



Dip trol balıkçılığında Norveç istakozunun (*Nephrops norvegicus*) morfolojik özellikleri kullanılarak seçiciliğinin tahminine ilişkin bir ön çalışma

¹Celalettin Aydın^{1, 2, 3*}, ¹Adnan Tokaç¹, ¹Gamze Akpınar^{2, 3}

*Corresponding author: caydina@gmail.com

Received: 02.03.2022

Accepted: 30.03.2022

Affiliations

¹Ege University, Faculty of Fisheries, 35100, Bornova, İzmir, TURKEY

²Ege University, Urla Maritime Vocational School, Urla, İzmir, TURKEY

³Ege University, Research and Application Center of Underwater, Urla, İzmir, TURKEY

Anahtar Kelimeler

Nephrops norvegicus
FISHSELECT
Seçicilik
Morfolojik özellik
Simülasyon

ÖZET

Bu çalışma, Norveç istakozunun (*Nephrops norvegicus*) morfolojik özelliklerinden yararlanılarak dip trol balıkçılığında kullanılan farklı torba ağ göz açıklıkları için elde edilebilecek olası L_{50} seçicilik parametresinin önceden tahmin edilebilmesine yönelik bir ön çalışmayı kapsamaktadır. Laboratuvarda yapılan morfolojik tespit çalışmaları ve sonrasında bilgisayar ortamında yapılan simülasyon olarak iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada populasyonu mümkün olduğunca temsil edebilecek en küçükten en büyüğe kadar farklı boy gruplarındaki (18-61 mm karapas boyu) 20 adet Norveç istakozu kullanılmıştır. Bireylerin karapas boyları ve ağırlıkları tespit edilmiş ve ağ göz kalıplarından kaçma/geçme olasılıkları test edilmiştir. Daha sonra veriler FISHSELECT'e aktarılmış ve simülasyon başlatılmış, türe ait L_{50} değeri için ağ göz büyüklüğü ve açıklık derecesine karşı gelen izobar grafiği elde edilmiştir. FISHSELECT simülasyonu sonucunda Norveç istakozu için seçilen 3 farklı vücut kesiti için sırasıyla CS1 için ships (133,745; $R^2= 0,810$), CS2= 192,324; $R^2= 0,961$) ve CS3 (184,590; $R^2= 0,948$) için ise Flexelips 1 en uygun model olarak tespit edilmiştir.

A preliminary study on the estimation of selectivity of Norwegian lobster (*Nephrops norvegicus*) using morphological characteristics in bottom trawl fishing

ABSTRACT

This study includes a preliminary study to predict the possible L_{50} selectivity parameter, which can be obtained for different mesh sizes used in bottom trawl fisheries, by using the morphological features of the Norwegian lobster (*Nephrops norvegicus*). The study was carried out in two stages as morphologically based works in the laboratory and then simulation studies in the computer-based. In the study, 20 Norwegian lobsters in various sizes, from the smallest to the largest (18-61 mm carapace length), were used to represent the population as much as possible. In laboratory studies, the carapace lengths and weights of these individuals were measured and the probability of escaping/passing from the mesh templates was tested. The data transmission to FISHSELECT software and also simulation process were done and isobar figures showing the L_{50} values of Norway lobster against mesh sizes and mesh openness degrees were produced. As result of the FISHSELECT simulation, it was determines as the best model ships for 133.745; $R^2= 0.810$), CS2= 192.324; $R^2= 0.961$) ve CS3 (184.590; $R^2= 0.948$) As a result of FISHSELECT simulation, for 3 different body sections selected for Norway lobster, ship for CS1 and Flexellips 1 for CS2 and CS3 were determined as the most suitable models, respectively.

Keywords

Nephrops norvegicus
FISHSELECT
Selectivity
Morphology
Simulation

Cite this article as

Aydın, C., Tokaç, A. & Akpınar, G. (2022). A preliminary study on the estimation of selectivity of Norwegian lobster (*Nephrops norvegicus*) using morphological characteristics in bottom trawl fishing. *Marine and Life Sciences*, 4(1): 46-52 (in Turkish)

Giriş

Balıkçılık takımlarında ağ göz şekli ve genişliği ile ilgili düzenlemeler kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı için oldukça önemlidir. Stoktaki üreme olgunluğuna erişmemiş küçük bireylerin operasyon sırasında kaçmasının sağlanmasına dayanan bu olgu seçicilik olarak tanımlanmaktadır. Türkiye ve Dünyada uzun zamandır bilinen ve üzerinde çok çalışılan bir konudur. Günümüzde seçiciliğin tespiti için kullanılan temel yöntem, genellikle saha çalışmalarından veri elde etmek ve bu verilerin istatistiksel olarak değerlendirmektir. Güvenilir sonuçlar elde etmek ve çekimler arası varyasyonları azaltmak için çok sayıda deniz çalışması yapılması gerekmektedir. Bu durum verilerin elde edilme sürecini uzatmakta ve maliyetleri artırmaktadır (Tokaç ve ark., 2016).

Troller demersal türlerin avcılığında en etkin av aracıdır. Türkiye demersal balıkçılık üretiminin yaklaşık % 90'ı trol balıkçılığından elde edilmektedir (Tokaç, 2001). Diğer taraftan trollerde istenen boyutta avlanan türlerin yanısıra küçük, hedef dışı ya da istenmeyen türler sorunu güncelliğini korumaktadır. Seçicilik çalışmaları 1950'li yıllarda hedef türün seçiciliği üzerinde başlamıştır (Hall ve ark., 2000). Bu yıllardaki çalışmalarda doğal ve yapay malzemelerden yapılmış torbaların seçicilik özellikleri ayrıntılı şekilde ortaya konmuştur (Walsh ve ark., 2002; O'Neill ve Mutch, 2017; Lucchetti ve ark., 2021). Trol seçiciliği üzerine teorik tahmin modelleri ise 2000'li yılların ilk yarısında Kuzey Denizi dip trol balıkçılığında başlanmıştır (Herrmann 2005a; 2005b ve Herrmann ve ark., 2006). Daha sonraları Üç ülke (İskoçya Norveç ve Fransa) ortaklığında PRESEMO ve FISHSELECT modelleri geliştirilmiştir. Bu modellerden ilki olan PRESEMO torba seçiciliğinde fiziksel, biyolojik ve davranışsal mekanizmaların anlaşılmasına dayalı bir simülasyon programıdır (Herrmann ve ark., 2006; O'Neill ve Herrmann, 2007). Programın çalışabilmesi için trol ağı ve torbanın fiziksel özellikleri, çekim sırasında aldığı şekil, balıkların boy, genişlik vb. morfolojik özellikleri, türün popülasyon yapısı, davranış gibi verilerin eklenmesi gerekmektedir. Modellerden ikincisi; balıkların morfolojik özelliklerinden seçiciliğin tahmin edilmesine dayanan "FISHSELECT" yöntemidir (Herrmann ve ark., 2009). Programın temeli balık morfolojisi için ölçüm araçları, balıkların ağ gözlerinden geçip geçmediğinin tespitinde kullanılan ağ gözü şablonları, serbest geçişlerin testi ve verilerin değerlendirilmesinde sağlayan yazılımdır. PRESIMO'ya göre daha basit ve göreceli olarak daha kısa sürede sonuç vermesi en önemli avantajlarıdır. Herrmann ve ark. (2009) FISHSELECT metodunu geliştirmeye yönelik (*Gadus morhua*) ile çalışma yapmışlardır. Dört farklı ağ göz şekli (rombik, kare, dikdörtgen ve altıgen) ve on bir farklı ağ göz boyunda yaptıkları denemelerden elde edilen teorik seçicilik parametreleri, deniz çalışmasından elde edilen veriler ile karşılaştırılmış ve FISHSELECT model sonuçlarının doğruluğu ortaya konmuştur. Bu kapsamda yapılan diğer bazı çalışmalar; Herrmann ve ark. (2009) ile Frandsen ve ark. (2010) tarafından Kuzey Denizi Skagerrak-Kattegat'da Akdeniz de ise Tokaç ve ark. (2012); Tokaç ve ark. (2016); Tokaç ve ark. (2018) ve Kostak ve Tokaç (2018) tarafından yapılmıştır. Türkiye'de ilk defa FISHSELECT programını Tokaç

ve ark. (2012) tarafından barbunya (*Mullus barbatus*), isparoz (*Diplodus annularis*), izmarit (*Spicara smaris*), kırma mercan (*Pagellus erythrinus*) ve yabancı mercan (*Pagellus acerna*)'nin morfolojik özelliklerini de kullanılarak, 40 mm kare, 44 mm ve 50 mm baklava gözlü torbaların seçicilik parametreleri ile ağ göz büyüklüğü ve açıklık derecesine karşı çizilen izobar grafikleri ortaya koymuşlardır.

Norveç istakozu (*Nephrops norvegicus* Linnaeus, 1758) dip trol balıkçılığı av kompozisyonu içinde yüksek ticari öneme sahip önemli türlerden biridir. İzlanda'dan Faraa Adalarına, Mısırın Atlantik kıyısından batı ve merkez Akdeniz'e (Baltık denizi, Karadeniz, Marmara Denizi hariç) kadar 20-800 m'lerde çamurlu alanlarda yaşamını sürdürmektedir (FAO, 2014). Türün biyolojisi popülasyon özellikleri ortaya konmuş, farklı torbaların seçicilik özellikleri araştırılmıştır (Froglija ve Grimato, 1981; Sarda ve ark., 1993; Stergiou ve ark., 1997; Mytilineou ve ark., 1998; Sarda, 1998; Bahamon ve ark., 2006; Guijarro ve Massuti, 2006; Sala ve ark., 2008; Kaykaç ve ark., 2009; Tokaç ve ark., 2009). Frandsen ve ark. (2010) tarafından Norveç istakozunun morfolojik özellikleri baz alınarak optimum seçicilik değerini elde etmek için türün morfolojisi ile ağ göz açıklıklarının etkileşimi ortaya konulmuştur.

Bu çalışmada, Norveç istakozunun morfolojik özelliklerinden yararlanılarak dip trol balıkçılığında kullanılan farklı torba ağ göz açıklıkları için L_{50} değerlerinin önceden tahmin edilmesine yönelik bir ön çalışma niteliğindedir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada, popülasyonu mümkün olduğunca temsil edebilecek en küçükten en büyüğe kadar farklı boy gruplarındaki (18-61 mm karapask boyu) 20 adet Norveç istakozu laboratuvar çalışmaları kullanılmıştır. Frandsen ve ark. (2010) Norveç istakozu için ağ gözlerinden kaçış için en iyi temas şekli olarak 3 farklı şekli tanımlamışlardır. Şekil 1'de verilen bu temas şekilleri bu çalışmada baz alınmıştır. Bu temas şekilleri sırasıyla, CS1 (Kafanın en yüksek noktası), CS2 (Anal omurga) ve CS3 (Yüzgeçlerin hariç tutulduğu maksimum genişlik)'dür. CS1 ve CS2'deki konturlar FISHSELECT yazılımı tarafından otomatik olarak algılanırken CS3 için konturlar manuel olarak üretilmektedir. R^2 değerleri, türün gerçek kesiti ile yazılımdan elde edilen modelin birbiriyle olan yarıçap ve açı değerlerine göre hesaplanmaktadır. R^2 değeri en yüksek ve AIC (Akaike Information Criterion) değeri en düşük olan model simülasyon için en uygun modelini ifade etmektedir.

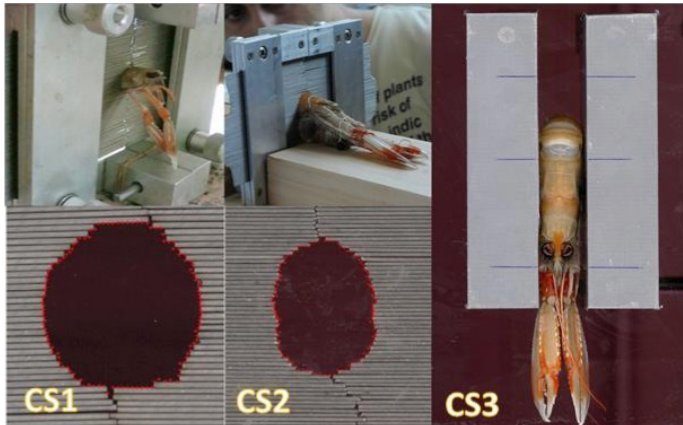
Bu temas şekillerinin farklı ağ gözü boyu ve şekillerinden geçip geçmediği laboratuvar çalışmalarında ağ şablonları kullanımı ile test edilmiştir. Farklı temas şekillerinin seçicilik sonuçları için çok fazla sayıda simülasyon yapılmıştır. Her bir simülasyon bireysel temas şekillerinin katılımı ile tesadüfi olarak çeşitlendirilmiştir. Simülasyon çıktıları örneklemekten elde edilen değerler esas alınarak sıralanmıştır. Yükseltgenme faktörlerinin kombinasyonu trol torbasındaki seçicilik yönteminin bir yansıması olarak kabul edilmiştir.

Çalışmada 20 bireyin ağ gözleri şablonları kullanarak ağ gözlerine

karşı gösterdiği kaçış durumları için serbest geçiş testleri (farklı büyüklük ve şekildeki toplam 478 adet ağ gözünden geçip geçmediğinin test edilmesi) ile yapılmıştır. Bu kapsamda her bir birey (N=20) için 3 farklı temas noktasından (CS1, CS2 ve CS3) toplam 28680 geçiş testi gerçekleştirilmiştir.

Karapas boyu, ağırlık ve morfometrik vücut ölçümleri laboratuvar çalışmaları esnasında kaydedilmiştir. Laboratuvar çalışmalarında yapılan işlemler Şekil 2'de özetlenmiştir. Norveç istakozu bireyleri üzerinde Frandsen ve ark. (2012) tarafından uygulanan toplam boy, karapas genişliği, karapas yüksekliği ve 2. karın segmentinin genişliği gibi ölçümler için, düz yataklı tarayıcı kullanılarak her bireyin üç farklı görüntüsü alınmıştır. Morfolojik ölçümlerine ait detaylar Şekil 3'te verilmiştir. Ağırlık ölçümleri 0,01 g hassasiyetli terazi ile alınmıştır.

Morfometrik vücut ölçüm işleminde mekanik morfometre cihazı kullanılmıştır (Şekil 4). Bu alet bireylerin vücut şekillerini belirlemektedir. Yuvarlak paslanmaz çelik çubukların her biri ayrı olarak hareket ettirilebilmektedir. Ölçümü yapılacak birey, önceden belirlenmiş vücut kesit noktasından tellere dik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Vücut çevresini belirlemek için sistemdeki çubuklar ölçülecek bireylerinin tek tek itilmektedir. Tarayıcı cihaz kullanarak şekil değerlendirilmek üzere bilgisayara aktarılmaktadır.



Şekil 1. Norveç istakozu için tanımlanan CS1, CS2 ve CS3'ün morfometre ve tarayıcı ile ölçümü.

Figure 1. Cross-section identification process using morphometry and scanner for a randomly selected Norwegian lobster

Tarayıcı ile taranan bireyler FISHSELECT yazılımı ile sayısallaştırılıp, simülasyon işlemi için gerçek ve sanal verilerin karşılaştırılmasında kullanılmaktadır. Morfometre cihazından elde edilen veri, balığın vücut şeklini ifade eden noktasal alanlara dönüştürülmektedir (Şekil 4).

Bulgular

Ölçümü yapılan 20 bireyin karapas boyları 25-65 mm aralığında olup, en fazla 35 mm boy grubunda yoğunlaşmıştır (Şekil 5). Norveç istakozu türü için 3 farklı (CS) vücut kesit şekli test edilen veriler Şekil 6'da ve belirlenen en iyi modeller ise Şekil 7'de sunulmuştur. Söz konusu 3 vücut kesit şekli (CS) belirlenmesinde vücudun en yüksek noktaları olan ve ağdan



Şekil 2. Norveç istakozu boy ölçümlerinin değerlendirilmesine ilişkin işlem aşamaları (a: Bireylerin boy sırasına göre dizilişi, b: çalışmada kullanılan örnekler, c; morfometrik ölçümlerin alınması d: morfometri aleti, e: verilerin bilgisayara işlenmesi, f-h: farklı büyüklükteki ağ gözü şablonlarından Norveç istakozunun geçip geçmediğinin tespiti (serbest geçiş), i: verilerin değerlendirilmesi)

Figure 2. Process steps for the Norwegian lobster length measurements (a: sequencing of individuals in order of length, b: samples used in the study, c; taking morphometer measurements d: morphometer device, e: data processing into computer, f-h: Fall through experiments (free pass), i: data analysi

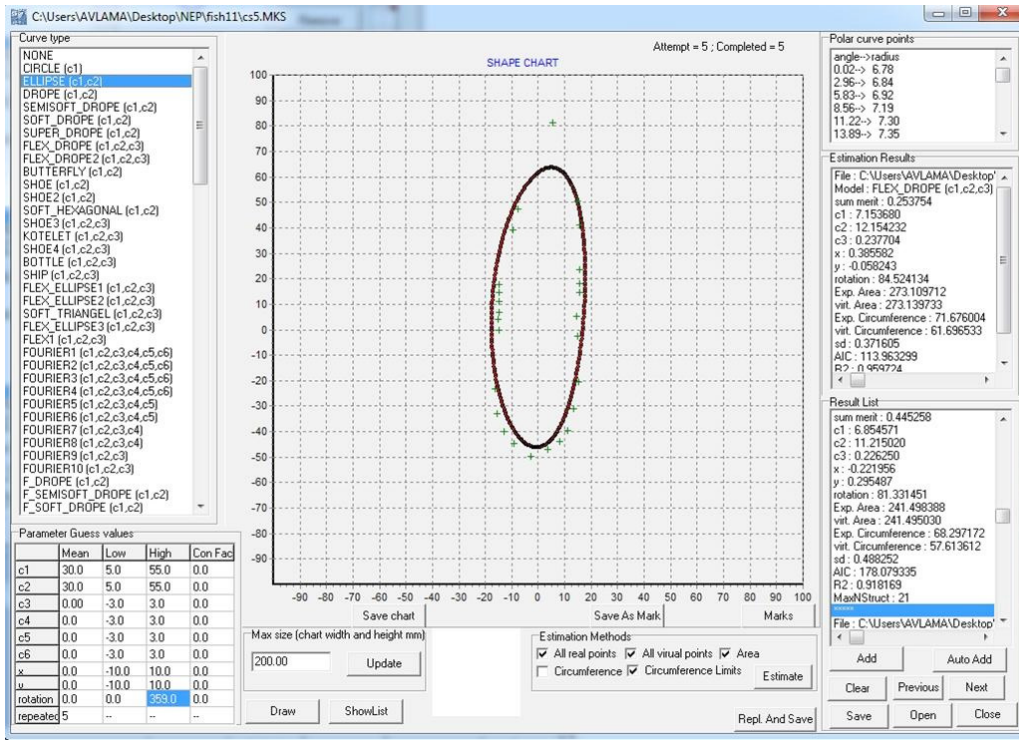
kaçışı belirleyen dorsal-ventral bölgeleri temel olarak dikkate alınmıştır.

FISHSELECT yazılımını kullanarak CS noktalarının boy ile ilişkisi tespit edilmiştir. Boy-vücut çevresi arasında büyüme tanımlanmıştır. Yapılan analiz sonucunda, 4 farklı model elde edilmiştir. Norveç istakozu türü üzerinde yapılan simülasyon çalışması sonucunda CS1 için 'Gemi', CS2 ve CS3 için 'Flekselips 1' en iyi model olarak bulunmuştur (Tablo 1).



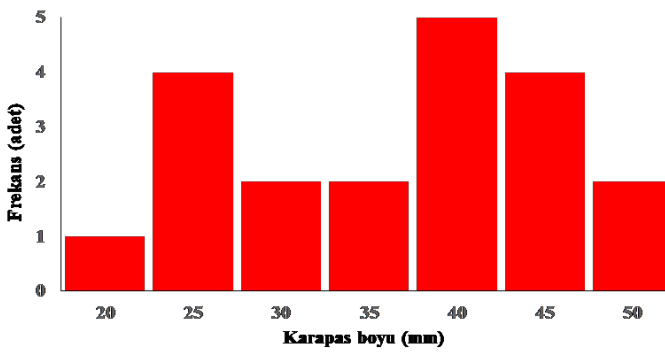
Şekil 3. Norveç istakozu bireylerinin mekanik morfometre ile istenilen bölgelerdeki vücut kesitleri şekillerinin belirlenmesi

Figure 3. Determining the cross sections of Norwegian lobster individuals by mechanical morphometer



Şekil 4. Norveç istakozunun scanner ile taratılmış vücut şekline (yeşil konturlar) uygun geometrik şeklin (kırmızı kontur) belirlenmesi için yapılan simülasyon çalışması

Figure 4. The simulation studies for the fitting of the cross-section and penetration model for Norway lobster



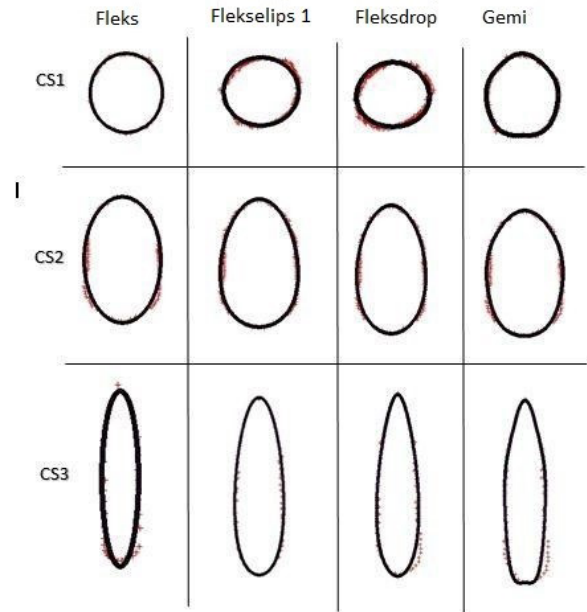
Şekil 5. Çalışmada kullanılan bireylerin karapas boyu (mm) dağılım grafiği
Figure 5. Carapace length distribution graph for the Norway lobster specimens used in the study

FISHSELECT ile seçicilik çalışmalarını popülasyon üzerinde değerlendirilirmiş gibi işlem yapmaktadır. Birey sayısı arttıkça simülasyon sonucundaki hata oranı azalması sebebiyle minimum ve maksimum boy sınıflarında 5000 adetlik bir sanal popülasyon tanımlanmıştır. Boy aralığının daha geniş sınırlara taşınması daha doğru sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır. Simülasyon aşamasında 5000 adet birey, sadece rombik ağ gözlerine ilişkin 357 ağ göz ve bir modelde simule edilmiştir. Yaklaşık üç ay süren simülasyonda 1 785 000 deneme yapılmıştır. Simülasyon sonucu yazılıma ait "Retention Data" sekmesi ile grafik ve sayısal şekilde L_{50} , SR değerleri elde edilmiştir. Ağ gözünün açılma oranı ve ağ göz boyu verileri "R" istatistik yazılımıyla değerlendirilmiş ve Norveç istakozuna ait seçicilik izobarı elde edilmiştir (Şekil 8).

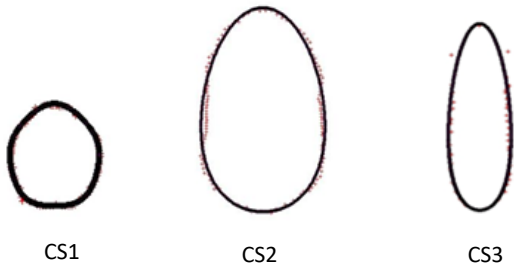
Tartışma ve Sonuç

Norveç istakozu çok fazla sayıda ekstremiteye sahip olduğu için trol torbalarında uygun boy seçiciliğini sağlamak genellikle çok zordur. Bu türün seçiciliği balıklarla karşılaştırıldığında

baklava gözlü ağlarda seçicilik eğrisinin eğiminin çok keskin olmadığı görülmektedir. Bu durum türün avcılığında yüksek miktarlarda iskartaya ve pazarlanabilir üründe kayba neden olmaktadır. Ayrıca trol ağının çekim hızı, Norveç istakozunun yüzme hızından daha yüksek olduğundan bu tür ile ağ gözleri arasındaki etkileşimin ve kaçış davranışının tesadüfi olarak gerçekleştiği kabul edilmektedir. Yapılan su altı gözlemleri Norveç istakozunun bu davranışını desteklemektedir ve



Şekil 6. Norveç istakozlarının sayısallaştırılan vücut kesit çizgileri (kırmızı) için test edilen şekillere (siyah) ilişkin vücut çevresi (CS) noktaları
Figure 6. The fit of the cross-section (red) and penetration model (black) for Norway lobster

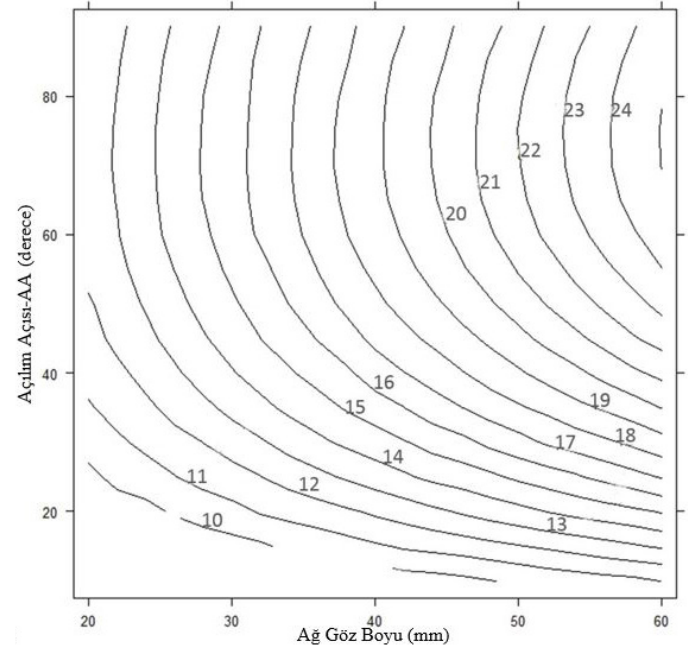


Şekil 7. Sayısallaştırılan bireylerin vücut kesit çizgileri ve simülasyon sonucu elde edilen en uygun şekiller.

Figure 7. Cross-section lines of individuals and the best models obtained as

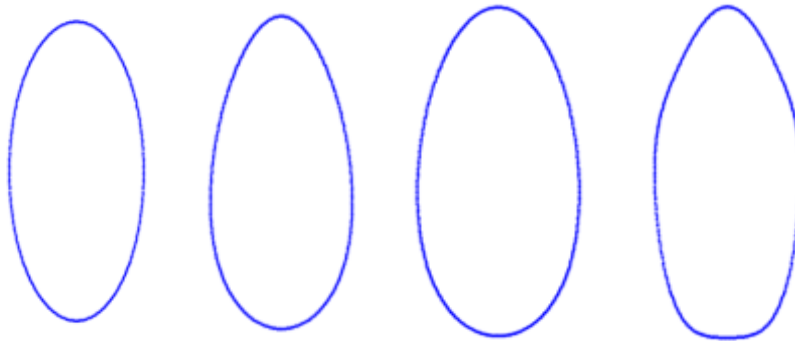
Norveç istakozlarının her zaman ağın alt kısmında kaldığı rapor edilmektedir (Main ve Sangster, 1985; Robertson ve Ferro, 1991; Briggs, 1992).

Norveç istakozuna ait saha çalışmalarında ise 55, 60 ve 70 mm göz açıklığındaki rombik torbalar ile 55 mm kare gözlü torbanın seçicilik parametreleri araştırılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucu karapas boyu olarak 55 baklava gözlü torbadaki ortalama L_{50} boyunu 27,1 (25,9±28,2) mm, 60 mm baklava gözlü torbada 25,8 mm (23,9±28,1), 70 mm baklava gözlü torbada 28,1 mm (26,6±29,8) ve 55 mm kare gözlü torbada ise 34,7 (33,1±36,4) mm olarak bulunmuştur (Campos ve ark.,



Şekil 8. Norveç istakozuna ait seçicilik izobar grafiği

Figure 8. Design guide for diamond meshes showing L_{50} values iso-lines for OA values between 10° and 90° of Norway lobster for mesh sizes between 40 and 100 mm



		<i>Elips</i>	<i>Fleksdrop</i>	<i>Flekselips 1</i>	<i>Gemi</i>
CS1	AIC	164,964	181,780	169,815	133,745
	R ²	0,779	0,690	0,760	0,810
CS2	AIC	202,239	206,131	192,324	196,108
	R ²	0,956	0,941	0,961	0,959
CS3	AIC	186,494	185,014	184,590	187,281
	R ²	0,943	0,947	0,948	0,944

Tablo 1. Farklı modellerden elde edilen AIC (Akaike Information Criterion) ve Regresyon (R²) değerleri (kalın olarak yazılanlar en iyi modeli tanımlamaktadır)

Table 1. AIC (Akaike Information Criterion) and Regression (R²) values obtained from different models (in bold describe the best model)

2002). 28 mm baklava ve 40 mm rombik ve 40 mm kare gözlü torbalarla yapılan seçicilik çalışmasında 28 mm baklava gözlü torbanın çok fazla sayıda küçük bireyleri alıkoyulduğunu bu nedenle seçiciliğin hesaplanmasının mümkün olmadığı ortaya konulmuştur (Stergiou ve ark., 1997).

Sürdürülebilir balıkçılık için balıkçılık yönetiminde minimum ağ göz boyu düzenlemesi yapılmaktadır. Deneysel olarak farklı ağ gözleri, materyalleri ya da asılma oranları gibi özelliklerinin değiştirilerek test edilmesi ve ilgili balık popülasyonlarına olan

etkisinin karşılaştırılması ile sonuçlar elde edilmektedir. Ağ göz boyutu ve şekli yanında sonuçlar torba etrafındaki göz sayısı, torba uzunluğu av miktarı gibi çok sayıda değişkene bağlı olarak değişmektedir. FISHSELECT yöntemi daha az çalışma günü, araştırmacı sayısı ve maliyete sahip olması yanında deniz çalışmaları sonucunda tahmin edilen seçicilik parametrelerine yakın sonuçlar vermesi son derece yararlıdır. Yapılan bu ön çalışmada teorik veriler ve deniz parametreleri ile FISHSELECT yazılımından elde edilen verilerin uyum göstermiştir diğer taraftan daha kesin sonuçlara ulaşabilmek için özellikle trol ağlarındaki

torbalarla daha kapsamlı deniz çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu tür teorik çalışmaların ve inovatif yöntemlerin kullanılması ve ticari balıkçılığa entegrasyonu, sürdürülebilir balıkçılık açısından oldukça önemlidir. Verilen seçicilik izobar grafiklerinden açıkça görülebileceği üzere ağ göz boyu kısıtlamasının sadece tek basına yeterli olmadığı ortaya konulmuştur. Aynı göz büyüklüğünde fakat farklı göz açılım açılarında yakalanan Norveç istakozunun L_{50} yakalama boylarında farklılıklar olmaktadır. Dolayısı ile istenen boy gruplarında Norveç istakozunun yakalanması için ağ göz büyüklüğünü yanında mutlaka gözün sahip olması gereken açılım açısı hakkında da bildirimde bulunulması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Bahamon, N., Sardà, F. & Suuronen, P. (2006). Improvement of trawl selectivity in the NW Mediterranean demersal fishery by using a 40 mm square mesh codend. *Fisheries Research*, 81(1): 15-25. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.05.020>
- Briggs, R. P. (1992). An assessment of nets with a square mesh panel as a whiting conservation tool in the Irish Sea Nephrops fishery. *Fisheries Research*, 13(2): 133-152. [https://doi.org/10.1016/0165-7836\(92\)90023-M](https://doi.org/10.1016/0165-7836(92)90023-M)
- Campos, A., Fonseca, P. & Erzini, K. (2002). Size selectivity of diamond and square mesh cod ends for rose shrimp (*Parapenaeus longirostris*) and Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) off the Portuguese south coast. *Fisheries Research*, 58(3): 281-301. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(01\)00396-4](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00396-4)
- FAO. (2014). List of Species for Fishery Statistics Purposes, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus 1758). Retrieved on March 2, 2022 from <http://www.fao.org/fishery/species/2647/en>.
- Frandsen, R. P., Herrmann, B. & Madsen, N. (2010). A simulation-based attempt to quantify the morphological component of size selection of *Nephrops norvegicus* in trawl codends. *Fisheries Research*, 101(3): 156-167. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2009.09.017>
- Frogliã, C. & Gramitto, M. E. (1981). Summary of biological parameters on the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.) in the Adriatic. *FAO Fisheries Reports*, 253: 165-178.
- Guijarro, B. & Massutí, E. (2006). Selectivity of diamond-and square-mesh codends in the deepwater crustacean trawl fishery off the Balearic Islands (western Mediterranean). *ICES Journal of Marine Science*, 63(1): 52-67. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.08.011>
- Hall, M. A., Alverson, D. L. & Metzals, K. I. (2000). By-catch: problems and solutions. *Marine Pollution Bulletin*, 41(1-6): 204-219. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00111-9](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00111-9)
- Herrmann, B. (2005a). Effect of catch size and shape on the selectivity of diamond mesh cod-ends: I. Model development. *Fisheries Research*, 71(1): 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2004.08.024>
- Herrmann, B. (2005b). Effect of catch size and shape on the selectivity of diamond mesh cod-ends: II. Theoretical study of haddock selection. *Fisheries Research*, 71(1): 15-26. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2004.08.021>
- Herrmann, B., Priour, D. & Krag, L. A. (2006). Theoretical study of the effect of round straps on the selectivity in a diamond mesh cod-end. *Fisheries Research*, 80(2-3): 148-157. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.04.018>
- Herrmann, B. (2008). *A user-guide to the FISHSELECT software tool*. DTU Aqua. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3055.0086>
- Herrmann, B., Krag, L. A., Frandsen, R. P., Madsen, N., Lundgren, B. & Stæhr, K. J. (2009). Prediction of selectivity from morphological conditions: methodology and a case study on cod (*Gadus morhua*). *Fisheries Research*, 97(1-2): 59-71. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2009.01.002>
- Kaykaç, H., Özbilgin, H. & Tokaç, A. (2009). Effects of mesh configuration on the selectivity of demersal trawl codends for *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758) (Decapoda, Nephropidae). *Crustaceana*, 1569-1578. <https://doi.org/10.1163/001121609X12487811051705>
- Kostak E. N. & Tokaç A. (2018). Predicting the size selectivity based on the striped red mullet morphology (*Mullus surmuletus*) in bottom trawl fisheries. *Aquatic Sciences and Engineering*, 33(3): 90-95. <https://doi.org/10.26650/ASE201817>
- Lucchetti, A., Virgili, M., Vasapollo, C., Petetta, A., Bargione, G., Veli, D. L. & Sala, A. (2021). An overview of bottom trawl selectivity in the Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 22(3): 566-585. <https://doi.org/10.12681/mms.26969>
- Main, J., & Sangster, G. I. (1985). The behaviour of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.), during fraawling. *Department of Agriculture and Fisheries for Scotland*, 1-23.
- Mytilineou, C., Fourtouni, A. & Politou, C. Y. (1998). Trawl selectivity studies on *Nephrops norvegicus* (L.) in the eastern Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 62(S1): 107-116. <https://doi.org/10.3989/scimar.1998.62s1107>
- O'Neill, F. G. & Herrmann, B. (2007). PRESEMO-a predictive model of codend selectivity-a tool for fishery managers. *ICES Journal of Marine Science*, 64(8): 1558-1568. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsm101>
- O'Neill, F. G. & Mutch, K. (2017). Selectivity in trawl fishing gears. *Scottish Marine and Freshwater Science*, 8(01). <https://doi.org/10.4789/1890-1>
- Robertson, J. H. B. & Ferro, R. S. T. (1991). Selectivity of Nephrops trawls. *EEC Study Contract*, 9: 1-15.
- Sala, A., Lucchetti, A., Piccinetti, C. & Ferretti, M. (2008). Size selection by diamond-and square-mesh codends in multi-species Mediterranean demersal trawl fisheries. *Fisheries Research*, 93(1-2): 8-21. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2008.02.003>

ETİK STANDARTLARA UYUM

Yazarların Katkısı

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.

- Sarda, F. (1998). *Nephrops norvegicus* (L.): Comparative biology and fishery in the Mediterranean Sea. Introduction, conclusions and recommendations, *Scientia Marina*, 62(Suppl. 1): 5-15.
- Sarda, F., Conan, G. Y. & Fusté, X. (1993). Selectivity of Norway lobster *Nephrops norvegicus* (L.) in the northwestern Mediterranean, *Scientia Marina*, 57(2-3): 167-174.
- Stergiou, K. I., Petrakis, G. & Politou, C. Y. (1997). Size selectivity of diamond and square mesh cod-ends for *Nephrops norvegicus* in the Aegean Sea. *Fisheries Research*, 29(3): 203-209. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(96\)00542-5](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(96)00542-5)
- Tokaç, A. (2001). Studies on the improvement of bottom trawl selectivity in Aegean Sea. 5th International Workshop, *Methods For The Development and Evaluation of Maritime Technologies, DEMAT '01*, Proceedings book, 2: 259-274.
- Tokaç, A., Lök, A., Kaykaç, M.H., Aydın, C., Ulaş, A., Gökçe, G. & Özbilgin, H. (2012). *Morfolojik özellikler kullanılarak trol torba seçiciliğinin önceden tahmini*. Tübitak Proje No: 1110492 Sonuç Raporu, İzmir, 48.
- Tokaç, A., Herrmann, B., Gökçe, G., Krag, L. A., Nezhad, D.S., Lök, A., Kaykaç M. H., Aydın, C. & Ulaş, A. (2016). Understanding the size selectivity of red mullet (*Mullus barbatus*) in Mediterranean trawl codends. A study based on fish morphology. *Fisheries Research*, 174, 81-93. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.09>.
- Tokaç, A., Herrmann B., Gökçe G., Krag L. A., Nezhad, D. S., (2018). The Influence of mesh size and shape on the size selection of European hake (*Merluccius merluccius*) in demersal trawl codends: An investigation based on fish morphology and simulation of mesh geometry. *Scientia Marina*, 82(3): 147-157. <https://doi.org/10.3989/scimar.04764.18A>
- Tokac, A., Özbilgin, H. & Kaykac, H. (2009). Alternative codend designs to improve size selectivity for Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) and rose shrimp (*Parapenaeus longirostris*) in the Aegean Sea. *Crustaceana*, 82(6): 689-702. <https://doi.org/10.1163/156854009X407696>
- Walsh, S. J., Engås, A., Ferro, R., Fonteyne, R. & van Marlen, B. (2002). To catch or conserve more fish: the evolution of fishing technology in fisheries science. *ICES Marine Science Symposia*, 215: 493-503.