



Marine and Life Sciences

Journal Homepage: <https://dergipark.org.tr/en/pub/marlife>



İzmir ve Kuşadası Körfezi'nde dağılım gösteren Sardalya balığında (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) bazı biyolojik indekslerin mevsimsel değişimlerinin izlenmesi

Baran Aksel Keskin¹ • Şule Gürkan¹

¹ Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü Balıkçılık ABD. 35100 Bornova, İzmir, TÜRKİYE

✉ Corresponding Author: sule.gurkan@ege.edu.tr

Please cite this paper as follows:

Keskin, B. A., & Gürkan, Ş. (2023). İzmir ve Kuşadası Körfezi'nde dağılım gösteren Sardalya balığında (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) bazı biyolojik indekslerin mevsimsel değişimlerinin izlenmesi. *Marine and Life Sciences*, 5(1), 1-7. <https://doi.org/10.51756/marlife.1241686>

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi:

Geliş Tarihi: 24.01.2023

Kabul Tarihi: 14.02.2023

Online Yayınlanma: 13.10.2023



Anahtar Kelimeler:

Beyin ağırlığı

Ege Denizi

Fulton-kondisyon

Gonadosomatik indeks

Hepatosomatik indeks

Visseral indeks

Vücut kitlesi

Ö Z E T

Bu çalışma, Ege Denizi'nin balıkçılık faaliyeti yapılan belli başlı iki önemli körfezi olan İzmir ve Kuşadası Körfez'lerinde dağılım gösteren Sardalya balıklarının *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) bazı biyolojik indekslerinin (Hepatosomatik indeks, Mide doluluk indeksi, Gonadosomatik indeks ve Visseral indeks, Fulton kondisyon) 2022 yılı boyunca mevsimsel değişimlerini belirlemek ve karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda her iki körfezden toplam 302 adet balık örneği, ticari balıkçılardan doğrudan temin edilmiştir. Hepatosomatik indeks (HSİ) değeri İzmir Körfezi'nde en yüksek kış mevsiminde, en düşük değeri yaz mevsiminde gösterirken, Kuşadası Körfezi'nde ise en yüksek sonbaharda en düşük ilkbahar mevsiminde belirlenmiştir. HSİ değerlerindeki mevsimsel değişimlerin, değişen mevsimsel su sıcaklığına göre balıkların metabolik faaliyetleri ile yüzde faaliyetleri üzerindeki etkisine bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu durum mide doluluk indeksi (Fİ) ile de öngörülmektedir. Gonadosomatik indeks değerleri (GSİ), her iki körfezde de en düşük yaz mevsiminde, en yüksek kış mevsiminde hesaplanmıştır. GSİ değerlerindeki bu mevsimsel değişim sardalya popülasyonunun Ege Denizi için tipik üreme döngüsü ile uyum göstermektedir. İzmir Körfezi'ndeki sardalya popülasyonunun iç organ indeks değerleri (VSİ) Kuşadası körfezindeki popülasyondan yüksek olmakla birlikte, İzmir Körfezi'nde türün daha yüksek enerjili zooplanktonik av grupları ile beslendiklerini düşündürmektedir. Aynı şekilde, Fulton kondisyon değerleri de İzmir Körfezi'nde daha yüksektir. Körfezler arasında mevcut kondisyon değerleri arasındaki farklılığın Ege Deniz'inin kuzeydoğu merkez alanlarının önemli yüzey ve dip sularının yer değiştirdiği (upwelling) sahaları bulundurması ve önemli besin girdisi sağlanmasıyla ilişkilendirilmektedir. Bu çalışma Ege Denizi'ndeki iki farklı körfezdeki sardalya popülasyonuna ait biyolojik indeks değerlerinin mevsimsel olarak planktonik komünite ve çevresel değişimlerden etkilendiğini göstermiştir.

Monitoring of seasonal changes of some biological indexes of Sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792), distributed in İzmir and Kuşadası Bay

A B S T R A C T

This study was carried out seasonally in 2022 in order to determine and compare the seasonal changes in some biological indexes (Hepatosomatic index, Fullness index, Gonadosomatic index, Visceral index and Fulton-K condition) of Sardine *Sardina pilchardus*, (Walbaum, 1792) fish, which are distributed in the two main fishing bays of the Aegean Sea (İzmir and Kuşadası Bay). For this purpose, a total of 302 fish samples from both bays were obtained directly from commercial fishermen. While the Hepatosomatic index (HSI) value determined the highest value in the winter season and the lowest value in the summer

Keywords:

Aegean Sea

Brain weight

Body mass

Fulton-K condition

Gonadosomatic index

Hepatosomatic index

Visceral index



season in İzmir Bay, the highest value in Kuşadası Bay was in autumn and lowest in spring. It is predicted that seasonal changes in HSI values depend on the effect on the metabolic activities and swimming activities of fish according to the changing seasonal water temperature. This situation is predicted to be possible with the stomach fullness index (FI). Gonadosomatic index values (GSI) were calculated in the lowest summer and the highest winter in both gulfs. This seasonal variation in GSI values is consistent with the distinctive reproductive cycle of the sardine population for the Aegean Sea. Although the Visceral index values (VSI) of the sardine population in İzmir Bay are higher than the population in Kuşadası Bay, it suggests that the species feeds on higher energy zooplanktonic prey groups in İzmir Bay. Likewise, Fulton-K condition values are higher in İzmir Bay. The difference between the current condition values between the bays is associated with the fact that the northeast central areas of the Aegean Sea have upwelling areas and provide important nutrient input. This study showed that the index values of sardine populations in two different gulfs in the Aegean Sea are affected by seasonal planktonic community and environmental changes.

GİRİŞ

Türkiye deniz balığı türlerinin arasında avcılık yoluyla elde edilen en önemli ticari pelajik türü olan Hamsi'den sonra ikinci sırada gelen ve Ege Denizi'nin en önemli av potansiyeline sahip Sardalya'nın *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) ülkemiz su ürünleri avcılık verilerine katkısı oldukça büyüktür. 2021 yılında ülkemizde total avcılık miktarı 262 bin 297 ton iken bu av miktarı içinde sardalya türünün katkısı 15.800 ton olarak gerçekleşmiştir (TUİK, 2021). Denizel ortamdaki her balık türü gibi sardalya popülasyonları da birçok biyotik veya abiyotik şartlardan (iklimsel koşullar, besin varlığı, avcılık, kirlilik, vs.) zaman içinde etkilenmektedir. Bu etki aynı zamanda sardalya balıklarının avlayan diğer pisivor balık türlerinin stoklarına da yansımaktadır (Dalkılıç, 2021).

Balıklarda beslenme faaliyeti, ömür boyu gerçekleşen önemli bir metabolik ve fizyolojik faaliyet olduğu için balıkların büyüme ve hayatta kalmalarında doğrudan etkilidir (Hernández ve ark., 2019). Gerek sıcaklık derecelerinde gerekse besinsel verimlilikteki mevsimsel dalgalanmalar yavru ve ergin balıkların besinin bulunabilirliğini ve kalitesini etkilemektedir (Rodrigues ve ark., 2013). Her balık türü farklı fizyolojik özelliklere sahiptir ve besinden faydalanma düzeylerinin farklı olması o türün büyümesinde, üreme organlarına olan desteklerinde farklı şekilde etki göstermektedir (Hernández ve ark., 2019). Bu amaçla türlerin gonad gelişimlerine bağlı olarak karaciğer ölçümleri, lipid içerikleri ve bazı morfolojik indekslerin belirlenebileceği bilinmektedir (Hismayasari ve ark., 2015). Nunes ve ark. (2011)'e göre, Portekiz kıyılarındaki sardalya balıklarının kondisyon ve ağırlık gibi somatik ve hepatosomatik indeks ve depolanan yağ miktarlarına ait değerlerin üreme sezonuna bağlı olarak, ilkbaharda arttığı, güz ve kış sezonunda ise azaldığı ifade edilmektedir. Ayrıca balıkların mide içeriğindeki av gruplarının içerdiği yağ miktarının, balığın iç organlarında zamanla yağ birikimine neden olması visceral indeks (VSI) değerlerinin artmasına neden olmaktadır (Korkut ve ark., 2007). Mide doluluk

indeksi (Fİ) ise, balıkların gelişim süreçlerinin önemli bir parçasıdır. Ouakka ve ark. (2017)'a göre genç balıkların, erginlerine göre daha yoğun beslenme aktivitesi göstermesinde büyüme amacına bağlı olarak fizyolojik ihtiyaçlarının daha fazla olması gösterilmektedir. Beslenme aktivitesi veya yoğunluğu aynı zamanda yıl içinde denizel ortamdaki besin bolluğundaki değişimlerle doğrudan ilişkilidir (Garrido ve ark., 2008).

Doğal bir besin kaynağı olan ve insan gıdası olarak son derece önemli olan sardalya türünün Ege Denizi'nde yerel ve yabancı araştırmacılar tarafından yapılan başta üreme, büyüme, beslenme, avcılık kayıtlarını gösteren bazı araştırmaların yanında (Cihangir, 1991; Mater ve Bayhan, 1999; Sever ve ark., 2005; Sarmasik ve ark., 2008; Erdogan ve ark., 2010; Taylan ve ark., 2019; Şenbahar ve ark., 2020), Ege Denizi'nde bazı biyolojik indislerinin mevsimsel değişimleri üzerine yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu konuda yapılan en önemli araştırma Gurkan ve ark. (2021) tarafından yapılan, ticari değeri oldukça büyük olan dil balıklarının (*Solea solea*) Ege Denizi'ndeki biyolojik indekslerinin belirlendiği çalışmadır.

Bu araştırma ile, sardalya balıklarının Visserosomatik indeks, Hepatosomatik indeks, Fullnes indeks ve Gonadosomatik indeksi ve kondisyon dinamiklerinin İzmir ve Kuşadası Körfez'lerindeki mevsimsel sonuçlarının detaylı şekilde belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Sardalya balığına ait 302 adet balık örneği 2022 yılı boyunca İzmir ve Kuşadası Körfez'lerinde avcılık yapan ticari balıkçılardan mevsimsel olarak temin edilmiştir. Örneklerin değerlendirilmesinde balıkçı ağının seçiciliği göz ardı edilmiştir. (Şekil 1). Elde edilen örnekler laboratuvar ortamına getirildikten sonra boyları balık ölçüm cetveli (TL, cm) ile ölçülmüş, ağırlıkları (W, g) 0,01 g hassasiyete sahip AND marka Fz-5000i model hassas terazi ile tartılmıştır. Daha sonra balıklar kesilerek mide, gonad, beyin ağırlığı ve iç organ ağırlıkları ayrı ayrı belirlenmiştir. Eşey tayini

gonadların mikroskopik olarak incelenmesiyle belirlenmiş ancak indeks değerleri eşeylere göre belirlenmemiştir.



Şekil 1. İzmir ve Kuşadası Körfez'lerinin genel görünümü
Figure 1. General view of İzmir and Kuşadası Bays

Sardalya balıklarının tüm bireyleri için hesaplanan boy-ağırlık ilişkisinde $W=aL^b$ eşitliğinden faydalanılmıştır (Froese, 2006). Burada W; gr cinsinden vücut ağırlığı, L; cm olarak boy değeri a; kesişme noktası ve b; eğim ifade etmektedir (b<3: negatif allometri, b: isometrik; b>3: pozitif allometri). İndekslerin hesaplanmasında önemli eşitliklerden faydalanılmıştır. Bunlar; HŞİ= $100 \times \text{Karaciğer } W(g)/W(g)$ (Sulisty ve ark., 2000), Fİ = $\text{mide } W(g)/W(g) \times 100$ (Hureau, 1969), GSİ = $\text{Gonad } W/W(g) \times 100$ (Nunes ve ark., 2011), Fulton-K= $100 \times W(g)/TL^3$ (Ricker, 1979), VSİ= $\text{İçorgan } W(g)/W(g) \times 100$ (Bicudo ve ark., 2010), EQ= $\text{Beyin } W(mg)/(W)^{2/3}$ (Pauly ve ark., 2011) olup; indekslerin körfezler arasındaki fark bulunup bulunmadığı t-testi ile belirlenmiştir. Ayrıca verilerin değerlendirilmesinde ANOVA ve regresyon analizlerinden de yararlanılmıştır.

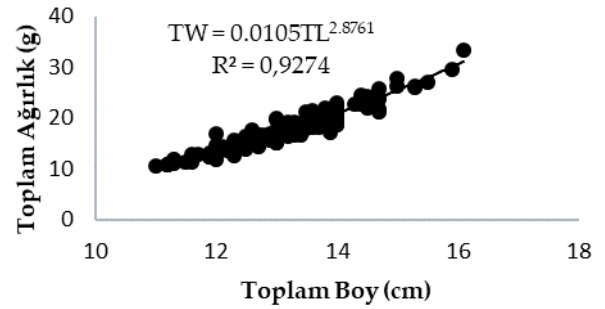
BULGULAR

Balık örnekleri, İzmir ve Kuşadası Körfez'lerinde ticari balıkçılık yapan teknelerden dört mevsim boyunca satın alma şeklinde elde edilmiştir. Toplamda İzmir Körfezi'nden 140 adet Kuşadası Körfezi'nden 162 adet olmak üzere toplam 302 balık örneği değerlendirilmiştir. Dişi/Erkek 1:1,2 (İzmir Körfezi), 1:1,4 (Kuşadası Körfezi) olarak belirlenmiştir. Her iki körfezden elde edilen sardalya örneklerinin boy-ağırlık ilişkisi; İzmir Körfezi için; $W=0,0105TL^{2,876}$ $R^2=0,93$, Kuşadası Körfezi için $W=0,014TL^{2,737}$ $R^2=0,86$ olarak belirlenmiştir. Buna göre her iki körfezdeki sardalya balıklarının yıl boyunca negatif allometrik büyümeye sahip oldukları saptanmıştır (Şekil 2 ve Şekil 3).

Sardalya balıklarında morfolojik indislerinden mide doluluk, hepatosomatik, visseral, kondisyon, gonadosomatik ve beyin kitle indekslerinin İzmir ve Kuşadası Körfez'lerinde tespit edilen sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

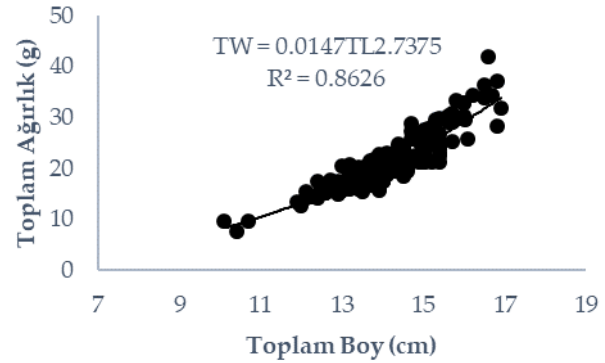
Her iki Körfezde dağılım gösteren sardalya balık popülasyonlarının biyolojik indeksleri arasındaki farklılıklar t-testi ile belirlenmiştir ($p<0,05$). Buna göre ortalama HŞİ değerleri bakımından İzmir Körfezi'ndeki popülasyonun

daha yüksek indekse sahip olduğu belirlenmiştir ($t_{(201)}:-6,232$, $p:0,00001$, $p<0,05$). VSİ açısından iki körfez alanı arasında fark söz konusu olduğu, buna göre İzmir Körfezi'ndeki ortalama VSİ değerinin Kuşadası Körfezi'ndeki değerden daha büyük olduğu görülmüştür ($t_{(140)}:-5,837$, $p:0,000001$, $p<0,05$) Fulton-K değerleri bakımından popülasyonlar arası farkın varlığı değerlendirildiğinde, yine İzmir Körfezi sardalya popülasyonunun daha avantajlı durumda olduğu anlaşılmaktadır ($t_{(201)}:-2,366$, $p:0,018$, $p<0,05$). Bu indeksler arasında sadece Fİ ve EQ değerlerinin Kuşadası sardalya popülasyonunda daha yüksek seyrettiği anlaşılmaktadır (sırasıyla; $t_{(201)}:-8,029$, $p:0,0000001$ $p<0,05$; $t_{(202)}: 3,207$, $p:0,00146$ $p<0,05$).



Şekil 2. İzmir Körfezi'nde dağılım gösteren sardalya bireylerinde boy-ağırlık ilişkisi

Figure 2. Length-weight relationship in sardine individuals distributed in İzmir Bay



Şekil 3. Kuşadası Körfezi'nde dağılım gösteren sardalya bireylerinde boy-ağırlık ilişkisi

Figure 3. Length-weight relationship in sardine individuals distributed in Kuşadası Bay

Tablo 1. Sardalya balıklarının İzmir ve Kuşadası Körfezi'ndeki biyolojik indeksleri Ort±SH).

Table 1. Biological indexes of sardine fish in İzmir and Kuşadası Bay (Mean±SE).

Biyolojik İndeksler	İzmir Körfezi	Kuşadası Körfezi	p
Mide doluluk İndeksi (Fİ)	2,00±0,17	3,05±0,22	*p<0,05
Hepatosomatik İndeks (HŞİ)	0,76±0,06	0,51±0,04	*p<0,05
Visseral İndeks (VSİ)	9,32±0,79	8,08±0,57	*p<0,05
Beyin kitle İndeksi(EQ)	80,78±0,17	94,95±0,22	*p<0,05
Gonadosomatik indeksi (GSİ)	4,29± 0,58	2,72±0,27	*p<0,05
Fulton- K	0,77±0,07	0,78±0,05	*p<0,05

*p<0,05: istatistiksel fark

Tablo 2. İzmir ve Kuşadası Körfez'lerindeki sardalya balıklarının mevsimlere göre indeksleri (Ort.±SH)**Table 2.** Seasonal indexes (Mean±SE) of sardine individuals in İzmir and Kuşadası Bays

	VSİ		HSİ		GSİ		Fİ		Fulton-K	
	İzmir	Kuşadası	İzmir	Kuşadası	İzmir	Kuşadası	İzmir	Kuşadası	İzmir	Kuşadası
İlkbahar	11,718±2,13	8,069±1,41	0,86±0,15*	0,38±0,07*	3,91±0,75	3,68±0,38	2,093±0,32	2,605±0,36	0,798±0,15*	0,740±0,13
Yaz	10,842±1,97	7,910±1,26	0,52±0,09	0,40±0,06	3,11±1,35*	1,82±5,88*	2,671±0,24*	4,22±0,29	0,767±0,14	0,794±0,13*
Sonbahar	12,94±2,31	8,191±0,92	0,65±0,11	0,62±0,07	3,45±1,18	2,88±1,23	1,796±0,38	3,275±0,46	0,753±0,13*	0,777±0,09
Kış	15,33±2,19	8,069±1,13	0,92±0,13	0,51±0,07	5,94±0,74	8,23±0,32	1,670±0,49*	2,060±0,67*	0,759±0,11	0,670±0,09*
P	<i>p</i> >0,05	<i>p</i> >0,05	* <i>p</i> <0,05	* <i>p</i> <0,05	* <i>p</i> <0,05	* <i>p</i> <0,05	* <i>p</i> <0,05	* <i>p</i> <0,05	* <i>p</i> <0,05	* <i>p</i> <0,05

Tablo 2'de Sardalya balıklarında mide doluluk (Fİ), hepatosomatik (HSİ), visseral (VSİ), kondisyon (Fulton-K), gonadosomatik (GSİ) indekslerinin İzmir ve Kuşadası Körfez'lerindeki mevsimsel sonuçları verilmiştir. EQ değerleri mevsimsel olarak değişmediğinden hesaplanmamıştır.

Sardalya balıklarının incelenen indekslerinin mevsimlere göre değerlendirilmesi yapıldığında; Her iki Körfez'de HSİ değerlerinin Bahar mevsiminde Kış periyodundan daha düşük düzeyde seyrettiği ve istatistiksel açıdan da farklı olduğu anlaşılmaktadır (İzmir; $t_{(30)}=3,130$, $p:0,003$; Kuşadası; $t_{(32)}=-3,69$, $p:0,0003$, $p<0,05$). Her iki Körfez'de en yüksek GSİ değerlerine kış mevsiminde rastlanırken, en düşük yaz mevsiminde elde edilmiştir. Dolayısıyla bu indeks değeri mevsimsel olarak değişime uğramamaktadır (İzmir; ($t_{(30)}:2,111$, $p:0,039$, $p<0,05$; Kuşadası; ($t_{(32)}:2,420$, $p:0,018$, $p<0,05$)). VSİ değerlerinin her iki körfezdeki sardalya popülasyonlarında tüm yıl boyunca fazla değişim göstermeden devam ettiğini göstermektedir ($p>0,05$). Kondisyon değerlerine göre ise, İzmir Körfezi'nde en yüksek Bahar, en düşük günde rastlanmıştır ($t_{(30)}:3,396$, $p:0,0012$, $p<0,05$). Oysaki Kuşadası Körfezi'nde bu indeks değeri yazın en yüksek, kışın en düşük değerdedir ($t_{(32)}=6,0785$, $p:0,00001$, $p<0,05$). Fİ değerleri hem İzmir hem Kuşadası Körfezi'nde en yüksek değere yaz periyodunda, en düşük değere kış periyodunda rastlanmıştır. Dolayısıyla yaz periyodu her iki körfezde gösterdiği yüksek değerden dolayı istatistiksel açıdan farklılık arz etmektedir (İzmir; $t_{(30)}:-2,585$, $p:0,012$, $p<0,05$; Kuşadası: ($t_{(40)}:-7,203$, $p:0,000001$, $p<0,05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada elde edilen örneklere ait sonuçlar dünyada ve ülkemizdeki çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Buna göre, 4 mevsim boyunca elde edilen sardalya balıklarının tüm bireylerinde b değerinin gerek İzmir Körfezi'nde ve gerekse Kuşadası Körfezi'nde negatif allometrik büyüme şeklinde ilerlediği görülmüştür. Ege Denizi'nde farklı bölgelerden elde edilen sardalya

popülasyonlarının büyüme parametrelerinin zaman içinde dalgalanma yaşadığı kimi zaman negatif kimi zaman pozitif yönde ilerlediğine dair çalışmalar mevcuttur (Mater ve Bayhan 1999; Erdogan ve ark., 2010; Taylan ve ark., 2019). Bulgularımız bu araştırmacıların çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Balıklarda zamana bağlı olarak farklı büyüme değerlerine rastlanması; besinden yararlanma durumu, üreme zamanı, av zamanı, avcılık tipi, örnek sayısı, balığın cinsiyeti, yaşı, mevsim ve mevsimsel koşullarla etkilendiğini göstermektedir (Ricker, 1975; Bagenal ve Tesch, 1978).

Bilindiği üzere vücut iç organları arasında depo organı olan karaciğer, balıklarda iki loplu kan şekerini glikojene çeviren temel organdır. Ton (Scombridae) ve ringa (Clupeidae) balıkları gibi bazı pelajik balıkları glikojeni kasları arasında depo etmektedir (Timur, 2006). Mevsimsel HSİ değerlerindeki değişimlerin, poikiloterm canlılar olan balıkların iki körfezde seyreden metabolik faaliyetlerine ve yüzme faaliyetlerine etkisi olduğu anlaşılmaktadır. Nunes ve ark. (2011)'a göre Portekiz kıyılarındaki sardalya balıklarının mevsimlere göre HSİ değişimlerinin, tüketilen besinin üreme dönemi öncesinde gonadal yatırıma hizmet ettiği, sonrasında ise büyümeye devam etmeleri için kullanıldığı yönündedir. Buna göre bulgularımız bu görüşü desteklemektedir.

Ege Denizi'nde sardalya balıklarının total boy ağırlık ilişkisi için hesaplanan b değerleri çoğunlukla 3,09 (Pešić ve ark., 2010) ve 2,97 (Taylan ve ark., 2019) arasında değişim gösterdiği görülürken, araştırmamızda bu değerlerin mevcut çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir. Sardalyalar çoklu yumurtlayan balık türü olup üreme dönemi, sonbahardan başlayarak ilkbahara kadar devam etmektedir (Cihangir, 1991). Çalışmamızda iki körfezdeki en düşük GSİ değeri yaz mevsiminde, en yüksek GSİ değeri kış mevsiminde olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla bulgularımız Ege Denizi'nde yapılan diğer çalışmalarla (Akyol, 1996; Mustac ve Sinovčić, 2011; Taylan ve ark., 2019) uyumlu olup sardalya popülasyonunun Ege Denizi için tipik üreme döngüsü

ile paralellik göstermektedir. Elbette ki dişi ve erkek bireylerin ayırımı bu noktada önem arz etmektedir.

Visseral indeks değerlerindeki değişim, balığın beslendiği besin grubunun yağ kompozisyonuyla ilişkilidir (Kumar ve ark., 2010). Besin içerisindeki yağ miktarı balığın iç organlarında yağlanmaya neden olmaktadır (Korkut ve ark., 2007). İzmir Körfezi'ndeki sardalya balıklarının ortalama VSİ değerleri Kuşadası Körfezi'ndeki bireylerinkinden yüksektir. Costalago ve Palomera (2014)'e göre, karbon içeriği açısından decapod larvalarının Akdeniz'de en çok tüketilen av grubu olduğu verilmiştir. Küçük pelajik tür olan sardalya balıklarının İzmir Körfezi'nde daha yüksek enerjili zooplanktonik av gruplarıyla (kopepod, dekapod krustase larvaları gibi) çokça beslendikleri (Sever ve ark., 2005) ve mevcut enerjiyi yüzme faaliyeti ve avlanmada harcamakta oldukları anlaşılmaktadır.

Araştırmamızda İzmir Körfezi'ndeki sardalyaların kondisyonu ele alındığında en yüksek değere ilkbaharda, en düşük değere sonbaharda rastlanmıştır. Kuşadası Körfezi'nde bu yaz mevsiminde en yüksek, kış mevsiminde en düşüktür. Burada en önemli nokta ortamdaki besinin varlığına bağlı olarak beslenme aktivitesinin ilkbahardan itibaren artması, sonbahardan itibaren suların soğuması ve besinin artık gonad gelişimleri için kullanılmasına bağlı olarak kondisyon değerlerindeki değişimlerdir. Keza Oukka ve ark. (2017)'e göre beslenme aktivitesi ve kondisyon değerlerinin yaz mevsiminde daha iyi olması besinin o mevsimde bulunabilirliği ile ifade edilir. Portekiz sularında sardalya balıklarının ilkbahar ve yaz mevsiminde fitoplanktonik canlılarla, kış mevsiminde ise balık yumurtalarıyla beslendiği gösterilmektedir (Garrido ve ark., 2008). Lion Körfezi'nde yapılan bir çalışmada ise sardalyaların yazın cladocerle, kışın diatomla beslendikleri verilmektedir (Costalago ve Palomera, 2014). Sardalya balıklarının beslenme alışkanlıklarında mevsimsel açıdan en belirgin fark, yaz ve sonbahar arasında olduğu ve bu farkın temelinde balık yumurtalarının yaz aylarında çok yüksek bollukta olması, sonbahar mevsiminde ise krustase larvalarının ve kopepodların bol olmasıyla gösterilmektedir (Zorica ve ark., 2016). Ege Denizi'nde sardalya türünün temel besin kaynaklarını kopepod, dekapod krustase, bivalv larvaları ve balık yumurtaları oluşturmaktadır (Sever ve ark., 2005; Dalkılıç, 2021). Kopepodlara, güney Ege kıyılarında tüm mevsim boyunca rastlanırken, bivalv larvaları ve balık yumurtaları ise ilkbahar ve yaz mevsiminde önemli besin olarak tüketilmektedir (Dalkılıç 2021). Kondisyon, balıklarda sağlıklı büyümeyi ifade eden önemli bir unsurdur. Çalışmamızda İzmir Körfezi'ndeki sardalya populasyonun kondisyon değerleri, Kuşadası Körfezi'ndeki popülasyondan daha yüksek bulunmuştur. Sonuçlarımızı benzer

çalışmalarla karşılaştırdığımızda İzmir Körfezi sonuçlarımızın Mater ve Bayhan (1999)'a ait çalışma sonuçlarından (1,0-1,2) düşük, Erdogan ve ark. (2010)'ın sonuçlarıyla uyumlu olduğu anlaşılmaktadır. Kuşadası Körfezi'nde elde edilen kondisyon değerlerimiz, Mater ve Bayhan (1999) ile Karayış ve Toğulga (2000)'a ait sonuçlarından (0,99-1,1) düşük olup, Erdoğan ve ark. (2010)'in değerleriyle (0,7-2,1) uyumludur. Bunun başlıca nedeni, Ege Denizi'nin kuzeydoğu merkez alanlarının besin girdisi açısından önemli upwelling sahalarını içermesi dolayısıyla önemli balıkçılık alanlarını sahip olması gösterilmektedir (Tokaç ve ark., 2010). Kondisyon değerleri arasındaki farklılıkların belirlenmesinde türün besinini oluşturan sucul ortamdaki planktonik canlıların yani besinin varlığına; su sıcaklığı, mevsim, kirlilik, balık yaşı ve cinsiyeti, gonad gelişimi gibi birçok faktör etkilidir (Rodrigues ve ark., 2013). Buna göre, İzmir ve Kuşadası Körfezi'nde sardalya popülasyonlarının kondisyon değerlerinin normal seyrettiği düşünülmektedir.

Mevsimler açısından ise, her iki körfezde VSİ değeri en yüksek yaz mevsiminde (İzmir Körfezi: 2,67; Kuşadası Körfezi: 4,22), en düşük kış mevsiminde (İzmir Körfezi: 1,67; Kuşadası Körfezi: 2,06) tespit edilmiştir. Ouakka ve ark. (2017)'e göre yıl boyunca bu balıkların planktonik besinlere olan ihtiyacı, mevcut besinlerin mevsimsel ritmi ile doğrudan ilişkili olduğu verilir. Görülmektedir ki, sardalya populasyonlarında beslenme yoğunluğunu planktonik canlıların mevsimsel bolluğuna göre şekillendirmektedir. Köfeszler açısından bakılırsa, Kuşadası Körfezi'ndeki VSİ değeri İzmir Körfezi'nden yüksektir. Bu durum körfezde dağılım gösteren planktonik canlıların bolluğunu etkileyen besin girdilerini işaret etmektedir. Kondisyon değerleri, yaz mevsiminde en yüksek, kış mevsiminde ise en düşüktür. Burada da en önemli nokta ortamdaki besinin varlığına bağlı olarak beslenme aktivitesinin ilkbahardan itibaren artışa geçmesi, buna karşın sonbahardan itibaren suların soğumasıyla birlikte sardalya balıklarının tükettikleri besini gonad gelişimleri için kullanması sonucunda kondisyon değerlerinde gerçekleşen değişimlerdir. Körfezlerin kondisyon yönünden karşılaştırılmasında, Ege Denizi'nin kuzeydoğu merkez alanlarının önemli upwelling sahalarına sahip olması besin girdisinin önemli olduğunu ifade etmektedir. Bu nedenle İzmir Körfezi'ndeki sardalya populasyonun kondisyon değerleri daha yüksek seyretmektedir. Mide doluluk indeksinin etkilendiği temel faktörler balığın olgunluk durumu (ergin veya juvenil), eşey durumu, balık boyu ve mevsimler olarak gösterilir (Ouakka ve ark., 2017). Buna göre, indeks sonuçlarının işaret ettiği başlıca noktalar; juvenillerin erginlerine göre daha fazla besine olan ihtiyacı, dişilerin gonad gelişimleri için yine daha fazla besine ihtiyaç duyması ve planktonik canlıların mevsimsel ritmlerinin sürekli değişmesi gösterilebilir.

Bu çalışma Ege Denizi'ndeki iki farklı körfezde dağılım gösteren sardalya popülasyonlarına ait bazı biyolojik indeks değerlerinin mevsimsel ölçekte değişimleri, planktonik komuniteler ve çevresel değişimlerin etkisinde olduğunu göstermiştir.

Etik Standartlar ile Uyum

Yazarların Katkısı

Bu çalışma ilk yazarın "İzmir Körfezi ve Kuşadası Körfezi'nde dağılım gösteren Sardalya *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) balığında bazı biyolojik indekslerin mevsimsel değişimlerinin izlenmesi" başlıklı yüksek lisans tezini içermektedir. Yazarlar eşit oranda katkı sağlamışlardır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

Etik Onay

Yazarlar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

KAYNAKLAR

Akyol, O., Tokaç, A., & Ünsal, S. (1996). İzmir Körfezi'nde (Ege Denizi) Dağılım Gösteren Sardalya Balığı (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792)'nin Büyüme ve Üremesi Üzerine Bir Araştırma. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 13(3-4), 383-394.

Bagenal, T.B., & Tesch, F.W. (Bagenal T., ed.) (1978). Age and growth. In: *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. IBP Handbook No. 3: Blackwell Scientific Publications, 101-136 p.

Bicudo, A. J. A., Sado, A. Y., & Cyrino, J. E. P. (2010). Growth performance and body composition of pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Aquaculture Nutrition*, 16(2), 213-222. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2009.00653.x>

Cihangir, B. (1991). Ege Denizi'nde Sardalya (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792)'nin Üreme Biyolojisi ve Büyümesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Doktora Tezi, 86s.

Costalago, D., & Palomera, I. (2014). Feeding of European pilchard (*Sardina pilchardus*) in the northwestern Mediterranean: from late larvae to adults. *Scientia Marina*, 78(1):1-14. <https://doi.org/10.3989/scimar.03898.06D>

Dalkılıç, B. (2021). Didim-Taşburnu'daki Sardalya (*Sardina pilchardus* (Walbaum,1792)'nin Besin Kompozisyonu (Güney Ege Denizi). Ege Üniversitesi Fen ilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 29s.

Erdogan, Z., Torcu-Koç, H., Gicili, S., & Ulunehir, G. (2010). Age, growth and mortality of European pilchard, *Sardina pilchardus* in Edremit Bay (northern Aegean Sea, Turkey).

Cybium, 34(2), 185-193. <https://hdl.handle.net/20.500.12462/6980>.

Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weightlength relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 241-253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>

Garrido, S., Ben-Hamadou, R.B., Paulo, O.M., Cunha, E., Chícharo, M. A., & van der Lingen, Carl D. (2008). Diet and feeding intensity of sardine *Sardina pilchardus*: correlation with satellite-derived chlorophyll data. *Marine Ecology Progress Series*, 354, 245-256. <https://doi.org/10.3354/meps07201>

Gurkan, S., Taskavak, E., Engin, S. & Taylan, B. (2021). A temporal approach for morphological indices of the common sole (*Solea solea* Linnaeus 1758) from the coast of the Aegean Sea, Turkey. *Indian Journal of Geo Marine Sciences*, 50(10), 810-818. <http://nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/59257>

Hernández, C. Hurtado-Oliva, M. A., & Emyr, P. (2019). Effect of short-term starvation on hematological and blood biochemical parameters in juvenile spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 47(1), 9-17. <https://doi.org/10.3856/vol47-issue1-fulltext-2>

Hismayasari, I. B., Marhendra, P. A., Rahayu, Saidin, W. S., & Supriyadi, D. S. (2015). Gonadosomatic index (GSI), Hepatosomatic index (HSI) and proportion of oocytes stadia as an indicator of rainbowfish *Melanotaenia boesemani* spawning season. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(5), 359-362.

Hureau, J. C. (1969). Biologie compare de quelques poissons antarctiques (Nothotheniidae). *Bulletin de l'Institut océanographique de Monaco*, 68, 1-44.

Karakayis, M., & Togulga, M. (2000). Study on the biology of the sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) in the Izmir Bay (Aegean Sea). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17(3-4), 59-69.

Korkut, A.Y., Kop, A., Demirtaş, N., & Cihaner, A. (2007). Balık Beslemede Gelişim Performansının İzlenme Yöntemleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 24(1-2), 201-205.

Kumar, V., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (2010). Dietary inclusion of detoxified *Jatropha curcas* meal. Effects on growth performance and metabolic efficiency of common carp. *Cyprinus carpio*. *Journal of Fish Physiology and Biochemistry*, 98(4), 1159-1170. <https://doi.org/10.1007/s10695-010-9394-7>

Mater, S., & Bayhan, B. (1999). İzmir Körfezi'nde (Ege Denizi) Dağılım Gösteren Sardalya (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792)'nin Büyüme Özellikleri. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16(3-4), 257-267.

Mustać, B., & Sinovčić, G. (2010). Reproduction, length-weight relationship and condition of sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), in the eastern Middle

- Adriatic Sea (Croatia). *Periodicum Biologorum*, 112(2), 133–138.
- Nunes, C., Silva, A., Soares, E., & Ganas, K. (2011). The Use of Hepatic and Somatic Indices and Histological Information to Characterize the Reproductive Dynamics of Atlantic Sardine *Sardina pilchardus* from the Portuguese Coast. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 3(1), 127–144. <https://doi.org/10.1080/19425120.2011.556911>
- Ouakka, K., Yahyaoui, A., Mesfioui, A., & El Ayoubi, S. (2017). Stomach fullness index and condition factor of European sardine (*Sardina pilchardus*) in the south Moroccan Atlantic coast. *AACL Bioflux*, 10(1), 56–63.
- Pauly, D. (1983). Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fisheries Technical Paper*.
- Pauly, D., Froese, R., & Albert, J. S. (2011). The Brains table in FishBase. In: Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2010. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (04/2022).
- Pešić A, Durović M, Joksimović A, Regner S, Simonović P, Glamuzina P. (2010). Some reproductive patterns of the sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), in Boka Kotorska Bay (Montenegro, southern Adriatic Sea). *Acta Adriatica*, 51(2), 159–168.
- Ricker, W. E. (1979). Growth rates and Models, In: Fish Physiology (eds. by W.S., Hoar D. J. Randall & J.R. Brett) Bioenergetic and Growth. (Academic press New York) Vol VIII.
- Rodrigues, K. A., Gustavo J., Macchi, A. M. M., & Militelli, I. (2013). Seasonal analysis of condition, biochemical and bioenergetic indices of females of Brazilian flathead, *Percophis brasiliensis*. *Neotropical Ichthyology*, 11(1), 153–162. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252013000100018>
- Sarmasik, A., Arik Colakoglu, F., & Altun, T. (2008). Mitochondrial DNA sequence and body size variations in Turkish sardine (*Sardina pilchardus*) stocks. *Turkish Journal of Zoology*, 32(3), 229–237.
- Sever, T. M., Bayhan, B., & Taşkavak, E. (2005). A Preliminary Study on the Feeding Regime of European Pilchard *Sardina pilchardus* Walbaum, 1792 in Izmir Bay Turkey Eastern Aegean Sea. *NAGA, Worldfish Center Quarterly*, 28, 41–48.
- Sulistyo, I., Fontaine, P., Rincarh, J., Gardeur, J. N., Migaud, H., & Capdeville, B. (2000). Reproductive Cycle and Plasma Level of Steroid in Male Eurasian Perch (*Perca fluviatilis*). *Aquatic Living Resources*, 13(2), 99–106. [https://doi.org/10.1016/S0990-7440\(00\)00146-7](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(00)00146-7)
- Şenbahar, A. M. Güleç, Ö., Tosunoğlu, Z., & Özaydın, O. (2020). Length-Weight relationship of the most landed pelagic fish species European pilchard (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) and European Anchovy (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758) in the Izmir Bay (Aegean Sea, Turkey) purse seine fishery. *Marine Science and Technology Bulletin*, 9(1), 32–37. <https://doi.org/10.33714/masteb.673318>
- Taylan, B., Taskavak, E., & Gurkan, S. (2019). A Preliminary Study on The Determination of Reproductive Biology of European Pilchard, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) Distributed in The Aegean Sea. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(12), 2264–2266. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i12.2264-2266.3032>
- Timur, M. (2006). Balık Fizyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım, İstanbul. No:957, 191 s.
- Tokaç, A., Ünal, V., Tosunoğlu, Z., Akyol, O., Özbilgin, H., & Gökçe, G. (2010). Ege Denizi Balıkçılığı. İMEAK Deniz Ticaret Odası, İzmir Şubesi Yayınları, İzmir, 390 s.
- TUİK (2021). Su Ürünleri İstatistikleri (<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2021-45745>) (Son erişim tarihi:15/09/2022).
- Zorica, B., Čikeš Keč, V., Vidjak, O., Mladineo, I., & Ezgeta Balić, D. (2016). Feeding habits and helminth parasites of sardine (*S. pilchardus*) and anchovy (*E. encrasicolus*) in the Adriatic Sea. *Mediterranean Marine Science*, 17(1), 216–229. <https://doi.org/10.12681/mms.1467>