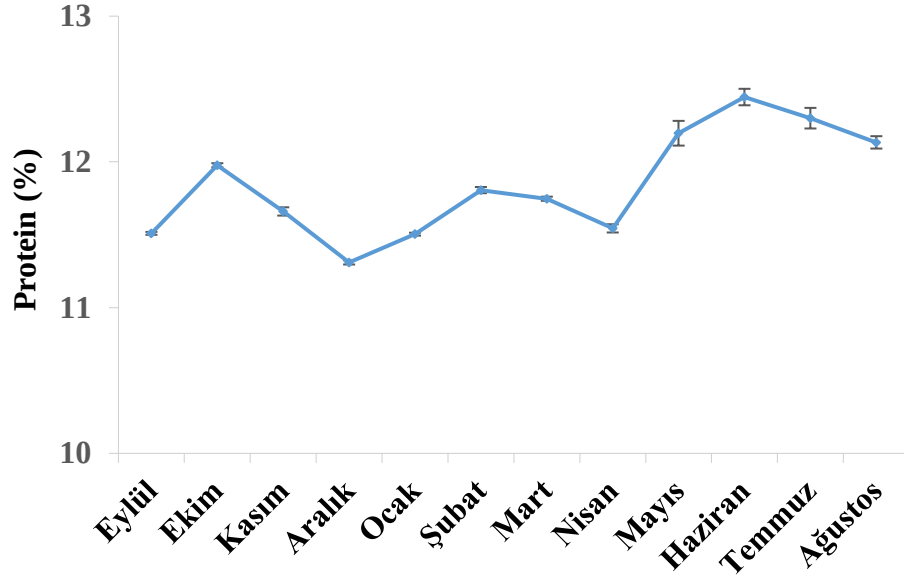
Akivadeslerde aylara göre tespit edilen % ham yağ miktarı sonuçları Tablo 3.4 ve Şekil 3.13'te verilmiştir. Çalışma periyodu boyunca ham yağ içeriklerinin birbirine yakın değerlerde olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, ham yağ miktarlarının aylar arasında bir dalgalanmanın olduğu sonbahar aylarında diğer aylara göre nispeten daha fazla olduğu görülmüştür. Çalışmada akivadesin ham yağ içeriği en yüksek değer olarak Ekim ayında 1.89 ± 0.04 , en düşük değer olarak ise Ağustos ayında 1.11 ± 0.03 olarak bulunmuştur. Aylık olarak tespit edilen yağ değerlerindeki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$) (Tablo 3.4).



Şekil 3.13 Akivadeslerin % ham yağ değerlerinin aylık değişimi (Ortalama±Standart sapma)

3.4.5 Ham Protein Değerlerine Ait Bulgular

Akivades örneklerinde aylık olarak tespit edilen % ham protein değerlerindeki değişimler Tablo 3.4 ve Şekil 3.14'te verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda protein miktarlarının genel olarak birbirine yakın değerler gösterdiği tespit edilmiştir. Akivadeslerin protein değerleri %11,31-12,44 aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada protein değerlerinin Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında diğer aylara oranla nispeten daha yüksek değerler gösterdiği görülmüştür. En düşük protein değeri %11,31±0,01 ile Aralık ayında, en yüksek protein değeri ise Haziran ayında %12,44±0,06 olarak belirlenmiştir. Aylık olarak belirlenen protein miktarları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0,05$) (Tablo 3.4). Protein, yağ ve karbonhidrat değerleri arasında yapılan Pearson korelasyonu analizi sonucuna göre değişkenler arasında önemli bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$).



Şekil 3.14 Akivadeslerin % ham protein miktarlarının aylık değişimi
(Ortalama±Standart sapma)

3.5 Mikrobiyolojik Bulgular

3.5.1 Et Örneği Bulguları

3.5.1.1 Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayısı Bulguları

Toplam mezofil aerob bakteri sayısının belirlenmesi için PCA besiyerine yayma plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. PCA besiyerinde gelişen koloniler sayılmış ve sonuçlar log kob/g olarak verilmiştir (Tablo 3.5).

Akivades et örneklerinde aylık olarak tespit edilen toplam mezofil aerob bakteri sayısının 2,7-5,6 log kob/g aralığında olduğu görülmüştür. En düşük değer 2,7±0,28 log kob/g ile Eylül ve Mayıs aylarında ölçülürken, en yüksek değer ise 5,6±0,02 log kob/g ile Ekim ayında hesaplanmıştır. Çalışma periyodu boyunca elde edilen sonuçlara bakıldığında sonbahar ve kış aylarında diğer aylara göre nispeten daha yüksek bakteri sayılarının olduğu görülmüştür. Bunun sebebinin ise bu dönemlerde yağışın diğer

mevsimlere göre daha yüksek olması olarak gösterilebilir (Bettencourt vd., 2013). Mayıs, Temmuz ve Eylül aylarında toplam mezofil aerob bakteri sayısı diğer aylara göre daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Aylar arasında toplam mezofil aerob bakteri sayıları karşılaştırıldığında istatistiksel anlamda önemli bir farkın olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

Tablo 3.5 Akivades et örneklerinde toplam mezofil aerob bakteri sayısının aylık değişimi

Tarih	Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayısı (log kob/g)
Eylül 2020	2,7±0,28 ^e
Ekim 2020	5,6±0,02 ^a
Kasım 2020	3,0±0,20 ^{bcd}
Aralık 2020	4,0±0,45 ^{bcd}
Ocak 2021	4,2±0,07 ^{bc}
Şubat 2021	4,1±0,28 ^{bcd}
Mart 2021	4,5±0,29 ^b
Nisan 2021	3,7±0,22 ^{cd}
Mayıs 2021	2,7±0,16 ^e
Haziran 2021	3,5±0,29 ^{cd}
Temmuz 2021	3,0±0,05 ^e
Ağustos 2021	3,5±0,12 ^d

* Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aylar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$)

3.5.1.2 Toplam Koliform, Fekal Koliform ve *E. coli* Sayısı Bulguları

Akivades et örneklerinde tespit edilen toplam koliform ve fekal koliform sayısının aylık olarak değişimi Tablo 3.6’da verilmiştir. Toplam koliform sayısı en yüksek $1,1 \times 10^4$ EMS/g ile Kasım ayında, en düşük değer ise Eylül ayında $5,5 \times 10^1$ EMS/g olarak tespit edilmiştir. Fekal koliform sayısı en yüksek Şubat ayında, $4,6 \times 10^3$ EMS/g olarak belirlenmiştir. Eylül, Ekim, Mart ve Mayıs aylarında ise fekal koliform bakteri tespit edilememiştir. Yapılan istatistik analizleri sonucunda koliform bakteri sayıları ve fekal koliform bakteri sayıları karşılaştırıldığında aylar arasında önemli bir farkın olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Çalışmada akivades et örneklerinde *E. coli* tespit edilememiştir.

Tablo 3.6 Akivades et örneklerinde koliform ve fekal koliform sayısının aylık değişimi

Tarih	Koliform (EMS/g)	Fekal koliform (EMS/g)	<i>E. coli</i> (EMS/g)
Eylül 2020	$5,5 \times 10^{1d}$	<0,30	<0,30
Ekim 2020	$5,3 \times 10^{3b}$	<0,30	<0,30
Kasım 2020	$1,1 \times 10^{4a}$	$3,3 \times 10^{2d}$	<0,30
Aralık 2020	$9,3 \times 10^{2cd}$	$9,3 \times 10^{2cd}$	<0,30
Ocak 2021	$1,7 \times 10^{3cd}$	$1,7 \times 10^{3c}$	<0,30
Şubat 2021	$4,6 \times 10^{3b}$	$4,6 \times 10^{3a}$	<0,30
Mart 2021	$3,5 \times 10^{3bc}$	<0,30	<0,30
Nisan 2021	$2,8 \times 10^{3bcd}$	$2,8 \times 10^{3b}$	<0,30
Mayıs 2021	$3,6 \times 10^{2d}$	<0,30	<0,30
Haziran 2021	$4,6 \times 10^{2d}$	$4,6 \times 10^{2d}$	<0,30
Temmuz 2021	$3,5 \times 10^{2d}$	$3,5 \times 10^{2d}$	<0,30
Ağustos 2021	$1,1 \times 10^{4a}$	$1,1 \times 10^{3cda}$	<0,30

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aylar arasındaki farkı belirtir ($p < 0,05$)

3.5.1.3 *V. parahaemolyticus* Sayısı Bulguları

Çalışma periyodu boyunca, akivades et örneklerinde *V. parahaemolyticus* tespit edilememiştir.

3.5.1.4 *Salmonella* spp. Sayısı Bulguları

Çalışma periyodu boyunca, akivades et örneklerinde *Salmonella* spp. tespit edilememiştir.

3.5.2 Su Örneği Bulguları

3.5.2.1 Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayısı Bulguları

Çalışma alanından almış olduğumuz su numunelerinde yaptığımız analizler sonucunda gelişen tüm bakteri kolonileri çıplak gözle sayılmıştır. Sayım sonuçları log kob/200mL olarak verilmiştir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7 Su örneklerinde toplam mezofil aerob bakteri sayısının aylık değişimi

Tarih	Toplam mezofil aerob bakteri (log kob/200mL)
Eylül 2020	2,49±0,91 ^{cd}
Ekim 2020	3,53±2,30 ^a
Kasım 2020	2,09±0,48 ^d
Aralık 2020	1,94±0,00 ^d
Ocak 2021	2,23±1,49 ^{cd}
Şubat 2021	2,39±0,65 ^{cd}
Mart 2021	3,27±2,28 ^b
Nisan 2021	2,50±0,40 ^{cd}
Mayıs 2021	2,23±1,04 ^{cd}
Haziran 2021	2,56±1,04 ^{cd}
Temmuz 2021	2,35±0,30 ^{cd}
Ağustos 2021	2,61±0,40 ^c

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aylar arasındaki farkı belirtir (p<0,05)

Analizler sonucunda toplam mezofil aerob bakteri sayısı en yüksek olarak $3,53 \pm 2,30$ log kob/200 mL olarak Ekim ayında; en düşük sayı ise $1,94 \pm 0,00$ log kob/200mL ile Aralık ayında tespit edilmiştir. Çalışma periyodu boyunca elde edilen sonuçlara bakıldığında aylar arasında önemli farklılıkların olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Bunun sebebi mikrobiyal kontaminasyonun yağış, sıcaklık, rüzgar hızı ve nem gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermesidir. Kabuklu deniz hayvanlarının yaşadığı sularının kirlenmesinde etkili olan abiyotik faktörler arasında en önemli rolü yağış almaktadır (Bettencourt vd., 2013).

3.5.2.2 Toplam Koliform, Fekal Koliform ve *E. coli* Sayısı Bulguları

Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda deniz suyu örneklerinde tespit edilen toplam koliform, fekal koliform ve *E. coli* sayısının aylık olarak değişimleri Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8 Su örneklerinde toplam koliform, fekal koliform ve *E. coli* sayısının aylık değişimi

Tarih	Koliform (EMS/mL)	Fekal koliform (EMS/mL)	<i>E. coli</i> (EMS/mL)
Eylül 2020	6,4 ^c	<0,30	<0,30
Ekim 2020	2,4x10 ^{1c}	<0,30	<0,30
Kasım 2020	2,4x10 ^{2c}	<0,30	<0,30
Aralık 2020	4,3x10 ^{1c}	1,2x10 ^{1d}	<0,30
Ocak 2021	5,5 ^c	<0,30	<0,30
Şubat 2021	1,4x10 ^{2c}	1,4x10 ^{2c}	<0,30
Mart 2021	1,1x10 ^{3a}	1,1x10 ^{3a}	<0,30
Nisan 2021	9,3x10 ^{1c}	9,3x10 ^{1cd}	<0,30
Mayıs 2021	2,3x10 ^{1c}	<0,30	<0,30
Haziran 2021	4,6x10 ^{2b}	4,6x10 ^{2b}	<0,30
Temmuz 2021	5,8x10 ^{1c}	4,3x10 ^{1d}	<0,30
Ağustos 2021	1,1x10 ^{3a}	4,6x10 ^{2b}	<0,30

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aylar arasındaki farkı belirtir ($p < 0,05$)

Analizler sonucunda hem koliform hem de fekal koliform bakteri sayısının Mart ayında en yüksek değere ulaştığı saptanmıştır. Koliform bakteri sayısı en yüksek değer olarak $1,1 \times 10^3$ EMS/mL ile Mart ve Ağustos aylarında, en düşük değer olarak 5,5 EMS/mL Ocak ayında tespit edilmiştir. Fekal koliform bakteri sayısı en yüksek $1,1 \times 10^3$ EMS/mL olarak Mart ayında tespit edilmiştir. Eylül, Ekim, Kasım, Ocak ve Mayıs aylarında ise tespit edilememiştir. Aylık olarak yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde hem koliform hem de fekal koliform sayıları arasındaki farkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Et örneklerinde olduğu gibi su örneklerinde de *E. coli* tespit edilmemiştir.

3.5.2.3 *Enterococcus* spp. Sayısı Bulguları

Deniz suyu örneklerinde aylık olarak tespit edilen *Enterococcus* spp. sayıları Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9 Su örneklerinde *Enterococcus* spp. sayısının aylık değişimi

Tarih	<i>Enterococcus</i> spp. (kob/200mL)
Eylül 2020	4,7 ^f
Ekim 2020	4,4x10 ^{1c}
Kasım 2020	<1,0
Aralık 2020	2,3x10 ^{1e}
Ocak 2021	3,8x10 ^{1d}
Şubat 2021	1,2x10 ^{1g}
Mart 2021	1,1x10 ^{1g}
Nisan 2021	8,0 ^g
Mayıs 2021	1,0 ^h
Haziran 2021	2,8x10 ^{2a}
Temmuz 2021	1,1x10 ^{1g}
Ağustos 2021	2,4x10 ^{2b}

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aylar arasındaki farkı belirtir ($p < 0,05$)

Yapmış olduğumuz analizler sonucunda en yüksek değer $2,8 \times 10^2$ kob/200mL olarak Haziran ayında tespit edilmiştir. Kasım ayında ise bu bakteriye rastlanılmamıştır. *Enterococcus* spp. sayısının aylara göre önemli düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0,05$).



Bölüm 4

4 Tartışma

Çift kabuklu yumuşakçaların biyokimyasal kompozisyonu ve mikrobiyal yükleri hakkında birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda, Ruditapes cinslerinden özellikle *R. philippinarum* türü için geniş çapta incelemeler gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmaların çoğu hem Japonya, Çin, Tayvan ve Filipinler gibi doğal dağılım ortamlarında hem de doğu Pasifik, Afrika'nın Atlantik Kıyısı ve Avrupa kıyıları gibi dünyanın diğer bölgelerinde istilacı tür olarak tanılan popülasyonları üzerinde gerçekleştirilmiştir (Holland ve Chew, 1974; Shafee ve Daoudi, 1991; Ponurovsky ve Yakovlev, 1992; Rodríguez-Moscoso vd., 1992; Robert vd., 1993; Toba vd., 1993; Meneghetti vd., 2004; Drummond vd., 2006; Delgado ve Camacho, 2007a; Delgado, ve Camacho, 2007b; Moura vd., 2018; Chen vd., 2021; Liu vd., 2023). *R. philippinarum* türünün aksine *R. decussatus* hakkındaki literatür sayısı daha azdır (Albentosa vd., 1996; Rodríguez-Moscoso ve Arnaiz, 1998; Delgado ve Pérez Camacho, 2003; Ojea vd., 2004; Serdar vd., 2007; Delgado, ve Pérez-Camacho, 2007; Serdar ve Lök, 2009; Serdar vd., 2010; Saba, 2012; Çelik vd., 2014; Çağlak vd., 2016; Awad vd., 2019; Arranz vd., 2023). Bu çalışmada, özellikle Türkiye kıyılarında dağılım gösteren yerli akivadeslerin (*R. decussatus*) biyokimyasal içerikleri ve mikrobiyal yükleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Ayrıca, bu türün biyolojik döngüsünü ve besin kalitesini önemli ölçüde etkileyen sıcaklık, tuzluluk, pH, klorofil-a, organik ve inorganik madde miktarı gibi diğer deniz suyu parametreleri de araştırılmıştır (Okumuş ve Stirling, 1998; Rodríguez-Moscoso ve Arnaiz, 1998; Urrutia vd., 1999). Bazı araştırmacılar kondisyon indeksi, et verimleri ve biyokimyasal bileşenlerindeki mevsimsel değişikliklerin akivadeslerin fizyolojik ve beslenme

durumları için bir gösterge olabileceğini bildirmişler (Beninger ve Lucas, 1984; Meneghetti vd., 2004). Bu nedenle çalışmamızda bu parametreler de irdelenmiştir.

Çevresel Parametreler

Bu çalışmada İzmir Körfezi'nin İnciraltı mevkiinde incelenen deniz suyu sıcaklığı modeli diğer ılıman iklimler ile benzerdi. Suyun sıcaklığının yaz aylarında yüksek, kış aylarında nispeten düşük değerler ile bölgenin doğal özelliklerini taşıdığı tespit edilmiştir. Tuzluluk ve pH değerleri yıl boyunca önemli değişiklik göstermemiştir. Ancak ekim ayında nispeten daha düşük tuzluluk değeri, temmuz ayında ise daha yüksek pH değeri görülmüştür. Bunun sebebi, yağışa bağlı olarak ortama tatlı su girdisi sonucunda bi karbonat tuzlarının artması olarak açıklanabilir (Barnes, 1980; Saba, 2012).

Biyometrik ve ağırlık ölçümleri ile ilgili olarak çalışma periyodu boyunca aylık ortalama boyları 35,2-46,82 mm, ağırlıkları ise 11,65-19,99 g olan bireyler kullanılmıştır. Akivadeslerin ağırlıkları ve boy uzunlukları arasında güçlü bir ilişkinin olduğu (Ojea vd., 2004) tarafından bildirilmiştir. Çift kabuklu deniz canlısı olan akivadeslerin ağırlık değerlerindeki farklılıklar çevresel parametrelerdeki değişiklikler ve özellikle besin miktarı ile ilgili olabileceği gibi üreme ve gonad gelişimi ile de ilgili olabilir (Ojea vd., 2004; Saba, 2012). Suda bulunan besin maddelerinin miktarı ile suyu süzerek beslenen canlıların büyüme performansları arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır (Brown ve Hartwick, 1988; Saba, 2012). Dolayısıyla suyu süzerek beslenen canlılar için fitoplankton miktarı oldukça önemlidir (Brown ve Hartwick, 1988; Saxby, 2002). Ayrıca yapılan araştırmalarda deniz suyunda bulunan klorofil-a miktarı ve su sıcaklık değerlerinin yüksek olmasının canlıların büyümesini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Matias vd., 2009; Saba, 2012). Yaptığımız araştırmada suda bulunan klorofil-a, organik ve inorganik besin miktarı ile akivadeslerin ağırlıkları çalışma boyunca benzerlik göstermiştir. Klorofil-a, organik ve inorganik madde miktarları çalışma periyodu boyunca düzensiz bir dağılım göstermiştir. Çalışmada AKM 10,53-17,88 µg/L aralığında; PİM 5,75-12,28 µg/L aralığında POM ise 2,26-6,28 µg/L aralığında bulunmuştur. Klorofil-a miktarı ise 1,2-16,59 mg/m³ aralığında tespit edilmiştir. Gözler ve Tarkan (2000) Çanakkale Çardak lagününde yaptıkları çalışmada klorofil-a değerlerini 3,42-6,56 mg/m³ olarak tespit etmişlerdir. Ojea vd.

(2004) İspanya'nın Galiçya bölgesinde yaptıkları çalışmada ortalama klorofil a konsantrasyonunu $2,7 \mu\text{g L}^{-1}$ olarak bildirmişlerdir. Serdar ve Lök (2009) İzmir Homa Dalyanında yaptıkları çalışmada klorofil-a konsantrasyonunu $4,04-30,93 \mu\text{g L}^{-1}$ aralığında belirtmişlerdir. Yine Serdar ve Lök (2010) Ege Denizi Mersin Körfezi'nde bulunan *R. decussatus*'un çevresel faktörlere bağlı olarak gametogenik döngüsü ve biyokimyasal bileşimindeki aylık değişiklikleri belirlemek için yaptıkları araştırmada klorofil-a değerini $2,3-7,38 \mu\text{g L}^{-1}$ aralığında tespit etmişlerdir. Saba (2012) İtalyanın Porto Pozzo, Tortoli ve Calich bölgelerinde yaptığı çalışmada klorofil-a değerlerini sırası ile $0,4-1 \text{ mg L}^{-1}$; $1,5-3,4 \text{ mg L}^{-1}$ ve $5,9-22,1 \text{ mg L}^{-1}$ aralığında tespit etmiştir. Amane vd. (2019) Fas kıyılarında altı farklı bölgede yaptıkları çalışma sonucunda klorofil-a değerini $0,25-7,73 \text{ mg/m}^3$ aralığında tespit etmişlerdir. Erdal ve Önal (2020) Çanakkale Çardak lagününde yaptıkları araştırma sonucunda klorofil-a değerlerini $0,01-10,00 \mu\text{g L}^{-1}$ aralığında bildirmişlerdir. Suda bulunan klorofil-a, PİM, POM ve AKM madde miktarlarının değişiklik göstermesi yağışlara bağlı olabilir. Çünkü bu yağışlar toprağı süzerek makul miktarda organik maddeyi denizlere getirir (Saba, 2012). Çalışmalarda farklı değerler elde edilmesinin sebebinin suyun sıcaklığı, ortamda bulunan besin miktarı ve yağış gibi çeşitli doğal değişkenlere bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Et Verimi ve Kondisyon İndeksi

Hem et verimi hem de kondisyon indeksi değerleri ekonomik önemi olan çift kabuklu türlerinin pazarlanabilirliği için kriter olarak kabul edilen parametrelerdir (Gabbott ve Bayne, 1973). Bu iki parametre de uluslararası ticarete kaliteli ürünü seçmek için standart olarak kabul edilen pratik yöntemlerdendir (Aníbal vd., 2011). Ayrıca kondisyon indeksi değerlerinin genellikle çift kabukluların üreme aktivitesini de yansıttığı kabul edilir (Castro ve de Mattio, 1987; Massapina, 1999; Matias, 2013; Ojea vd., 2004). Çift kabuklu türlerinin et verimi ve kondisyon indeksi değerleri üzerinde çevresel parametreler, besin miktarı, büyüme ve üremenin etkili olduğu bilinmektedir (Biandolino vd., 2008; Dridi vd., 2007; Karayücel vd., 2015; Moura vd., 2008; Ojea vd., 2004; Orban vd., 2007). Kondisyon indeksi değerleri, çift kabuklu deniz ürünlerinin hasat zamanlarının tespitinde önemli bir belirleyicidir (Okumuş ve Stirling, 1998). Yapılan çalışmalarda CI'nin çift kabuklu türlerin enerji depolama ve

kullanma stratejisinden oldukça fazla etkilendiği belirtilmiştir (Delgado ve Pérez-Camacho, 2005; Joaquim vd., 2008, 2011; Matias, 2013). Çalışma periyodu boyunca aylık ortalama et verimi değerleri %29,20-42,34 aralığında, kondisyon indeksi değerleri ise %11,92-19,5 aralığında bulunmuştur. Et verimleri için maksimum değer temmuz ayında; kondisyon indeksi için ise nisan ayında kaydedilmiştir. Et verimi ve kondisyon indeksi değerlerinin yıl boyunca paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Haziran ve Temmuz aylarında et veriminin yüksek olmasında gonad gelişiminin etkili olduğunu söyleyebiliriz. *R. decussatus* et verimi içeriği açısından değerlendirildiğinde, tüketim için en uygun dönemin yaz mevsimi olduğu görülmüştür. Serdar ve Lök (2005) Çakalburnu Dalyanında yaptıkları çalışmada et verimi değerlerini %22-35 aralığında bildirmişlerdir. Serdar vd. (2009) Çakalburnu Dalyanının 3 farklı noktasından yaptıkları bir diğer çalışmada ise et verimini %19,91-31,27 arasında tespit etmiştir. Serdar ve Lök (2009) Homa Dalyanında yaptıkları çalışmada et veriminin %12,7-26,8 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Matias (2013) Portekiz'in Ria de Aveiro ve Ria Formosa Lagünlerinde yaptığı çalışmada Kİ değerini %4,00-11,96 aralığında belirtmiştir. Saba (2012) Porto Pozzo lagününde mevsimlik olarak yaptığı çalışmada Kİ değerinin ortalama %12 dolaylarında olduğunu belirtmiştir. Çalışmalar arasındaki EV ve Kİ değerlerinin farklı sonuçlar göstermesinin sebebi coğrafi bölge farklılığı, çevresel parametreler, besin miktarı, üreme dönemi, mevsimsel değişiklikler, örnekleme zamanları ve akivadeslerin bireysel farklılıkları olabilir.

Nem İçerikleri

Çift kabuklu türlerinin nem miktarı dönemsel olarak, döl atım zamanına göre ve canlının büyüklüğüne göre değişiklik göstermektedir (Krzynowek ve Wiggin, 1979). Yapılan bu çalışmada nem değerleri %77,67-79,96 aralığında tespit edilmiştir. Çelik (2004) marinyasyon işleminin akivades etlerinin biyokimyasal kompozisyonu üzerine etkisini araştırmak için yaptığı çalışmada nem içeriğini %81,83 olarak tespit etmiştir. Dincer (2006) yaptığı çalışmada akivadeslerin nem içeriğinin %85,91 olduğunu belirtmiştir. Serdar ve Lök (2009) Ege denizindeki Homa lagününde bulunan akivadesler ile yaptıkları çalışmada nem içeriğinin %75,7-89 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Karşlı (2013) ve Çağlak vd. (2015) farklı işleme tekniklerinin *R. decussatus*'un besin kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada nem içeriklerini

%81,59 olarak tespit etmişlerdir. Çelik vd. (2014) Çanakkale ve Marmara Denizi kıyılarında bazı ekonomik yumuşakça türlerinin biyokimyasal kompozisyonlarını karşılaştırdıkları araştırma sonucunda akivadeslerin nem içeriğinin %83,58 olduğunu rapor etmişlerdir. Çağlak vd. (2016) depurasyon işleminin akivadeslerin biyokimyasal kompozisyon, yağ asidi ve amino asit içeriği üzerindeki etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada nem miktarını %86,24 olarak tespit etmişlerdir. Saba (2012) Porto Pozzo lagününde mevsimlik olarak yaptığı çalışmada nem değerini en düşük olarak yaz aylarında (%80,21), en yüksek olarak ise ilkbahar aylarında (%81,70) kaydetmiştir. Beninger ve Lucas (1984) Fransa'nın Atlantik kıyılarında yaptıkları 74 haftalık çalışmada nem içeriklerini %80,7-86,0 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Aníbal vd. (2011) Ria Formosa lagününde yaptıkları çalışmada nem içeriklerini %82,55-86,85 aralığında bildirmiştir. Elde etmiş olduğumuz nem miktarı değerlerinin diğer çalışmaların sonuçlarına göre daha düşük olduğu görülmüştür. Sonuçlar arasındaki farklılıkların, örnekleme sırasında mevcut olan çevresel ve mevsimsel değişiklikler, canlının beslenme ve üreme faaliyetlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kül İçerikleri

Gıda maddeleri içerisinde bulunan kül miktarı değerleri gıdanın tuz ve mineral içeriğini göstermektedir (Karaca, 2009). Çift kabuklu deniz canlılarında ise dokuların içerdiği inorganik bileşiklerin miktarını yansıtmaktadır (Prato vd., 2019). Tez çalışması boyunca aylık olarak yapılan analizler sonucunda ortalama kül miktarları %2,24-2,76 aralığında bulunmuştur. Dincer (2006) yaptığı çalışmada akivadeslerin kül miktarının %3,1 olduğunu bildirmiştir. Karanlı (2013) ve Çağlak vd. (2015) farklı işleme tekniklerinin *R. decussatus*'un besin kalitesi üzerine etkileri araştırdıkları çalışmada kül miktarını %3,16 olarak tespit etmişlerdir. Çağlak vd. (2016) tarafından yürütülen çalışmada ise akivades örneklerinin kül miktarı %2,04 olarak tespit edilmiştir. Saba (2012) Porto Pozzo lagününde mevsimlik olarak yaptığı çalışmada ortalama kül değerlerini sonbahar (%3,07) ve yaz (%3,27) mevsimlerinde diğer mevsimlere göre açıkça daha yüksek bulmuştur. Kış (%2,63) ve ilkbahar (%2,65) mevsimlerinde ise benzer değerler tespit etmiştir. Beninger ve Lucas (1984) yaptıkları çalışmada kül içeriklerini %2,33-2,82 aralığında tespit etmişlerdir. Yine Aníbal vd.

(2011) çalışmalarında kül miktarını %2,74-3,59 aralığında tespit etmişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçların diğer araştırmacıların sonuçları ile genel olarak benzerlik gösterdiği görülmüştür. Kül miktarlarındaki değişimin sebebi olarak beslenme dönemleri ve üreme faaliyetlerinde kullandığı mineral madde ihtiyaçlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Biyokimyasal Kompozisyon (Protein, Yağ ve Karbonhidrat)

Proteinler canlıların hücre yenilenmesi, bağışıklık sisteminin güçlenmesi, kas dokusunun korunması ve güçlenmesi bakımından oldukça önemlidir (Aksoy, 2014; Vural, 2019). Ayrıca proteinler karbonhidrat ve yağın yetersiz olduğu dönemlerde enerji kaynağı olarak da kullanılmaktadır (Aksoy, 2014; Vural, 2019). Yağlar ise hücre zarının yapısında bulunur, canlı metabolizması için gerekli enerjiyi sağlamak ve depolamaktadır. Ayrıca canlıların dış etmenlere karşı korunmasında, organlar arasında destek sağlanmasında, hücreler arası iletişimde ve bağışıklık sisteminde rol oynamaktadırlar (Aksoy, 2014; Onat vd., 2006). Deniz omurgasızları ise üreme, yaşamsal faaliyetlerin sürdürmek ve fizyolojik faktörlere uyum sağlamak için yağları depolamaktadır. Yumuşakçalarda yağ içeriği beslenme, sıcaklık ve coğrafik dağılım gibi biyolojik ve çevresel şartlara bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Pazos vd., 1997; Saito, 2008; Vural, 2019). Karbonhidratlar canlıların yapıtaşları arasında yer alırlar ve canlının ihtiyaç duyduğu enerjiyi sağlamada önemli rol oynamaktadırlar. Ayrıca karbonhidratlar canlı vücudunda depolanabilirler ve hayvanlarda glikojen olarak bulunmaktadır (Aksoy, 2014). Glikojen, yetişkin çift kabukluların ana enerji kaynağıdır. *R. decussatus*'un büyümesi için de iyi bir enerji kaynağıdır. Aynı zamanda gametogenez ve gonadal gelişim için enerji kaynağı olarak belirli hücrelerde depolanabilir (Matias, 2013). Bazı çift kabuklu türleri, yiyecek bol olduğu dönemlerde glikojeni depolarlar. Yiyecek bulunabilirliğinin az olduğu dönemde ve üreme döngüsünde bu rezervleri enerji kaynağı olarak kullanırlar (Matias 2013). Çift kabuklular üzerinde yapılan çeşitli çalışmalar, cinsel olgunluğun önceden depolanmış rezervlerden enerji temini veya mevcut yiyeceklerin tüketilmesi ile ilişkili olduğunu ve sonuç olarak biyokimyasal bileşimle yakından bağlantılı olduğunu göstermiştir (Pérez Camacho vd., 2003; Sastry, 1975). Yumuşakçalardaki mevsimsel metabolik aktiviteler besin bulunabilirliği, çevresel şartlar, büyüme ve üreme arasındaki

karmaşık etkileşimlerden kaynaklanmaktadır (Gabbott, 1983). Çift kabuklu deniz canlıların mevsimsel enerji depolama ve kullanma döngüleri (biyokimyasal döngüler) üreme faaliyetleriyle yakından ilişkilidir (Barber ve Blake, 1981; Bayne, 1976; Giese, 1969; Sastry vd., 1979). Çift kabuklularda üreme ve biyokimyasal bileşenler ilişkisi ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Barber ve Blake, 1981; Bayne, 1976; Gabbott, 1983; Giese, 1969; Ruiz vd., 1992). Genel olarak enerji gametogenez öncesinde gıdanın bol olduğu dönemlerde glikojen, lipid ve protein şeklinde depolanır. Bu biyokimyasalların önemi, depolandıkları yer ve kullanım zamanları bakımından türler arasında ve aynı türün popülasyonları arasında farklılık gösterebilir (Bayne, 1976; Giese, 1969; Sastry vd., 1979). Mackie ve Ansell (1993) enerji depolama döngülerindeki olayların belirlenmesinde çevresel faktörlerin açıkça baskın bir rol oynadığını bildirmişlerdir. Bivalveler üzerine çalışma yapan araştırmacılar kondisyon indeksi ve biyokimyasal bileşimdeki (protein, yağ, glikojen) mevsimsel değişikliklerin, gametojenik döngü sırasında akivadeslerin fizyolojik veya beslenme durumu için iyi bir gösterge oluşturabileceğini bildirmişlerdir (Beninger ve Lucas, 1984; Meneghetti vd., 2004).

Çift kabuklular yeterli düzeyde ve yüksek kaliteli protein içerirler. Çift kabuklu türlerinin 100 g eti, bir yetişkinin günlük gereksinimi olan metiyonin ve sistein dışındaki çoğu esansiyel aminoasit ihtiyacını karşılar (Maulvault vd., 2016). Ayrıca, kabuklu proteinlerinin yüksek sindirilebilirlik özellikleri, sindirim sürecinde esansiyel amino asitlerin emilimini kolaylaştırmaktadır (Maulvault vd., 2016). Çift kabuklularda üreme döngüsünde gerekli olan enerjinin sağlanması için besin depolanmasında proteinin ve yağın rolü oldukça önemlidir ve gametogenetik döngü ile glikojen rezervlerinin mevsimsel depolanması ve kullanımı arasında güçlü bir ilişki olduğuna inanılır (Mathieu ve Lubet, 1993; Saba, 2012). Akivadeslerin metabolik gelişimlerinde glikojenin yağa dönüşümünün olabileceği bildirilmiştir (Gabbott, 1975). Çift kabuklu yumuşakçaların mevsimsel biyokimyasal değişimlerin gametojenik döngü ve beslenme durumlarından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Beninger ve Lucas, 1984; Meneghetti vd., 2004; Saba, 2012). Bazı araştırmacılar, çift kabukluların proteinlerini beslenme stresi, enerji dengesizliği durumlarında ve gonadal olgunlaşma sırasında enerji rezervi olarak kullanıldığını bildirmişlerdir (Gabbott ve Bayne, 1973; Wenguan vd., 2008). Akivadesler genellikle protein ve yağ rezervlerini üreme

döneminden önce biriktirirler (Gabbott ve Bayne, 1973; Saba, 2012) ve özellikle üreme sırasında enerji kaynağı olarak kullanırlar (Beninger ve Lucas, 1984). Genel olarak akivadesler, ortamda besinin bol olduğu dönemlerde glikojen, yağ ve proteini gametogenezin başlangıcından önce rezerv olarak biriktirirler ve daha sonra gamet üretmek için enerji kaynağı olarak kullanırlar (Bayne, 1976; Giese, 1969). Yapmış olduğumuz tez çalışmasında akivadeslerin protein değerleri %11,31-12,44 arasında bulunmuştur. Protein içerikleri için maksimum değer Haziran ayında; minimum değer ise Aralık ayında tespit edilmiştir. Çalışmada en yüksek protein değerleri yaz aylarında tespit edilirken; kış aylarında diğer aylara göre nispeten daha düşük değerler olduğu görülmüştür. *R. decussatus* protein içeriği açısından değerlendirildiğinde, tüketim için en uygun dönemin yaz mevsimi olduğu söylenebilir. Yapılan literatür araştırmasında akivadeslerin ana üreme dönemlerinin genel olarak haziran-ağustos ayları arasında olduğu görülmüştür. Elde ettiğimiz protein değerlerindeki değişikliğinin gonadal olgunlaşma döneminden ve ortamdaki besin miktarından kaynaklandığını söyleyebiliriz. Bu konuda Galap vd. (1997), yaptıkları çalışmada besinin olmadığı durumlarda proteinin tek alternatif enerji kaynağı gibi görüldüğünü bildirmişlerdir. Martinez (1991), yaptığı çalışmada protein miktarının, gonadların tamamen olgunlaştığı yaz aylarında daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Saba (2012), Porto Pozzo lagününde mevsimlik olarak yaptığı çalışmada protein içeriklerini %12,81-13,59 aralığında bulmuştur. Çalışmada düzenli bir salınım olduğu, yaz mevsiminde en yüksek, sonbaharda ise en düşük protein değerinin tespit edildiği bildirilmiştir. Beninger ve Lucas (1984), yaptıkları çalışmada protein içeriklerini %7,7-10,9 aralığında bildirmişlerdir. Yine Aníbal vd. (2011), yaptıkları çalışma sonucunda ise protein miktarlarını %6,25-8,52 aralığında tespit etmişlerdir. Çelik (2004) tarafından marinyasyon işleminin akivades etlerinin biyokimyasal kompozisyonu üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada taze akivades örneklerinin protein içeriği %10,76 olarak bildirilmiştir. Dincer (2006) akivades örneklerinin protein içeriğinin %8,71 olduğunu belirtmiştir. Serdar vd. (2016) İzmir-Bostanlı bölgesinden 3 farklı boy grubunda *R. decussatus*'un biyokimyasal içeriklerini karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada akivadeslerin protein içeriklerinin %61,67-63,01-71,66 (kuru madde) olduğunu bildirmişlerdir. Serdar ve Lök (2009) Homa lagününde yaptıkları çalışmada akivadeslerin protein içeriğinin %25,9-50,5 (kuru madde) arasında

olduğunu belirtmişlerdir. Yine Serdar ve Lök (2010) tarafından Ege Denizi Mersin Körfezi'nde bulunan *R. decussatus*'un gametogenik döngüsü ve biyokimyasal bileşimindeki aylık değişiklikleri belirlemek için yaptıkları araştırmada protein içeriklerini %22,12-41,45 (kuru madde) aralığında tespit etmişlerdir. Karşlı (2013) ve Çağlak vd. (2015) farklı işleme tekniklerinin *R. decussatus*'un besin kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada taze akivades örneklerinin protein içeriğini %10,54 olarak tespit etmişlerdir. Çelik vd. (2014) yaptıkları çalışmada akivades örneklerinin protein içeriğinin %56,27 (kuru madde) olduğunu bildirmiştir. Çağlak vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada akivades örneklerinin protein içeriği %6,31 olarak rapor edilmiştir. Çalışma sonucundan elde edilen protein değerleri arasında görülen farklılığın çevresel parametreler ve üreme döneminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bazı araştırmacılar lipidlerin mevsimsel değişimlerinin glikojenin oluşumu sırasında biyosentezlenen lipitlere dönüşümü nedeniyle glikojen ile ters orantılı olduğunu bildirmişlerdir (Beninger ve Lucas, 1984; Mouneyrac vd., 2008; Ojea vd., 2004). Çalışma süresi boyunca örneklediğimiz akivades popülasyonda yağ miktarının önemli ölçüde farklılık göstermediği belirlenmiştir. Genel olarak çift kabuklu yumuşakçaların biyokimyasal bileşenlerindeki dalgalanmaların üreme döngüleriyle ilgili olduğunu (Martinez, 1991), *R. decussatus*'un da enerjisini hem protein hem de yağdan aldığını söylemek mümkündür (Albentosa vd., 2007). Akivadeslerin yağ miktarı gamet gelişimi ile sıkı bir şekilde ilişkilidir (Martinez, 1991). Çalışma sonucunda akivadesin % yağ değerleri %1,11-1,89 aralığında bulunmuştur. Akivadeslerin biyokimyasal bileşimindeki aylık değişimlerin canlının beslenme durumu ve gametogenetik döngüsünden kaynaklandığını söyleyebiliriz. Çalışma sonucunda elde ettiğimiz % yağ değerleri aylık olarak incelendiğinde yüksek değerlerin Ekim, Kasım ve Mart aylarında, düşük değerlerin ise Ağustos ve Ocak aylarında olduğu görülmüştür. Saba (2012), Porto Pozzo lagünüde mevsimlik olarak yaptığı çalışmada yağ içeriklerini %1,01-1,28 aralığında olduğunu bildirmiştir. En yüksek değerin yaz mevsiminde, en düşük değerin ise kış mevsiminde gerçekleştiğini bildirmiştir. Beninger ve Lucas (1984), yaptıkları çalışmada lipid içeriklerini %0,89-1,61 aralığında bildirmişlerdir. Yine Aníbal vd. (2011), tarafından da lipid içerikleri %0,07-2,25 aralığında tespit edilmiştir. Çelik (2004) marinasyon işleminin akivades etlerinin biyokimyasal

kompozisyonu üzerine etkisini araştırdığı çalışmada: taze akivades örneklerinde yağ içeriğini %1,13 olarak tespit etmiştir. Dincer (2006) yaptığı çalışmada akivades örneklerinin yağ içeriğinin %0,78 olduğunu bildirmiştir. Serdar vd. (2016) İzmir-Bostanlı bölgesinden 3 farklı boy grubunda *R. decussatus*'un biyokimyasal içeriklerini karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada yağ içeriklerini %5,98-6,74-8,21 (kuru madde) olarak rapor etmiştir. Serdar ve Lk (2009) İzmir körfezinde yaptıkları çalışmada akivadeslerin yağ içeriğinin %4,9-7 (kuru madde) arasında olduğunu rapor etmişlerdir. Serdar ve Lk (2010) tarafından Ege Denizi Mersin Körfezi'nde bulunan *R. decussatus*'un gametogenik döngüsü ve biyokimyasal bileşimindeki değişimi tespit etme amacıyla yürütülen bir diğer çalışmada ise lipid içeriği %5,55-6,34 (kuru madde) aralığında bulunmuştur. Benzer şekilde elik vd. (2014) tarafından da akivadeslerin yağ içeriğinin %5,82 (kuru madde) olduğu bildirilmiştir. Karşlı (2013) ve ağlak vd. (2015) *R. decussatus*'un besin kalitesi üzerine farklı işleme tekniklerinin etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada *R. decussatus*'un yağ içeriğini %0,34 olarak tespit etmişlerdir. Çağlak vd. (2016) tarafından da yağ içeriği %0,33 olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar arasında görülen farklılığın çevresel parametreler, besin miktarı ve kalitesi ile üreme döneminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Glikojen, yetişkin çift kabukluların ana enerji rezervidir (Bayne vd., 1976; Patrick vd., 2006). *R. decussatus*'ta glikojen büyüme için enerji kaynağı olurken; aynı zamanda gametogeneze ve gonadal gelişim için de enerji rezervi olarak belirli hücrelerde depolanabilir (Rodrguez-Moscoso ve Arnaiz, 1998). Yapılan çalışmalarda stresli durumlar altında glikojenin öncelikle hayvansal faaliyetlerin korunması için kullanıldığı bildirilmiştir (Anacleto vd., 2014; Bayne vd., 1976; Patrick vd., 2006). Çalışma süresi boyunca elde edilen % glikojen değerleri incelendiğinde ise aylık olarak bir dalgalanmanın olduğu görülmektedir. En yüksek değer %6,48 Eylül ayında, en düşük değer de %4,37 ile şubat ayında tespit edilmiştir. Bu dalgalanmanın sebebinin, üreme dönemlerinde ve ortamda besinin az olduğu zaman canlının depolamış olduğu glikojeni enerji kaynağı olarak kullanmış olabileceğinden kaynaklandığını söylemek mümkündür. Beninger ve Lucas (1984), yaptıkları çalışmada glikojen içeriklerini %0,13-3,78 aralığında bildirmişlerdir. Yine Anbal vd. (2011), yaptıkları çalışmada glikojen içeriklerini %0,38-2,62 aralığında tespit etmişlerdir. Serdar vd. (2016) İzmir-Bostanlı bölgesinden 3 farklı boy grubunda *R.*

decussatus'un biyokimyasal içeriklerini karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada karbonhidrat miktarlarının %18,36-18,86-20,81 (kuru madde) olduğunu bildirmişlerdir. Serdar ve Lök (2010) tarafından yürütülen başka bir çalışmada, akivadeslerin glikojen içerikleri %0,08-3,01 aralığında tespit edilmiştir. Çelik vd (2014) tarafından da *R. decussatus* örneklerinin karbonhidrat miktarının %23,39 (kuru madde) olduğu bildirilmiştir. Çalışmalar sonucunda elde edilen glikojen içerikleri arasında görülen farklılığın coğrafi bölge farklılıkları, çevresel parametreler, besin miktarı ve kalitesi ile üreme döneminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Deniz canlılarının biyokimyasal kompozisyonu; canlının yaşadığı coğrafi bölgeye, beslenme, cinsiyet, büyüklük ve üreme döngüsüne bağlı olarak değişim göstermektedir (Güner vd., 1998). Bu nedenle aynı türdeki canlıların biyokimyasal kompozisyonlarında farklı zamanlarda, farklı mevsimlerde ve farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda farklı değerler elde edilmesi beklenen bir durumdur. Çift kabuklu deniz canlılarının biyokimyasal kompozisyonlarının ortaya koyulabilmesi için bulunduğu ortamdaki besin miktarı, kalitesi ve üreme döngüleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Mikrobiyal Yük İçerikleri

Çift kabuklu yumuşakçalar genellikle kıyılara yakın alanlarda yaşarlar. Bu alanlar doğal olarak kıyı alanlara kurulmuş şehir ve sanayi atıklarından önemli oranda etkilenmektedir. Denizel ortamlar kendi mikrobiyal dengesini sağlayan ve kendi kendini temizleme kapasitesine sahip alanlardır. Ancak lagün, koy ve haliç gibi kapalı alanların bu yenileme yeteneği atık suların sürekli deşarj edilmesinden dolayı değişiklikleri nötralize etmeye yetecek kadar güçlü değildir (Bettencourt vd., 2013; Dionísio vd., 2000). Kıyı şeridi alanlarında kabuklu deniz ürünlerini yetiştirmek ve avcılığını yapmak için çeşitli faktörler vardır, bu faktörlerden en önemlisi su kalitesidir. Kabuklu deniz ürünleri toplama alanlarının kirlenmesi, yalnızca kıyı şeritlerinin kullanımından değil, aynı zamanda yüksek arazilerde nüfus seviyeleri ve arazi kullanımlarından da kaynaklanabilir (Bettencourt vd., 2013; Glasoe ve Christy, 2004). Çift kabuklu yumuşakçalar, ulusal ve uluslararası düzeyde ekonomik öneme sahiptir. Bununla birlikte mikrobiyal kirlilik nedeniyle gıda güvenliği açısından önemli bir sorun oluşturmaktadır. Çift kabuklular suyu süzerek beslenen türler olduğu

için bünyelerinde patojen bakterileri, virüs ve toksik mikroalg gibi biyolojik kirleticileri biriktirebildikleri için tüketiciler için potansiyel olarak bir risk oluşturabilirler. Deniz kirliliğinin olduğu alanlardan toplanan ürünlerin doğrudan tüketime sunulması insan sağlığı açısından oldukça tehlikelidir. Nitekim ABD’de 1973-1976 yılları arasında meydana gelen gıda kaynaklı zehirlenmelerin %1,8’inin kabuklu deniz ürünlerinden kaynaklandığı rapor edilmiştir (Banwart, 2012). Yine EFSA, (2012) raporuna göre 2010 yılında AB ülkelerinde kaydedilen gıda kaynaklı hastalıkların %8,5’inin kabuklu deniz ürünleri ve yumuşakçalardan, %11,9 bakterilerden, %18,6 ise deniz biyotoksinlerinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Pomykala vd., 2012). Çift kabuklu deniz ürünlerinin tüketimiyle ilgili potansiyel gıda güvenliği sorunu iyi bilinmektedir. Tüketicilere yönelik risk, çift kabukluların minimum düzeyde işlenmesi ve iç organları ile tüketilmesi gerçeği ile daha da artmaktadır. Bu nedenle, halk sağlığının korunması için canlı çift kabuklu yumuşakçaların üretimi ve ticareti için sağlık standartları yerine getirilmelidir (CEFAS, 2007; Maulvault vd., 2016). Avrupa Birliği’nde uygun mevzuatın varlığı, çift kabuklularda mikrobiyolojik kirlenme olasılığını en aza indirmektedir. 2006/113/CE (European Union, 2006) ve 2004/41/CE (European Union (2004a), direktifleri çift kabuklular ve bulundukları sulardaki mikrobiyal göstergelerin seviyeleriyle ilgili olarak kabuklu deniz ürünleri alanlarının düzenlenmesi için önemli bir kılavuzu temsil etmektedir. 853 No’lu Yönetmeliğe (European Union (2004b), göre çift kabuklu yumuşakça toplama alanlarının sınıflandırılmasına ilişkin kriterler, 100 g et ve intravalvuler sıvı (kabuklar arası) başına en muhtemel *E. coli* sayısına (EMS) dayanan mikrobiyolojik sonuçlara bağlıdır. Ülkemizde çift kabuklu üretim alanlarının kontrolü Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yapılmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı İl Tarım Müdürlükleri bu alanların sınıflandırılmasından, kabuklu deniz hayvanlarının doğrudan tüketilip tüketilemeyeceğini veya ticarileştirilmeden önce arındırma işleminden geçmesi gerekip gerekmediğini belirlemede ve halk sağlığını korumaktan sorumludur. FDA tarafından onaylanmış; AB standartları ve Tarım ve Orman Bakanlığı’na göre insan sağlığı açısından tüketilebilir kabuklu deniz ürünleri üç kategoride (A, B ve C) sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre; A kategorisine alınan kabuklu deniz ürünlerinin eti ve kabuklar arası sıvısında <230/100g *E.coli* bulunmamalı. B kategorisine alınan kabuklu deniz ürünlerinin eti ve kabuklar arası

sıvısında $<4.600/100g$ *E.coli* bulunmamalıdır. C kategorisinden alınan kabuklu deniz ürünlerinin eti ve kabuklar arası sıvısında $<46.000/100g$ *E.coli* bulunmamalıdır. A bölgesinden hasat edilen deniz ürünlerinin depurasyon işlemine gerek duyulmadan tüketilmesinde sakınca görülmezken; B ve C bölgelerinden hasat edilen canlıların depurasyon işlemine tabi tutulmadan tüketilmemesi gerektiği belirtilmektedir (Barile vd., 2009; European Union, 2006, 2008; Lees vd., 2010).

İzmir Körfezi İnciraltı mevki yerli akivades üretimi için önemli bir bölgedir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından da akivades üretim alana ilan edilmiş üç bölgeden bir tanesidir. Bu alan etrafında yerleşimin çok olması sebebi ile şehir atıklarından önemli oranda etkilenmektedir. Bununla birlikte bu bölgenin mikrobiyal kontaminasyonu her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle çalışma alanından bir yıllık süre boyunca aylık olarak hem deniz suyu hem de akivades et örnekleri için toplam bakteri, koliform, fekal koliform, *V. parahaemolyticus*, *Enterococcus* spp., *Salmonella* ve *E. coli* konsantrasyonları incelenmiştir. Bu yüzden yapmış olduğumuz bu çalışma bölgenin mikrobiyal kontaminasyonu hakkında önemli bir veri sunmaktadır. Aylık yapılan incelemelerde fekal bir kirlenmenin olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda mikrobiyal yük olarak et örnekleri için toplam mezofil aerob bakteri sayısı 2,7-5,6 log kob/g aralığında ölçülmüştür. En düşük toplam bakteri konsantrasyonu 2,7 log kob/g ile Eylül ve Mayıs aylarında, en yüksek konsantrasyonu ise 5,6 log kob/g ile Ekim ayında ölçülmüştür. Elde edilen verilere bakıldığında sonbahar ve kış aylarında diğer aylara göre nispeten daha yüksek bakteri sayılarının olduğu görülmüştür. Et örnekleri için toplam koliform bakteri sayısı $5,5 \times 10^1$ - $1,1 \times 10^4$ EMS/g aralığında; fekal koliform sayısı ise $<0,30$ - $4,6 \times 10^3$ EMS/g aralığında bulunmuştur. Su örnekleri için toplam mezofil aerob bakteri sayısı 1,94-3,53 log kob/200mL aralığında ölçülmüştür. En düşük konsantrasyon 1,94 log kob/200mL olarak Aralık ayında, en yüksek konsantrasyon ise 3,53 log kob/200mL olarak Ekim ayında ölçülmüştür. Su örneklerinde toplam koliform bakteri sayısı $5,5$ - $1,1 \times 10^3$ kob/200mL aralığında belirlenirken; fekal koliform bakteri sayısı ise $<0,30$ - $1,1 \times 10^3$ kob/200mL aralığında tespit edilmiştir. Su örnekleri için *Enterococcus* spp. sayısı $<1,0$ - $4,4 \times 10^2$ kob/200mL olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda hem et örneklerinde hem de su örneklerinde *E. coli*, *V. parahaemolyticus* ve *Salmonella* spp. tespit edilememiştir. Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında aylar arasında bakteri sayılarında

önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda et örneklerindeki fekal koliform sayısının su örneklerinde bulunan fekal koliform sayısından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Boufafa vd. (2021) deniz midyesi (*Perna perna*) ile gerçekleştirdikleri çalışmada hem et örneklerinde hem de su örneklerinde fekal indikatör bakteri sayılarını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda *P. perna* et örneklerindeki fekal intikatör bakteri seviyelerinin deniz sularından daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çift kabuklu canlıların bu güçlü birikim kapasitesinin suyu filtreleyerek beslenme davranışlarıyla doğrudan ilişkili olduğu ve bu organizmaların kirleticiler ortadan kalktıktan sonra bile kıyı sularında olan fekal kirliliğin biyo-göstergelerinden biri olduğu bildirilmiştir (Stabili vd., 2005; Martinez ve Oliveira 2010; Jayme vd., 2016; Bozcal ve Dagdeviren 2020). Ayrıca çift kabukluların dışkı ile kirlenmiş suya kısa bir süre maruz kaldıktan sonra bile bünyelerinde uzun süre *E. coli* barındırdıkları belirtilmiştir (Boufafa vd. 2021).

Küçüksezgin vd. (2010) İzmir Körfezi'ndeki akivadesler üzerinde yürüttükleri çalışmada, heterotrofik bakteri sayısının $1,2 \times 10^5$ - $6,8 \times 10^5$ kob/100 g ve fekal koliform sayısının ise $3,3 \times 10^3$ - $2,4 \times 10^5$ EMS/100 g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Çalışmalarında maksimum heterotrofik bakteri ve fekal koliform sayısının kış aylarında, minimum değerlerin ise yaz aylarında tespit edildiği vurgulanmıştır. Kacar (2011), İzmir körfezinde Ocak, Mart, Mayıs, Temmuz, Eylül ve Kasım 2006'da 4 farklı istasyondan topladığı midye (*M. galloprovincialis*) örnekleri ile yürüttüğü çalışmada, toplam heterofik bakteri sayısının $1,7 \times 10^5$ - $6,7 \times 10^6$ kob/100 g arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek toplam bakteri sayısı Mart 2006'da, en düşük sayı Ocak 2006 ayında tespit edilmiştir. Çalışma dönemi boyunca fekal koliform seviyelerinin tüm istasyonlarda izin verilen sınırdan (>300 EMS/100 g) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tüm istasyonlarda fekal koliform sayısı en yüksek Mart, Mayıs ve Kasım aylarında $2,4 \times 10^5$ EMS/100 g, en düşük ise $2,3 \times 10^3$ EMS/100 g olarak belirlenmiştir. Ayrıca *Salmonella* spp. varlığı Ocak ayı hariç tüm dönemlerde bir veya daha fazla istasyonda pozitif olarak rapor edilmiştir. Çağlak vd. (2016) İzmir körfezinde *R. decussatus* örnekleri ile yaptıkları çalışmada 2,78 log kob/g toplam aerobik mezofilik bakteri, 3,11 log kob/g toplam aerobik psikrofilik bakteri tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışmada *E. coli*, *Salmonella* spp., *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *V. parahaemolyticus* ve *V. cholera* tespit edilmediği belirtilmiştir. Çağlak vd. (2020)

tarafından aynı bölgede *Venus verrucosa* örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının 1,94 log kob/g olduğunu ancak aerobik psikrofilik ve koliform bakteri tespit edilmediğini belirtmişlerdir. Ayrıca *E. coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio parahaemolyticus* ve *Vibrio cholera* da tespit edilememiştir. Vernocchi vd. (2007), Adriyatik Denizi'nde (Emilia Romagna Bölgesi, İtalya) bulunan bir açık deniz midye çiftliğinde Nisan 2002 ile Şubat 2003 arasındaki dönemde aylık olarak toplanan *M. galloprovincialis* numunelerinde fekal koliform, *E. coli*, *Salmonella* varlığını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda Ağustos'tan Şubat ayına kadar toplam aerobik bakteri sayısının diğer aylara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Maksimum aerobik bakteri sayısı 5×10^5 kob/g olarak rapor edilmiştir. Nisan'dan Kasım ayına kadar fekal koliform sayısının oldukça düşük olduğu ve 300 EMS/100 g seviyenin altında olduğu rapor edilmiştir. Sadece Temmuz ayında örneklenen midyelerde sayı 786 EMS/100 g'a ulaşmış ve sınır değeri aşmıştır. Ayrıca kış aylarında da (Aralık, Ocak ve Şubat) fekal koliform sayıları yasal sınırın üzerinde bulunmuştur. *E. coli* sayıları da fekal koliform sayıları ile aynı doğrultuda sonuç vermiştir. Özellikle, Temmuz ayındaki fekal koliform sayısının maksimum değere ulaşmasında *E. coli*'nin etkili olduğu belirtilmiş, *L. monocytogenes* ve *Salmonella* spp. tespit edilememiştir. *V. parahaemolyticus* varlığı ise üç örnekte (Nisan, Ocak ve Şubat) pozitif bulunmuştur. Hwang vd., (2004) Kuzey Tayvan'da kabuklu deniz ürünlerinin hijyenik kalitesini belirlemek için yaptıkları araştırmada toplam bakteri, fekal koliform, *E. coli* sayısını belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda kabukluların hijyenik kalitesinin yazın düştüğü; fekal koliform ve *E.coli* oranının ise arttığı belirtilmiştir. Birçok araştırmacı çift kabuklu yumuşakçalarda *V. parahaemolyticus* ile *E. coli* sayısının yaygınlığı arasında bir ilişki olduğunu bildirmiştir (Igbinosa ve Okoh, 2008; Oliveira vd., 2011; Papadopoulou vd., 2007; Pomykala vd., 2012). Yaptığımız çalışmada genel olarak mikrobiyal yükün bazı aylarda düşük bazı aylarda yüksek olduğu görülmektedir. Bu parametrelerdeki değişimler yağış, sıcaklık, güneş radyasyonu, rüzgar hızı ve nem ile ilişkilendirilebilir. Bu nedenle, çevresel faktörlerin etkisi bakterilerde strese ve nihayetinde ölümlerine sebep olabilir (Bettencourt vd., 2013; Rozen ve Belkin, 2001). Rozen ve Belkin (2001), yaptıkları çalışmada yüksek mikrobiyal kontaminasyona sahip sularda, sıcaklık artışının *E. coli* sayısında azalmaya sebep olduğunu bildirmiştir. Ancak deniz ortamında çok sayıda ve çok çeşitli canlı

mikroorganizma etkileşim halindedir ve sadece sıcaklığın artması tek başına mikroorganizmaları inhibe etmek için yeterli değildir (Bettencourt vd., 2013; Rheinheimer, 1992; Rozen ve Belkin, 2001). Kabuklu deniz hayvanlarının yaşadığı sularının kirliliğini etkileyen bütün abiyotik faktörler arasında yağış önemli bir rol oynar (Bettencourt vd., 2013). Yapılan çeşitli çalışmalarda da yağışların sahillerdeki bakteriyel su kalitesini olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Boehm vd., 2002; Lipp vd., 2001; Schiff vd., 2003). Bu etki, karada biriken hayvan dışkısı ve diğer bakteri kaynaklarının yağmur suyu akışının artmasıyla kendini gösterir (Ackerman ve Weisberg, 2003).

Çalışmalarda elde edilen bakteri sayılarının farklı sonuçlar göstermesinin sebebinin, örneklerin alındığı yer ve zaman ile çevresel faktörlerin (yağış, sıcaklık) farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bölüm 5

5 Sonuç

Su ürünleri dünya genelinde hızla büyüyen hayvansal ürünler olarak hem küresel gıda ihtiyacına hem de ekonomik büyümeye önemli katkı sağlamaktadır. Ülkemizde midyeden sonra en çok tüketilen çift kabuklu türlerinden biri olan akivadesin sahip olduğu potansiyelin daha iyi değerlendirilmesi ve besin değerlerinin ortaya konulması için bu türün çalışması yapılmıştır. Yapılan bu tez çalışması ile akivadesin sahip olduğu protein, yağ ve glikojen gibi bileşenlerinin miktarları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca mikrobiyolojik analizler yapılarak hem akivadesin hem de yaşadığı ortamın mikrobiyal kontaminasyonu belirlenmeye çalışılmıştır.

Sonuç olarak, çalışma alanı akivades stokları açısından oldukça önemli bir bölge olarak karşımıza çıkmaktadır. Uluslararası literatür ile karşılaştırdığımızda elde etmiş olduğumuz biyokimyasal verilerin önemli olduğu görülmüştür. Bu nedenle besin değeri bakımından bölgenin tüketim amaçlı uygun bir alan olduğu ifade edilebilir. Çalışma sonunda akivadesin besin kompozisyonu içeriğinin %77,67-79,96 nem, %2,24-2,76 kül, %10,85-12,44 protein, %1,11-1,89 yağ ve %4,37-6,78 karbonhidrattan (glikojen) oluştuğu tespit edilmiştir.

Bu bölgede daha önce yapılmış olan histolojik çalışmalar sonucunda üreme dönemleri göz önünde bulundurularak var olan akivades stoklarının sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. Sürdürülebilirliğinin sağlanması için yetiştiriciliği teşvik edilmelidir. Ayrıca bölgeden toplanan ürünler için yatırma alanları ve arındırma tesislerinin kurulması için de girişimciler desteklenmelidir. Aylık olarak yapmış olduğumuz tez çalışması sonucunda akivadeslerin besin değerleri (protein, glikojen, yağ) bakımından kaliteli bir hayvansal gıda ürünü olduğu görülmüştür. Bu nedenle türün tüketiminin arttırılması için tanıtımının daha çok yapılması gereklidir.

Kabuklu deniz ürünlerinde mikrobiyal kontaminasyonunu önlemek için toplama alanlarına yönelik risk yönetimi stratejileri iyileştirilmelidir. Çalışma alanı mikrobiyal

yük bakımından riskli bulunmuştur. Bu nedenle olası bozulma nedenlerinin belirlenmesine yönelik ayrıntılı izlemeler yapılmalı ve su kalitesinin iyileştirilmesine yönelik önlemler alınmalıdır. Yüksek yağış dönemlerinden sonra akivadeslerin mikrobiyolojik kalitesinin düşme olasılığı dikkate alınarak, insan sağlığını korumak için önleyici tedbirler alınmalıdır. Ayrıca toksik fitoplankton oluşumlarının olduğu dönemlerin takibi yapılarak gerekli önlemler alınmalıdır.



Kaynaklar

- Acarli, S., Lök, A., Kirtik, A., Acarli, D., Serdar, S., Kucukdermenci, A., Yigitkurt, S., Yıldız, H., & Saltan, A. S. (2015). Seasonal variation in reproductive activity and biochemical composition of flat oyster (*Ostrea edulis*) in the Homa Lagoon, Izmir Bay. *Scientia Marina*, 79(4), 487-495.
- Ackerman, D., & Weisberg, S. B. (2003). Relationship between rainfall and beach bacterial concentrations on Santa Monica Bay beaches. *Journal of Water and Health*, 1(2), 85-89. <https://doi.org/10.2166/wh.2003.0010>
- Aksoy, M. (2014). *Beslenme Biyokimyası (4. Baskı)*. Hatiboğlu Yayınları.
- Albentosa, M., Fernández-Reiriz, M. J., Labarta, U., & Pérez-Camacho, A. (2007). Response of two species of clams, *Ruditapes decussatus* and *Venerupis pullastra*, to starvation: Physiological and biochemical parameters. *Comparative Biochemistry and Physiology - B Biochemistry and Molecular Biology*, 146(2), 241-249. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2006.10.109>
- Albentosa, M., Labarta, U., Fernández-Reiriz, M. J., & Pérez-Camacho, A. (1996). Fatty Acid Composition of *Ruditapes decussatus* Spat Fed on Different Microalgae Diets. İçinde *Comp. B&hem. Physiol (C)*. 113, Sayı 2).
- Amane, Z., Tazi, L., Idhalla, M., & Chlaida, M. (2019). Morphometric analysis of European clam *Ruditapes decussatus* in Morocco. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 12(5), 1623-1634.
- Anacleto, P., Maulvault, A. L., Bandarra, N. M., Repolho, T., Nunes, M. L., Rosa, R., & Marques, A. (2014). Effect of warming on protein, glycogen and fatty acid content of native and invasive clams. *Food Research International*, 64, 439-445. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2014.07.023>

- Aníbal, J., Esteves, E., & Rocha, C. (2011). Seasonal variations in gross biochemical composition, percent edibility, and condition index of the clam *Ruditapes decussatus* cultivated in the Ria Formosa (South Portugal). *Journal of Shellfish Research*, 30(1), 17-23. <https://doi.org/10.2983/035.030.0104>
- AOAC. (1990). *Crude Protein in Meat: Block Digestion Method. (981.10) Official Methods of Analysis. 15th Ed. Association of Official Analytical Chemists. (AOAC).*
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis. 17 th Ed. Vol II. Assoc. Off. Anal. Chem. Wash. D.C. USA.*
- Arranz, K., Urrutxurtu, I., Martínez-Patiño, D., & Navarro, E. (2023). Growth and Physiological Performance in Growth Phenotypes of the Carpet Shell Clam (*Ruditapes decussatus*) Fed Diets of Variable Lipid/Carbohydrate Ratios. *Aquaculture Nutrition*, 2023(1), ID 3622475, 13 pages.
- Avendano, M., & Le Pennec, M. (1997). Intraspecific variation in gametogenesis in two populations of the Chilean molluscan bivalve, *Argopecten purpuratus* (Lamarck). *Aquaculture Research*, 28(3), 175-182. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1997.00844.x>
- Awad, M. E., Shaltout, N. A., Madkour, F. F., Abu El-Regal, M. A., El-Sayed, H. S., & El-Wazzan, E. (2019). Ocean acidification impact on the grooved carpet shell clam (*Ruditapes decussatus*). *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 23(5), 169-182.
- Banwart, G. (2012). *Basic food microbiology*. Springer Science & Business Media.
- Barber, B. J., & Blake, N. J. (1981). Energy storage and utilization in relation to gametogenesis in *Argopecten irradians concentricus* (say). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 52(2-3), 121-134. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(81\)90031-9](https://doi.org/10.1016/0022-0981(81)90031-9)

- Barile, N. B., Scopa, M., Nerone, E., Mascilongo, G., Recchi, S., Cappabianca, S., & Antonetti, L. (2009). Study of the efficacy of closed cycle depuration system on bivalve molluscs. *Veterinaria Italiana*, 45(4), 555-566.
- Barnes R.S.K. (1980). *The natural history of a neglected habitat. Cambridge Studies in Modern Biology*, (C. 1). Cambridge University press.
- Bayne, B. L. (1976). Aspects of Reproduction in Bivalve Molluscs. *Estuarine Processes* (ss. 432-448). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-751801-5.50043-5>
- Bayne, B. L., Thompson, R. J., & Widdows, J. (1976). *Physiology: I. Marine mussel their ecology and physiology* (B. L. Bayne, Ed.). Cambridge Scientific Press: UK.
- Bebianno, M. J., G  ret, F., Hoarau, P., Serafim, M. A., Coelho, M. R., Gnassia-Barelli, M., & Rom  o, M. (2004). Biomarkers in *Ruditapes decussatus*: A potential bioindicator species. *Biomarkers*, 9(4-5), 305-330. <https://doi.org/10.1080/13547500400017820>
- Beiras, R., P  rez-Camacho, A., & Albentosa, M. (1993). Influence of food concentration on energy balance and growth performance of *Venerupis pullastra* seed reared in an open-flow system. *Aquaculture*, 116(4), 353-365. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(93\)90419-Y](https://doi.org/10.1016/0044-8486(93)90419-Y)
- Bejaoui, S., Rabeh, I., Ghribi, F., Aouini, F., Chetoui, I., Telahigue, K., Soudani, N., & El Cafsi, M. (2019). Change in fatty acid composition and evaluation of lipids and protein oxidation in the commercial cooked clams (*Ruditapes decussatus*). *Grasas y Aceites*, 70(4). <https://doi.org/10.3989/gya.1045182>
- Beninger, P. G., & Lucas, A. (1984). Seasonal variations in condition, reproductive activity, and gross biochemical composition of two species of adult clam reared in a common habitat: *Tapes decussatus* L. (Jeffreys) and *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 79(1), 19-37. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(84\)90028-5](https://doi.org/10.1016/0022-0981(84)90028-5)

- Beninger, P. G., & Stephan, G. (1985). Seasonal variations in the fatty acids of the triacylglycerols and phospholipids of two populations of adult clam (*Tapes decussatus* L. and *T. philippinarum*) reared in a common habitat. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 81B(3), 591-601.
- Bettencourt, F., Almeida, C., Santos, M. I., Pedroso, L., & Soares, F. (2013). Microbiological monitoring of *Ruditapes decussatus* from Ria Formosa Lagoon (South of Portugal). *Journal of Coastal Conservation*, 17(3), 653-661. <https://doi.org/10.1007/s11852-013-0264-1>
- Biandolino, F., Prato, E., & Caroppo, C. (2008). Preliminary investigation on the phytoplankton contribution to the mussel diet on the basis of fatty acids analysis. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(5), 1009-1017. <https://doi.org/10.1017/S0025315408001598>
- Boehm, A. B., Grant, S. B., Kim, J. H., Mowbray, S. L., McGee, C. D., Clark, C. D., Foley, D. M., & Wellman, D. E. (2002). Decadal and Shorter Period Variability of Surf Zone Water Quality at Huntington Beach, California. *Environmental Science & Technology*, 36(18), 3885-3892. <https://doi.org/10.1021/es020524u>
- Boufafa, M., Kadri, S., Redder, P., & Bensouilah, M. (2021). Occurrence and distribution of fecal indicators and pathogenic bacteria in seawater and *Perna perna* mussel in the Gulf of Annaba (Southern Mediterranean). *Environmental Science and Pollution Research*, 28(33), 46035-46052. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13978-4>
- Bozcal, E., & Dagdeviren, M. (2020) Bacterial metagenome analysis of *Mytilus galloprovincialis* collected from Istanbul and Izmir coastal stations of Turkey. *Environ Monit Assess*, 192:1–18. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-8129-1>
- Breber, P. (1981). The controlled reproduction of the carpet-shell clam (*Venerupis decussata* [L.]): Preliminary Results. *Journal of the World Mariculture Society*, 12(2), 172-179. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1981.tb00292.x>

- Breber, P. (1985). On-growing of the carpet-shell clam (*Tapes decussatus* (L.)): Two years' experience in Venice Lagoon. *Aquaculture*, 44(1), 51-56. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(85\)90041-9](https://doi.org/10.1016/0044-8486(85)90041-9)
- Brown, J., & Hartwick, E. B. (1988). Influences of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* I. Absolute and allometric growth. *Aquaculture*, 70, 231-251.
- Castro, N. F., & de Vido de Mattio, N. (1987). Biochemical composition, condition index, and energy value of *Ostrea peulchana* (D'Orbigny): relationships with the reproductive cycle. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 108(2), 113-126. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(87\)80017-5](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(87)80017-5)
- CEFAS. (2007). Good practice guide to the microbiological monitoring of bivalve mollusk harvesting areas: technical application. *Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (Cefas)*, 3.
- Chauvaud, L., Thouzeau, G., & Paulet, Y. M. (1998). Effects of environmental factors on the daily growth rate of *Pecten maximus* juveniles in the Bay of Brest (France). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 227(1), 83-111.
- Chen, L., Yu, F., Sun, S., Liu, X., Sun, Z., Cao, W., Liu, S., Li, Z., & Xue, C. (2021). Evaluation indicators of *Ruditapes philippinarum* nutritional quality. *Journal of Food Science and Technology*, 58, 2943-2951.
- Costa-Pierce, B. (2002). Ecology as the paradigm for the future of aquaculture. B. A. Costa-Pierce (Ed.), *In: Ecological Aquaculture: The Evolution of the Blue Revolution* (Costa-Pierce B. Ed.) (ss. 339-372). Wiley. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9780470995051.ch12>
- Crosby, M. P., & Gale, L. D. (1990). A Review and Evaluation of Bivalve Condition Index Methodologies with a Suggested Standard Method. *Journal of Shellfish Research*, 9(1), 233-237.

- Çağlak, E., Karşlı, B., & Koral, S. (2015). Effects of different processing techniques on the carpet shell (*Ruditapes decussatus* Linnaeus, 1758). *Journal of Food Safety and Food Quality*, 66(5), 141-148.
- Çağlak, E., Karsli, B., & Koral, S. (2016). The Effect of Depuration on Bacterias, Mineral Matters, Fatty Acids And Amino Acids in Carpet Shell (*Ruditapes decussatus* Linnaeus, 1758) and the Evaluation of Quality Indexes in Terms of Human Health. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(12a/2016), 6172-6183
- Çağlak, E., Karsli, B., & Koral, S. (2020). The Effect of depuration on metals, bacteria, and nutrition in *Venus verrucosa* from the Aegean Sea: Benefit and risk for consumer health of warty Venus. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 29(6), 577-591.
- Çelik, U. (2004). Chemical composition and sensory analysis of marinated clam (*Tapes decussatus* L., 1758). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21(3).
- Celik, M. Y., Çulha, S. T., Culha, M., Yildiz, H., Acarli, S., Celik, I., & Celik, P. (2014). Comparative study on biochemical composition of some edible marine molluscs at Canakkale coasts, Turkey. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 43(4), 601-606.
- de Sousa, J. T., Matias, D., Joaquim, S., Ben-Hamadou, R., & Leitão, A. (2011). Growth variation in bivalves: New insights into growth, physiology and somatic aneuploidy in the carpet shell *Ruditapes decussatus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 406(1-2), 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2011.06.001>
- Delgado, M., & Pérez Camacho, A. (2003). A study of gonadal development in *Ruditapes decussata* (L.)(Mollusca: Bivalvia), using image analysis techniques: Influence of food and energy balance. *Journal of Shellfish Research*, 22, 435-441.

- Delgado, M., & Pérez-Camacho, A. (2005). Histological study of the gonadal development of *Ruditapes decussatus* (L.)(Mollusca: Bivalvia) and its relationship with available food. *Scientia Marina*, 69(1), 87-97.
- Delgado, M., & Camacho, A. P. (2007a). Influence of temperature on gonadal development of *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve, 1850) with special reference to ingested food and energy balance. *Aquaculture*, 264(1-4), 398-407.
- Delgado, M., & Camacho, A. P. (2007b). Comparative study of gonadal development of *Ruditapes philippinarum* (Adams and Revé) and *Ruditapes decussatus* (L.)(Mollusca, Bivalvia): Influence of temperature. Centro Oceanográfico de A Coruña.
- Dincer, T. (2006). Differences of Turkish clam (*Ruditapes decussates*) and Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) according to their proximate composition and heavy metal contents. *Journal of Shellfish Research*, 25(2), 455-459.
- Dionísio, L. P. C., Rheinheimer, G., & Borrego, J. J. (2000). Microbiological pollution of Ria Formosa (South of Portugal). *Marine Pollution Bulletin*, 40(2), 186-193.
- Dong, F. M. (2001). The nutritional value of shellfish. Washington Sea Grant: WSG-MR 09-03. *US Natl. Oceanic and Atmospheric Administration*, 4-8.
- Dore, I. (1991). *Shellfish: a guide to oysters, mussels, scallops, clams, and similar products for the commercial user*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Dridi, S., Romdhane, M. S., & Elcafsi, M. (2007). Seasonal variation in weight and biochemical composition of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* in relation to the gametogenic cycle and environmental conditions of the Bizert lagoon, Tunisia. *Aquaculture*, 263(1-4), 238-248.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.10.028>
- Drummond, L., Mulcahy, M., & Culloty, S. (2006). The reproductive biology of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum*, from the North-West of Ireland. *Aquaculture*, 254(1-4), 326-340.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.10.052>

- European Food Safety Authority (EFSA). (2012). The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and foodborne outbreaks in the European Union in 2010. *EFSA J*, 10-442.
- Erickson, M. C. (1993). Lipid Extraction from Channel Catfish Muscle: Comparison of Solvent Systems. *Journal of Food Science*, 58(1), 84-89. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.1993.TB03217.X>
- Erdal, H., & Önal, U. (2020). The Growth and Survival of Carpet Clam, *Ruditapes decussatus* in Çardak Estuary (Çanakkale Strait, Northwest Turkey). *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Marine Sciences and Fisheries*, 3(2), 120-129.
- European Union. (2004a). Corrigendum to directive 2004/41/CE of the European Parliament and of the Council of 21st of April 2004 repealing certain directives concerning food hygiene and health rules applicable to the production and marketing of certain products of animal origin intended for human consumption. :12–15. *Off J Eur Union* L195.
- European Union. (2004b). Corrigendum to regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29th of April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin (in official Journal of the European Union L139 of 30th April 2004). İçinde *Off J Eur Union* L226.
- European Union. (2006). Directive of the European Parliament and of the Council of 12th of December 2006 laying down harvest water quality (2006/113/CE). *Off J Eur Union* L376:14–20.
- Falch, E., Overrien, I., Solberg, C., & Slizyte, R. (2010). Composition and calories. In: Nollet, L.M.L., Toldrá, F. (Editors), *Seafood and Seafood Product Analysis. Part III (Chapter 16)*, CRC Press. L. M. L. Nollet & F. Toldrá (Ed.), *Taylor&Francies Group. Boca Raton. New York.* (ss. 257-288).
- FAO. 2009. *Ruditapes decussatus*. In *Cultured aquatic species fact sheets*. Text by Figueras, A. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New.

- FAO. (2023). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. www.fao.org
- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- FAO. (2024). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024*. Blue Transformation in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>
- Gabbott, P. A. (1975). Storage cycles in marine bivalve molluscs: a hypothesis concerning the relationship between glycogen metabolism and gametogenesis. H. Barnes (Ed.), *Proceedings of the 28th European Marine Biology Symposium* (ss. 191-211). Aberdeen University Press.
- Gabbott, P. A. (1983). Developmental and Seasonal Metabolic Activities in Marine Molluscs. *The Mollusca* (ss. 165-217). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-751402-4.50012-1>
- Gabbott, P. A., & Bayne, B. L. (1973). Biochemical Effects of Temperature and Nutritive Stress on *Mytilus edulis* L. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 53(2), 269-286. <https://doi.org/10.1017/S0025315400022268>
- Galap, C., Le Boulenger, F., & Grillot, J. P. (1997). Seasonal variations in biochemical constituents during the reproductive cycle of the female dog cockle *Glycymeris glycymeris*. *Marine Biology*, 129(4), 625-634. <https://doi.org/10.1007/s002270050205>
- Gérard, A. (1978). *Recherches sur la variabilité de diverses populations de Ruditapes decussatus et Ruditapes philippinarum (Veneridae, Bivalvia)*. [Doctorat]. Université de Bretagne Occidentale, Océanographie, Biologie, Brest.
- Giese, A. C. (1969). A new approach to the biochemical composition of the mollusc body. *Oceanography and Marine Biology*, 7, 175-229.

- Glasoe, S., & Christy, A. (2004). Literature review and analysis: Coastal Urbanization and Microbial Contamination of Shellfish Growing Areas. *Puget Sound Action Team, Office of the Governor, Olympia*, 1-28.
- Gosling, E. (2003). *Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture*. Blackwell Publishing.
- Gözler, A. M., & Tarkan, A. N. (2000). Reproductive biology of *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758) in Çardak Lagoon, Dardanelles Strait. *Journal of Black Sea / Mediterranean Environment*, 6(2), 175-198.
- Güner, S., Dincer, B., Alemdag, N., Colak, A., & Tüfekci, M. (1998). Proximate composition and selected mineral content of commercially important fish species from the Black Sea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78(3), 337-342.
- Halkman, A. K. (2005). Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Genişletilmiş (C. 2). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları.
- Hawkins, A. J. S., & Bayne, B. L. (1992). Physiological interrelations and the regulation of production. *The Mussel Mytilus: Ecology, Physiology, Genetics and Culture* (ed. E.M. Gosling) (ss. 171-222). Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- Henry, M. (1987). *La glande digestive de la palourde Me'diterrane'enne Ruditapes decussatus L.; recherches ultrastructurales, cytochimiques, e'cophysiologiques et e'cotoxicologiques* [The'se de Doctorat]. Universite' d'Aix-Marseille, France.
- Holland, D. A., & Chew, K. K. (1974). Reproductive cycle of the Manila clam (*Venerupis japonica*) from Hood Canal, Washington. *Proceedings of the National Shellfisheries Association*, 64, 53-58.
- Hwang, D. F., Huang, Y. R., Lin, K. P., Chen, T. Y., Lin, S. J., Chen, L. H., & Hsieh, H. S. (2004). Investigation of Hygienic Quality and Freshness of Marketed Fresh Seafood in Northern Taiwan. *Journal of the Food Hygienic Society of Japan*

(*Shokuhin Eiseigaku Zasshi*), 45(5), 225-230.
<https://doi.org/10.3358/shokueishi.45.225>

Igbinosa, E. O., & Okoh, A. I. (2008). Emerging *Vibrio* species: an unending threat to public health in developing countries. *Research in Microbiology*, 159(7-8), 495-506. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2008.07.001>

Jayme, M., Silva, M., Sales, A., Nunes, M., Freitas-Almeida, A., & Araújo, F. V. (2016) Survey of pathogens isolated from mussels *Perna perna* collected in rocky shore and fish market of Niterói, RJ, and Their Respective Resistance Profile to Antimicrobial Drugs. *J Food Qual* 39:383–390.
<https://doi.org/10.1111/jfq.12204>

Joaquim, S., Matias, D., Lopes, B., Arnold, W. S., & Gaspar, M. B. (2008). The reproductive cycle of white clam *Spisula solida* (L.) (Mollusca: Bivalvia): Implications for aquaculture and wild stock management. *Aquaculture*, 281(1-4), 43-48. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.05.018>

Joaquim S, Matias D, Ramos M, Moura P, Arnold W, Chicharo L, & Gaspar M. (2011). Seasonal variations in reproductive activity and biochemical composition of the pullet carpet shell *Venerupis senegalensis* (Gremlin, 1791) from Ria de Aveiro (northwestern coast of Portugal). *Scientia Marina*, 75(2), 217-226.

Kacar, A. (2011). Some microbial characteristics of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) in coastal city area. *Environmental Science and Pollution Research*, 18(8), 1384-1389. <https://doi.org/10.1007/s11356-011-0487-3>

Karaca, İ. (2009). *Pekmez örneklerinde vitamin ve mineral tayini* [Yüksek Lisans Tezi]. İnönü Üniversitesi.

Karayücel, S., Çelik, M. Y., Karayücel, İ., Öztürk, R., & Eyüboğlu, B. (2015). Effects of stocking density on survival, growth and biochemical composition of cultured mussels (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819) from an offshore submerged

- longline system. *Aquaculture Research*, 46(6), 1369-1383.
<https://doi.org/10.1111/are.12291>
- Karslı, B. (2013). *Akivades (Ruditapes decussatus, Linnaeus, 1758)'te farklı işleme tekniklerinin kalite kriterlerine etkisinin araştırılması* [Master's thesis]. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi.
- Krzynowek, J., & Wiggin, K. (1979). Seasonal Variation And' Frozen Storage Stability Of Blue Mussfls (*Myths edulis*). *Journal of Food Science*, 44(6), 1644-1645. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1979.tb09106.x>
- Kurtay, E. (2020). *Balık çiftliğine entegre edilen midyelerde (Mytilus galloprovincialis, Lamarck 1819) büyüme ve yaşama performansı* [Doktora Tezi]. Ege Üniversitesi.
- Kucuksezgin, F., Kacar, A., Kucuksezgin, G., & Uluturhan, E. (2010). Monitoring metal contamination levels and fecal pollution in clam (*Tapes decussatus*) collected from Izmir Bay (Turkey). *Environmental monitoring and assessment*, 162, 407-415.
- Laruelle, F., Guillou, J., & Paulet, Y. M. (1994). Reproductive pattern of the clams, *Ruditapes decussatus* and *R. philippinarum* on intertidal flats in Brittany. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 74(2), 351-366. <https://doi.org/10.1017/S0025315400039382>
- Lees, D., Younger, A., & Dore, B. (2010). Depuration and relaying. İçinde G. Rees, K. Pond, D. Kay, J. Bartram, & J. Santo Domingo (Ed.), *Safe Management of Shellfish and Harvest Waters* (s. 37). World Health Organization (WHO), IWA Publishing, London, UK.
- Leite, R. B., Milan, M., Coppe, A., Bortoluzzi, S., dos Anjos, A., Reinhardt, R., Saavedra, C., Patarnello, T., Cancela, M. L., & Bargelloni, L. (2013). MRNA-Seq and microarray development for the Grooved carpet shell clam, *Ruditapes decussatus*: A functional approach to unravel host -parasite interaction. *BMC Genomics*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2164-14-741>

- Lipp, E. K., Kurz, R., Vincent, R., Rodriguez-Palacios, C., Farrah, S. R., & Rose, J. B. (2001). The Effects of Seasonal Variability and Weather on Microbial Fecal Pollution and Enteric Pathogens in a Subtropical Estuary. İçinde *Estuarine Research Federation Estuaries* (C. 266, Sayı 2).
- Liu, Y., Ren, J. S., Wang, X., Wu, W., & Zhang, J. (2023). Environmental influence on summer survival of Manila Clam *Ruditapes philippinarum*: A case study in an aquaculture bay. *Marine Environmental Research*, 192, 106242.
- Lök, A., Serdar, S., Küçükdermenci, A., Kırtık, A., Yiğitkurt, S., Acarlı, S., Acarlı, D., Yıldız, H., Çolakoğlu, S., Dalgiç, G., Demirci, A., Güler, M., Gulletquer, P., Prou, J., Lapeque, S., Heurtebise, S., Robert, S., Geairon, P., Guesdon, S., & Chabirand, J. M. (2011). *Sustainable Bivalve Production in Turkey (Sustainable Turkish shellfish culture)*.
- Lucas, A. (1978). Croissance de jeunes palourdes (*Venerupis semidecussata*, Reeve) en nurserie et en mer en fonction des conditions d'e'levage. *Publishing Science Technology, Actes Colloq CNEOX*, 7, 85-104.
- Mackie, L. A., & Ansell, A. D. (1993). Differences in reproductive ecology in natural and transplanted populations of *Pecten maximus*: evidence for the existence of separate stocks. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 169(1), 57-75. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(93\)90043-N](https://doi.org/10.1016/0022-0981(93)90043-N)
- Martinez, G. (1991). Seasonal variation in biochemical composition of three size classes of Chilean scallop *Argopecten purpuratus* Lamarck, 1819. *The Veliger*, 34(4), 335-343.
- Martinez, D. I., & Oliveira, A. J. F. C. D. (2010) Faecal bacteria in *Perna perna* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Bivalvia) for biomonitoring coastal waters and seafood quality. *Braz J Oceanogr.* 58:29–35. <https://doi.org/10.1590/S1679-87592010000700005>

- Massapina, C. (1999). Oocyte and embryo quality in *Crassostrea gigas* (Portuguese strain) during a spawning period in Algarve, South Portugal. *Aquatic Living Resources*, 12(5), 327-333. [https://doi.org/10.1016/S0990-7440\(99\)00115-1](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(99)00115-1)
- Mathieu, M., & Lubet, P. (1993). Storage tissue metabolism and reproduction in marine bivalves—a brief review. *Invertebrate Reproduction & Development*, 23(2-3), 123-129. <https://doi.org/10.1080/07924259.1993.9672303>
- Matias, D. da C. C. (2013). *Establishment of Environmental and Biological Bases to Optimise the Production of the European Clam Ruditapes decussatus (Linnaeus, 1758)* [PhD Thesis]. Universidade NOVA de Lisboa.
- Matias, D., Joaquim, S., Leitão, A., & Massapina, C. (2009). Effect of geographic origin, temperature and timing of broodstock collection on conditioning, spawning success and larval viability of *Ruditapes decussatus* (Linné, 1758). *Aquaculture International*, 17(3), 257-271. <https://doi.org/10.1007/s10499-008-9197-3>
- Matias, D., Joaquim, S., Matias, A. M., Moura, P., de Sousa, J. T., Sobral, P., & Leitão, A. (2013). The reproductive cycle of the European clam *Ruditapes decussatus* (L., 1758) in two Portuguese populations: Implications for management and aquaculture programs. *Aquaculture*, 406-407, 52-61. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.04.030>
- Maulvault, A. L., Anacleto, P., Barbosa, V., Nunes, M. L., & Marques, A. (2016). Shellfish: Role in the diet. *Encyclopedia of Food and Health* (ss. 772-778). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00625-5>
- Meneghetti, F., Moschino, V., & Da Ros, L. (2004). Gametogenic cycle and variations in oocyte size of *Tapes philippinarum* from the Lagoon of Venice. *Aquaculture*, 240(1-4), 473-488. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.04.011>
- Mo, C., & Neilson, B. (1994). Standardization of oyster soft tissue dry weight measurements. *Water Research*, 28(1), 243-246. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(94\)90140-6](https://doi.org/10.1016/0043-1354(94)90140-6)

- Mortensen, A. B., & Wallin, H. (1989). Gravimetric Determination of Ash in Foods: NMKL Collaborative Study. *Journal of Association of Official Analytical Chemists*, 72(3), 481-483. <https://doi.org/10.1093/jaoac/72.3.481>
- Mouneyrac, C., Linot, S., Amiard, J. C., Amiard-Triquet, C., Métais, I., Durou, C., Minier, C., & Pellerin, J. (2008). Biological indices, energy reserves, steroid hormones and sexual maturity in the infaunal bivalve *Scrobicularia plana* from three sites differing by their level of contamination. *General and Comparative Endocrinology*, 157(2), 133-141. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2008.04.010>
- Moura, P., Gaspar, M. B., & Monteiro, C. C. (2008). Gametogenic cycle of the smooth clam *Callista chione* on the south-western coast of Portugal. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(1), 161-167. <https://doi.org/10.1017/S0025315408000337>
- Moura, P., Vasconcelos, P., Pereira, F., Chainho, P., Costa, J. L., & Gaspar, M. B. (2018). Reproductive cycle of the Manila clam (*Ruditapes philippinarum*): an intensively harvested invasive species in the Tagus Estuary (Portugal). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 98(7):1645-1657. <https://doi.org/10.1017/S0025315417001382>
- Muniz, E. C., Jacob, S. A., & Helm, M. M. (1986). Condition index, meat yield and biochemical composition of *Crassostrea brasiliiana* and *Crassostrea gigas* grown in Cabo Frio, Brazil. *Aquaculture*, 59(3-4), 235-250. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(86\)90006-2](https://doi.org/10.1016/0044-8486(86)90006-2)
- Nakamura, Y. (2001). Filtration rates of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum*: dependence on prey items including bacteria and picocyanobacteria. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 266, 181-192.
- Ojea, J., Pazos, A. J., Martínez, D., Novoa, S., Sánchez, J. L., & Abad, M. (2004). Seasonal variation in weight and biochemical composition of the tissues of *Ruditapes decussatus* in relation to the gametogenic cycle. *Aquaculture*, 238(1-4), 451-468. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.05.022>

- Okumuş, İ., & Stirling, H. P. (1998). Seasonal variations in the meat weight, condition index and biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L.) in suspended culture in two Scottish sea lochs. *Aquaculture*, 159(3-4), 249-261.
- Oliveira, J., Cunha, A., Castilho, F., Romalde, J. L., & Pereira, M. J. (2011). Microbial contamination and purification of bivalve shellfish: Crucial aspects in monitoring and future perspectives – A mini-review. *Food Control*, 22(6), 805-816. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2010.11.032>
- Onat, A., Sarı, İ., Yazıcı, M., Can, G., Hergenç, G., & Avcı, G. Ş. (2006). Plasma triglycerides, an independent predictor of cardiovascular disease in men: A prospective study based on a population with prevalent metabolic syndrome. *International Journal of Cardiology*, 108(1), 89-95. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2005.06.056>
- Orban, E., Di Lena, G., Nevigato, T., Casini, I., Caproni, R., Santaroni, G., & Giulini, G. (2007). Nutritional and commercial quality of the striped venus clam, *Chamelea gallina*, from the Adriatic sea. *Food Chemistry*, 101(3), 1063-1070. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.03.005>
- Papadopoulou, C., Economou, E., Zakas, G., Salamoura, C., Dontorou, C., & Apostolou, J. (2007). Microbiological and Pathogenic Contaminants of Seafood in Greece. *Journal of Food Quality*, 30(1), 28-42. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2007.00104.x>
- Parache, A. (1982). *La palourde. La pêche maritime*. 496-507.
- Patrick, S., Faury, N., & Goulletquer, P. (2006). Seasonal changes in carbohydrate metabolism and its relationship with summer mortality of Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) in Marennes–Oléron bay (France). *Aquaculture*, 252(2-4), 328-338. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2005.07.008>
- Patridge, J. K. (1977). Annotated bibliographies of the genus *Tapes* (Bivalvia, Veneridae) Part I-*Tapes decussatus*, Part II-*Tapes semidecussatus*. *Proceedings of the Royal Irish Academy*, 77(B(1)), 1-64.

- Pazos, A. J., Román, G., Acosta, C. P., Abad, M., & Sánchez, J. L. (1997). Seasonal changes in condition and biochemical composition of the scallop *Pecten maximus* L. from suspended culture in the Ria de Arousa (Galicia, N.W. Spain) in relation to environmental conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 211(2), 169-193. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(96\)02724-4](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(96)02724-4)
- Pérez Camacho, A., Delgado, M., Fernández-Reiriz, M. J., & Labarta, U. (2003). Energy balance, gonad development and biochemical composition in the clam *Ruditapes decussatus*. *Marine Ecology Progress Series*, 258, 133-145. <https://doi.org/10.3354/meps258133>
- Pomykała, R., Michalski, M., Jóźwik, A., & Osek, J. (2012). Microbiological and Marine Biotoxins Contamination of Raw Bivalve Molluscs Commercially Available in Poland. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 56(4), 563-568. <https://doi.org/10.2478/v10213-012-0099-9>
- Ponurovsky, S. K., & Yakovlev, Y. M. (1992). The reproductive biology of the Japanese littleneck, *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) (Bivalvia: Veneridae). *Journal of Shellfish Research*, 11(2), 265-277.
- Poppe, G., & Goto, Y. (1991). *European Seashells, Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogaster, Gastropoda*. 1, 352.
- Prato, E., Biandolino, F., Parlapiano, I., Giandomenico, S., Denti, G., Calò, M., Spada, L., & Di Leo, A. (2019). Proximate, fatty acids and metals in edible marine bivalves from Italian market: Beneficial and risk for consumers health. *Science of The Total Environment*, 648, 153-163. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.382>
- Rebelo, M. F., Amaral, M. C. R., & Pfeiffer, W. C. (2005). Oyster condition index in *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) from a heavy-metal polluted coastal lagoon. *Brazilian Journal of Biology*, 65(2), 345-351. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842005000200019>
- Rheinheimer, G. (1992). *Aquatic microbiology* (4th bs). Wiley, Chichester, 363 pp.

- Robert, R., Trut, G., & Laborde, J. L. (1993). Growth, reproduction and gross biochemical composition of the Manila clam *Ruditapes philippinarum* in the Bay of Arcachon, France. *Marine Biology*, 116, 291-299.
- Rodríguez-MoscOSO, E., & Arnaiz, R. (1998). Gametogenesis and energy storage in a population of the grooved carpet-shell clam, *Tapes decussatus* (Linné, 1787), in northwest Spain. *Aquaculture*, 162(1-2), 125-139. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00170-7](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00170-7)
- Rodríguez-MoscOSO, E., Pazo, J. P., García, A., & Fernández-Cortés, F. (1992). Reproductive cycle of Manila clam, *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve 1850) in Ria of Vigo (NW Spain). *Scientia Marina*, 56, 61-67.
- Rozen, Y., & Belkin, S. (2001). Survival of enteric bacteria in seawater. *FEMS Microbiology Reviews*, 25(5), 513-529. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2001.tb00589.x>
- Ruiz, C., Abad, M., Sedano, F., Garcia-Martin, L. O., & López, J. L. S. (1992). Influence of seasonal environmental changes on the gamete production and biochemical composition of *Crassostrea gigas* (Thunberg) in suspended culture in El Grove, Galicia, Spain. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 155(2), 249-262. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(92\)90066-J](https://doi.org/10.1016/0022-0981(92)90066-J)
- Saba, S. (2012). *Bivalve culture optimisation of three autochthonous species (Ruditapes decussatus, Mytilus galloprovincialis and Ostrea edulis) in a central-western Mediterranean lagoon (Porto Pozzo, northern Sardinia)*. Università degli Studi di Sassari.
- Saito, H. (2008). Unusual novel n-4 polyunsaturated fatty acids in cold-seep mussels (*Bathymodiolus japonicus* and *Bathymodiolus platifrons*), originating from symbiotic methanotrophic bacteria. *Journal of Chromatography A*, 1200(2), 242-254. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2008.05.094>

- Sastry, A. N. (1975). *Physiology and ecology of reproduction in marine invertebrates*. In: *Physiological Ecology of Estuarine Organisms* (Vernberg F.J., Ed.; ss. 279-299).
- Sastry, A. N., Giese, A. C., & Pearse, J. S. (1979). Pelecypoda (excluding ostreidae). *Reproduction of Marine Invertebrates* (C. 5, ss. 113-292). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-282505-7.50012-9>
- Saxby, S. (2002). *A review of food availability, sea water characteristics and bivalve growth performance at coastal culture sites in temperate and warm temperate regions of the world*. Fisheries Research Division WA Marine Research Laboratories. Fisheries Research Report, vol. 132. 42 pp.
- Schiff, K. C., Morton, J., & Weisberg, S. B. (2003). Retrospective evaluation of shoreline water quality along santa monica bay beaches. *Marine Environmental Research*, 56(1-2), 245-253. [https://doi.org/10.1016/S0141-1136\(02\)00333-1](https://doi.org/10.1016/S0141-1136(02)00333-1)
- Serafim, M. A., & Bebianno, M. J. (2001). Variation of metallothionein and metal concentrations in the digestive gland of the clam *Ruditapes decussatus*: Sex and seasonal effects. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20(3), 544-552. <https://doi.org/10.1002/etc.5620200313>
- Serdar, S., & Lök, A. (2005). Çakalburnu Dalyanı'ndan Toplanan Akivadeslerin (*Tapes decussatus* L., 1758) Mevsimsel Olarak Gonad Gelişimi. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 22(4), 389-397. <http://jfas.ege.edu.tr/>
- Serdar, S., & Lök, A. (2009). Gametogenic cycle and biochemical composition of the transplanted carpet shell clam *Tapes decussatus*, Linnaeus 1758 in Sufa (Homa) Lagoon, Izmir, Turkey. *Aquaculture*, 293(1-2), 81-88. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.03.052>
- Serdar, S., & Lök, A. (2010). Monthly variations in gonadal development and biochemical composition of the carpet shell clam *Ruditapes (Tapes) decussatus*, Linnaeus 1758 in Mersin Bay, Aegean Sea, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 19(6), 1055-1063.

- Serdar, S., Lök, A., Kırtık, A., Acarlı, S., Küçükdermenci, A., Güler, M., Metin, G., & Yıldız, H. (2009). *Çakalburnu Dalyan alanında akivadeslerin (Tapes decussatus Linnaeus, 1758) büyüme ve üreme özellikleri. Proje Final Raporu, Proje No: 105Y256-TÜBİTAK.*
- Serdar, S., Lök, A., Kirtik, A., Acarli, S., Küçükdermenci, A., Güler, M., & Yiğitkurt, S. (2010). Comparison of gonadal development of carpet shell clam (*Tapes decussatus*, linnaeus 1758) in inside and outside of çakalburnu lagoon, izmir bay. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10(3), 395-401. <https://doi.org/10.4194/trjfas.2010.0313>
- Serdar, S., Lök, A., Köse, A., Yildiz, H., Acarli, S., & Goulletquer, P. (2007). Growth and survival rates of carpet shell clam (*Tapes decussatus* Linnaeus, 1758) using various culture methods in Sufa (Homa) Lagoon, Izmir, Turkey. *Aquacultural Engineering*, 37(2), 89-99. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2007.02.004>
- Serdar S., Pulat H.,Gungor G.(2016) Variations of glycogen, protein and lipid contents depend on size of *Ruditapes decussatus* in Bostanlı Seashore Izmir Bay, Aegean Sea, Turkey. *Bulletin of Japan Fisheries Research and Education Agency*. 42 90-91.
- Shafee, M. S., & Daoudi, M. (1991). Gametogenesis and spawning in the carpet-shell clam, *Ruditapes decussatus* (L.) (Mollusca: Bivalvia), from the Atlantic coast of Morocco. *Aquaculture Research*, 22(2), 203-216. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1991.tb00510.x>
- Smaoui-Damak, W., Guebsi, F., Karray, S., Rebai, T., Costil, K., & Hamza-Chaffai, A. (2012). Storage and reproductive strategy of the carpet-shell clam, *Ruditapes decussatus* in the gulf of gabès (Tunisia). *Invertebrate Reproduction and Development*, 56(4), 261-271. <https://doi.org/10.1080/07924259.2011.607518>
- Stabili, L., Acquaviva, M. I., & Cavallo, R. A. (2005) *Mytilus galloprovincialis* filter feeding on the bacterial community in a Mediterranean coastal area (Northern Ionian Sea, Italy). *Water Res*, 39:469–477. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2004.10.010>

- Stirling, H. P. (1985). *Chemical and biological methods of water analysis for aquaculturalists*. Institute of Aquaculture, University of Stirling.
- Strickland, J. D. H., & Parsons, T. R. (1972). *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Bulletin Fisheries Research Board of Canada. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25607/OBP-1791>
- Sümbüloğlu, K., & Sümbüloğlu, V. (2002). *Biyoistatistik (10. Baskı)*. Hatiboğlu Yayınevi.
- Tebble, N. (1966). *British bivalve seashells. A handbook for identification*. The British Museum, London.
- Toba, M., Natsume, Y., & Yamakawa, H. (1993). Reproductive cycles of Manila clam collected from Funabashi Waters. Tokio Bay. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59, 15-22.
- TÜİK. (2023). *Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri İstatistikleri*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2022-49678>
- TÜİK. (2024). *Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri İstatistikleri*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2023-53702>
- Urrutia, M. B., Ibarrola, I., Iglesias, J. I. P., & Navarro, E. (1999). Energetics of growth and reproduction in a high-tidal population of the clam *Ruditapes decussatus* from Urdaibai Estuary (Basque Country, N. Spain). *Journal of Sea Research*, 42(1), 35-48. [https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(99\)00017-9](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(99)00017-9)
- Utting, S. D., & Spencer, B. E. (1991). The hatchery culture of bivalve mollusc larvae and juveniles. *Lab. Leaflet, MAFF Fish. Res* (C. 68, Sayı 68). Laboratory Leaflets, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Directorate of Fisheries Research, Lowestoft.
- Vernocchi, P., Maffei, M., Lanciotti, R., Suzzi, G., & Gardini, F. (2007). Characterization of Mediterranean mussels (*Mytilus galloprovincialis*)

harvested in Adriatic Sea (Italy). *Food Control*, 18(12), 1575-1583.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.12.009>

Vilella, H. (1950). *Vida Bentonica de Tapes decussatus (L.)*. Travaux de la Station de Biologie Maritime de Lisbonne. 53, 139.

Vural, P. (2019). *Çardak dalyanındaki (Lapseki-Çanakkale) deniz tarağının (Flexopecten glaber linnaeus 1758) besin içeriğinin belirlenmesi* [Doktora Tezi]. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.

Walne, P. R. (1979). *Culture of bivalve molluscs: 50 years' experience at Conwy (No. Ed. 2)*. Fishing News Books Ltd., England.

Wenguang, L., Qi, L., Yundang, Y., & Shaohua, Z. (2008). Seasonal variations in reproductive activity and biochemical composition of the cockle *Fulvia mutica* (Reeve) from the eastern coast of China. *Journal of Shellfish Research*, 27(2), 405-411.

Yıldız, H., Acarlı, S., Berber, S., Vural, P., & Gündüz, F. (2013). A preliminary study on Mediterranean Mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) culture in integrated multitrofik aquaculture systems in Çanakkale Strait. *Alinteri*, 25(B), 38-44.

Yıldız, H., & Lök, A. (2005). Çanakkale Boğazı Kilya Koyundan Toplanan Farklı Boy Gruplarındaki Midyelerin (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) Et Verimleri. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 22(2), 75-78.

Ekler

Ek A

Tezden Üretilmiş Yayınlar

Projeler

İKÇÜ BAP- (Proje No: 2019-TDR-FEBE-0012) İzmir Körfezinde bulunan yerli akivadeslerin (*Ruditapes decussatus* Linnaeus, 1758) mevsimsel olarak biyokimyasal kompozisyonunun ve mikrobiyal yükünün belirlenmesi

Özgeçmiş

Adı Soyadı: Fettah Gündüz

EĞİTİM:

Lisans:

2008–2012 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Su Ürünleri Mühendisliği

Yüksek Lisans:

2012-2015 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans:

2017-2019 İstanbul Gelişim Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Doktora:

2018-2023 İzmir Katip Çelebi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı

Lisans Tezi:

Entegre Sistemlerde Akdeniz Midyesi (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819)
Yetiştiriciliği Üzerine Bir Ön Çalışma

Yüksek Lisans Tezi:

Orta Karadeniz Bölgesi (Yakakent-Samsun) Deniz Salyangozlarının (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) üreme özelliklerinin belirlenmesi

İş Deneyimi:

Mayıs 2013 - Temmuz 2016

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi
Fakültesi, Biyokimya Laboratuvarı ve Deniz Canlıları Üretim Merkezi

Temmuz 2017 – Ağustos 2019

Arketip Ortak Sağlık ve Güvenlik Birimi / İş Güvenliği Uzmanı

PROJELER

ÇOMÜ BAP Proje No: 2011/62 (Araştırmacı) Marmara Denizinden örneklenen bazı mollusk türlerinin biyokimyasal ve ekolojik özelliklerinin belirlenmesi

ÇOMÜ BAP Proje No:2011/066 (Araştırmacı) Çanakkale Gelibolu bölgesinde Sülüneslerin, *Ensis marginatus* (Pennant, 1777), üreme döngüsü ve biyokimyasal kompozisyonun belirlenmesi

ÇOMÜ BAP Proje No: FYL-2014-275 (Araştırmacı) Orta Karadeniz Bölgesi (Yakakent-Samsun) Deniz Salyangozlarının (*Rapana venosa*, Valenciennes, 1846) üreme özelliklerinin belirlenmesi

TUBİTAK - Proje No: 114O356 (Bursiyer) Türkiye’de Marmara, Ege ve Akdeniz kıyılarındaki yerli akivades (*Ruditapes decussatus*) populasyonları ile istilacı Japon akivadesi populasyonlarının (*Ruditapes phileppinarium*) morfolojik ve genetik yapılarının incelenmesi

İKÇÜ BAP- (Proje No: 2021-GAP-SUÜF-0003) (Araştırmacı) Az tuzlu fermente balık sucuğu üretiminde starter kültür kullanımının biyojen amin oluşumu ve ürün kalitesi üzerine etkisi

İKÇÜ BAP- (Proje No: 2019-TDR-FEBE-0012) (Araştırmacı) İzmir Körfezinde bulunan yerli akivadeslerin (*Ruditapes decussatus* Linnaeus, 1758) mevsimsel olarak biyokimyasal kompozisyonunun ve mikrobiyal yükünün belirlenmesi

ESERLER

A. Science Citation Index Expanded (SCI-Expanded) Kapsamındaki Dergilerde

Yayınlanan Makaleler:

Yıldız, H., & **Gündüz, F.** (2022). Reproduction cycles of veined rapa whelk (*Rapana venosa*, Valenciennes 1846) in the middle black sea (Yakakent, Samsun). Fresenius Environmental Bulletin. 31(07): 6819-1829

Yildiz, H., Acarli, S., Vural, P., & **Gündüz, F.** (2023). Annual reproductive cycle and meat yield of the Wedge Clam (*Donax trunculus* Linnaeus, 1758) from Black Sea. Thalassas: An International Journal of Marine Sciences. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3161633/v1>

B. Ulakbim Tr Dizin Kapsamında Yayımlanmış Makaleler:

Gündüz, H., Hisar, Ş. A., & **Gündüz, F.** (2019). The effect of different ultrasound powers treatment on some quality parameters of sardines (*Sardina pilchardus*) packed in vacuum packaging. Gıda, 44(6), 1071-1080. <https://doi.org/10.15237/gida.GD19114>

Yıldız, H., Acarlı, S., Berber, S., Vural, P., & **Gündüz, F.** (2013). Çanakkale Boğazı'nda Entegre Multitrofik Akvakültür Sistemlerde Akdeniz Midyesi (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) Yetiştiriciliği Üzerine Bir Ön Çalışma. Alinteri Journal of Agriculture Science, 25(2), 38-44.

C. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler:

Acarli S., Lök A., Acarli D., Kırtık A., Yıldız H., Kizilkaya B., Vural P., **Gündüz F.** "Gametogenic Cycle and Biochemical Composition of Fan Mussel, *Pinna nobilis* Linnaeus 1758 in Aegean Sea, Turkey", 1st International Symposium on Aquatic Sciences and Technology, 15-17 May 2014, pp.1-1, Cyprus.

Yildiz H., Acarli S., Kizilkaya B., Türker G., Vural P., **Gündüz F.** "Nutritional Components of Some Economic Shellfish Species and Editing Their Consumer Strategies by Identifying the Contents of Shell", 1st International Symposium on Aquatic Sciences and Technology, 15-17 May 2014, pp.1-1, Cyprus.

Acarli S., Saltan A.N., Yildiz H., Vural P., **Gündüz F.**, Kaya İ. "Some Invasive Mollusc Species in Mediterranean and Their Evaluability", 1st International Symposium on Aquatic Sciences and Technology, 15-17 May 2014, pp.1-1, Cyprus.

Yildiz H., Kaya İ., Acarli S., Vural P., **Gündüz F.**, Saltan A.N. "Economical Shrimp Species Found in Turkish Seas and Their Distribution Area", 1st International Symposium on Aquatic Sciences and Technology, 15-17 May 2014, pp.1-1, Cyprus.

Türker G., Yildiz H., Acarli S., Vural P., **Gündüz F.**, et al. "Effect of the Change of *Mytilus galloprovincialis* Using Method of Free of Radical Scavenging Activity Assay as Antioxidant.", 5th International Conference to Commemorate G. Winberg, 12-17 October 2015, pp.288-288, St. Petersburg, Russia.

Acarli S., Yildiz H., Acarli D., Ayaz A., Vural P., **Gündüz F.**, et al. "Reproductive Cycle of Razor Clam (*Ensis marginatus*, Pennant 1777) in Çanakkale Gelibolu, Turkey.", 5th International Conference to Commemorate G. Winberg, 12-17 October 2015, pp.7-7, St. Petersburg, Russia.

Türker G., Yildiz H., Acarli S., Vural P., **Gündüz F.**, et al., "Investigation of Some Heavy Metal Concentration of *Mytilus galloprovincialis* as Monthly.", 5th International Conference to Commemorate G. Winberg, 12-17 October 2015, pp.289-289, St. Petersburg, Russia.

Gündüz F. "Morphological and Ecological Characteristics of *Rapana venosa*, an Invasive Gastropod for the Black Sea." FABA 2016: International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences, 03-05 November 2016, Antalya, Turkey.

Acarli S., Vural P., **Gündüz F.** "Meat yield and condition index of invasive species pacific oyster (*Crassostrea gigas*, Thunberg 1793) in Bandırma Bay (Marmara Sea,

Turkey)", International İskenderun Bay Symposium, 11-13 October 2017, İskenderun, Turkey.

Acarlı S., Kızılkaya B., Vural P., **Gündüz F.**, Tan E. "Reproductive Strategy and Gonad Development of Alien Species Pacific Oyster (*Crassostrea gigas* Thunberg, 1793) from Bandırma Bay, Marmara Sea–Turkey." International Ecology Symposium, 19-23 June 2018 Kastamonu University, Kastamonu-Turkey.

Gündüz F., Öztürk F., Gündüz H. "Mollusc and arthropod shells waste using as qualified materials". International Biodiversity Ecology Sciences Symposium, 26-28 September 2019, İstanbul, Turkey.

Gündüz F., Öztürk F., Gündüz H. "Benefits of shellfish aquaculture for the environment". International Biodiversity Ecology Sciences Symposium, 26-28 September 2019, İstanbul, Turkey.

D. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

Yildiz H., Acarlı S., Berber S., Vural P., **Gündüz F.**, "Türkiye çift kabuklu yetiştiricilik sektörüne genel bir bakış.", 3. Ulusal Alabalık Sempozyumu, 24-26 Mayıs 2013, ss.12-12, Kastamonu, Türkiye.

Yildiz H., Acarlı S., Vural P., **Gündüz F.**, Aydın S. "Marmara Bölgesi Çift Kabuklu Sektörüne Genel Bir Bakış.", 18. Ulusal Su ürünleri Sempozyumu, 1-4 Eylül 2015, ss.481-481, İzmir, Türkiye.

Acarlı S., Yıldiz H., Özcan Gökçek E., Karahan B., Lök A., Vural P., **Gündüz F.**, et al. "Türkiye'de, Marmara, Ege ve Akdeniz Kıyılarındaki Yerli Akivades (*Ruditapes decussatus*) Populasyonları ile İstilacı Japon Akivadesi (*Ruditapes philippinarum*) Populasyonlarının Morfolojik ve Genetik Yapılarının İncelenmesi.", 18. Ulusal Su ürünleri Sempozyumu, 1-4 Eylül 2015, ss.483-483, İzmir, Türkiye.

Acarlı S., Yıldiz H., Özcan Gökçek E., Karahan B., Vural P., **Gündüz F.**, et al. "Bandırma Körfezi İstiridye Populasyonunun Genetik Yapısının PCR Tabanlı Yöntemlerle İncelenmesi.", 18. Ulusal Su ürünleri Sempozyumu, 1-4 Eylül 2015, ss.483-483, İzmir, Türkiye.

Vural P., Yildiz H., Acarli S., **Gündüz F.**, Aydın S., "Çanakkale Boğazı İstiridye'lerinin *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758, İki Farklı Derinlikteki Büyüme Performansları.", 18. Ulusal Su ürünleri Sempozyumu, 1-4 Eylül 2015, ss.353-353, İzmir, Türkiye.

