



Türkiye'nin Eklem Bacaklı ve Yumuşakça Üretimini Tahmini

Hülya Eminçe Saygı¹ • Sefa Acarlı²

¹ Ege University, Faculty of Fisheries, Department of Aquaculture, 35100 İzmir, Türkiye, hulya.saygi@ege.edu.tr

² Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Aquaculture, 17020 Çanakkale, Türkiye, sefaacarli@comu.edu.tr

✉ Corresponding Author: hulya.saygi@ege.edu.tr

Please cite this paper as follows:

Eminçe Saygı, H., & Acarlı, S. (2024). Türkiye'nin Eklem Bacaklı ve Yumuşakça Üretimini Tahmini. *Acta Natura et Scientia*, 5(2), 168-179.
<https://doi.org/10.61326/actanatsci.v5i2.283>

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi

Geliş: 14.08.2024

Düzeltilme: 24.12.2024

Kabul: 25.12.2024

Çevrimiçi Yayınlanma: 27.12.2024

Anahtar Kelimeler:

Kafadan bacaklı

Karıncadan bacaklı

Çift kabuklu

Üretim

ARIMA

Ö Z E T

Bu çalışmada Türkiye'nin eklem bacaklı ve yumuşakça üretiminin otoregresif bütünleşik hareketli ortalama (ARIMA) yöntemi ile geleceğe yönelik tahmin modeli geliştirilmiştir. Eklem bacaklı ve yumuşakça üretim miktarının tahmininde uygun modelin belirlenmesi için ARIMA modelinin seçiminde performans ölçüm kriterleri olarak kök ortalama kare hatası (RMSE), ortalama mutlak hata (MAE) ve ortalama mutlak yüzde hata (MAPE), Theil'in U değeri kullanılmıştır. Sonuç olarak bu seçim kriterlerinin seriyeye en iyi uyan modellerin toplam çift kabuklular üretimi için ARIMA (1,0,1) iken kafadan bacaklılar, karıncadan bacaklılar, toplam yumuşakça üretimi, toplam eklem bacaklı üretimi ve genel toplam (yumuşakça + eklem bacaklılar) üretimi için ise ARIMA (1,0,0) olduğu belirlenmiştir. ARIMA (1,0,0) modeli sonuçlarına göre 2030 yılında toplam yumuşakça ve eklem bacaklı üretimi için üretim miktarında azalış eğilimi öngörülmektedir. Kafadan bacaklı üretiminde ise artış eğilimi tahmin edilmektedir. Dolayısıyla, geleceğe yönelik yapılan modelleme çalışmalarında daha yüksek doğrulukta sonuçlar elde edilebilmesi adına seçilecek veri setinin daha odaklanmış şekilde seçilmesi yararlı olacaktır. İklim değişikliği, müsülaj, kaçak avcılığa bağlı olarak stok yönetimindeki düzensizlikler, istilacı türlerin girişi, hastalıklar, yasal düzenlemeler ve balıkçılık yönetimi politikaları gibi çeşitli faktörler bu türlerin üretim miktarı üzerinde doğrudan etkilidir. Bu nedenle, yumuşakça ve eklem bacaklı türlerinin üretiminin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için uygun politikalar planlanmalıdır. Sonraki çalışmalarda balıkçılık yöneticileri ve karar vericiler için gelecekteki üretim miktarlarının tahmin edilmesinde üretimi tetikleyen bu faktörlerin de dikkate alınması yapılacak tahminlerin doğruluğunu artıracaktır.

Estimation of Crustacea and Mollusca Production in Türkiye

ARTICLE INFO

Article History

Article History

Received: 14.08.2024

Revised: 24.12.2024

Accepted: 25.12.2024

Available online: 27.12.2024

Keywords:

Cephalopod

Gastropod

Bivalve

Production

ARIMA

A B S T R A C T

This study developed future prediction models for Crustacea and Mollusca production in Türkiye using the autoregressive integrated moving average (ARIMA) method. Root mean square error (RMSE), mean absolute error (MAE), mean absolute percentage error (MAPE), and Theil's U value were used as performance measurement criteria in the selection of ARIMA model to determine the appropriate model for the estimation of crustacean and mollusc production. The results revealed that the best-fit model was ARIMA (1,0,1) for total bivalve production, while ARIMA (1,0,0) was best for cephalopods, gastropods, total mollusc production, total crustacean production and total (Mollusca + Crustacea) production. ARIMA (1,0,0) model predicted a decreasing trend for the total crustacean and mollusc production in 2030. On the other hand, an increasing trend was predicted for cephalopod production. Therefore, it would be useful to select a more focused data set to obtain higher accuracy results in future modelling studies. Various factors such as climate change, mucilage, irregularities in stock management due to illegal hunting, the introduction of invasive species, diseases, legal regulations and fisheries management policies have a direct effect on the production amount of these species. Therefore, appropriate policies should be planned to ensure the sustainability of mollusc and crustacean production. In future studies, considering these factors that affect production when estimating future amounts for fishery managers and decision-makers will increase the accuracy of the estimates.

GİRİŞ

Mevcut gıda kaynaklarının etkin ve verimli kullanımı dünyada nüfusun artmasından dolayı gitgide zorunlu hale gelmektedir. Bu bağlamda deniz ve iç sular ekosistemi gıda üretimi için en önemli kaynaklardan biri olarak kabul görmektedir. Aynı zamanda sağlıklı yaşam ve sağlıklı yaşlanma kavramları da tanımlanmış ve bu tanımlama içerisinde kaliteli beslenmenin önemi özellikle vurgulanmıştır. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, obezite ve kalp hastalıklarıyla mücadelede yosunlar da dahil olmak üzere su ürünleri tüketiminin, işlenmiş kırmızı et ürünleri ve hazır gıda tüketimine karşı daha sağlıklı bir gıda alternatifi olarak ortaya çıkmış ve tercih edilir hale gelmiştir (Trondsen vd., 2004; Ahern vd., 2021; Ralston vd., 2024).

Dünyadaki su ürünleri üretimi içerisinde oldukça önemli bir paya sahip olan yumuşakça (Mollusca) ve eklem bacaklı (Crustacea) türlerinin avcılık üretimi

toplam 12,4 milyon tondur. Bu üretimin içinde yumuşakça üretimi 6,4 milyon ton ve eklem bacaklı üretimi ise 6 milyon tondur. Yetiştiricilik üretim miktarı 31,7 milyon tondur. Bu üretimin içinde yumuşakça üretimi 18,9 milyon ton ve eklem bacaklı üretimi ise 12,8 milyon tondur. Türkiye'de ise yumuşakça ve eklem bacaklı avcılık üretimi toplamı 48 bin tondur. Bu üretimin içinde yumuşakça üretimi yaklaşık 43 bin ton iken, 5 bin ton eklem bacaklı üretimidir (FAO, 2021). Türkiye'deki yetiştiricilik üretimi 5,5 bin ton iken üretimin %99'unu yumuşakça grubu oluşturmaktadır (FAO FishStat, 2024).

Dünyadaki toplam (avcılık ve yetiştiricilik) su ürünleri üretimi yıllar içerisinde dalgalanmalar göstermiş olmakla birlikte tarihsel süreçte genel olarak artış eğilimi göstermiştir (FAO FishStat, 2024). Literatürde Türkiye'deki su ürünleri üretim miktarının mevcut durumu ve geleceğe yönelik projeksiyonlarının oluşturulmasına yönelik sınırlı sayıdaki çalışmada farklı yöntemler kullanılarak artış

ve azalış eğilimleri tahmin edildiği rapor edilmiştir (Candemir & Dağtekin, 2020; Arısoy vd., 2021). Ancak, bu çalışmalar balık türleri üzerine odaklanmış yumuşakça ve eklem bacaklı üretimi üzerine çok sınırlı sayıdadır (Kale, 2020; Kale & Berber, 2020; Kale vd., 2021; Mazlum vd., 2024). Dolayısıyla, bu çalışmanın amacı Türkiye'deki eklem bacaklı ve yumuşakça üretiminin geleceğe yönelik projeksiyonunun oluşturulmasıdır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma kapsamında Türkiye'de 1985-2021 yılları arasında gerçekleşen toplam eklem bacaklı (Crustacea) ve yumuşakça (Mollusca) (çift kabuklular (Bivalvia), kafadan bacaklılar (Cephalapod), karından bacaklılar (Gastropod)) üretimi verileri Türkiye İstatistik Kurumundan temin edilmiştir (TÜİK, 2024). Birleşmiş Milletler tarafından sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada 2030 yılı hedef alınması (FAO, 2024) nedeniyle bu çalışmada Türkiye'de gerçekleşen yumuşakça ve eklem bacaklı üretimine yönelik projeksiyonlar da 2030 yılı için oluşturulmuştur.

Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ($n>30$) ile değerlendirilmiştir. Eklem bacaklı ve yumuşakça üretim miktarının normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. ARIMA modelinde normal dağılım şartı aranmamakla birlikte modelin kalitesini artırmak için kalıntıların normal dağılıma sahip olması beklenmektedir. Bu nedenle, modelin kalitesinin artırılması için logaritmik dönüşüm uygulanmıştır.

ARIMA modeli geleceğe ilişkin istatistiksel tahmin yapılabilen otoregresif süreçlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. ARIMA, elde edilen zaman serisi verisinin kendi geçmiş değerleri ve olasılıksal hata terimi ile doğru tahminler yapabilen bir modelidir. Zaman serisi analizi için Box & Jenkins (1976) tarafından önerilen ARIMA (otoregresif bütünlük hareketli ortalama) yöntemi kullanılmıştır. ARIMA (p, d, q) modelinde AR (p) otoregresif terimleri, I (d) farkları, MA (q) hareketli ortalamaları ifade etmektedir. Otoregresif modeller serideki önceki değerlerin doğrusal bir fonksiyonu olduğunu varsaymaktadır. ARIMA (p, d, q) modeli Denklem 1'de verilmiştir.

$$X_t = c + \Phi_1 X_{t-1} + \dots + \Phi_p X_{t-p} + \theta_1 e_{t-1} + \theta_q e_{t-q} + e_t \quad (1)$$

Burada, X_t t zamanında tanımlanacak değişkeni, e_t t zamanındaki hatayı, θ q parametresi başına düşen katsayımı, Φ p parametresi başına düşen katsayımı ve c sabiti ifade etmektedir. Analizlerin gerçekleştirilmesinde Microsoft Excel kullanılmıştır.

Otokorelasyon fonksiyonu (ACF) ve kısmi otokorelasyon fonksiyonu (PACF) analizleri yardımıyla durağanlıkları incelenmiştir. Ayrıca, Dickey Fuller testi (ADF) birim kök sınaması ile serilerin durağanlığı test edilmiştir. Bu iki durağanlık testinden sonra durağan olmayan veri seti için fark alma yöntemi uygulanmıştır. ARIMA modelinin oluşturulması için eklem bacaklı ve yumuşakça üretim miktarının tahmininde uygun modelin belirlenmesi için seriyi en iyi açıklayan modeller belirlenmiştir (Tablo 1). Bunun için kök ortalama kare hatası (RMSE), mutlak ortalama hata (MAE) ve ortalama mutlak hata (MAPE) performans ölçüm kriterleri kullanılmıştır. Ayrıca, çözüm sonuçlarının gerçek değerleri ne derece yakaladığının testi için Theil'in U istatistiği kullanılmıştır.

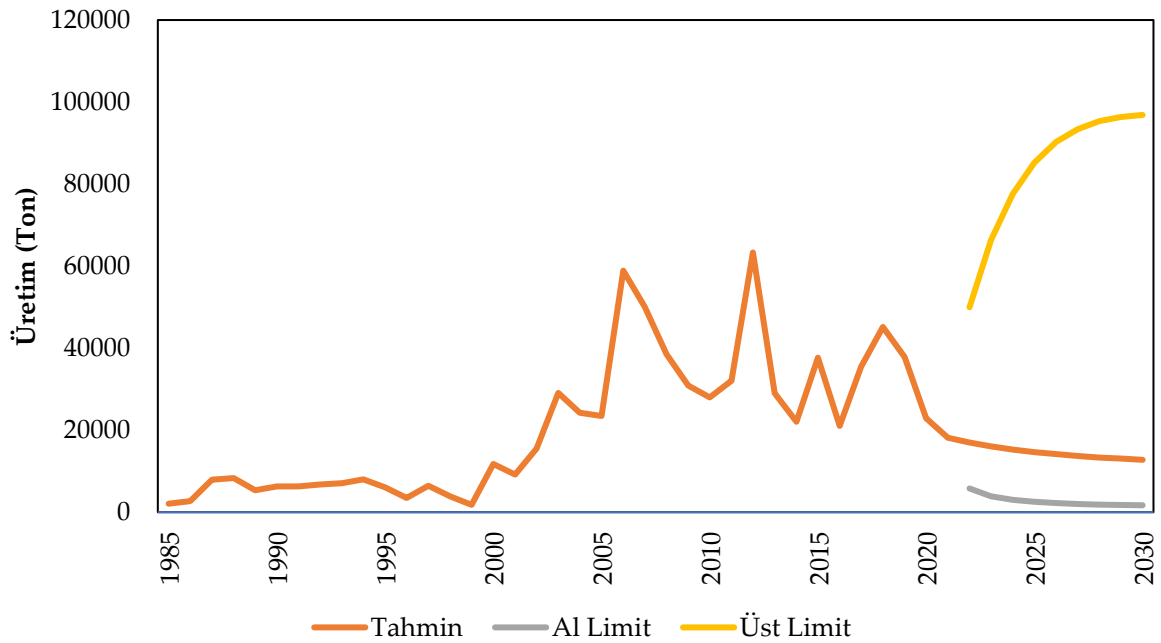
BULGULAR

Bu çalışmada eklem bacaklı ve yumuşakça üretimi için yapılan zaman serisi analizinde yumuşakça üretiminin en yüksek değere 2021 yılında ulaşırken, eklem bacaklı üretiminin 1989 yılında maksimuma ulaştığı görülmektedir. Oluşturulan modeller içerisinde yapılan karşılaştırma sonucunda çift kabuklular veri seti dışında tüm veriler için en uygun olan modelin ARIMA (1,0,0) modeli olduğu belirlenmiştir. Çift kabuklular için ise en uygun ARIMA modeli ise (1,0,1) olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

Yapılan trend analizi sonucunda kafadan bacaklılar üretiminde ve eklem bacaklılar toplam üretiminde artış olacağı tahmin edilmektedir. Buna karşın, diğer yumuşakça ve eklem bacaklılar için üretim miktarında azalış olacağı öngörülmektedir. Çalışmada kullanılan tüm veri seti için yumuşakçalar ve eklem bacaklılar üretimi bir bütün olarak değerlendirildiğinde geneldeki toplam üretimde de azalış olacağı tahmin edilmektedir (Şekil 1-8).

Table 1. ARIMA values, statistic parameters, prediction for 2030 for Crustacea and Mollusca production (SE: Standard error)**Tablo 1.** Eklem bacaklı ve yumuşakça üretimi için ARIMA değerleri, istatistik parametreleri, 2030 yılı tahmini (SE: Standart hata)

Tür	ARIMA Model	AR1 (SE)	MA1 (SE)	Sabit (SE)	RMSE	MAE	MAPE	U	2030 Tahmini	%95 Güven Sınırları	
										Alt Limit	Üst Limit
Çift kabuklular	(1,0,1)	0.635 (0.150)	0.990 (0.091)	0.069 (0.018)	11445.146	7337.677	39.309	0.43	↓ 12801	1692	96866
Kafadan bacaklılar	(1,0,0)	0.510 (0.145)		7.631 (0.158)	1972.257	915.869	33.458	0.57	↑ 2060	648	6544
Karıncadan bacaklılar	(1,0,0)	0.770 (0.118)		142.724 (24.423)	2706.735	2007.932	39.102	0.35	↓ 5395	267	17043
Yumuşakçalar (Toplam)	(1,0,0)	0.806 (0.108)		10.061 (0.268)	9221.314	5672.314	42.269	0.42	↓ 19599	3793	101271
Eklem bacaklılar (Toplam)	(1,0,0)	0.740 (0.112)		8.756 (0.216)	2916.666	1954.461	30.578	0.36	↑ 6288	2079	19015
Yumuşakçalar + Eklem bacaklılar (Genel Toplam)	(1,0,0)	0.806 (0.108)		10.061 (0.268)	10004.183	6594.793	28.020	0.35	↓ 27914	8588	90736

**Figure 1.** Predicting of Bivalvia production by using ARIMA (1,0,1) model**Şekil 1.** Çift kabuklu üretiminin ARIMA (1,0,1) modeliyle tahmini

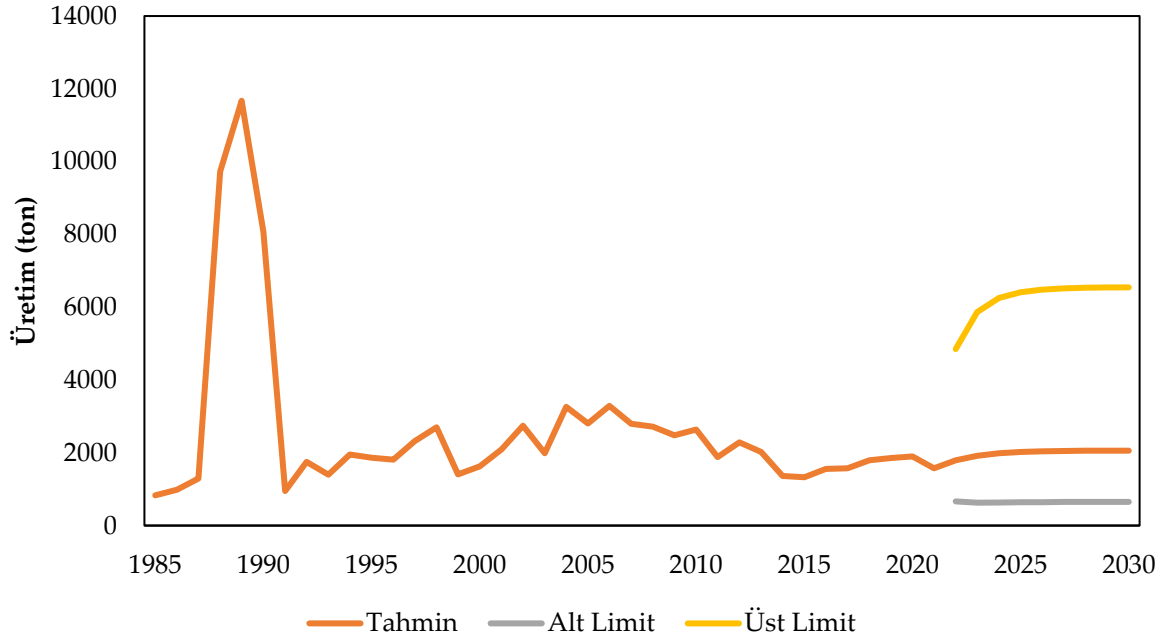


Figure 2. Predicting of Cephalopod production by using ARIMA (1,0,0) model

Şekil 2. Kafadanbacaklı üretiminin ARIMA (1,0,0) modeliyle tahmini

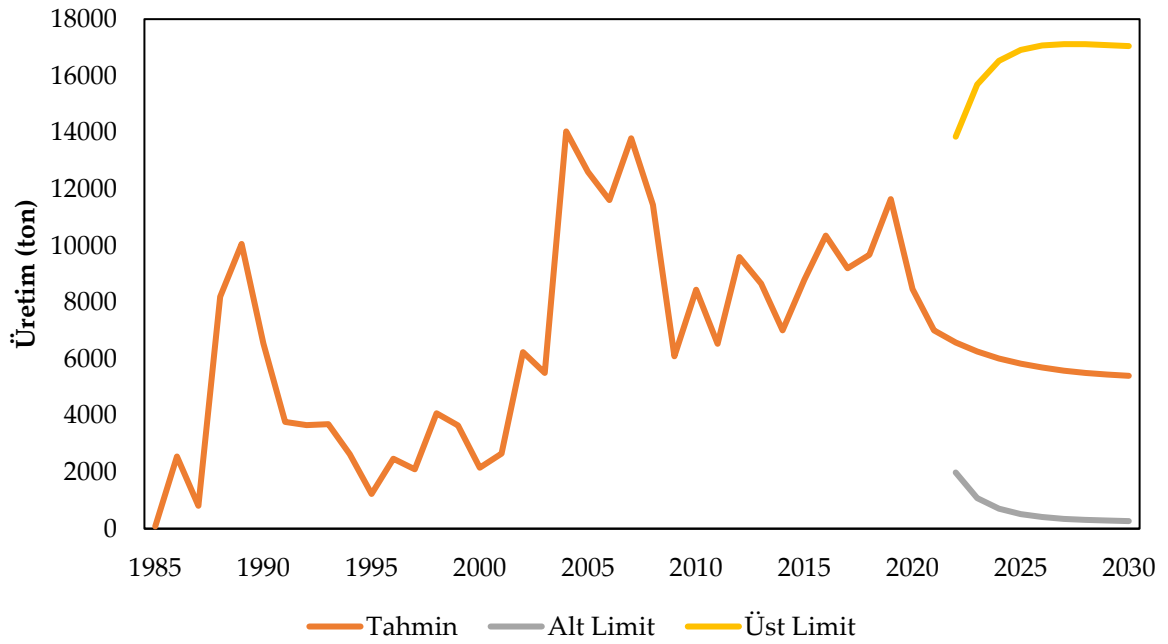


Figure 3. Predicting of Gastropod production by using ARIMA (1,0,0) model

Şekil 3. Karımdan bacaklı üretiminin ARIMA (1,0,0) modeliyle tahmini

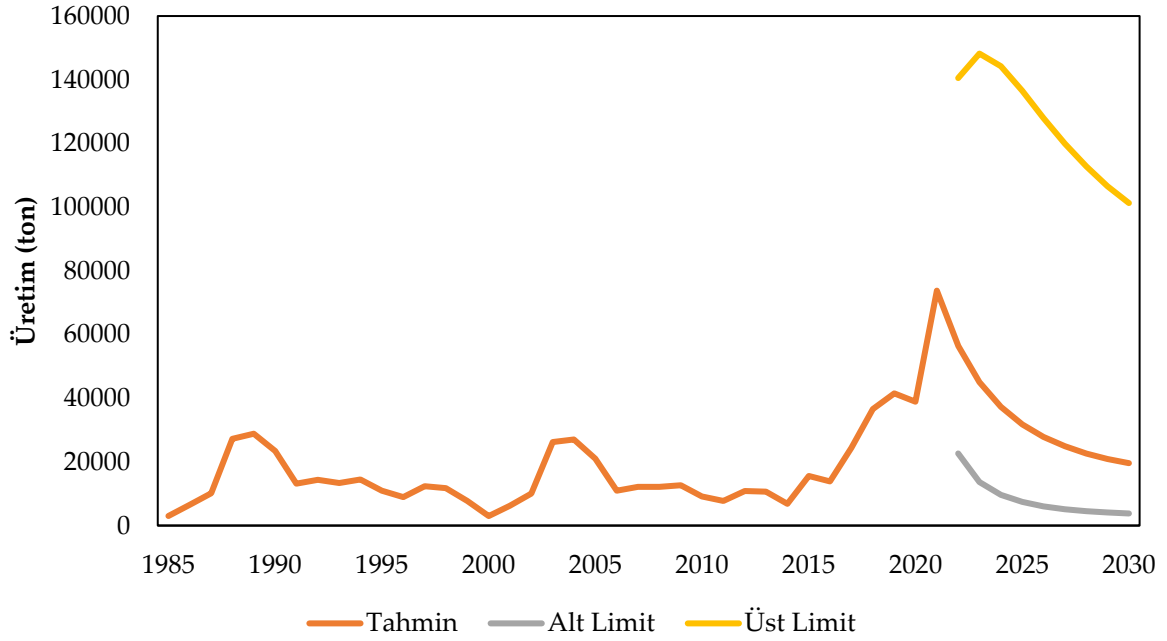


Figure 4. Predicting of total Mollusca production by using ARIMA (1,0,0) model

Şekil 4. Toplam yumuşakça üretiminin ARIMA (1,0,0) modeliyle tahmini

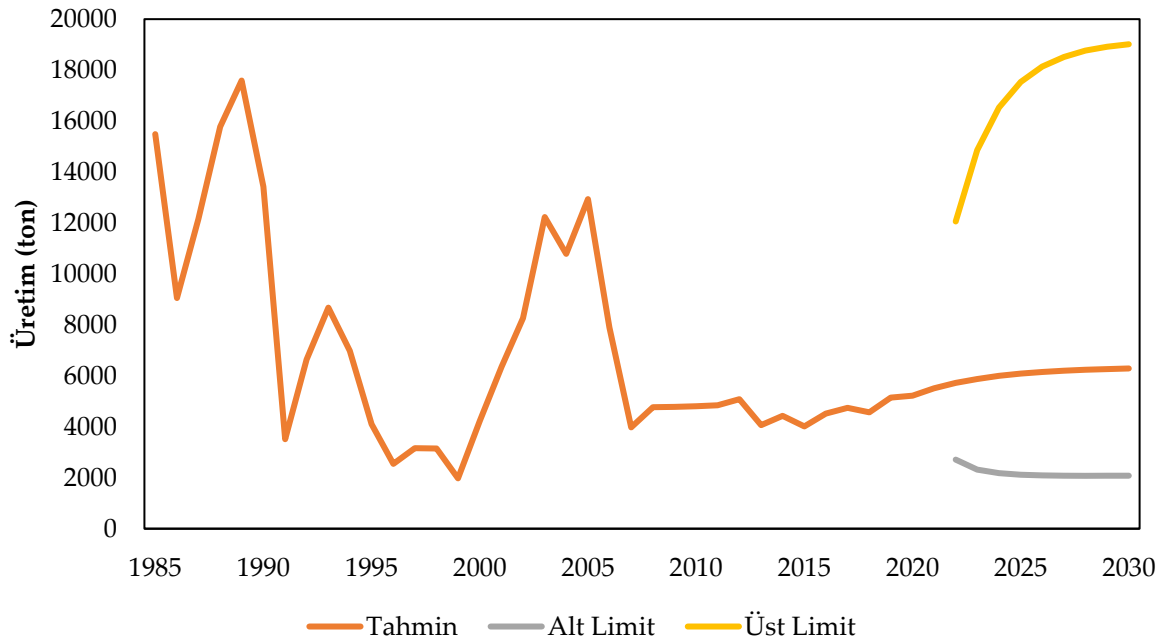


Figure 5. Predicting of total Crustacea production by using ARIMA (1,0,0) model

Şekil 5. Toplam eklem bacaklı üretiminin ARIMA (1,0,0) modeliyle tahmini

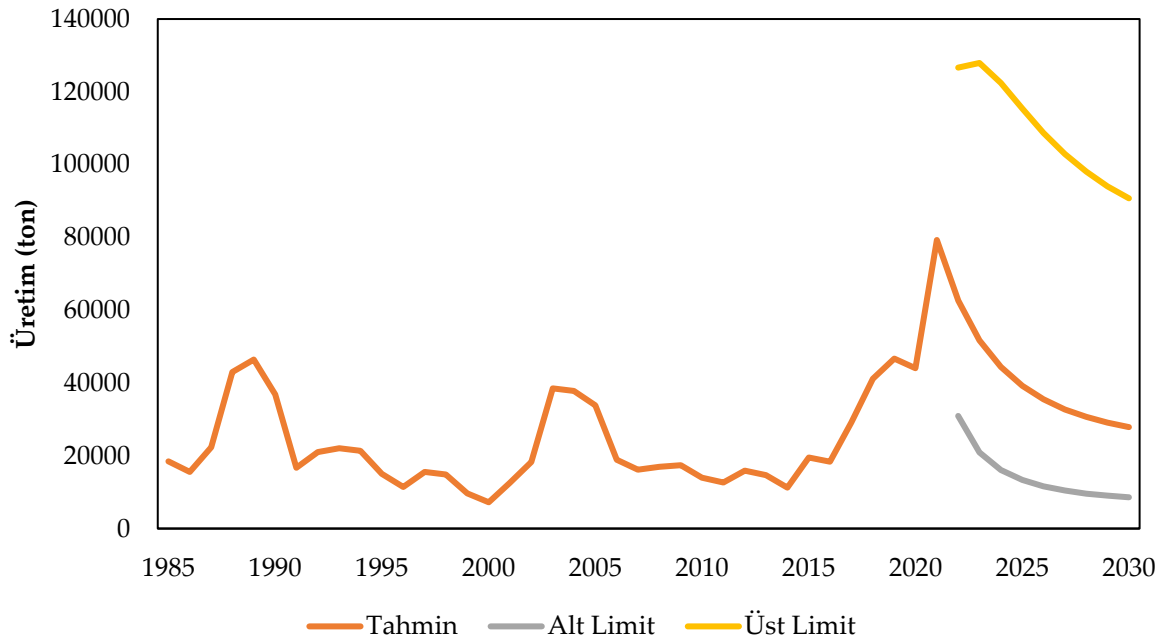


Figure 6. Predicting of Mollusca and Crustacea and production by using ARIMA (1,0,0) model

Şekil 6. Toplam yumuşakça ve toplam eklem bacaklı üretiminin ARIMA (1,0,0) modeliyle tahmini

TARTIŞMA

Eklem bacaklılar ve yumuşakçalar önemli bir hayvansal protein kaynağı olup modern kültür ve ticaretin, biyo-tıbbın ve ekonomik kalkınmanın, estetiğin, gastronominin, jeolojinin ve diğer birçok alanın önemli bir parçasıdır (Smaal vd., 2019; Chakraborty & Joy, 2020; Ranz, 2021). Besin içeriği ve ekonomik değerinden dolayı eklem bacaklılar ve yumuşakçalara olan talepteki artış stoklar üzerindeki av baskısının artmasına yol açmıştır (Teh vd., 2023; Ozan & Başer, 2024). Bununla birlikte, kirlilik, iklim değişikliği, habitatın ve ekosistemin bozulması da stoklar üzerindeki olumsuz etkilere neden olmaktadır (Teh vd., 2023; Ozan & Başer, 2024). Dolayısıyla, gıda ihtiyacının artması ve avlanabilir stokların sınırlı olmasının artan ihtiyacı karşılayamaması nedeniyle eklem bacaklıların ve yumuşakçaların hem avcılık hem de yetiştiricilik açısından sürdürülebilir üretiminin planlanması büyük önem taşımaktadır (FAO, 2020; Çöteli, 2022; Heimann & Delzeit, 2024).

Kale vd. (2021) yaptıkları trend analizi sonucunda *Ruditapes decussatus* türünün küresel ölçekte üretim miktarının hem avcılık hem de yetiştiricilik üretiminin azalış eğilimi gösterdiğini ve geleceğine yönelik

yapılan tahminler sonucunda da azalış eğiliminin devam edeceğinin öngörüldüğünü bildirmiştir. Kale & Berber (2020) Şen'in yenilikçi trend analizi ile ARIMA modellerinin sonuçlarının çalışma dönemi boyunca dalgalanmalar göstermesine rağmen kerevit (*Pontastacus leptodactylus*) üretiminin azalan bir eğilime sahip olduğunu bildirmiştir. ARIMA modellerinden alınan sonuçlara göre kerevit üretiminin gelecek dönemlerde de azalmaya devam edeceğinin tahmin edildiği belirtilmektedir. Başka bir çalışmada, Candemir & Dağtekin (2020) Türkiye'de su ürünleri avcılık ve yetiştiricilik üretimini ayrı ayrı analiz ederek yaptıkları geleceğe yönelik tahminlerde avcılık üretiminde azalmaların beklenmesine karşın yetiştiricilik üretim miktarında artış yaşanacağını öngördüğü rapor etmiştir. Kale (2020) Türkiye'deki deniz balıkçılığı üretimine yönelik yaptığı çalışmada farklı trend analizi yöntemlerini karşılaştırmış ve farklı ARIMA modellerinde balık türlerini içeren veri seti için azalış eğilimi öngörüldüğünü belirtmiştir. Öte yandan, balık dışındaki diğer türleri içeren veri seti için ise avcılık üretiminde artış olacağı tahmin edildiği ifade edilmiştir. Benzer farklılıklar mevcut çalışmada da gözlenmiş olup kafadan bacaklı üretiminde artış olacağı tahmin edilmesine karşın toplam üretimde

azalış olacağı öngörülmektedir. Bu tür gruplar arasındaki farklılıkların daha yüksek doğrulukta tahmin edilebilmesi adına ileriki çalışmalarda yapılacak tahmin ve modellemelerde genel toplam yerine belirlenen odak noktası üzerinden modellerin geliştirilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

FAO (2020), 2030 sonrası su ürünleri üretimine ilişkin yapılan tahmine göre avlanma oranı, mevcut haliyle devam ettiğinde avcılığın 2050 yılında kadar 98,3 milyon ton iken yetiştiricilik üretimi aynı şekilde devam ettiği düşünüldüğünde 140 milyon ton olurken, toplam üretim ise 238,3 milyon ton olacağı tahmin edilmektedir. Birinci senaryoda şartların aynı şekilde devam edeceği varsayıldığında, doğrudan insan tüketimi için kullanılmayan deniz balıkçılığının oranı 2031 yılı için toplam deniz balıkçılığının %21,3'ü olup, teknolojik gelişmeler devam ettikçe bundan sonra yıllık %0,05 düşecektir. İkinci senaryoda ise şartlar daha iyi hale getirildiğinde deniz ve iç su avcılığı, 2030 yılına kadar yılda sırasıyla %0,7 ve %0,55 oranında büyümektedir; ancak, iklim değişikliğinin etkilerine yönelik tahminleriyle tutarlı olarak, her ikisinin de verimi 2050'de %4,05'lik bir düşüşe maruz kalacağı vurgulanmıştır (Ahern vd., 2021). Costello vd. (2020) ekolojik, ekonomik, düzenleyici ve teknolojik kısıtlamalar göz önüne alındığında, mavi gıda tedariklerinin 2050 yılına kadar 21-44 milyon ton artabileceğini ve mevcut verimlerle karşılaştırıldığında %36-%74'lük bir artış temsil ettiğini belirtmiştir. Bu artışın 2050 yılına kadar 9,8 milyar insanı beslemek için gereken hayvansal kökenli protein miktarındaki tahmini artışın %12-%25'ini oluşturabileceği öngörülmektedir. Benzer şekilde, FAO (2022) tarafından hazırlanan raporda 2030 yılı için su ürünleri üretiminde %35 büyüme, %100 etkili balıkçılık yönetimi ve atıklarda %50 azalma gibi başarıları hedeflenmiştir. Gelişmiş teknolojiler ve azalan kayıp ve atıklarla birlikte, doğrudan insan tüketimi için kullanılmayan deniz balıkçılığının oranı 2020'de %21,3'ten 2050'de %19,35'e düşecektir. Üçüncü senaryoda ise şartlar mevcut durumdan daha kötüye giderse hem denizde hem de iç sularda balıkçılık 2040 yılına kadar yılda %0,25 üretim kaybı olacağı, 2050'de ise %0,5'e çıkacağı tahmin edilmiştir (Ahern vd., 2021). Bjørndal vd. (2024) ise dört senaryoya ilişkin 2030

projeksiyonlarına göre hem avcılık hem de yetiştiricilik üretimi için toplam üretim ele alındığında iyimser senaryoda 2030 yılında üretimin 226,9 milyon tona çıkması beklendiği rapor etmiştir. Bu da 2016 yılına göre yaklaşık üçte bir oranında artış anlamına gelmektedir. Öte yandan, iklim değişikliği etkilerinin de dikkate alındığı durumunda ise genel artış oldukça sınırlı kalmaktadır. Costello vd. (2016) çeşitli senaryolara göre yapılan tahminlerde sürdürülebilir su ürünleri üretiminin önemli ölçüde artma potansiyeline sahip olduğunu, kompozisyonda değişiklikler gözleneceğini ve gelecekteki protein ihtiyacının karşılanmasında büyük bir role sahip olabileceğini ifade etmiştir. Türkiye'de yumuşakça ve eklem bacaklıların üretimi açısından oldukça önemli bir potansiyele sahip olan Marmara Denizinde de son yıllarda iklim değişikliğinin etkileri belirgin olarak gözlemlendiği ve deniz suyu sıcaklığının son 20 yılda küresel normun çok üzerinde (2-2,5°C) arttığı rapor edilmiştir (Savun-Hekimoğlu & Gazioğlu, 2021). Bu durumun müsülaj gibi sorunların ortaya çıkmasında önemli bir etken olduğu (Danovaro vd., 2009) ve sucül türler üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir (Acarlı vd., 2021, 2023). Ayrıca yine iklim değişikliği çift kabukluların avcılık ve özellikle çift kabuklu su ürünleri yetiştiriciliğinin ve üretim miktarını doğrudan olumsuz bir şekilde etkilediği ifade edilmektedir (Lattos vd., 2022). Benzer şekilde, Marmara Denizinde 2024 yazında midye yetiştiricilik çiftliklerinde yoğun ölümlerin olduğu gözlenmiştir (Kişisel görüşme). Dolayısıyla, mevcut çalışmada geleceğe yönelik üretim miktarlarında öngörülen düşüş çevresel sorunların da tetikleyici etkileriyle öngörülenden daha yüksek hızda veya seviyede gerçekleşebilir.

Kuşat & Kuşat (2019) Türkiye'de su ürünleri yetiştiricilik üretiminde eklem bacaklı ve yumuşakçaların en zayıf ihracat performansına sahip olduğunu raporlamıştır. Benzer şekilde mevcut çalışmada da eklem bacaklı ve yumuşakçaların üretim miktarlarındaki yıllık değişimleri bu şekilde devam ederse Gastropod, Penaeidae, Bivalvia üretim miktarlarının 2030 yılında düşeceği tahmin edilmiştir. Üretimdeki bu düşüşün önlenmesi adına yasadışı ve aşırı avcılığın önüne geçilmesi için gerekli tedbirlerin alınması oldukça önemlidir. Ancak yine de literatürde

dünyadaki avcılık yoluyla elde edilen üretim miktarında çok önemli bir artış görülmediği ve bu artışın sürdürülebilir avcılık üretimiyle 100 milyon tonu geçmeyeceği ifade edilmektedir (Çakmak vd., 2011; Gün & Kızak, 2019). Bununla birlikte, yetiştiricilik üretiminin artması toplam su ürünleri üretiminde de artış eğilimi gözlenmesine imkan sağlayacaktır. Dolayısıyla, mevcut çalışmada gözlenen düşüş eğilimi stokların sürdürülebilir avcılığının sağlanarak yetiştiricilik üretiminin de artırılması yoluyla önenebilir. Öte yandan, bu çalışmada oluşturulan tahmin modelleri Cephalopod ve Crustacea üretim miktarlarının 2030 yılında artacağını öngörmektedir. Kumlu vd. (2021) 2019-2020 yıllarında iki adet karides üretim tesisinde üretimleri başarıyla gerçekleştirildiğini ve yaygınlaşacağını bildirmiştir. Destekler şekilde, Kobayashi vd. (2015) yumuşakçaların üretim miktarı açısından baskın türler olmaya devam edeceği ve karidese olan talebin çok daha yüksek olmasının beklendiği belirtilmektedir. Bununla birlikte, özellikle son yıllarda Akdeniz midyesinin yetiştiricilik yoluyla üretiminde de bir artış gözlenmektedir (Yıldız vd., 2023; Kuyumcu & Acarlı, 2023). Kuyumcu (2023) Türkiye’de yetiştiricilik belgesine sahip olan toplam 47 adet Akdeniz midyesi üretim tesisi olduğunu ancak tesislerin bir kısmının kurulum aşamasında olması nedeniyle tam kapasite üretim yapılmadığını tespit etmiştir. Bu işletmeler tam kapasitede üretim yaptıklarında 44723 tonluk bir üretime ulaşacakları ifade edilmiştir. Dolayısıyla, bu üretim miktarına ulaşılması mevcut çalışmada 2030 yılı için tahmin edilen düşüşün gerçekleşmesini de engelleyebilecektir.

SONUÇ

Bu çalışmada yumuşakça ve eklem bacaklı üretimi geniş bir perspektiften değerlendirildiğinde ARIMA modeliyle yapılan trend analizi sonuçlarına göre 2030 yılında toplam üretim miktarında azalış eğilimi öngörülmektedir. Öte yandan, kafadan bacaklı üretiminde ise artış eğilimi tahmin edilmektedir. Dolayısıyla, geleceğe yönelik yapılan modelleme çalışmalarında daha yüksek doğrulukta sonuçlar elde edilebilmesi adına seçilecek veri setinin daha odaklanmış şekilde seçilmesi yararlı olacaktır.

Türkiye’deki yetiştiricilik üretiminde gözlenen genel artış eğilimi ile avcılık üretiminde gözlenen genel azalış (veya durağanlık) eğiliminin birlikte değerlendirilmesi toplam üretimin modellenmesinde öngörülerin gerçekleşmesi ihtimalini etkileyebilir. Bu nedenle, avcılık üretimi ile yetiştiricilik üretiminin ayrı değerlendirilmesi tahminlerin hata payının azalmasına katkı sağlayacaktır. Sonraki çalışmalarda balıkçılık yöneticileri ve karar vericiler için gelecekteki üretim miktarlarının tahmin edilmesinde çevresel faktörler gibi üretimi tetikleyen diğer faktörlerin de dikkate alınması yapılacak tahminlerin doğruluğunu artıracaktır.

Etik Standartlara Uygunluk

Yazarların Katkısı

HES: Kavramsallaştırma, Araştırma, Metodoloji, Veri kütürlüğü, Denetim, Yazma – orijinal taslak hazırlama, Yazma – gözden geçirme ve düzenleme

SA: Kavramsallaştırma, Yazma – orijinal taslak hazırlama, Yazma – gözden geçirme ve düzenleme

Tüm yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

Etik Onay

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

Finansal Destek

Yazarlar bu çalışma için herhangi bir finansal destek almadıklarını bildirmektedir.

Veri Kullanılabilirliği

Veri setleri ile ilgili sorular için sorumlu yazar ile iletişime geçilmelidir.

KAYNAKLAR

- Acarlı, S., Acarlı, D., & Kale, S. (2023). Çanakkale Boğazı'nda kritik düzeyde tehlike altında olan *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) popülasyonunun son durumu. U. Özekinci, E. Ş. Çelik & Y. Şen (Eds.) *Çanakkale'de Su Ürünleri, Balıkçılık ve Denizcilik* (ss. 301-315). Nobel Bilimsel Eserler.
- Acarlı, D., Acarlı, S., & Kale, S. (2021). The effects of mucilage event on the population of critically endangered *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) in Ocaklar Bay (Marmara Sea, Turkey). *Acta Natura et Scientia*, 2(2), 148-158. <https://doi.org/10.29329/actanatsci.2021.350.09>
- Ahern, M., Thilsted, S., Oenema, S., & Kühnhold, H. (2021). *The role of aquatic foods in sustainable healthy diets*. UN Nutrition Discussion Paper.
- Arısoy, H., Bayramoğlu, Z., Ağızan, K., & Ağızan, S. (2021). Global growth trend in fisheries and current situation in Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38(4), 499-505. <https://doi.org/10.12714/egejfas.38.4.11>
- Bjørndal, T., Dey, M., & Tusvik, A. (2024). Economic analysis of the contributions of aquaculture to future food security. *Aquaculture*, 578, 740071. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740071>
- Box, G.E.P., & Jenkins, G.M. (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Holden-Day.
- Candemir, S., & Dağtekin, M. (2020). Türkiye su ürünleri üretimi ve yeterlilik endekslerinin tahmini. *Acta Aquatica Turcica*, 16(3), 409-415. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.700858>
- Chakraborty, K., & Joy, M. (2020). High-value compounds from the molluscs of marine and estuarine ecosystems as prospective functional food ingredients: An overview. *Food Research International*, 137, 109637. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109637>
- Costello, C., Cao, L., Gelcich, S., Cisneros-Mata, M. Á., Free, C. M., Froehlich, H. E., Golden, C. D., Ishimura, G., Maider, J., Macadam-Somer, I., Mangin, T., Melnychuk, M. C., Miyahara, M., de Moor, C. L., Naylor, R., Nøstbakken, L., Ojea, E., O'Reilly, E., Parma, A. M., ... Lubchenco, J. (2020). The future of food from the sea. *Nature* 588, 95–100. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2616-y>
- Costello, C., Ovando, D., Clavelle, T., Strauss, C. K., Hilborn, R., Melnychuk, M. C., Branch, T. A., Gaines, S. D., Szuwalski, C. S., Cabral, R. B., Rader, D. N., & Leland, A. (2016). Global fishery prospects under contrasting management regimes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(18), 5125-5129. <https://doi.org/10.1073/pnas.1520420113>
- Çakmak, E., Aksungur, N., Firidin, Ş., Aksungur, M., Çavdar, Y., Kurtoğlu, İ. Z., Başçınar, N. S., Akbulut, B., Savaş, H., Üstündağ, E., Alkan, A., Ergün, H., Ertekin, A., Zengin, B., Serdar, S., Fidan, D., & Özkan, B. (2011). *Karadeniz Alabalığı (Salmo trutta labrax Pallas, 1811)'nın özel sektöre kazandırılması*. Proje Sonuç Raporu. TAGEM/HAYSÜD/2006/09/03/02.
- Çöteli, F. T. (2022). *Ürün Raporu Su Ürünleri 2022*. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) Yayın No: 355.
- Danovaro, R., Fonda Umani, S., & Pusceddu, A. (2009). Climate change and the potential spreading of marine mucilage and microbial pathogens in the Mediterranean Sea. *PLoS ONE*, 4(9), e7006. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007006>
- FAO FishStat. (2024). *FAO Fisheries and Aquaculture Global Statistical Collections*. The Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Retrieved on June 30, 2024, from <https://www.fao.org/fishery/en/fishstat>
- FAO, (2024). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2024*. The Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Retrieved on June 30, 2024, from <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/2be6c2fa-07b1-429d-91c5-80d3d1af46a6/content>
- FAO. (2021). *FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2019*. The Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Retrieved on June 30, 2024, from <https://doi.org/10.4060/cb7874t>

- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation*. The Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Retrieved on June 30, 2024, from <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. The Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Retrieved on June 30, 2024, from <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Gün, A., & Kızak, V. (2019). Dünyada ve Türkiye’de su ürünleri üretiminde istatistikî durum. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 5(2), 25-36.
- Heimann, T., & Delzeit, R. (2024). Land for fish: Quantifying the connection between the aquaculture sector and agricultural markets. *Ecological Economics*, 217, 108090. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.108090>
- Kale, S. (2020). Trend analysis and future forecasting of marine capture fisheries production of Turkey. *Research in Marine Sciences*, 5(4), 773-794.
- Kale, S., & Berber, S. (2020). Trend analysis and comparison of forecast models for production of Turkish crayfish (*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) in Turkey. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 30(Additional issue), 973-988. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.761275>
- Kale, S., Acarlı, S., Vural, P., & Acarlı, D. (2021). Trend analysis for the global fishery and aquaculture production of the grooved carpet shell *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Bivalvia). *Proceedings of the III. Balkan Agricultural Congress, Türkiye*. pp.46.
- Kobayashi, M., Msangi, S., Batka, M., Vannuccini, S., Dey, M. M., & Anderson, J. L. (2015). Fish to 2030: The role and opportunity for aquaculture. *Aquaculture Economics & Management*, 19(3), 282-300. <https://doi.org/10.1080/13657305.2015.994240>
- Kumlu, M., Sarıipek, M., & Beksarı, A. (2021). *Karides Biyolojisi ve Yetiştirme Teknikleri*. <https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Belgeler/Icerikler/Su%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi/KARI%CC%87DES%20BI%CC%87YOLOJI%CC%87SI%CC%87%20VE%20YETI%CC%87S%CC%A7TI%CC%87RME%20TEKNI%CC%87KLERI%CC%87.pdf> (Erişim Tarihi: 30.06.2024)
- Kuşat, M., & Kuşat, N. (2019). Su ürünleri sektörü rekabet gücü analizi: Türkiye ve 5 lider ülke örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 15(1), 43-54.
- Kuyumcu, N. S. (2024). *Türkiye’deki Akdeniz midyesi (Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819) yetiştiriciliğinin mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri* [Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi].
- Kuyumcu, N. S., & Acarlı, S. (2023). Türkiye’deki Akdeniz midyesi (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) yetiştiricilik sektörünün mevcut durumu. *Proceedings of the 6th International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences, Türkiye*. pp. 285.
- Lattos, A., Papadopoulos, D. K., Feidantsis, K., Karagiannis, D., Giantsis, I. A., & Michaelidis, B. (2022). Are marine heatwaves responsible for mortalities of farmed *Mytilus galloprovincialis*? A pathophysiological analysis of *Marteilia* infected mussels from Thermaikos Gulf, Greece. *Animals*, 12(20), 2805. <https://doi.org/10.3390/ani12202805>
- Mazlum, Y., Demirci, A., Şimşek, E., & Demirci S. (2024). An assessment on harvest, exports and marketing income relationships of freshwater crayfish in Türkiye. *Momona Ethiopian Journal of Science*, In press.
- Ozan, S., & Başer, U. (2024). Sürdürülebilir balıkçılık mümkün mü? *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 12(1), 109-115. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v12i1.109-115.6186>

- Ralston, N. V., Raymond, L. J., Gilman, C. L., Soon, R., Seale, L. A., & Berry, M. J. (2024). Maternal seafood consumption is associated with improved selenium status: Implications for child health. *Neurotoxicology*, 101, 26-35. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2024.01.003>
- Ranz, R. E. R. (Ed.). (2021). *Arthropods - Are They Beneficial for Mankind?* IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.77940>
- Savun-Hekimoğlu, B., & Gazioğlu, C. (2021). Mucilage problem in the semi-enclosed seas: recent outbreak in the Sea of Marmara. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 8(4), 402-413. <https://doi.org/10.30897/ijegeo.955739>
- Smaal, A. C., Ferreira, J. G., Grant, J., Petersen, J. K., & Strand, Ø. (2019). *Goods and services of marine bivalves*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-96776-9>
- Teh, L., Teh, L. C. L., & Sumaila, U. R. (2023). *Global fisheries: Livelihood impact of overfishing: Technical report: November 30, 2022*. The University of British Columbia (UBC) Faculty Research and Publications Fisheries Centre Research Report 31(2). <https://doi.org/10.14288/1.0433133>
- Trondsen, T., Braaten, T., Lund, E., & Eggen, A. E. (2004). Health and seafood consumption patterns among women aged 45–69 years. A Norwegian seafood consumption study. *Food Quality and Preference*, 15(2), 117-128. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(03\)00038-7](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(03)00038-7)
- TÜİK, (2024). *Su Ürünleri İstatistikleri*. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 09.08.2024)
- Yıldız, H., Acarlı, S., Doyuk, S. A., Kuyumcu, N. S., & Vural, P. (2023). Çanakkale’de Akdeniz Midyesi (*Mytilus galloprovincialis* Lamark, 1819) Yetiştiriciliği’nin Dünü, Bugünü ve Yarını. U. Özekinci, E. Ş. Çelik & Y. Şen (Eds.) *Çanakkale’de Su Ürünleri, Balıkçılık ve Denizcilik* (ss. 273-290). Nobel Bilimsel Eserler.