

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

MARMARA DENİZİ KIKIRDAKLI BALIKLARININ
BESLENME ÖZELLİKLERİ VE TROFİK
SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ

DOKTORA TEZİ

M. Sc. Güzin GÜL
Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Ana Bilim Dalı

Danışman
Doç. Dr. Nazlı DEMİREL EROL

ARALIK, 2020

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

MARMARA DENİZİ KIKIRDAKLI BALIKLARININ
BESLENME ÖZELLİKLERİ VE TROFİK
SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ

DOKTORA TEZİ

M. Sc. Güzin GÜL
Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Ana Bilim Dalı

Danışman
Doç. Dr. Nazlı DEMİREL EROL

ARALIK, 2020



“Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje numarası: 30841”.

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

GÜZİN GÜL tarafından hazırlanmış ve sunulmuş “MARMARA DENİZİ KIKIRDAKLI BALIKLARININ BESLENME ÖZELLİKLERİ VE TROFİK SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ” başlıklı tez FİZİKSEL OŞİNOGRAFI VE DENİZ BİYOLOJİSİ Ana Bilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Nazlı DEMİREL EROL

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Ahsen YÜKSEK

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Ali İŞMEN

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Firdes Saadet KARAKULAK

Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Ekin AKOĞLU

Tez Savunma Tarihi: 18.12.2020

ETİK BEYAN

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu kurallarına uygun olarak hazırladığım “MARMARA DENİZİ KIKIRDAKLI BALIKLARININ BESLENME ÖZELLİKLERİ VE TROFİK SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ ” başlıklı DOKTORA tez çalışmasında bilimsel etik ve akademik kurallara riayet ettiğimi;

- Çalışma konusunun özgün olduğunu,
- Tez içinde sunduğum tüm veri ve belgeleri bilimsel etik ve ahlak kuralları çerçevesinde elde ettiğimi,
- Çalışmanın bulgularında tahrifat yapmadığımı ve yanlış davranmadığımı,
- Tez kapsamında yararlandığım tüm eserlere ve doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya atıfta bulunduğumu,
- Yararlandığım tüm eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu,
- Kullandığım veri ve belgelerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Patent ve telif haklarını ihlal etmediğimi

bildirir, aksinin vuku bulması durumunda yasal sonuç/sonuçları ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabul ettiğimi beyan ederim.

18.12.2020

Güzin GÜL

“Yunus Emre ve Yavuz Selim’e...”



ÖNSÖZ

Bu doktora tez çalışmasında, Marmara Denizi'nde özellikle son 20 yılda avcılık baskısı ile stokları aşırı sömürüye maruz kalan kırkıdaklı balıkların (Sınıf: Elasmobranchii) beslenme özellikleri, besin rekabetleri, ekolojik nişleri ve trofik seviyeleri iki farklı metodolojik yöntem kullanılarak belirlenmiştir.

Örnek temini konusunda T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Müdürlüğü'ne, laboratuvarlarında çalışma fırsatı veren T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Koyunculuk Araştırma Enstitüsü'ne ve personeline ve İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Politikalar Müdürlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Doktora eğitimimin başlangıcından tezimin sonuçlanmasına kadar ki süreçte, karşılaştığım her zorlukta benden desteğini esirgemeyen, öğretileri ile bakış açımı değiştiren, akademik hayatıma katkısı yadsınamaz olan ve öğrencisi olmaktan büyük şans ve mutluluk duyduğum, saygıdeğer tez danışman hocam Doç. Dr. Nazlı DEMİREL EROL'a her zaman sonsuz desteğini hissettirdiği, bana güvendiği ve zor anlarımda yanımda olduğu için saygılarımla teşekkürlerimi sunarım.

Doktora serüvenimde tecrübesiyle bana yol gösteren, yardımlarını benden hiçbir zaman esirgemeyen, saygıdeğer jüri üyesi hocam Doç. Dr. Ahsen YÜKSEK'e bana ve tezime katkılarından dolayı saygılarımla teşekkürlerimi sunarım.

Lisans eğitimimden beri öğrencisi olduğum ve üzerimdeki emeği büyük olan saygıdeğer jüri üyesi hocam Prof. Dr. Ali İŞMEN'e saygılarımla teşekkürlerimi sunarım.

Deniz çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen, Murat ŞİRİN'e, Dr. Burak DABAN'a, Koray CANER'e, Alpaslan KARA'ya ve Haşim İNCEOĞLU'na, Dr. Mukadder ARSLAN'a, Gürkan YAZICI'ya ve 'Marmara Denizi Ekonomik Demersal Balık Türlerinin Popülasyon Yapısı ve Stok Tahmini' isimli proje çalışanlarına yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Beraber çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum, destekleri ile her zaman yanımda olan yol gösteren saygıdeğer hocam Dr. Öğretim Görevlisi Fuat DURSUN'a saygılarımla teşekkürlerimi sunarım.

Özellikle örnekleme ve laboratuvar günlerimde desteğini esirgemeyen sevgili arkadaşım; Sefa MARANGOZ'a, tezimin her aşamasında bana gösterdikleri sayısız yardım,

sonsuz sabır ve sevgi için sevgili arkadaşlarım; Yaprak GÜRKAN, Dalida BEDİKOĞLU ve Dr. Ekrem Cem ÇANKIRILIGİL'e tarifi mümkün olmayan destekleri için en içten sevgilerimle teşekkürlerimi sunarım. Sizler olmasaydınız her şey çok daha uzun ve zor olacaktı.

Son olarak; eğitim hayatım boyunca destekleri ile yanımda olan sevgili aileme sayısız destekleri için teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	i
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SİMGE LİSTESİ	ix
KISALTMA LİSTESİ	x
EK LİSTESİ	xi
1.GİRİŞ	1
1.1. Kıkırdaklı Balıkların Akdeniz’deki Dağılımı ve Durumu	3
1.2. Kıkırdaklı Balıkların Beslenme Ekolojilerine Ait Çalışmalar	7
1.3. Kararlı İzotopların Beslenme Ekolojisinde Kullanımı	10
1.4. Kıkırdaklı Balıkların Beslenme Özellikleri	13
1.5. Tezin Amacı	16
2. MATERYAL VE METOT	18
2.1. Örneklem ve Örneklerin Değerlendirilmesi	18
2.2. Beslenme Ekolojisi Çalışmaları	21
2.2.1. Mide içeriği analizleri	21
2.2.2. Kararlı izotop analizleri	24
2.3. Türlerin Trofik Seviyelerinin Belirlenmesi	31
3. BULGULAR	35
3.1. Mide İçeriği Analizleri	35
3.1.2. Mide içeriği analizlerinin türler arası karşılaştırılması	49
3.2. Kararlı İzotop Analizleri	51
3.2.1. MixSIAR beslenme modeli	55
3.2.2. Kararlı izotop analizlerinin türler arası karşılaştırılması	64
3.3. Niş Genişliği ve Besin Çakışması	69
3.4. Trofik Seviyenin Belirlenmesi	71
3.5. Genel değerlendirme	72
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	74
4.1. Beslenme Özellikleri	76
4.2. Niş Genişliği ve Niş Çakışmaları	82
4.3. Trofik Seviye	84
4.4. Sonuçlar	86
KAYNAKLAR	88
EKLER	100
ÖZGEÇMİŞ	109
Araştırma İzin Formu	
Tez Çalışması Benzerlik Raporu	

ÖZET

MARMARA DENİZİ KIKIRDAKLI BALIKLARININ BESLENME ÖZELLİKLERİ VE TROFİK SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ

Güzin GÜL

Elasmobranşlar çeşitli türlerle ve habitatla etkileşimleri yoluyla ekosistemlerin dengelenmesinde ve sürdürülmesinde önemli bir rol oynarlar. Aşırı avcılığa maruz kalmış ekosistemlerde, bu türlerin trofik ekolojisi hakkında bilgi sahibi olmak oldukça önemlidir. Bu sebeple, bu tez çalışması kapsamında, Marmara Denizi'nden Aralık 2017- Aralık 2018 tarihleri arasında mevsimsel örnekleme ile elde edilen Elasmobranchii sınıfına ait türlerin beslenme özellikleri ve trofik seviyeleri, mide içeriği analizi ve kararlı izotop analizi yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. *Mustelus mustelus* ve *Mustelus asterias* türlerinin ana besininin Crustacea grubu, *Squalus acanthias*, *Scyliorhinus canicula*, *Dasyatis pastinaca* ve *Torpedo marmorata* türlerinin ana besinini Teleostei grubunun oluşturduğu ve *Myliobatis aquila* türünün ise ana besinini Mollusca grubunun oluşturduğu belirlenmiştir. *Squalus acanthias* türünün hem mide içeriği analizi hem de kararlı izotop analizi beslenme modeline göre Teleostei grubu üzerinden beslendiği belirlenmiştir. Diğer türlerde bu iki metodun sonuçları arasında türlerin kısa ve uzun dönemli beslenme özelliklerini yansıtacak farklılıklar vardır. *Mustelus mustelus* ve *Mustelus asterias* türlerinin ciddi birer Crustacea predatörü olduğu ve bu iki türün besin çakışma oranının yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, izotopik niş çakışması sonuçları, *Scyliorhinus canicula* türü ile juvenil *Raja clavata* ve *Squalus acanthias* türleri arasında oldukça yüksek izotopik niş çakışması olduğunu göstermiştir. *Myliobatis aquila* ve *Mustelus asterias* türleri haricinde diğer türlerin niş genişlikleri oldukça benzer bulunmuştur. Bu iki tür dışında diğer türler genel beslenme özelliğine sahip türler olarak belirlenmiştir. Mide içeriği analiz sonuçları, trofik seviyesi en yüksek türün *Squalus acanthias*, en düşük türün *M. asterias* olduğunu göstermiştir. Kararlı azot değerleri kullanılarak hesaplanan en yüksek trofik seviye *Oxynotus centrina* türünde belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elasmobranchii, trofik ekoloji, kararlı izotop, Marmara Denizi

ABSTRACT

FEEDING HABITS AND TROPHIC LEVELS OF ELASMOBRANCH SPECIES IN THE SEA OF MARMARA

Güzin GÜL

Elasmobranch plays an essential role in balancing and sustaining ecosystems through their interactions with various species and with the habitat. In ecosystems that have been subjected to overfishing, it is essential to have information about the trophic ecology of these species. For this reason, in this dissertation, the feeding behavior and trophic levels of Elasmobranchii species obtained on a seasonal basis from the Sea of Marmara between December 2017 and December 2018, was determined using stable carbon and nitrogen isotopes with stomach content analysis. While Crustacea is the main prey item for *Mustelus mustelus* and *Mustelus asterias*, Teleostei group was determined as the main prey item for *S. acanthias*, *S. canicula*, *D. pastinaca*, *T. marmorata*, and *R. clavata*. *M. aquila* which mainly feeds on Mollusca has the lowest Levins niche breadth and is determined as a specialist predator species. According to results of stable isotope analysis and stomach content analysis, *S. acanthias* is a generalist predator species, and feeds on Teleostei among the short and long timescale. The Pianka index was showed that, the high niche overlap between *M. mustelus* to *M. asterias*. Also, according to the results of the isotopic niche overlap; the high niche overlap was found between *Scyliorhinus canicula* and juvenile *Raja clavata* and *Squalus acanthias* species. With the exception of *Myliobatis aquila* and *Mustelus asterias*, the Levins niche breadth of the other species were found to be quite similar. Apart from these two species, other species have been determined as generalist predator species. According to the stomach content analysis results, the highest trophic level was *S. acanthias*, while the lowest one was *M. asterias*. However, the species with the highest trophic level was determined as *Oxynotus centrina* by stable isotope analysis.

Key words: Elasmobranchii, trophic ecology, stable isotope, Sea of Marmara

Tablo 1. Besin grupları ve trofik seviyeleri	31
Tablo 2. İstatiksel analizlerde kullanılan türler ve birey sayıları.....	34
Tablo 3. Çalışma süresince elde edilen türlerin boşluk indeksleri ve ana besin grupları	35
Tablo 4. <i>Mustelus mustelus</i> ve <i>Mustelus asterias</i> türlerinin mide içeriği analiz sonuçları	38
Tablo 5. <i>Squalus acanthias</i> ve <i>Scyliorhinus canicula</i> türlerinin mide içeriği analiz sonuçları	40
Tablo 6. <i>Dasyatis pastinaca</i> , <i>Myliobatis aquila</i> ve <i>Torpedo marmorato</i> türlerinin mide içeriği sonuçları.....	45
Tablo 7. <i>Raja clavata</i> 'nın boy gruplarına göre mide içeriği analizi	47
Tablo 8. Juvenil ve ergin <i>Raja clavata</i> bireylerinin mide içeriklerinden gerçekleştirilen SIMPER analizi sonuçları	48
Tablo 9. <i>Raja clavata</i> bireylerinin derinlik, mevsim ve cinsiyete göre PERMANOVA analizi sonucu	49
Tablo 10. Türlerin beslenmelerinin PERMANOVA analiz sonuçları	50
Tablo 11. Elasmobranch türlerinin ve muhtemel besin gruplarının ortalama $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{15}\text{N}$ değerleri	54
Tablo 12. MixSIAR model sonuçlarına göre besin gruplarının <i>M. asterias</i> türünü beslenmelerine katkı oranları.....	56
Tablo 13. MixSIAR model sonuçlarına göre besin gruplarının <i>S. canicula</i> türünün beslenmesine katkı oranları.....	58
Tablo 14. MixSIAR model sonuçlarına göre besin gruplarının <i>S. acanthias</i> türünün beslenmesine katkı oranları	60
Tablo 15. MixSIAR model sonuçlarına göre besin gruplarının <i>R. clavata</i> türünün ergin bireylerinin beslenmesine katkı oranları.....	64
Tablo 16. MixSIAR model sonuçlarına göre besin gruplarının <i>R. clavata</i> türünün juvenil bireylerinin beslenmesine katkı oranları.....	64
Tablo 17. Kas doku örneklerinde türler arası $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinin PERMANOVA analiz sonuçları.....	65
Tablo 18. Karaciğer doku örneklerinde türler arası $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinin PERMANOVA analiz sonuçları	65
Tablo 19. Türlerin Levin niş genişliği indeksleri ve muhtemel predatorluk seviyesi	69
Tablo 20. Türlerin Pianka indeksine göre besin çıkışması sonuçları	70
Tablo 21. Türlerin trofik seviyeleri.....	72

Şekil 1. Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN)'ne göre Akdeniz'deki kıkırdaklı balıkların kırmızı liste sınıflandırılması. CR: Kritik, EN: Tehlikede, VU: Duyarlı, NT: Tehdite açık, LC: Düşük riskli, DD: Yetersiz verili.	5
Şekil 2. Marmara Denizi türlerinin Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN)'ne göre Akdeniz'deki kıkırdaklı balıkların kırmızı liste sınıflandırılması. CR: Kritik, EN: Tehlikede, VU: Duyarlı, NT: Tehdite yakın, C veya LR/Lc: Düşük riskli, DD: Yetersiz verili.	6
Şekil 3. Şematik denizel besin ağı. $\Delta^{15}\text{N}$ ve $\Delta^{13}\text{C}$ trofik zenginleştirme faktörlerini temsil etmektedir. (Newsome (2010)'dan alınmıştır).	12
Şekil 4. Potansiyel elasmobranş besleme alışkanlığı (A) Sürekli olarak besin tüketebilir (kesikli çizgi) ve sindirimi mideden bağırsak yoluyla dışarıya atılır veya (B) aralıklı olarak beslenebilir (kesikli çizgi) ve sindirimi mideden üssel bir hızla (düz çizgi) boşaltabilir	14
Şekil 5. Bazı Elasmobranş türlerinin besin nişlerine karşılık gelen habitat nişleri. Veri noktaları, tek tek Elasmobranş türlerini temsil etmektedir.	16
Şekil 6. Çalışma bölgesi ve istasyonları	18
Şekil 7. Çalışılan Elasmobranş türlerinin taksonomik sınıflandırılması.....	20
Şekil 8. Kararlı izotop analizinin ön işlemleri	26
Şekil 9. MixSIAR modelde kullanılan tüketici türler ve av grupları.....	30
Şekil 10. <i>Mustelus mustelus</i> ve <i>Mustelus asterias</i> türlerinin çalışma süresince örneklendiği istasyonlar	37
Şekil 11. <i>Scyliorhinus canicula</i> ve <i>Squalus acanthias</i> türlerinin çalışma süresince örneklendiği istasyonlar	39
Şekil 12. <i>Oxynotus centrina</i> türünün çalışma süresince örneklendiği istasyonlar.....	41
Şekil 13. <i>Oxynotus centrina</i> türünün mide morfolojisi.....	41
Şekil 14. <i>Raja miraletus</i> türünün örneklendiği istasyonlar.....	42
Şekil 15. <i>D. pastinaca</i> , <i>M.aquila</i> ve <i>T.marmorata</i> türlerinin çalışma süresince örneklendikleri istasyonlar	44
Şekil 16. <i>Raja clavata</i> bireylerinin örnekleme dönemi boyunca örneklendiği istasyonlar	48
Şekil 17. Türlerin ana besin gruplarına göre temel bileşenler analizi	51
Şekil 18. Türlerin kas dokusunda gerçekleştirilen ortalama $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerleri standart sapmaları (SD) ile birlikte. <i>R.calavata</i> (j): Juvenil <i>R. calavata</i> , <i>R. clavata</i> (A): Ergin <i>R. clavata</i>	52
Şekil 19. Türlerin karaciğer dokusunda gerçekleştirilen ortalama $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerleri standart sapmaları (SD) ile birlikte. <i>R. calavata</i> (j): Juvenil <i>R. calavata</i> , <i>Raja clavata</i> (A): Ergin <i>R. clavata</i>	53
Şekil 20. <i>M. asterias</i> türünün MixSIAR model çıktıları. A) Kullanılan besin grupları ile birlikte dağılım grafiği (hata çubukları her bir av grubu için TEF değerindeki belirsizlikten kaynaklı ± 1 standart sapmayı ifade eder), B) Kaynak belirleyici matriks dağılım grafiği	56
Şekil 21. <i>M. asterias</i> türünün beslenmesindeki av gruplarının katkı oranları	57
Şekil 22. <i>S. canicula</i> türünün MixSIAR model çıktıları. A) Kullanılan besin grupları ile birlikte dağılım grafiği (hata çubukları her bir av grubu için TEF değerindeki belirsizlikten	

kaynaklı ± 1 standart sapmayı ifade eder) B) Kaynak belirleyici matriks dağılım grafiği	58
Şekil 23. <i>S. canicula</i> türünün beslenmesindeki av gruplarının katkı oranları. A) Kas doku, B) karaciğer doku	59
Şekil 24. <i>S. acanthias</i> türünün MixSIAR model çıktıları. A) Kullanılan besin grupları ile birlikte dağılım grafiği (hata çubukları her bir av grubu için TEF değerindeki belirsizlikten kaynaklı ± 1 standart sapmayı ifade eder) B) Kaynak belirleyici matriks dağılım grafiği	60
Şekil 25. <i>S. acanthias</i> türünün beslenmesindeki av gruplarının katkı oranları. A) Kas doku, B) Karaciğer doku	61
Şekil 26. <i>Raja clavata</i> juvenil ve ergin bireylerinin MixSIAR model çıktıları. A) Kullanılan besin grupları ile birlikte dağılım grafiği (hata çubukları her bir av grubu için TEF değerindeki belirsizlikten kaynaklı ± 1 standart sapmayı ifade eder), B) Kaynak belirleyici matriks dağılım grafiği	62
Şekil 27. <i>Raja clavata</i> türünün beslenmesindeki av gruplarının katkı oranları. A) Ergin Kas doku, B) Ergin karaciğer doku, C) Juvenil kas doku, D) Juvenil karaciğer doku	63
Şekil 28. <i>Mustelus asterias</i> , <i>Scyliorhinus canicula</i> ve <i>Squalus acanthias</i> türlerinin izotopik dağılım grafiği	67
Şekil 29. <i>D. pastinaca</i> ve <i>M. aquila</i> türlerinin kas ve karaciğer dokularının ^{15}N ve ^{13}C değerlerinin %95'lik Bayesian güven aralıklarında dağılım alanları	68
Şekil 30. Juvenil ve ergin <i>Raja clavata</i> bireylerinin karaciğer ve kas dokusundaki $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ dağılımı	69
Şekil 31. İzotopik niş çakışmasının dağılımı, RCj= <i>Raja clavata</i> (Juvenil), RCa= <i>Raja clavata</i> (Ergin), Yeşil kesikli çizgiler % 95 Güven aralığını ve sabit yeşil çizgiler ortalama örtüşmeleri temsil eder	71
Şekil 32. Elasmobranchii türlerinin ^{15}N ve ^{13}C değerlerinin Akdeniz'de bölgeler arası karşılaştırılması. (Sc: <i>Scyliorhinus canicula</i> , Rc: <i>Raja clavata</i> , Maq: <i>Myliobatis aquila</i> , Oc: <i>Oxynotus centrina</i> , Sa: <i>Squalus acanthias</i> , Tm: <i>Torpedo marmorata</i> , Mm: <i>Mustelus mustelus</i>)	82

SİMGE LİSTESİ

%	:Yüzde
Δ / δ	:Delta
$^{\circ}\text{C}$	:Santigrat derece
μm	:mikro metre
‰	:Binde
C	:Karbon
g	:gram
kg	:Kilogram
km^2	:Kilometrekare
mg	:miligram
ml	:mililitre
N	:Azot

KISALTMA LİSTESİ

%FO	:Yüzde Görülme frekansı
%N:	:YüzdeBirey Sayısı
%W	:Ağırlıkça yüzde
DL	:Disk boyu
DW	:Disk genişliği
IRI	:Göreceli önem indeksi
IUCN	:Uluslararası Doğayı Koruma Birliği
MEDITS	:Akdeniz Uluslararası Dip Trolü Araştırma Sörveyi
MixSIAR	:Bayeşçi Yaklaşımlı İzotopik Beslenme Modeli
OFT	:Optimal Beslenme Teorisi
PCA	:Temel Bileşenler Analizi
PERMANOVA	:Değişimsel parametrik olmayan çok değişkenli varyans analizi
<i>TL</i>	:Troofik Seviye
TL	:Toplam boy
FL	:Çatal boy

EK LİSTESİ

Sayfa

EK 1. Çalışılan Elasmobranchii Türlerinin Biyolojileri Ve Ekolojileri	100
---	-----



1.GİRİŞ

Denizel ekosistemler uygarlık tarihi boyunca insan popölasyonlarının sürdürebilirliğine hizmet etmişlerdir (Guerrey ve diğerleri, 2012). Buna rağmen, artan insan nüfusu ile doğru orantılı olarak insanlığın son 500 yılda okyanus biyoçeşitliliğine etkisi oldukça kaygı verici bulunmaktadır (Jackson ve diğerleri, 2001). Denizel ekosistemler, balıkçılık, taşımacılık ve fosil yakıtların çıkarılması gibi uzun süredir devam eden faaliyetlerden, rüzgâr ve dalga enerjisi gibi daha yeni kullanımlara kadar büyüyen bir baskı ve talep listesi ile karşı karşıyadır (Halpern ve diğerleri, 2008). Bu taleplere karşı denizel ekosistemlerin korunmasını ve sürdürülebilirliğinin sağlamak amacıyla ortaya konulan ilk yönetim anlayışları ticari öneme sahip balık stoklarının düzenlenmesini üzerine kurulmuştur (Kareiva ve Marvier, 2011). Özellikle 1970’li yılların ortalarından günümüze, bu yönetim anlayışı, sistemde bulunan canlıların birbiriyle etkileşimlerinin dikkate alınmasına ve denizel kaynakların biyolojik veriler ışığında bütüncül bir politika ile yönetilmesine odaklanmaktadır. Denizel ekosistemde canlıların birbirleriyle etkileşimlerinin göz önüne alınarak stok değerlendirme çalışmalarının yapılmasına bir örnek olarak; M.B. Schaefer tarafından 1959 (Schaefer, 1959) yılında ortaya konan “artık ürün modeli”nin av-avcı ilişkilerine dayanarak Pope (1979) tarafından revize edilmesi verilebilir. Geliştirilen bu modele göre; bir ekosistemdeki balık türlerinin birbiri arasındaki av-avcı ilişkisi nedeniyle sistemin toplam verimi, tek tek türler için hesaplanacak maksimum sürdürebilir ürün oranının toplamından daha düşük olacaktır (Pope, 1979). Bu model denizel kaynakların yönetiminde av-avcı etkileşimlerini dikkate almanın önemini vurgular (Christensen, 1996).

Günümüzde, sistematik olarak bünyesinde barındırdığı tanımlanmış yaklaşık 1050 tür ile tür çeşitliliği bakımından denizel ekosistemin en çeşitli canlı gruplarından olan kıkırdaklı balıkların (Chondrichthyes) evrimsel süreçleri yaklaşık 400 milyon yıla dayanmaktadır. İskelet sistemleri kıkırdak yapıdan oluşan bu grubun çoğu denizel ortamda yaşamasına rağmen, tatlı ve acı sularda da yaşayan türleri bulunmaktadır. Taksonomik sınıflandırmada Chondrichthyes sınıfına ait bu canlılar, Elasmobranchii ve Halocephalii olmak üzere iki altsınıfa ayrılır. Modern

kıkırdaklı balıkların %96'sını oluşturan Elasmobranchii alt sınıfı, köpek balıkları grubunu kapsayan Selachii ve vatoz grubu kıkırdaklı balıkları kapsayan Batoidea ile birlikte iki ana infrasına ayrılır. Modern kıkırdaklı balıkların %4'ünü oluşturan Halocephalii alt sınıfı ise sadece Chimaeriformes takımına sahiptir (Compagno, 1999)

Elasmobranşlar uzun ömürlüdür, yavaş büyürler ve fekonditeleri düşüktür (Jeschke ve Kokko, 2009). Genel olarak, elasmobranşlar denizel besin ağlarında yırtıcı olarak önemli bir rol oynarlar. Zooplankterlerden üst avcılara kadar çok çeşitli beslenme stratejileri sergilerler, çok çeşitli trofik seviyeler sunarlar (Hussey ve diğerleri, 2014a). Popülasyon artış hızları düşüktür ve bu nedenle balıkçılık aktivitesi, kirlilik ve habitat bozulması gibi insan etkilerine karşı oldukça hassastırlar ve sağlığı bozulan bir popülasyonun iyileşme düzeyi oldukça düşüktür (Dulvy ve diğerleri, 2014).

Predasyon, topluluk yapılanmasının kritik bir unsurudur (Hairston ve diğerleri, 1960) ve yüksek avcı türlerin stoklarının tükenmesi, denizel besin ağında geri döndürülemez farklılıklara sebep olabilmektedir (Hindell ve diğerleri, 2000). Balık stokları üzerinde, 1950'li yıllardan günümüze gelişen teknoloji ile birlikte hızlı bir şekilde artan avcılık baskısı, özellikle büyük avcı türlerin stoklarının hemen hemen bütün dünya denizlerinde yoğun sömürüye maruz kalmasına ve çoğunun ise neslinin tükenmesine sebep olmaktadır (Myers ve diğerleri, 2007). Bunun bir sonucu olarak ekosistemdeki büyük avcı türlerin doğrudan ortamdan uzaklaşması ekosistemlerdeki trofik süreçlerin kademeli olarak zayıflamasına yol açmaktadır (Ripple ve diğerleri, 2016). Predasyon, mesopredatör türlerin popülasyon dinamiklerini açıklamakta da oldukça önemli bir unsurdur, Elasmobranşlar arasında predasyon baskısı, genellikle, büyük türlerin göreceli olarak daha küçük türleri, küçük köpek balıkları ve vatozları tüketmesi ile gerçekleşir. Dolayısıyla ekosistemdeki büyük avcı türlerin popülasyonlarındaki azalışları mesopredatör türlerin popülasyonlarını doğrudan etkiler (Ferretti ve diğerleri, 2013).

Bir canlının trofik seviyesi, besin ağında faaliyet gösterdiği yer olarak tanımlanır ve 1 ile 5 arasında rakamsal olarak numaralandırılır (1 - birinci üreticiler ve 5- deniz memelileri ve insanlar) (Trites, 2008). Ancak, hem karasal hem denizel besin ağında canlılar tek bir tür üzerinden değil, genellikle çok çeşitli tür ve gruplar üzerinden beslenirler, bu da besin ağının daha kompleks bir yapıya dönüşmesini ve trofik seviyelerin basit rakamlarla ifade edilmesini güçleştirir. Bununla birlikte, canlılar yaşam evreleri boyunca da farklı trofik seviyelere sahiptir, larvalar genellikle herbivor zooplankton üzerinden beslenirler, ergin hale geçtiklerinde daha

yüksek trofik seviyeye sahip canlılar ile beslenmeye başlarlar ve trofik seviyeleri de buna bağlı olarak artar (Trites, 2008). Canlının trofik seviyesi ile boyutu arasında yakın bir ilişki vardır, bir türün ortalama trofik seviyesi hem boy kompozisyonunu ve hem de besin zincirinde bulundukları konumdaki değişimleri yansıtmaktadır (Akin ve Winemiller, 2008). Denizel besin ağında, trofik seviyesi yüksek ($TL > 4$), uzun ömürlü türlerin popülasyonları aşırı sömürüye maruz kaldığı zaman yavaş yavaş avcılık, daha küçük ve kısa ömürlü türlere doğru ilerleyecektir. Denizel besin ağının en üst kısmında yer alan bu yüksek avcı türlerin ortamdaki uzaklaştırılması, besin ağında ortalama trofik seviyenin azalmasına sebep olmaktadır (Christensen 1996, Pauly ve diğerleri, 1998).

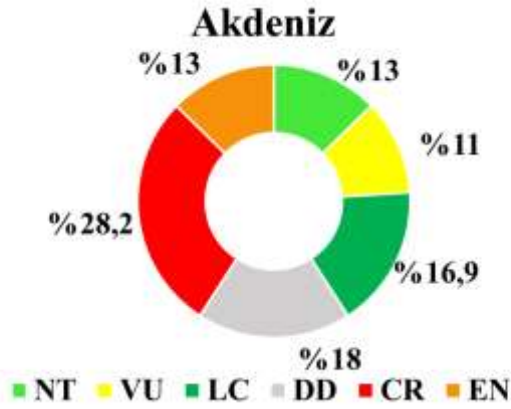
1.1. Kıkırdaklı Balıkların Akdeniz’deki Dağılımı ve Durumu

Akdeniz, kıkırdaklı balıklar için oldukça önemli beslenme, üreme ve yaşam alanıdır (Bradai ve diğerleri, 2018). Akdeniz’de 26 aileye mensup Elasmobranch grubundan 85 adet kıkırdaklı balık türü bulunmaktadır. Bunlardan 49 adedi köpek balığı (Selachii) 36 adedi ise vatoz (Batoidea) grubu kıkırdaklı balıklardır (Dulvy ve diğerleri, 2014).

Kıkırdaklı balıklar genellikle ekonomik değere sahip değildir. Dünya denizlerinde olduğu gibi Akdeniz’de de hedef dışı av olarak avlanırlar ve toplam avcılığın yaklaşık %1’ini oluştururlar. Son 30 senede ticari olanların senelik av miktarları 26,000 tondan 14,000 tona kadar düşüş göstermiştir (Bradai ve diğerleri, 2018; FAO, 2018). Akdeniz’de kıkırdaklı balıkların stok durumlarını etkileyen tek etken balıkçılık faaliyetleri değildir. Deniz dip habitatındaki değişimler, gemicilik ve madencilik faaliyetleri, kimyasal kirlenme gibi etkenler de bu türlerin popülasyonlarını tehlikeye sokabilecek nedenler olarak sayılabilir (Dulvy ve diğerleri, 2016). Trol balıkçılığından uzatma ağları ile balıkçılığa, kıkırdaklı balıkların hedef dışı av olarak yakalanmaları hemen hemen Akdeniz’de avcılık operasyonunda kullanılan her av aracıyla mümkündür (Bradai ve diğerleri, 2018). Birçok tarihsel kayıt geçmişten günümüze kadar Akdeniz’in birçok büyük yırtıcı kıkırdaklı balık türüne ev sahipliği yaptığını belgelemiştir. Özellikle 20. yüzyılın başından itibaren balıkçılığın gelişmesi ile birlikte balıkçıların kıyı sularda daha rahat avcılık yapma isteği sonucunda Akdeniz’in birçok bölgesinde büyük köpek balıklarını avlamaya yönelik tuzaklar kurulmaya başlanmıştır. Bunun sonucu olarak, Akdeniz’nin sahip olduğu büyük avcı türlerin çoğunun neslinin tükendiği bilinmektedir (Ferretti ve diğerleri, 2010).

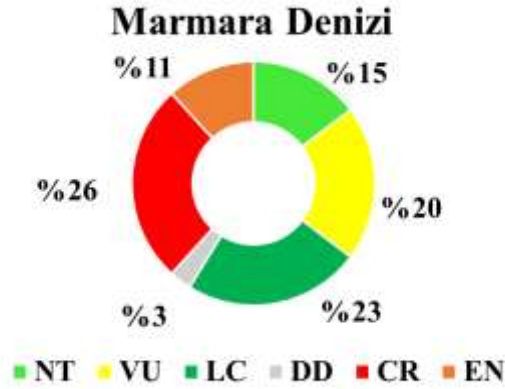
Akdeniz’de kıkırdaklı balıkların hedef dışı av oranlarına dair birçok çalışma bulunmaktadır. Damalas ve Vassilopoulou (2011) *Raja*, *Scyliorhinus*, *Squalus* ve *Oxynotus* genuslarına ait türlerin, Yunanistan sularında gerçekleşen trol balıkçılığında iskarta avın ana türleri olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, trol balıkçılığında kıkırdaklı balıkların hedef tür olmadıkları halde toplam avdaki ağırlıkça yüzdelерinin yaklaşık %14 olduğunu belirtmişlerdir. Batı Akdeniz'deki Balear Adaları'nda yapılan çalışmada *Raja* spp. türlerinin ve *Galeus melastomus* türünün birim zamanda yakalanma miktarlarının sırasıyla 8 ve 9 kg/saat olarak belirlemişlerdir (Carbonell ve diğerleri, 2003; Ordines ve diğerleri, 2006). Yaglioglu ve diğerleri, (2015), Akdeniz’in Türkiye kıyılarında gerçekleştirilen trol çalışmasında Elasmobranch türlerinin toplam av kompozisyonunun yaklaşık %23’ünü oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Colloca ve diğerleri, (2017) *Mustelus* spp. türlerinin Akdeniz’de popülasyonlarının %80-90 oranında azaldığını ve türün Akdeniz’deki doğal dağılım alanında neredeyse yok olduğunu bildirmişlerdir.

Akdeniz’de dağılım gösteren 77 kıkırdaklı balık türü Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN) tarafından değerlendirmeye alınmıştır. Bu türlerden 4 tanesi (*Carcharhinus brevipinna*, *Himantura uarnak*, *Sphyrna mokarran*, *Sphyrna lewini*) Akdeniz kökenli olmadığı için değerlendirmeler 73 tür üzerinden yapılmaktadır. IUCN tarafından çeşitlik kriterleri gözetilerek türlerin yok olma tehlikesi ile ilgili oluşturulan kategorilere göre, değerlendirme yapılan 73 türün yaklaşık %28,2’si kritik düzeyde, yaklaşık % 13’ü tehlikede olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 1). IUCN Kırmızı Liste Sınıfları ve Ölçütleri’nin Türkçe adlandırılması Akçakaya (2016)’a göre yapılmıştır.



Şekil 1. Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN)'ne göre Akdeniz'deki kıkırdaklı balıkların kırmızı liste sınıflandırılması. CR: Kritik, EN: Tehlikede, VU: Duyarlı, NT: Tehdite açık, LC: Düşük riskli, DD: Yetersiz verili. (Dulvy ve diğerleri, (2016)'dan alınmıştır).

Akdeniz'in en kuzeydoğu kesimi olan Marmara Denizi, Çanakkale Boğazı üzerinden Ege Denizi'ne ve İstanbul Boğazı üzerinden Karadeniz'e bağlanan kıtalar arası küçük bir denizdir. Bu nedenle, bir geçiş bölgesi olarak, Marmara Denizi'nin hidrografisi Akdeniz ve Karadeniz suyunu içerir ve sistem iki akıntının etkisi altındadır. Alt tabaka suyunu Akdeniz'in oksijence zengin tuzlu suları oluşturur, üst tabaka suları ise daha az tuzlu ve besin açısından zengin sular taşıyan Karadeniz'den gelmektedir (Beşiktepe ve diğerleri, 1994). Dolayısıyla, Marmara Denizi'nin demersal yaşamı Akdeniz'e özgüken, pelajik yaşamı daha çok Karadeniz'i yansıtır. Bu iki farklı karakterdeki su kütlesi Marmara Denizi'nin biyoçeşitliliği için oldukça önemlidir (Oğuz ve Öztürk, 2015; Demirel ve Gül, 2016). Yapılan son biyoçeşitlilik araştırma sonuçlarına göre Marmara Denizi'nde 13 köpek balığı türü ile 10 vatoz türü bulunmaktadır. Bu rakamlar Marmara Denizi'nin toplam tür sayısının yaklaşık olarak %10'unu temsil etmektedir (Keskin ve Eryılmaz, 2010; Kabasakal, 2016). Marmara Denizi'nde bulunan Elasmobranch türlerinin %26'sı Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN) tarafından kritik olarak sınıflandırılmıştır (Yığın ve diğerleri, 2016) (Şekil 2).



Şekil 2. Marmara Denizi türlerinin Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN)'ne göre Akdeniz'deki kıkırdaklı balıkların kırmızı liste sınıflandırılması. CR: Kritik, EN: Tehlikede, VU: Duyarlı, NT: Tehdite yakın, C veya LR/Lc: Düşük riskli, DD: Yetersiz verili.

Son 20-30 yılda, özellikle dünyanın en büyük metropol alanlarından biri olan İstanbul kaynaklı antropojenik girdilerin artışı, habitat kaybı ve kontrolsüz balıkçılık faaliyeti Marmara Denizi'ndeki Elasmobranch popülasyonlarını olumsuz yönde etkilemektedir (Yığın ve diğerleri, 2016). 2000 yılında 299 ton olan vatoz ve köpek balıkları toplam av miktarları 2018 yılında 3,8 tona düşmüş bu da yaklaşık %98'lik bir azalmaya karşılık gelmektedir (Türkiye İstatistik Kurumu - TÜİK, 2020). Marmara Denizi'nde 2011-2013 yılları arasında algarna ile gerçekleştirilen karides stoklarının izlenmesi çalışmasında kıkırdaklı balıklardan 6 aileye ait 8 tür yakalanmış, kıkırdaklı balıkların toplam ava oranı %3 olarak belirlenmiştir. Rajidae ve Dasyatidae aileleri hedef dışı avda baskın iken, tür olarak *Raja clavata* 36,82 kg (14,609 kg/km²) ile en çok yakalanan tür olmuştur (İşmen ve diğerleri, 2013). Güney Marmara Denizi'nde gerçekleşen bir diğer çalışmada Elasmobranch türleri algarna avcılığında elde edilen toplam av kompozisyonun % 0,13'ünü oluşturmaktadır (Bayhan ve Akkaya, 2006). Marmara Denizi'nde, kıkırdaklı balıklar herhangi bir avcılık operasyonunda hedef tür olarak avlanmazlar. Dip trol avcılığı ve karides trolü avcılığı sırasında hedef dışı tür olarak kayıtlara geçerler (Kabasakal, 2016). 1971 yılında yürürlüğe giren 1380 sayılı Su Ürünleri Kanununun 24. Maddesinde ve 5/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğde belirtildiği üzere Marmara Denizi ile İstanbul Boğazı'nda dip trol ile su ürünleri avcılığı yasaktır. Ancak, karides avcılığında kullanılan algarna ile su ürünleri avcılığında Marmara Denizi'nde mekânsal ve zamansal bir yasak bulunmaktadır. Buna rağmen, algarna avcılığı,

hedef dışı tür olarak yakalanan kıkırdaklı balıkların üzerindeki av baskısını ve biyokitlerindeki azalmanın sebebi olarak gösterebilir (Yığın ve diğerleri, 2016).

1.2. Kıkırdaklı Balıkların Beslenme Ekolojilerine Ait Çalışmalar

Balıklar, besin ağında, otçullardan ayrıştırıcılara kadar hemen hemen her trofik seviyede temsil edilmektedir (Wootton ve diğerleri, 2000). Bazı türler pullar ve yüzgeçler gibi oldukça özel besin maddeleri ile beslenirken, bazıları çok daha genel bir beslenme özelliği gösterebilmektedir (Winemiller ve diğerleri, 2008). Ayrıca, bir türün davranışı, tükettiği ana gıda kategorilerinden de oldukça etkilenir (Jobling, 1995). Bir türün beslenme ekolojisi; besin kaynağının bölünmesi, habitat tercihi, av seçimi, rekabet ve trofik ekoloji gibi konuların anlaşılmasına katkıda bulunur (Stergiou ve Karpouzi, 2002; Svanbäck ve Bolnick, 2008). Ayrıca, bu tür ekolojik bilgiler, koruma stratejileri geliştirilirken de oldukça önemlidir, ve hem türlerin hem denizel ekosistemlerin korunmasına dair kritik önem taşır (Simpfendorfer ve diğerleri, 2011).

Geleneksel beslenme ekolojisi çalışmaları bireylerin mide içeriğindeki besinlerin makroskopik olarak mümkün olabildiğince en düşük taksonomik seviyeye kadar tayin edilip, beslendiği ana besin gruplarının belirlenmesine dayanıyordu (Hyslop, 1980; Cortés, 1997; Cortés ve diğerleri, 2008). Zaman içerisinde beslenme ekolojisi çalışmaları, tek türün beslenme özelliklerinin belirlenmesinin yanı sıra topluluk yapısını anlama, tür içi ya da türler arası rekabet, besin çakışması, trofik seviye gibi ekosistemi bir bütün kabul eden ekosistem yaklaşımını komünite analizlerine doğru gelişmiştir. Özellikle 1980'li yıllarda çalışılmaya başlanan ekosistem modellerinin temel yapı taşlarından birini oluşturmaya başlamıştır (Polovina, 1984; Christensen ve Pauly, 1992; Christensen ve Walters, 2004). Geleneksel mide içeriği çalışmalarının yanı sıra son yıllarda; kararlı izotop analizi (Peterson ve Fry, 1987; Sherwood ve Rose, 2005; Fry, 2006) ve yağ asidi analizi (Young ve diğerleri, 2010) gibi kimyasal metotlar da beslenme ekolojisi çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Braga ve diğerleri, 2012).

Geleneksel metot olarak kullanılan mide içeriği analizi ile kararlı izotop analizinin birbirini tamamlayıcı analizler olarak birlikte kullanıldığı beslenme çalışmaları her ne kadar günümüzde hızla yaygınlaşmaya başlasa da Akdeniz'de Elasmobranch türlerine dair böyle çalışmalar halen kısıtlı sayıdadır (Braga ve diğerleri, 2012).

Marmara Denizi'nde olduğu gibi (Kabasakal, 2001) Akdeniz'de de oldukça nadir dağılım gösteren Trikidae ailesinden *Mustelus mustelus* ve *Mustelus asterias* türlerinin beslenme özelliklerine dair geçmiş çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Akdeniz'de *Mustelus asterias* türüne ait kapsamlı bir beslenme çalışması bulunmamaktadır. *Mustelus mustelus* türünün beslenme özellikleri ise Ege Denizi ve Adriyatik bölgelerinde hem mide içeriği analizi ile (Jardas ve diğerleri, 2007; Saïdi ve diğerleri, 2008; Filiz, 2009; Gračan ve diğerleri, 2014) hem de kararlı izotop analizi (Yemişken ve diğerleri, 2019) ile çalışılmıştır.

Avsar (2001) ve Demirhan ve diğerleri, (2007), Karadeniz'de *Squalus acanthias* türünün mide içeriğinin beslenme özelliklerini çalışmış ve iki çalışmada da teleost balıkların bu türün ana besin maddesinin oluşturduğunu belirlemişlerdir. Gračan ve diğerleri, (2017), Adriyatik Denizi'nde yaptığı çalışmada, *Squalus acanthias* türünün ana besin maddesinin küçük pelajik balıklar olduğunu ve türün özel beslenme stratejisine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Reum (2011) *Squalus acanthias* türünün karaciğer ve kas dokularında, yağ ekstrasyon işlemine tâbi tutulmayan dokular üzerinden, analiz sonuçlarında yağ doku etkisini standardize etmek üzerine bir model geliştirmiştir.

Akdeniz'in çeşitli bölgelerinde *Scyliorhinus canicula* türünün beslenme özelliklerini hem mide içeriği analizinden hem de kararlı izotoplardan faydalanarak araştırmışlardır (Valls ve diğerleri, 2011; Kousteni ve diğerleri, 2017; Barría ve diğerleri, 2018a, 2018b; Yemişken ve diğerleri, 2019). Yapılan çalışmaların sonuçlarına göre *Scyliorhinus canicula* türünün beslenmesini genellikle teleost balıklar ve kabuklular oluşturmaktadır. Kararlı izotoplar ile yapılan beslenme ekolojisi çalışmasında, yumuşak dokulu çabuk sindirilebilen canlıların aslında *Scyliorhinus canicula* türünün beslenmesinde önemli rol oynadığını fakat mide içeriği analizlerinde bu sonuçlara hızlı sindirimden dolayı ulaşılmasının çok zor olduğunu, bu yüzden mide içeriği analizlerinin tamalayıcısı olarak kararlı izotop analizlerinin birlikte yapılmasının önemini vurgulamıştır (Wieczorek ve diğerleri, 2018).

Oxynotus centrina Akdeniz'de IUCN kriterlerine göre Kritik (CR) (IUCN, 2020) sınıfına mensup olmasına rağmen dünya denizlerinde beslenme ekolojisine ait çalışmalar oldukça kısıtlıdır (Capepe ve diğerleri, 1999; Capape, 2008; Guallart ve diğerleri, 2015). Kuzeybatı Akdeniz kıyılarında yapılan çalışma sonucuna göre *Oxynotus centrina* türünün ana besin maddesini poliket ve sipunculid türleri oluşturmaktadır (Capape, 2008). Guallart ve diğerleri, (2015) tarafından doğadan yakalanan *Oxynotus centrina* bireylerinin beslenmesini

deney ortamında gözlemledikleri çalışmada ise, türün çeşitli Elasmobranch kapsüllerini delerek beslendiğini tespit etmişlerdir.

Sağlam ve Bascinar, (2010) Karadeniz’de, İşmen (2003), Yeldan ve diğerleri, (2009) Kuzeydoğu Akdeniz’de, Valls ve diğerleri, (2011), Barría ve diğerleri, (2015), Saadaoui ve diğerleri, (2013) ve Mulas ve diğerleri, (2019) Akdeniz’de *Dasyatis pastinaca* türünün beslenme ekolojisini çalışmışlardır. Yapılan çalışmaların sonuçlarına bakıldığında zaman *D. pastinaca* türünün bölgesel olarak beslenmesinde bir farklılık olmadığı türün çoğunlukla kabuklular üzerinden beslendiği belirlenmiştir (Mullas ve diğerleri, 2019).

Valls ve diğerleri, (2011) Akdeniz’de yaptığı çalışmada *Myliobatis aquila* türünün diğer batoid türlerinin aksine bivalv grubu besinleri tercih ettiğini ve diyetinin oldukça özelleşmiş olduğunu tespit etmişlerdir. Akdeniz’de yapılan bir diğer çalışmanın sonucuna göre ise yine bu türün çoğunlukla çeşitli Mollusca türleri üzerinden beslendiği (gastropod, bivalv) ve bu türlerin *M. aquila*’nın beslenmesinde önemli rol oynadığı belirlenmiştir (Jardas ve diğerleri, 2004).

Demirhan ve diğerleri, (2005) ve Sağlam ve Bascinar, (2008) Karadeniz’de, Kabasakal, (2001) Yığın ve İşmen, (2010) ve Eronat ve Özaydın, (2015) Ege Denizi’nde, Valls ve diğerleri, (2011), Šantić ve diğerleri, (2012), Kadri ve diğerleri, (2014) ve Yemişken ve diğerleri, (2018) Akdeniz’in çeşitli bölgelerinde *Raja clavata* türünün beslenme ekolojisi üzerine araştırmalar yapmışlardır. Mulas ve diğerleri, (2010) Batı Akdeniz’de, Yemişken ve diğerleri, (2018) Doğu Akdeniz’de türün genel beslenme stratejisine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Eronat ve Özaydın (2014) tarafından Ege Denizi’nde gerçekleştirdikleri çalışmada, türün Crustacea ve Teleostei grupları üzerinden beslendiği ve dişi ve erkek bireylerin beslenmelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını yayınlamışlardır. *Raja clavata*’nın Akdeniz genelinde yapılan araştırma sonuçlarına göre genel olarak Teleostei ve Crustacea grubu üzerinden beslendiği ve Akdeniz’in farklı bölgelerinde baskınlık olarak bu iki grup arasında farklı besin gruplarını tercih ettikleri tespit edilmiştir (Yemişken ve diğerleri, 2018).

Marmara Denizi’nde kıkırdaklı balıklara ait ilk çalışma kayıtları Ninni, (1923) tarafından sunulmuş olsa da geçen 100 senede bölgede gerçekleştirilen çalışmalar genellikle türlerin dağılım ve görünürlükleri ile sınırlı kalmıştır (Kocataş ve diğerleri, 1993; Mater ve Meriç, 1996; Kabasakal, 2003; Doğan, 2006; Kabasakal, 2016, 2002, 1998; Kabasakal ve Karhan, 2015; Yığın ve diğerleri, 2016). Kabasakal (2004) *Hexanchus griseus* türünün beslenme özelliklerini çalışmış ve türün ana besin grubunun Teleostei olduğunu belirlemiştir.

Oral (2010) ise *Galues melastamus* türünün beslenme özellikleri üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir ve bu türün Crustacea ve Teleostei üzerinden beslendiği belirlenmiştir.

1.3. Kararlı İzotopların Beslenme Ekolojisinde Kullanımı

İzotoplar, farklı nötron sayıları nedeniyle farklı atom ağırlıklarına sahip aynı elementin formlarıdır, kararlı ve kararsız formlarda var olabilirler (Fry, 2006). Son yıllarda, kararlı izotoplar, hayvanların göç yollarının ve beslenme özelliklerinin belirlenmesi, besin ağı dinamiklerinin anlaşılması, canlıların trofik seviyesi gibi ekolojinin birçok alanında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Hobson, 1999; Kelly, 2000). Kararlı izotop analizi, üreticilerin ve tüketicilerin dokularındaki karbon, azot gibi elementlerin kararlı formlarını belirlemek için kütle spektroskopisinin kullanılmasını içerir. Bir organizmanın dokularındaki ağır veya hafif kararlı izotop oranları, doğrudan o canlının ekolojisini kimyasal izleyiciler ile anlamamızı sağlar (Peterson ve Fry, 1987). Canlılarda biyokimyasal reaksiyonlarda daha hafif izotop tercih edildiğinde (Örneğin; ^{14}N ve ^{12}C) canlının kararlı izotop oranlarında (hafif/ağır izotop oranı) fraksiyonlanma veya izotopik farklılıklar meydana gelir. Bu fraksiyonlama, adım adım zenginleşmeye ve söz konusu element için standarda göre daha ağır izotop konsantrasyonunda artışa neden olur (Peterson ve Fry, 1987).

Kıkırdaklı balıklarda kararlı izotop çalışmaları, mevsimsel beslenme ve göç yolu modellerinden, tür içi ya da tür dışı kaynak bölümlenmesine ve trofik pozisyona kadar geniş bir yelpazede bilgi sağlamaktadır (MacNeil ve diğerleri, 2005; Matich ve diğerleri, 2010; Borrell ve diğerleri, 2011; Hussey ve diğerleri, 2014b). Karbon (C) ve azot (N) izotopları beslenme ekolojisinde yaygın olarak kullanılan izotoplardır. Karbon ve azot doğal olarak iki kararlı izotopa sahiptir. Daha hafif formlar olan ^{14}N ve ^{12}C , ağır formları olan ^{15}N ve ^{13}C göre canlı dokuda daha fazladır. Canlı dokudaki karbon ve azot izotoplarının miktarı, canlının tükettiği, absorbe ettiği ve dokularında asimile edebildiği besinin bir yansımasıdır. Bir canlının herhangi bir dokusundaki izotop miktarı denildiği zaman, ağır ve hafif izotopların standartlaştırılmasıyla elde edilen bir oran ifade edilir ve delta (δ) işareti ile gösterilir ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N} = \delta^{15}\text{N}$) (DeNiro ve Epstein, 1978; Fry, 1988, 2006).

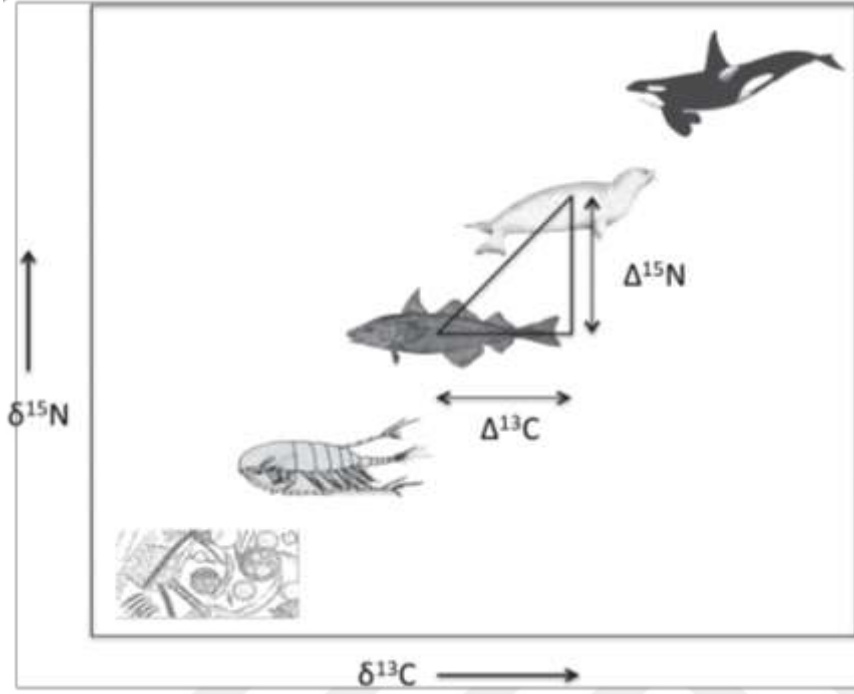
Kararlı izotopların değişken kimyasal özellikleri, çok sayıda temel ekolojik soruyu incelemek için kullanılabilir (Gannes ve ark. 1997). Karbonun izotop oranları ($\delta^{13}\text{C}$), denizel besin ağlarının tabanını destekleyen birincil üretim kaynaklarının belirlenmesi için kullanılır. Çünkü karbon izotoplarının her bir trofik basamakta değişimi oldukça azdır (trofik basamak

başına ortalama ‰ 0,6 ile 1,0) (Hussey ve diğ erleri, 2012), öyle ki bir tüketicinin $\delta^{13}\text{C}$ değeri, avının ine veya bağlı bulunduğu besin ağının bazal kaynağına benzerdir (Melville ve Connolly 2003). Bu trofik ayırım, balıklar için bile geçerlidir (Caut ve diğ erleri, 2009). Aynı zamanda, kıyı deniz ekosistemlerinde, birincil üreticiler ve tüketicilerin $\delta^{13}\text{C}$ izotopu genellikle kıyıdan uzaklaştıkça azalır (McConnaughey ve McRoy, 1979; Kline ve Lewin, 1999) ve bentik canlıların $\delta^{13}\text{C}$ değerleri göreceli olarak pelajik kaynaklara göre düşük seviyededir (Davenport ve Bax, 2002; Kopp ve diğ erleri, 2015).

Besin ağında tüketicilerin kararlı azot izotop oranı ($\delta^{15}\text{N}$) avlarına göre yüksek trofik ayırım gösterir, genellikle tüketicinin ^{15}N değeri avının ^{15}N değerinden ‰3 ile ‰3,4 oranında fazladır (Hussey ve diğ erleri,2012). Bu ayırım taksonlar arasında farklılık gösterebilir ve tüketicinin diyetiyle doğrudan alakalıdır (Caut ve diğ erleri, 2009). Bu yüksek trofik ayırım, $\delta^{15}\text{N}$ değerinin besin ağında canlıların trofik pozisyonlarını belirlemede iyi bir gösterge yapar (Hussey ve diğ erleri, 2012).

Diyet-doku ayırım faktörü (DTDF) ya bir diğ er adıyla trofik zenginleşme faktörü (TEF) tüketicisi ve avı arasındaki aritmetik $\delta^{15}\text{N}$ farkı olarak tanımlanır ve Δ sembolü ile ifade edilir (Newsome ve diğ erleri, 2010) (Şekil 3). Kararlı izotopların besin ağı çalışmalarında sıklıkla kullanılmaya başlanmasından itibaren birçok takson ve tür için bu trofik zenginleşme faktörü yapılan çalışmalar sonucunda hesaplanmıştır (Post, 2002). Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda bazı Elasmobranch türleri için TEF değerleri belirlenmiştir (Post, 2002; Vanderklift ve Ponsard, 2003; Caut ve diğ erleri, 2009) ve özellikle Elasmobranch türlerinde TEF değerlerinin t re ve çalışılan doku türüne göre değişiklikler gösterdiği tespit edilmiştir (Hussey ve diğ erleri, 2015). Özellikle kararlı izotoplar kullanılarak yapılan karışım modellerinde TEF oldukça önemli bir parametredir, t re uygun olmayan TEF kullanımı model sonucunu direkt olarak etkileyecek bir etkidir. Kararlı izotop birikim oranları, canlının farklı dokularında farklı süre ve miktarda olduğu için, farklı dokular kullanılarak yapılan karışım modellerinde her bir doku tipine uygun TEF kullanılmalıdır (Post, 2002; Caut ve diğ erleri, 2009; Newton, 2010). Özelikle karışım modellerinde kullanılacak olan TEF değerleri, kurulacak deney ortamında türlerin beslenmelerine bağlı olarak her t re özgü hesaplama ile elde edilebileceği gibi,

literatürde verilen benzer türler ve genuslar için sabit olarak da kullanılabilir (Caut ve diğerleri,, 2009).



Şekil 3. Şematik denizel besin ağı. $\Delta^{15}\text{N}$ ve $\Delta^{13}\text{C}$ trofik zenginleştirme faktörlerini temsil etmektedir. (Newsome (2010)'dan alınmıştır).

Avcı türün $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ izotoplarının beraber değerlendirilmesi işgal edilen izotopik nişin iki boyutlu bir temsiliyi sağlar (Layman ve diğerleri, 2007; Jackson ve diğerleri, 2011). Farklı türlerden veya popülasyonlardan bireylerin izotopik değerleri örtüşüyorsa, diyet, yaşam alanı veya her ikisine göre kaynak kullanımında örtüşme potansiyelinin olduğunu gösterir. Türler içindeki izotopik niş çeşitliliğini karşılaştırmak ve örtüşme düzeyini incelemek için işgal edilen toplam alan ve bireylerin $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ düzlemindeki dağılım düzeyi nicel olarak analiz edilebilir (Layman ve diğerleri, 2007). $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ düzlemi tür içi etkileşimleri incelemek için de kullanılabilir, örneğin; bireyler büyüdükçe yaşam alanları ve beslenme özellikleri değişir bu da türlerin $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ oranlarında değişimlere sebep olur. $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ düzlemi bu değişimleri gözlemleyebilmek için oldukça yararlı bir araçtır (Hammerschlag-Peyer ve diğerleri, 2011).

Kıkırdaklı balıkların trofik seviyesinin belirlenmesi, denizel besin ağlarındaki rollerini anlamak için önemli bir ilk adımdır. Örneğin; genel beslenme özelliği gösteren avcı türler, çok çeşitli av kaynakları üzerinde predasyon baskısı oluşturabilir, mekansal olarak farklı besin

ağlarını birbirine bağlayabilir ve av popülasyonlarını kontrol etmede önemli bir rol oynayabilirler. Bu türlerin ortamdan uzaklaşması, topluluk dinamiklerinde değişikliklere neden olabilir ve her bir trofik kademeyi etkileyebilir (Baum ve Worm, 2009; Ferretti ve diğerleri, 2010).

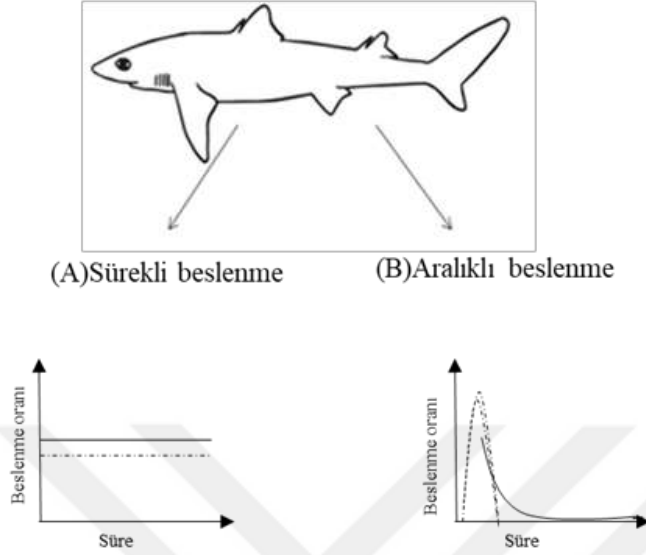
Kararlı izotoplar kullanılarak hesaplanan trofik seviye tahmini, mide içeriği analizi sonucu ile hesaplanan trofik seviye ile karşılaştırıldığında, mide içeriği analizi türlerin beslenmelerine dair kısa süreli bir bilgi sağlar ve bununla birlikte ortalama trofik seviyeyi yeterince tanımlamak için çok sayıda bireyin örneklenmesini gerekebilir (Hyslop, 1980). Kararlı izotop analizi ile belirlenen trofik seviye ise, avcı tarafından absorbe edilen avını yansıtır ve örneklenen dokuların devir hızları ile orantılı olarak türün beslenmesine dair daha uzun süreli bilgiler edinmemizi sağlar. Elasmobranşlar için, kas dokuda biriken kararlı izotop oranı genellikle 1 yıl civarında devir oranına sahipken, metabolik aktivitelerin daha fazla olduğu karaciğerde bu süre 3 ile 6 ay arasında değişir. Böylelikle kararlı izotoplar kullanılarak gerçekleştirilen beslenme modellerinde kullanılan farklı dokular, kullanılan dokuların farklı devir oranları sayesinde türlerin farklı zaman periyotlarındaki beslenmelerinin anlaşılmasına olarak verir (Logan ve Lutcavage, 2010). Ayrıca kararlı izotop analizi için gerekli doku miktarı oldukça azdır ve gerekli doku miktarı biyopsi gibi öldürücü olmayan örnekleme yöntemleri de mümkün olabilir (Fry, 2006).

Son yıllarda, kararlı izotop karışım modelleri, kararlı izotop analizlerinin sağladığı tüm avantajların yanında, avcı diyetlerinin bileşimini Bayesçi yaklaşım kullanarak tahmin ederek, bireylerin uzun dönemli beslenme periyotlarını belirlemede de oldukça faydalı bir araç haline gelmiştir (Moore ve Semmens, 2008; Parnell ve diğerleri, 2010; Phillips ve diğerleri, 2014). Bayesçi yaklaşımda mümkün olan sonuçlardan her biri diğerine göre eşit bir olasılık olarak varsayılır, yani bu yaklaşıma göre pek çok değişkenin yalnız birinden kaynaklanabilecek bir olayın, olası tüm değişkenlerin herbirinden oluşma olasılığı hesaplanır (Phillips ve diğerleri, 2014).

1.4. Kıkırdaklı Balıkların Beslenme Özellikleri

Elasmobranşların sindirim ve beslenme özellikleri; genellikle avlarını bir bütün olarak yutma, sindirilmiş besin maddelerinin midede uzun süre korunması, sindirilemeyen öğelerin azlığı ve yüksek oranda asidik mide gibi gelişmiş sindirim yetenekleriyle tanımlanır. Kıkırdaklı balıklarda tüketilen avın türü, beslenme alışkanlığı; sürekli beslenme veya aralıklı beslenme

olarak beslenme tipini belirleyebilir. Bu beslenme alışkanlığı değişimi, çevresel değişkenler, ortamın biyoçeşitliliği ve bireyin kondüsyonuyla birebir alakalıdır (Şekil 4) (Bucking, 2015).

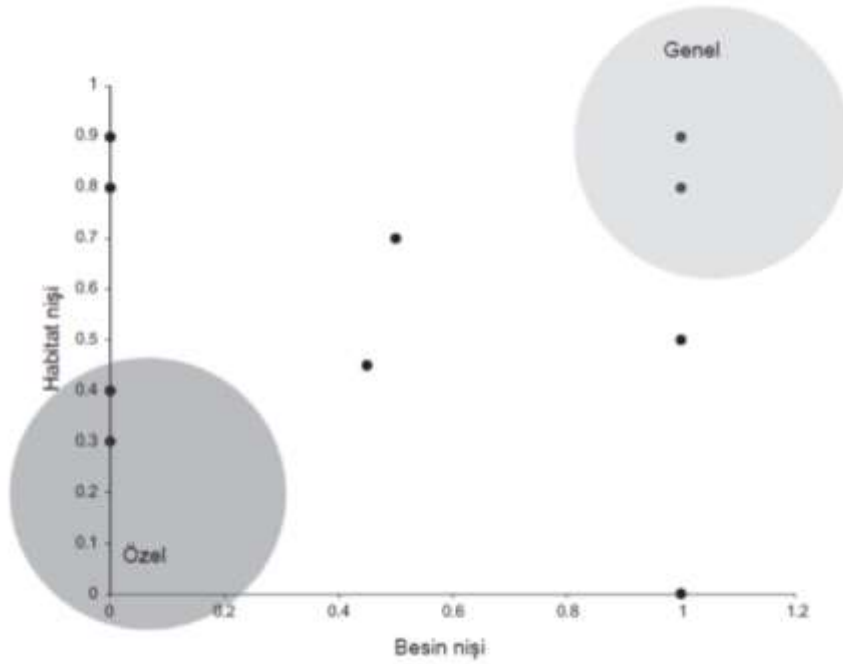


Şekil 4. Potansiyel elasmobranş besleme alışkanlığı (A) Sürekli olarak besin tüketebilir (kesikli çizgi) ve sindirimi mideden bağırsak yoluyla dışarıya atılır veya (B) aralıklı olarak beslenebilir (kesikli çizgi) ve sindirimi mideden üssel bir hızla (düz çizgi) boşaltabilir (Bucking, (2015)’den değiştirilmiştir).

Optimal yiyecek arama teorisi (OFT), avcı türlerin kondüsyonlarını en üst düzeye çıkarmak için enerji açısından en makul av ile beslenmesi üzerine kuruludur. Optimal yiyecek arama teorisi (OFT), hayvanların besin yoluyla aldığı enerjiyi en üst düzeyde tutması, dışarıya attığı enerjiyi en aza indirmesi bunun sonucunda da büyüme artışı ve en nihayetinde bu artışla birlikte üreme başarısı bu teorinin tamamını ifade eder (Pyke, 1984).

Elasmobranşlar genelde üst avcı türlerdir, beslenme stratejileri hem genel hem de özel olabilir, çok çeşitli habitatlarda yaşayabilirler ve çok çeşitli avları tüketebilirler (Şekil 5). Ayrıca elasmobranşların seçici (mevcudiyetlerine göre tek avla besleme) ve fırsatçı (mevcudiyetlerine orantılı bir şekilde çok çeşitli avla besleme) beslenme davranışları dahil olmak üzere çeşitli beslenme davranışları vardır. “Özel beslenme stratesine sahip tür”, küçük bir habitat ve oldukça az çeşitli tür üzerinden beslenen olarak tanımlanırken, “genel beslenme stratesine sahip tür”, çeşitli habitatlarda bulunabilen ve farklı av grupları ile beslenebilen tür olarak tanımlanır (Bucking, 2015). Şekil 5’de verilen grafik, türlerin besin nişi ve habitat nişi arasındaki ilişkiye göre sınıflandırılmasını göstermektedir. Besin nişi, tüketilen farklı av türlerinin toplam sayısı olarak tanımlanır; 0: tüketilen tek bir av grubu olduğunu, 1 ise 11 farklı av grubunun tüketimini

ifade eder. Habitat nişinde ise, 0: bir bireyin doğum yerinden neredeyse hiç hareket etmemesi durumunu, 1 ise bir bireyin doğum yerinden farklı bölgelere geniş hareket kabiliyeti olmasını ifade eder. Elasmobranş türlerinin çoğu karnivor olarak sınıflandırılır, genellikle Cephalopoda, Crustacea, Teleostei, Elasmobranchii, suda yaşayan memeliler ve kuşlar gibi hayvanları tüketirler (Cortes, 1999; Ebert ve Bizzarro, 2007; Jacobsen ve Bennett, 2013). Oldukça az sayıda Elasmobranş türü özel beslenme stratejisine sahiptir, örneğin *Mustelus* spp. türlerinin diyetlerini çok yüksek oranda kabuklular oluşturmaktadır ve bu özellikleriyle beslenme davranışı açısından nadir Elasmobranş türleri arasındadır (Cortés, 1997). Myliobatiformes, Lamniformes ve Orectolobiformes takımları planktivor olarak bilinen en yaygın Elasmobranş türlerini içerir. Bu türler genellikle, kril ve küçük karideslerle beslenirler. Ayrıca balina köpekbalığı (Motta ve diğerleri, 2010), büyük camgöz köpekbalığı (Sims, 1999) ve *Megachasma pelagios* türü (Nakaya ve diğerleri, 2008) dâhil olmak üzere diğer birkaç Elasmobranş türü de planktivordur. Sadece birkaç köpek balığı türü omnivor olarak sınıflandırılabilir, bitkilerden omurgasızlara ve omurgalılara kadar çok çeşitli av gruplarını tüketebilirler, fakat oldukça karmaşık olan Elasmobranş sindirim fizyolojisinde selülozun bu türlerin sindirim mekanizmalarında nasıl sindirildiği ve absorbe edildiği tartışma konusudur (Cortes, 1999). Bethea ve diğerleri, (2007), çekiç kafalı köpek balığı (*Sphyrna tiburo*) türünün mide içeriğinde yaklaşık %15 ile % 62 IRI miktarı ile bitki materyali bulmuştur.



Şekil 5. Bazı Elasmobranş türlerinin besin nişlerine karşılık gelen habitat nişleri. Veri noktaları, tek tek Elasmobranş türlerini temsil etmektedir. (Görseldeki veriler Cortes (1999), Belleggia ve diğerleri, (2012), Hoffmayer ve diğerleri, (2014), Munroe ve diğerleri, (2014)'nden alınmıştır ve Bucking (2015)'den değiştirilmiştir).

1.5. Tezin Amacı

Elasmobranş türleri yüksek avcı türler olmalarından kaynaklı besin ağında çok farklı trofik grupla etkileşim halindedir. Stokları sömürülmüş veya sömürülmekte olan ve ekosistemin hemen hemen her trofik basamağı ile etkileşim halinde olan bu türlerin ekosistemdeki oynadığı rolü belirleyebilmek, denizel ekosistemin yönetilmesi açısından oldukça önemlidir. Sağlıklı bir ekosistem yönetiminde, bir türün sadece tükettiği av gruplarını belirlemekten ziyade aynı zamanda enerji gereksinimlerini karşılamak için gıdanın tüketildiği, sindirildiği ve işlendiği oranları da anlamak ekosistem sürdürülebilirliği için oldukça gereklidir.

Elasmobranşların beslenme alışkanlıklarına ilişkin bilgiler, bu türlerin tarihini ve evrimini incelemekten, deniz ekosistemlerindeki av-avcı etkileşimlerini modellemeye, predasyonun ticari olarak değerli avlar üzerindeki etkisini tahmin etmeye kadar birçok farklı amaç için kullanılabilir. Bu tez kapsamında; Aralık 2017- Aralık 2018 tarihleri arasında 34 istasyonda mevsimsel örneklemelerle elde edilen Elasmobranş türlerinin beslenme

özelliklerinin ve trofik seviyelerinin, hem mide içeriği analizi hem de kararlı izotop analizi kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında türlerin;

- i. Niş genişlikleri ve besin çakışmalarının
- ii. Uzun ve kısa dönemli besin tercihlerinin
- iii. Trofik seviyelerinin

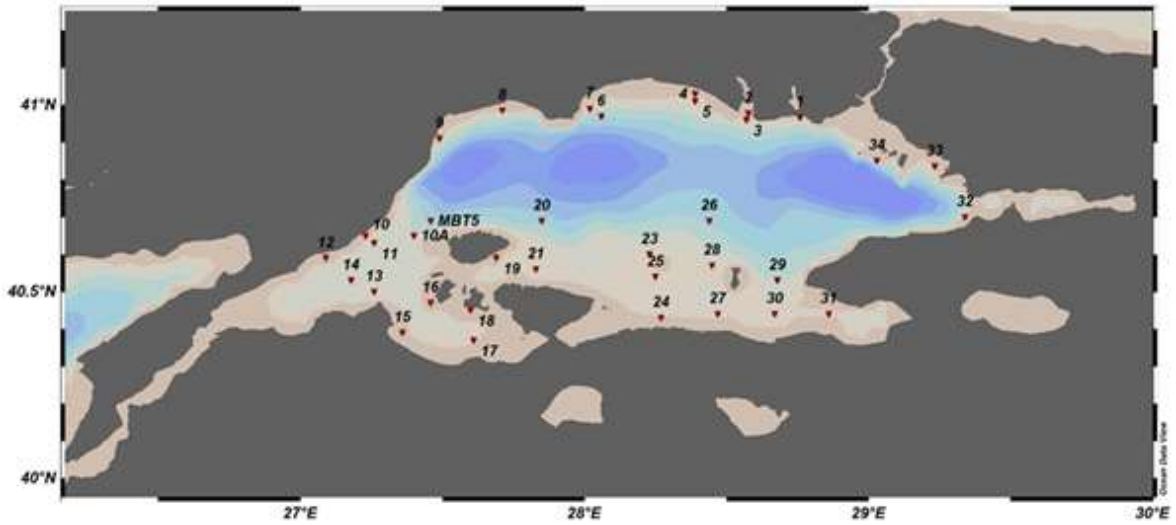
iki farklı yöntemle değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Bu çalışmanın sonuçlarıyla birlikte, Marmara Denizi'nde Elasmobranş türlerinin beslenme ekolojilerine dair ilk kez veri seti oluşturulması planlanmıştır. Elde edilecek bu veri seti ile birlikte, türler arası rekabet ve kaynak bölünmesi gibi türlerin popülasyon durumlarını etkileyebilecek etmenlerin belirlenmesi ve Marmara Denizi'nde gerçekleştirilecek besin ağı çalışmalarına temel oluşturması hedeflenmektedir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Örnekleme ve Örneklerin Değerlendirilmesi

Bu çalışmada elde edilen kıkırdaklı balık türleri ‘Marmara Denizi Ticari Öneme Sahip Demersal Balıklarının Stok Durumunun Belirlenmesi’ isimli T.C. Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) destekli TAGEM/HAYSUD/2014/05/01 no’lu proje kapsamında gerçekleştirilen trol çekimleri ile temin edilmiştir. Çalışma, Aralık 2017- Aralık 2018 tarihleri arasında mevsimsel olarak (Aralık 2017- Nisan 2018- Temmuz 2018- Eylül 2018- Aralık 2018) Marmara Denizi’nin kıyı ve derin bölgelerini temsil edecek şekilde seçilen ve derinlik konturları yaklaşık 25 m ile 170 m aralığında olan 34 istasyonda (Şekil 6), Akdeniz Uluslararası Dip Trolü Araştırma (MEDITS) kriterlerine uygun dip trol ağı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

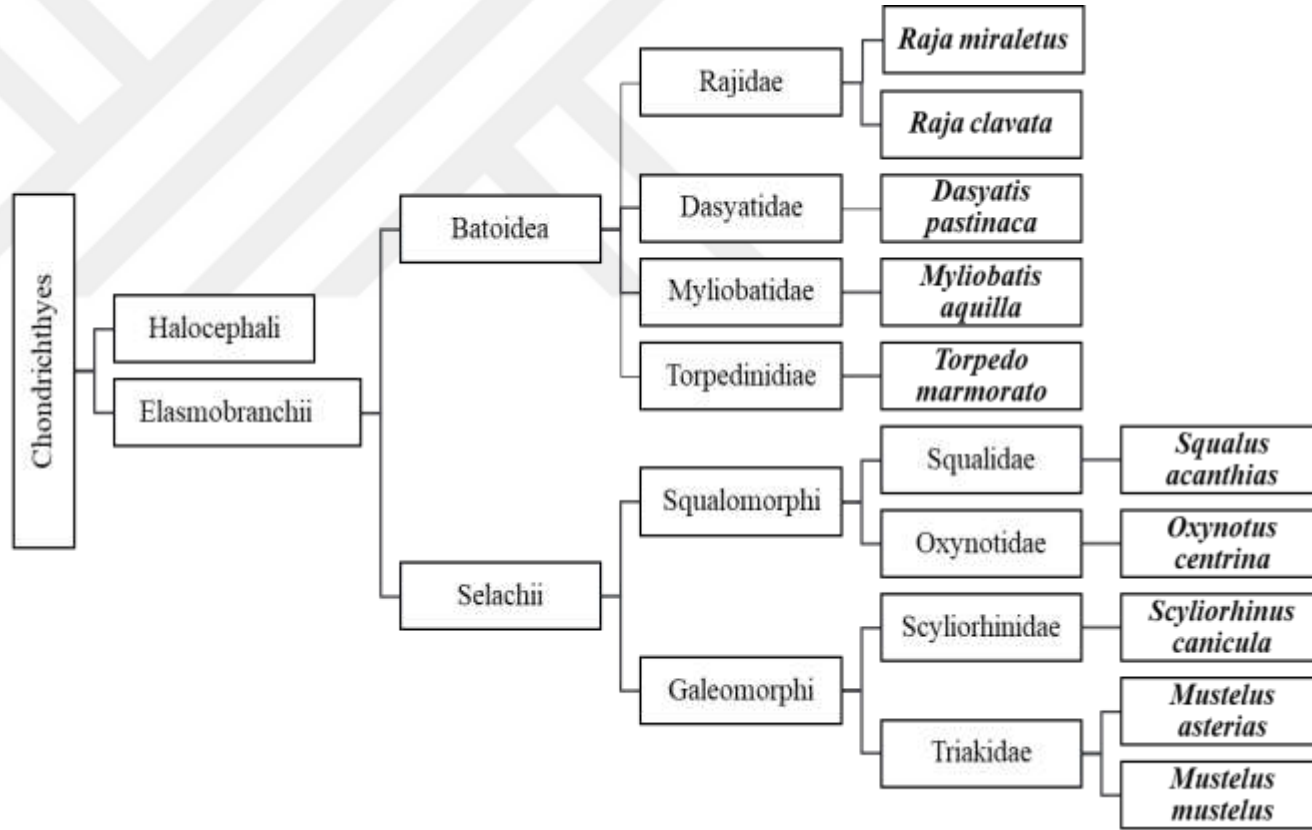


Şekil 6. Çalışma bölgesi ve istasyonları

Bu tez çalışması kapsamında; sekiz aileye ait 10 kıkırdaklı balık türünün beslenme özellikleri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan türler sırasıyla; Triakidae ailesinden *Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758) ve *Mustelus asterias* Cloquet, 1819, Scyliorhinidae ailesinden *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758), Squalidae ailesinden *Squalus acanthias*

Linnaeus, 1758, Rajidae ailesinde *Raja clavata* Linnaeus, 1758 ve *Raja miraletus* Linnaeus, 1758, Dasyatidae ailesinden *Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758), Myliobatidae ailesinden *Myliobatis aquilla* (Linnaeus, 1758), Torpedinidae ailesinden *Torpedo marmorato* Risso, 1810 ve Oxynotidae ailesinden *Oxynotus centrina* (Linnaeus, 1758) şeklindedir. Çalışılan türlerin taksonomik sınıflandırılması Şekil 7’de, biyolojileri ve ekolojilerine dair genel bilgiler EK 1’de verilmiştir.

Çalışmada elde edilen balıkların boy ölçümleri bağlı bulundukları ailelere göre MEDITS protokolünün önerdiği boy ölçüm kriterlerine göre gerçekleştirilmiştir. Ağırlıkları 0,01 g duyarlı terazi kullanılarak ölçülmüştür. Mide içeriği analizleri için bireyler gemide disekte edilerek mide ve bağırsakları tamponlanmış %4’lük formaldehit çözeltisine alınarak analizler için laboratuvara getirilmiştir. Kararlı izotop analizleri için bireylerin kas ve karaciğer dokularından yaklaşık 5 g’lık örnekler alınarak mümkün olan en düşük sıcaklıkta muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiştir. Bireylerin muhtemel avlarını oluşturduklarını düşündüğümüz av grupları ise diseksiyon işlemine tabi tutulmadan bütün olarak yine diğer örneklerle birlikte soğukta muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiştir.



Şekil 7. Çalışılan Elasmobranş türlerinin taksonomik sınıflandırılması

2.2. Beslenme Ekolojisi Çalışmaları

2.2.1. Mide içeriği analizleri

Çalışmanın gerçekleştirildiği araştırma teknesinde elde edilen örnekler hızlı bir şekilde disekte edilip %4'lük formaldehit çözeltisinde muhafaza edilerek laboratuvara getirilen mide örnekleri öncelikle formaldehitten uzaklaştırılmak için tatlı suyla yıkanmıştır. Filtre kağıdı üzerinde bekletilerek sudan arındırılan midelerin ağırlıkları 0,001 g hassasiyetli terazi ile ölçülmüştür. Mide örnekleri, mide ağzı kısmından makasla kesilerek 50 µm'lik göz açıklığına sahip plankton bezinden süzölmüştür ve sonrasında ayıklanmak üzere petri kaplarına aktarılmıştır. Mide içeriği boşaltılan midelerin ağırlıkları alınmıştır. Petri kabına alınan mide içeriği örnekleri, mümkün olan en düşük taksonomik seviyeye göre mikroskop altında tayin edilmiştir. Tayin edilen türlerin birey sayıları ve ağırlıkları kayıt altına alınmıştır. Türlerin beslenme özelliklerinin belirlenmesi için taksonomik olarak sınıflandırılan av gruplarının birey sayısı yüzdeleri %N (2.1), ağırlıkça yüzdeleri %W (2.2), bulunurluk sıklıkları %FO (2.3) ve nispi önem indeksleri (IRI ve %IRI) (2.5) hesaplanmıştır (Cortés, 1997; Hyslop, 1980).

$$\%N = (N_i / \sum N) * 100 \quad (2.1)$$

2.1 eşitliğinde;

%N: Birey sayısı yüzdesi

N_i : mide içerisindeki i besin grubunun birey sayısını göstermektedir.

$\sum N$: Mide içerisindeki tüm besin gruplarının toplam sayısını göstermektedir.

$$\%W = (W_i / \sum W) * 100 \quad (2.2)$$

2.2 eşitliğinde;

%W: Ağırlıkça yüzde

W_i : mide içerisindeki i besin grubunun ağırlığını göstermektedir.

$\sum W$: Mide içerisindeki tüm besin gruplarının toplam ağırlığını göstermektedir.

$$\%FO = (FO_i / \sum FO) * 100 \quad (2.3)$$

2.3 eşitliğinde;

%FO: bulunurluk sıklığı

FO_i: *i* besin grubunun bulunduğu toplam mide sayısı

$\sum FO$: toplam dolu mide sayısını göstermektedir.

$$IRI = (\%N + \%W) * \%FO \quad (2.4)$$

$$\%IRI = (IRI / \sum IRI) * 100 \quad (2.5)$$

2.5 eşitliğinde;

%IRI: Nispi önem indeksi yüzdesi

IRI: *i* besin grubunun IRI değeri

$\sum IRI$: toplam IRI değerini göstermektedir.

Elde edilen midelerin boşluk yüzdesi (%VI) Hysplop, 1980'e göre hesaplanmıştır.

$$\%VI = (E_i / N) * 100 \quad (2.6)$$

2.6 eşitliğinde;

VI: Boşluk indeksi

E_i :Boş mide sayısı

N: İncelenen toplam mide sayısını göstermektedir.

2.2.1.1 Niş genişliği ve besin çakışması

Ekolojik niş, bir tür ile biyotik ve abiyotik ortam arasındaki tüm etkileşimleri üstlenir ve bu nedenle çok temel bir ekolojik kavramı temsil eder (Polechová ve Storch, 2018).

Türlerin beslenme stratejilerini ve niş genişliklerini belirleyebilmek için Simpson (1949) çeşitlilik indeksinin revize hali Levins (1968) (2.7) indeksinden yararlanılmıştır.

$$B = 1/\Sigma p_j^2 \quad (2.7)$$

2.7 eşitliğinde;

B: Levins niş genişliği ölçümünü

P_j: j prey kategorisindeki bireylerin bolluğunun, toplam av bolluğuna oranını göstermektedir.

Hesaplanan bu değer 0 ile 1 arasında standardize edilmek üzere Hurlbert (1978)'in önerdiği şekilde tekrardan hesaplanmıştır (2.8).

$$B_A = \frac{B-1}{n-1} \quad (2.8)$$

2.8. eşitliğinde;

B_A: Standardize edilmiş Levins niş ölçümünü

B : Levins niş ölçümünü

N: Av kategorilerinin toplam sayısını göstermektedir.

Türler arasında besin çakışmasını belirleyebilmek için Pianka (1973) indeksi kullanılmıştır (2.9).

$$O_{jk} = \frac{\sum_i^n p_{ij} p_{ik}}{\sqrt{\sum_i^n p_{ij}^2 \sum_i^n p_{ik}^2}} \quad (2.9)$$

2.9 eşitliğinde;

O_{jk}: j türü ile k türü arasındaki Pianka's besin çakışması indeksini

p_{ij} : j türü tarafından kullanılan i kaynağının bolluk miktarını

p_{ik} : k türü tarafından kullanılan i kaynağının miktarını

n : Toplam kullanılan kaynak sayısını göstermektedir.

Pianka indeksi 0 ile 1 değeri arasında değişir ve 1 değeri türler arasında tam çakışma olduğunu gösterir. Pianka indeksinin türler arasındaki besin çakışmasının seviyesini belirlemek adına elde edilen sonuçlar Grossman ve Hart (1986)'a göre yorumlanmıştır. Buna göre, iki tür

arasındaki besin çakışması değeri 0 ile 0,39 arasında ise, çakışmasının seviyesi düşük, 0,40 ile 0,60 arasında ise çakışmanın seviyesi orta, 0,61 ile 1 arasında ise türler arasında yüksek besin çakışması vardır (Grossman ve Hart, 1986).

2.2.2. Kararlı izotop analizleri

Kararlı karbon ve azot izotop analizi için Yaz 2018 ve Kış 2018 örnekleme dönemlerinde elde edilen bireylerden türlerin uzun dönemli beslenmelerinin belirlenmesi için kas doku ve göreceli olarak daha kısa beslenme özelliklerinin belirlenmesi adına ise karaciğer doku örnekleme yapılmıştır. Yine aynı dönemde aynı av kompozisyonu içerisinde bu türlerin literatürde belirtilen ana besin gruplarından kas doku örnekleme yapılmıştır. Elde edilen bütün Elasmobranch türleri araştırmanın gerçekleştirildiği araştırma gemisinde disekte edilmiştir. Kas doku örnekleme; Selachii türleri için dorsal yüzgecin altından, liyofilizasyon işleminde olası ağırlık kaybına tedbiren yaklaşık 5 g olarak örneklenmiştir, Batoidea türleri için ise sırt kısmından olabildiğince iç organlara uzak kas doku bölümünden örnekleme yapılmıştır. Karaciğer doku örnekleri de yine yaklaşık 5 g olacak şekilde örneklenmiştir. Elasmobranch türlerinin muhtemel avlarını olabileceğini düşündüğümüz av grupları örneklerin temin edildiği av kompozisyonun içerisinde seçilerek kararlı izotop analizinin ön işlemlerinin gerçekleştirileceği zamana doku ve karaciğer numuneleri ile birlikte dondurulmuştur.

Kararlı izotop analizi öncesinde yapılan ön işlemler sırasıyla;

1. Lipid ekstrasyonu
2. Liyofilizasyon
3. Örneklerin toz haline getirilmesi ve paketlenme şeklindedir (Şekil 8).

Lipid ekstrasyonu, dokuların kararlı izotop analizine hazırlanmasında oldukça önemli bir ön işlemdir. Elasmobranch türlerinde adipoz dokusu yoktur ve karaciğer, lipid sentezinin önemli bir bölgesi olmasının yanı sıra ana lipid depolama alanıdır (Sargent et al., 1972, Ballantyne, 1997; Speers-Roesch ve Treberg, 2010) Özellikle ¹³C analizinde lipidler, canlıların karbon seviyelerinde değişimlere sebep olduğu için analiz öncesinde, özellikle lipid oranı yüksek türler için, lipidlerin uzaklaştırılması (ekstraksiyon işlemi) önerilmektedir (Post ve diğerleri, 2007; Hussey ve diğerleri, 2012). Ek olarak, lipid ekstraksiyonu; türlerin dokularındaki lipid miktarları yaşadıkları bölgedeki

çevresel etkenlere göre de farklılık göstereceği için, yapılacak analizlerde bu farklılaşmayı ortadan kaldırmak amacıyla da bir standardizasyon sağlamaktadır (Post ve diğerleri, 2007). Bu işlemi kloroform-metanol çözeltisinde Bligh ve Dyer (1959) tarafından uygulanan metoda göre gerçekleştirilmiştir. Bu metoda göre 2/1 oranında hazırlanan kloroform-metanol solüsyonu, 50 ml'lik cam viallerde bulunan dokulara ilave edilerek oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir, her 24 saat sonunda tüplerin üstlerinde birikmiş olan yağ tabakası alınmış ve bu işlem 3 kere tekrarlanmıştır. Bu işlemin son aşaması olarak, 3 tekrarın sonunda yine üst tabakada birikmiş olan yağ tabakası dokudan uzaklaştırılmış, dokular ultra saf su ile yıkanmıştır.

Liyofilizasyon işlemi, maddenin önce dondurulduğu ve sonrasında sublimasyon ve akabinde desorpsiyon ile çözücü miktarının, biyolojik veya kimyasal reaksiyonları desteklemeyecek düzeylere kadar azaltıldığı bir stabilizasyon prosesi olarak tanımlanmaktadır (Deepak ve Iqbal, 2015). Lipid ekstrasyonu gerçekleştirilen dokular 1 gece -20 °C de bekletilerek dondurulmuştur ve ardından liyofilizyon, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Radbiyoloji laboratuvarında bulunan liyofilizatör cihazında yaklaşık -65 °C aralıksız 3 gün süreyle gerçekleştirilmiştir. Liyofilizasyon işlemi bazı türlerin (*M. mustelus*, *M. asterias*, *D. pastinaca*, *M. aquila* ve *Oxynotus centrina*) örneklerinin birey sayılarında kayıplara neden olmuştur. Özellikle karaciğer dokuları oldukça yağlı olan türlerin, liyofilizasyon işleminde dokuları tam olarak kurutulamamış ve bu sebeple kararlı izotop analizi gerçekleştirilememiştir.

Örneklerin toz haline getirilmesi ve paketlenme işleminde liyofilizasyon işlemi ile kurutulan dokular agat havanda dövülerek toz haline getirilmiş ve kararlı izotop analizine gönderilmek üzere kalay kapsüller içerisinde ~ 1,0 -1,5 mg aralığında tartılarak paketlenmiştir. Paketlenen kalay kapsüller, 96'luk wellplate kaplarla Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya eyaletinde bulunan University of California - Stable Isotope Facility adlı laboratuvara gönderilmiştir. Kararlı izotop

analizleri PDZ Europa ANCA-GSL elementel analiz cihazına bağlanmış PDZ Europa 20-20 izotopik oran kütle spektrofotometresi ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 8. Kararlı izotop analizinin ön işlemleri

Kararlı izotop analizlerinin temelinde canlı dokusundaki ağır ve hafif izotopun oranlarının referans ölçüm değerlerine oranı vardır. Kütle spektrofometri örneklerin $^{13}\text{C}:^{12}\text{C}$ ve $^{15}\text{N}:^{14}\text{N}$ oranlarını belirler ve delta sembolüyle ifade edilir. Belirlenen bu oranlarla birlikte referans alınan karbon ve azot değerleri aşağıdaki eşitlikte (2.10) kullanılır.

$$\delta X = [(R_{\text{örnek}}/R_{\text{standart}}) - 1] \times 1000 \quad (2.10)$$

2.10 eşitliğinde;

δX : X elementinin ağır izotopunu

$R_{\text{örnek}}$: X elementinin ağır ve hafif izotoplarının oranını

R_{standart} : Çalışılan standartın ağır ve hafif izotoplarının oranını gösterir.

Standart değer olarak, karbon referansı için, Pee Dee Belemnite (PDB) adı verilen bir denizel fosilde tespit edilen, dünyada şu ana kadar kaydedilmiş en yüksek $^{13}\text{C}:^{12}\text{C}$ oranı kabul edilir. Azot izotopu için ise atmosferik N_2 kullanılmıştır.

2.2.2.1. Türlerin izotopik niş çakışmaları

Kararlı izotop oranları, tüketiciler için trofik etkileşimleri özetler ve ölçülebilir bir izotopik niş hesaplamak için kullanılabilir (Bearhop ve diğerleri, 2004; Newsome ve diğerleri, 2007). Bu

amaçla türlerin izotopik niş çakışmaları belirlemek için R açık kaynak yazılımında nicheROVER (Niche Region and Niche Overlap Metrics for Multidimensional Ecological Niches, <https://cran.r-project.org/web/packages/nicheROVER/vignettes/ecol-vignette.html>) paketi kullanılmıştır (Swanson ve diğerleri, 2015) (R Core Team, 2020). Bu çalışmada kullanılan “İzotopik Niş” modeli (nicheROVER), ekolojik niş gibi çok boyutlu, çok bileşenli ve çok değişkenli bir kavramın iki boyutlu temsili için ölçülebilir olması için oluşturulmuştur. Bu sayede, izotopik niş sayısal ve karşılaştırılabilir bir değer olarak ifade edilebilir hale getirilmesiyle türler hakkında bilgi edinmemizi sağlarken diğer taraftan da çok boyutlu bir sistemi indirgeyerek bir sapma da yaratır.

Bu model, türlerin izotopik niş bölgelerini (NR) ve çift ya da daha fazla türün niş çakışmasını hesaplarken %95’lik olasılıksal bir yöntem kullanır. Niş bölgesini (NR), çok değişkenli uzayda verilen %95 (veya kullanıcı tanımlı α) olasılık bölgesi olarak tanımlar. NicheROVER modelinde, A türünden bir türün B türünün niş bölgesinde (NR) bulunma olasılığı modelin mevcut öncül değerleri aralığında hesaplanır (Swanson ve diğerleri, 2015).

2.2.2.2. Bayeşçi yaklaşımlı izotopik karışım beslenme modeli (MixSIAR)

Son yıllarda kararlı izotoplar kullanılarak türlerin beslenme ekolojileri daha detaylı anlayabilmek adına birçok izotopik karışım beslenme modeli geliştirilmiştir (Stock ve Semmens, 2013). Bu tez çalışmasında, bu modellerden en güncel olanı Bayeşçi Yaklaşımlı İzotopik Karışım Beslenme Modeli R Açık kaynak yazılımında MixSIAR paketi kullanılarak (Bayesian Mixing Models for Stable Isotopes, <https://cran.r-project.org/web/packages/MixSIAR/index.html>) çalışılmıştır (Stock ve Semmens, 2013) (R Core Team, 2020).

Bu model, tüketici ve av gruplarının kararlı izotop değerlerini (ortalama ve standart sapma veya ham değerler) ve av grupları için uygun trofik zenginleşme faktörlerini (TEF) kullanarak bayeşçi yaklaşımla av kaynaklarının tüketicilerin beslenmesindeki oranlarını belirler. TEF değerleri, karışım modellerinin önemli bir bileşenidir (Caut ve diğerleri, 2009; Bond ve Diamond, 2011). Karışım modellerinin temelinde yatan ve DeNiro and Epstein (1978)’ın kullandığı ve oldukça fenomen bir tanım haline gelen “Ne tükettiyseniz onun birkaç binde fazlasısınız” ifadesinde de, bir hayvanın dokularındaki C ve N izotop miktarı, genellikle tükettikleri canlıların C ve N izotop değerlerinden fazla olduğunu gerçeğini ifade eder. Bu fazlalık; her av grubunun

asimilasyon ve boşaltım süreçlerinden kaynaklıdır (Phillips ve diğerleri, 2015). Yani her bir canlı grubunun tüketicinin dokularındaki birikim süresi ve miktarı farklılık gösterir. Bir karışım modeli uygulamadan önce, bu sistematik farklılıklar düzeltilmelidir. Bu sebeple, modelde av grubu olarak tanımlanan her bir canlı grubu için farklı TEF değeri kullanılır. TEF değeri deneysel olarak hesaplanabilir veya uygun bir referansa göre kullanılabilir (Caut et. al., 2009). Bu çalışmada, TEF değerleri sabit olarak alınmış ve Caut ve diğerleri, (2013) tarafından *Scylliorhinus stellaris* türünün kas dokusu için belirlenen TEF değerleri kullanılmıştır. Bu değerler; *Parapenaeus longirostris* için; $\Delta\delta^{15}\text{N} = 0,23 \pm 0,16$, $\Delta\delta^{13}\text{C} = 0,44 \pm 0,12$, *Liocarnicus depurator* için; $\Delta\delta^{15}\text{N} = 2,77 \pm 0,33$, $\Delta\delta^{13}\text{C} = 1,05 \pm 0,07$; *Trachurus* sp. için; $\Delta\delta^{15}\text{N} = 1.81 \pm 0.14$, $\Delta\delta^{13}\text{C} = 1.49 \pm 0.1$; *Loligo* sp. için; $\Delta\delta^{15}\text{N} = 2.49 \pm 0.26$, $\Delta\delta^{13}\text{C} = -0.46 \pm 0.26$ şeklindedir.

MixSIAR, karmaşık beslenme ilişkilerini açıklamak için hiyerarşik sınıflandırmaya dayalı linear bir modeldir ve bu sayede bir türün beslenme kaynaklarının nasıl dağıldığını iki boyutlu bir sistem üzerinde alansal olarak göstermeye olanak verir. Bunun yanında, bu modelin öncel (prior) veri setinin nasıl seçildiği büyük önem taşımaktadır ve model sonuçlarının uygulayan kişinin bilgi birikimine bağlı olarak yorumlanması ve modelin öncel veri seti değiştirilerek tekrarlanmasıyla en iyi ifadenin bulunması önerilir. MixSIAR kaynak oranlarının tahminleri için mevcut öndeğer olarak Dirichlet veya “genelci” dağılımını kullanır bu da tüm kaynak veri kombinasyonlarını eşit derecede olası kılar. Ayrıca kullanıcının elindeki veri setine bağlı olarak öndeğer (prior) ekleme şansı da sunmaktadır (Stock ve Semmens 2013; Phillips ve diğerleri, 2014). Beslenme ekolojisi çalışmalarında modele eklenen öndeğerler mide içeriği analiz sonuçları ya da literatürden elde edilen bilgiler olabilir. Bu tez çalışmasında hem çalışma yapılan bölge hem de incelenen türler üzerine daha önce benzer bir çalışma olmadığı için, modelin her av grubunu eşit olasılıkta değerlendirmesi adına öncel veriler modelin mevcut öndeğerleri (default priors) ile uygulanmıştır. Günümüzde Bayeşçi yaklaşımla gerçekleştirilen kararlı izotop karıştırma modelleri, besin ağlarındaki trofik ilişkileri anlamak ve tüketicinin diyetindeki katkı oranlarını belirlemek için oldukça yararlı bir araç olsa da, yalnızca bir araçtır ve tüketicinin diyet bileşimi için sağladıkları resim, her zaman hata payları içerebilir (Phillips ve diğerleri, 2014). Av gruplarının ve tüketicilerin izotop oranlarındaki değişkenlik, TEF değerlerindeki belirsizlik gibi etkenler model sonucunun her

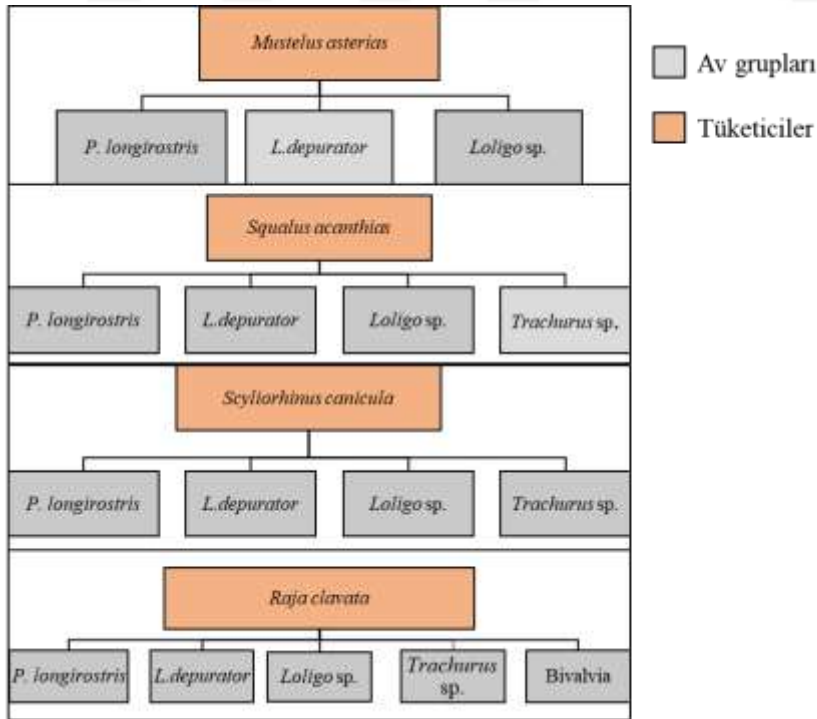
zaman kesin olmamasının bir sebebidir. Eğer modelde tanımlanan av grupları ve tüketicilerin izotop kompozisyonları yeterince ayırt edici değillerse, av gruplarının tüketicinin diyetine katkısı kesin ve net bir şekilde ortaya konmayabilir (Phillips ve diğerleri, 2014). Ayrıca, bir canlının beslenmesinde ne kadar çok besin kaynağı varsa, modelin bu kaynakların katkı oranları hakkındaki tahminlerinin kesinliği buna bağlı olarak azalacaktır. Bir başka deyişle, kaynakların izotop değerlerindeki dağılım aralıkları artıkça, model, minimum değerden düşük ve maksimum değerden fazla olan katkıları dışlayarak, yalnızca nitel anlamda en anlamlı kaynağın oranını değerlendirebilmektedir (Fry 2013). Modelde kullanılacak av grupları (kaynaklar) ile ilgili bir başka önemli nokta ise kaynakların eksik olarak modele verilmesidir. Diyete katkısı bilinen ve/veya katkı oranı belirlenmek istenen bir av grubunun kaynak olarak modelden çıkartılması veya eklenmemesi, modelde çalıştırılan bütün av gruplarının katkı oranlarını değiştirebilir. Hariç tutulan bu av grubunun katkı oranı kalan av gruplarının katkı oranlarını eklenerek büyük ölçüde hatalara sebebiyet verir (Parnell ve diğerleri, 2013).

Gerçekleştirilen modellerin, Bayesçi yaklaşımla yapılması, sapmaları (bias) en iyi açıklama çabasının bir ürünüdür. Bayesçi yaklaşımla kurulan modeller bir öncel (prior) değerden sonuç (posterior) değerine gitmeyi temel alır. Öncel değerlerin seçimindeki doğruluk Bayesçi yaklaşımın temel unsurudur ve sapmaların en aza indirgenmesi için gereklidir. Ekosistem üzerine gerçekleştirilen modellerin hepsi, kullanılan veri ile anlık bir resim çekilmesini sağlar, Bu nedenle sonuçların yorumlanmasında kullanıcı deneyimi her zaman ön planda tutulmaktadır. Bu durum, bir bölgede, belli bir zaman aralığında, belli bir tür hakkında, model uygulamasının yapılması için öncel bilginin ve en iyi model sonuçlarının elde edilmesi için önemini göstermektedir. Bununla birlikte, ekosistem çok boyutlu karmaşık bir sistem olarak, uygulanacak her modelin eksikleri ve boşlukları olduğunu unutmamak gerekir.

Tez kapamında; Selachii taksonuna ait *Mustelus asterias*, *Scyliorhinus canicula*, *Squalus acanthias* türlerinden ve Batoidea taksonuna ait *Raja clavata* türünün MixSIAR modeli ile beslenme özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. *Torpedo marmorata* türünün ¹³C ve ¹⁵N analizi gerçekleştirilen birey sayısı azlığından dolayı (n < 3), *Dasyatis pastinaca* ve *Myliobatis aquila* türlerinin ise mide içeriği analiz sonucuna göre beslenmesinde önemli yer tutan Polychete

grubuna ait türlerin kararlı izotop analizi yapılamadığı için bu türler model ile değerlendirilememiştir. Ayrıca, *Oxynotus centrina* türünün mide içeriği analizinde herhangi bir canlı grubunu belirleyememiş olmamız ve türün beslenmesi ile alakalı literatür bilgisinin de kısıtlı olması ve *M. asterias* türünün karaciğer dokuları liyofilizasyon işleminde başarı bir şekilde liyofilize edilememesinden dolayı MixSIAR modelle çalışılamamıştır.

Model her tür için ayrı olarak çalıştırılmıştır. Modelde her tür için verilen av grupları Şekil 9’da verilmiştir. Şekil 9’da verilen türlerin karaciğer ve kas dokuları gruplanarak modele tüketici grubu olarak verilmiştir. Av grupları olarak tanımlanan gruplar, türlerin mide içeriğindeki %IRI değerleri temel alınarak seçilmiştir. Karaciğer ve kas doku çalışılan türlerde, aynı kaynak grupları ve aynı TEF faktörleri kullanılmıştır. Her model, 300,000 yinelemeli 3 Markov Zinciri Monte Carlo (MCMC) zinciri ile çalıştırılmıştır. Sonuçlar, Gelman Rubin test ve Geweke test ile doğrulanmıştır. Model çıktıları; yoğunluk dağılım grafikleri, ortalama değer (standart sapma) ve Bayeşçi güven aralıkları ile birlikte rapor edilmiştir. Tablolarda verilen ortalama değerler, her av grubunun tüketicinin beslenmesindeki katkı oranları temsil eder.



Şekil 9. MixSIAR modelde kullanılan tüketici türler ve av grupları

2.3. Türlerin Trofik Seviyelerinin Belirlenmesi

Türlerin trofik seviyeleri; hem mide içeriği analizi sonuçlarına göre hem de kararlı izotoplar kullanılarak hesaplanmıştır. Mide içeriği analiz sonuçlarına göre trofik seviye Cortes (1999)'a göre yapılmıştır.

$$TL_{mide} = 1 + \sum_{j=1}^k P_j * TL_j \quad (2.11)$$

2.11 eşitliğinde;

TL_{mide}: Trofik seviye

P_j: j av grubunun mide içeriğindeki oranı (%W)

TL_j: j av grubunun trofik seviyesini göstermektedir.

Av gruplarının trofik seviyeleri Ebert ve Bizzarro (2007)'den elde edilmiştir. Mide içeriği analiz sonuçlarına göre hesaplanan trofik seviyede; besin grupları grup bazında değerlendirmeye alınmıştır ve kullanılan grupların tanımlayıcıları ve trofik seviyeleri Tablo 1'de verilmiştir (Ebert ve Bizzarro, 2007).

Tablo 1. Besin grupları ve trofik seviyeleri

Besin grupları	Tanımlayıcıları	Trofik seviye
Polychete	Poliket ve diğer denizel kurtlar	2,60
Mollusca	Sefalopod grubu hariç yumuşakçalar	2,1
Cephalopoda	Kalamar, Ahtapot ve Tanımsız Sefalopod	3,2
Amphipoda	Amfipotlar ve İsoptotlar	3,18
Euphausiacea	Karides ve Kriller	2,25
Decapoda	Dekapod Krustaseler	2,25
Teleostei	Kemikli Balıklar	3,32

Türlerin kararlı izotoplarını kullanarak trofik seviyelerinin hesaplanması Zanden ve Rasmussen (2001)'e göre gerçekleştirilmiştir.

$$TL_{tüketici} = TL_{basal} + (\delta^{15}N_{tüketici} - \delta^{15}N_{basal}) / \Delta\delta^{15}N \quad (2.12)$$

2.12 eşitliğinde;

$TL_{\text{tüketici}}$: Tüketicinin trofik seviyesini

TL_{basal} çalışılan türlerin ikincil tüketiciler üzerinden beslenmeleri göz önüne alınarak 2 olarak alınmıştır.

$\delta^{15}N_{\text{tüketici}}$: Tüketicinin $\delta^{15}N$ değerini

$\delta^{15}N_{\text{basal}}$: Tüketicinin avının $\delta^{15}N$

$\Delta\delta^{15}N$: Trofik Zenginleşme faktörünü göstermektedir.

Marmara Denizi için türlerin ^{15}N değerlerinden trofik seviyelerini hesaplarken basal tür olarak *M.aquila* türü için için *Bivalvia* türleri ($\delta^{15}N$ ort = 8,42), diğer türler için derin su pembe karidesi, *Parapenaeus longirostris* ($\delta^{15}N$ ort = 9,82) türü kullanılmıştır. Tüketici ve besini arasındaki TEF sabit olarak alınmış ve ($\Delta\delta^{15}N$) 1,95 kullanılmıştır (Hussey ve diğerleri, 2010).

2.4. İstatiksel Analizler

Mide içeriği analizi yapılan Elasmobranş türlerinin birbirleri arasındaki beslenme farklılıklarını istatistiksel olarak değerlendirebilmek adına Bray-Curtis benzerlik ölçüsüne ve 999 permütasyonuna dayalı değişimsel yarı parametrik olmayan çok değişkenli varyans analizi (PERMANOVA) yapılmıştır. PERMANOVA, değişken veya örneklem çiftleri arasındaki uzaklık veya benzerlik ölçülerinden yararlanmaktadır. PERMANOVA yapay (Pseudo) F test istatistiğini kullanırken, p değerini hesaplarken permütasyon tekniklerini kullanmaktadır. Bu sebeple, bu yöntem herhangi bir dağılım varsayımı gerektirmemektedir (Anderson, 2017).

PERMANOVA analizinde; türlerin mide içeriğinden elde edilen her bir besin grubunun birey sayıları (N) kullanılmıştır. PERMANOVA analizinden önce baskın besin gruplarının etkisini azaltmak amacıyla birey sayılarının doğal logaritması ($\log x + 1$) alınmıştır. Elasmobranş türlerinin besin gruplarının (Annelida, Polycheta, Mollusca, Cephalopoda, Custacea, Teleostei) birey sayıları (N) ile oluşturulan kullanarak, türler arası beslenmelerin av grupları tarafından nasıl etkilendiğini belirleyebilmek adına temel bileşenler analizi (PCA) yapılmıştır.

Oxnotus centrina ve *Raja miraletus* türlerinin mide içeriği analizlerinde herhangi bir canlı grubuna rastlanmadığı için, *Torpedo marmorata* (n=4) türü ise birey sayısı yetersizliğinden dolayı bu teste tabii tutulmamışlardır.

Ayrıca, tez kapsamında birey sayısı olarak en fazla elde edilen tür olan *Raja clavata* bireylerinin mide içeriğindeki besin gruplarının birey sayıları kullanılarak, beslenmesi boy gruplarına (juvenil: TL <60 cm, ergin: TL > 60 cm), mevsimlere (Aralık 2017, Nisan 2018, Yaz 2018, Sonbahar 2018, Aralık 2018), derinlik konturlarına (0-50 m, 50- 100m, 100-200 m) faktörlenerek PERMANOVA analizine tabii tutulmuştur.

Ayrıca; *Raja clavata* ergin ve juvenil bireylerin arasındaki besin değişiminin hangi gruplar üzerinden olduğunu belirlemek adına benzerlik yüzdesi (SIMPER) analizi gerçekleştirilmiştir. Analizde juvenile ve ergin bireylerin mide içeriği analiz sonuçlarına göre besin gruplarının birey sayıları (N) kullanılmıştır. Bu analizde, juvenile ve ergin bireylerin beslenmelerinin benzemezliği ve bu farklılığı oluşturan besin grupları belirlenmiştir. SIMPER analizi Bray-Curtis benzerlik ölçüsü kullanılarak hazırlanan matris üzerinden yürütülmektedir.

Türlerin öncelikle kas ve karaciğer dokularındaki ^{15}N ve ^{13}C değerleri her bir türün diğeri ile kas ve karaciğer dokularının ^{15}N ve ^{13}C değerlerini istatistiksel olarak değerlendirmek adına Eulicidean uzaklık ölçüsüne göre ve 999 permütasyonuna dayalı PERMANOVA analizi yapılmıştır. PERMANOVA analizinden önce bireylerin ^{15}N ve ^{13}C değerlerinin doğal logaritması ($\log x + 1$) alınmıştır. Bütün analizler Primer7 v.7.017 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan bütün PERMANOVA analiz sonuçlarının yorumlanmasında yapılan permütasyonun (999) sayısı göz önüne alınarak p değeri'nin anlamlılık düzeyi 0,05 belirlenmiştir.

Tez kapsamında istatistiksel analizlere ve modellere dahil edilen türlerin listesi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. İstatiksel analizlerde kullanılan türler ve birey sayıları

Türler	n	Mide içeri analizi		Kararlı izotop analizi				Modeller	
		PERMANOVA	PCA	PERMANOVA				MixSIAR	NicheROVER
				Kas		Karaciğer			
				n		n			
<i>Mustelus asterias</i>	18	+	+	6	+	0	-	+	+
<i>Mustelus mustelus</i>	28	+	+	0	-	0	-	-	-
<i>Squalus acanthias</i>	45	+	+	10	+	11	+	+	+
<i>Scyliorhinus canicula</i>	50	+	+	6	+	9	+	+	+
<i>Dasyatis pastinaca</i>	32	+	+	3	+	3	+	+	+
<i>Myliobatis aquila</i>	15	+	+	4	+	4	+	+	+
<i>Torpedo marmarato</i>	4	-	-	2	-	3	-	-	-
<i>Raja clavata</i> (Ergin)	38	+	+	3	+	4	+	-	+
<i>Raja clavata</i> ((Juvenil)	60	+	+	7	+	6	+	-	+
<i>Raja miraletus</i>	2	-	-	0	-	0	-	-	-
<i>Oxynotus centrina</i>	6	-	-	3	+	0	-	-	-

3. BULGULAR

Aralık 2017- Aralık 2018 tarihleri arasında Marmara Denizi'nde gerçekleştirilen toplamda 151 trol çekiminden 8 aileye ait 10 kıkırdaklı balık türü elde edilmiştir. Çalışma süresince en az elde edilen türler; *Raja miraletus* ve *Oxynotus centrina* türleri olmuştur. *Raja miraletus* türü örnekleme dönemi boyunca sadece bir kez 2 birey olarak, *Oxynotus centrina* türü üç farklı örnekleme döneminde toplamda 6 birey olarak elde edilmiştir. Elde edilen *Raja miraletus* ve *Oxynotus centrina* türlerinin mide içeriği analizlerinde herhangi bir canlı grubuna rastlanmamıştır. Bu sebeple bu iki tür mide içeriği analizlerine dâhil edilememiştir.

3.1. Mide İçeriği Analizleri

Toplamda 290 adet Elasmobranchs bireyinde mide içeriği analizi gerçekleştirilmiştir. Boşluk indeksi en yüksek tür %44 ile *Scyliorhinus canicula* olarak hesaplanırken, en düşük boşluk indeksi %5,5 ile *Mustelus asterias* türüne aittir. Türlerin mide içeriğinden elde edilen ana besin grupları ve boşluk indeksleri Tablo 3'de verilmiştir.

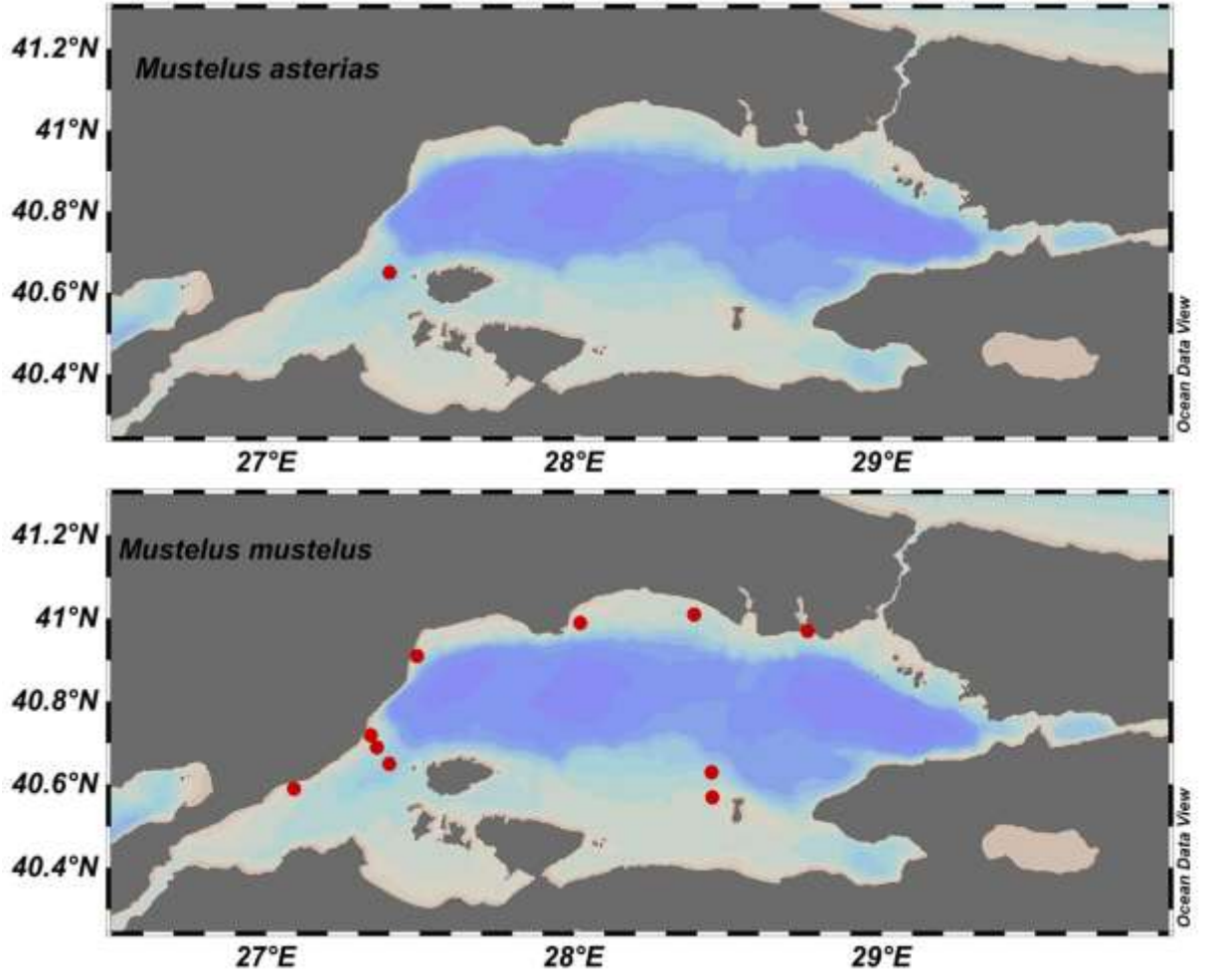
Tablo 3. Çalışma süresince elde edilen türlerin boşluk indeksleri ve ana besin grupları

Türler	N	Ort. Derinlik (m)	Boşluk indeksi %	Besin Grubu
<i>Mustelus asterias</i>	18	151	5,5	Crustacea
<i>Mustelus mustelus</i>	28	89	12	Crustacea
<i>Squalus acanthias</i>	45	101	11,1	Teleostei
<i>Scyliorhinus canicula</i>	50	77	44	Teleostei
<i>Dasyatis pastinaca</i>	32	58	12,5	Teleostei
<i>Myliobatis aquila</i>	15	78	40	Mollusca
<i>Torpedo marmorata</i>	4	43	25	Teleostei
<i>Raja clavata</i>	98	72	14,2	Teleostei
<i>Raja miraletus</i>	2	40	100	-
<i>Oxynotus centrina</i>	6	87,5	100	-

N: Mide içeriği gerçekleştirilen birey sayısı, Ort, Derinlik: Türlerin örneklendiği ortalama derinlik

Çalışma süresince 4 mevsim örneklenebilen (Aralık 2017-Nisan 2018-Temmuz 2018-Aralık 2018) *Mustelus mustelus* türünün çatal boy uzunlukları (FL) 31,5 cm ile 130,8 cm arasında (ortalama FL= 74,9 cm) değişmektedir. Yapılan mide içeriği analizi sonucuna göre *Mustelus mustelus* bireylerinin midelerinde 7 av kategorisine ait toplam 11 farklı takson tespit edilmiştir. Crustacea grubu en fazla tüketilen av grubu (%IRI = 86,31) olarak belirlenmiştir. *Liocarcinus depurator*, %IRI = 53,1 ile *Mustelus mustelus* türünün diyetinde nisbi önem indeksine göre ana besin grubu olarak belirlenmiştir. Teleostei grubu *Mustelus mustelus*'un beslenmesinde ikinci sırada yer almaktadır (%IRI = 10,45). Ayrıca, *Trachurus* sp. ve *Engraulis encrasicolus* türleri *M. mustelus* 'un mide içeriğinde tespit edilebilen balık türleridir.

Mustelus genusuna sahip bir diğer tür olan *Mustelus asterias* çalışma süresince farklı mevsimlerde örneklenmesine rağmen (Nisan 2018-Temmuz 2018-Aralık 2018) her örnekleme döneminde sadece 10A isimli Marmara Adası'nın batısında yer alan ve yaklaşık 151 m derinliğe sahip istasyondan örneklenebilmiştir (Şekil 10). Örneklenen bireylerin çatal boy aralıkları (FL) 30 cm ile 98,4 cm aralığındadır (ortalama FL= 69 cm). Mide içeriği analizi sonucuna göre bu türün mide içeriğinde 5 farklı av taksonu bulunmasına rağmen, Crustacea grubu, türün beslenmesinde nisbi önem indeksi en yüksek grup olarak belirlenmiştir. *Mustelus mustelus*'un aksine *Mustelus asterias*'ın mide içeriğinde baskın Crustacea türü *Parapenaeus longirostris* olarak gözlemlenmiştir (%IRI 88,48). *Liocarcinus depurator* türü ise mide içeriğinde tanımlanabilen ikinci baskın Crustacea türüdür. Teleostei grubu, *Mustelus mustelus* ve *Mustelus asterias* türlerinin beslenmesinde ayırt edici av taksonudur. Bu grup, *Mustelus mustelus* türünün beslenmesinde %IRI 10,56 ile temsil edilirken, *Mustelus asterias* türünün beslenmesinde oldukça düşük bir %IRI ile temsil edilmektedir (%IRI 0,4) (Tablo 4).



Şekil 10. *Mustelus mustelus* ve *Mustelus asterias* türlerinin çalışma süresince örneklendiği istasyonlar

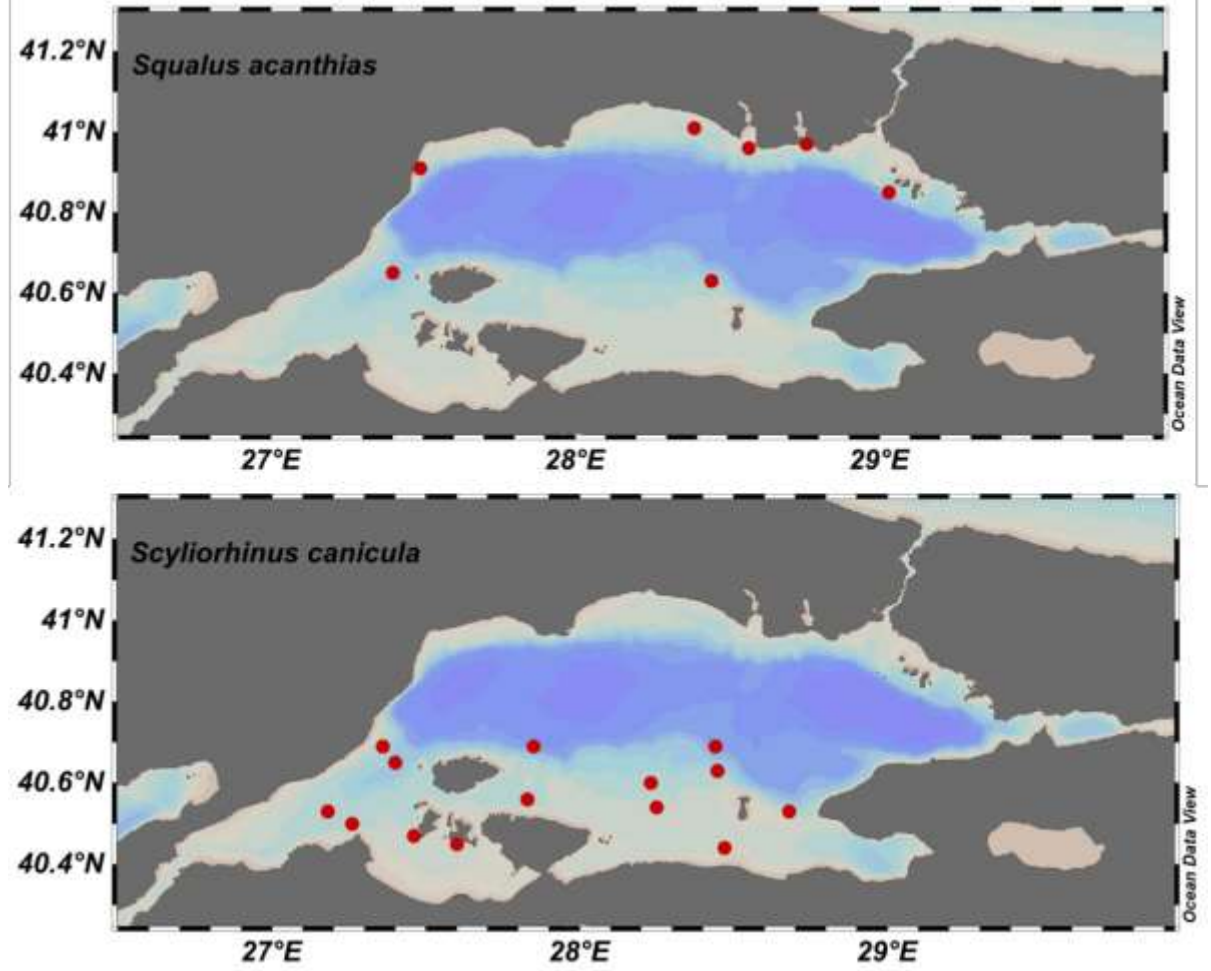
Tablo 4. *Mustelus mustelus* ve *Mustelus asterias* türlerinin mide içeriği analiz sonuçları

Besin grupları	<i>Mustelus mustelus</i> (n=28)				<i>Mustelus asterias</i> (n=18)			
	%N	%W	%FO	%IRI	%N	%W	%FO	%IRI
Nematoda								
Tanımsız Nematoda	5,5	0,0	16,0	1,3	4,6	0,0	12,5	0,5
Polychaeta								
Tanımsız Polychaeta	0,7	0,0	4,0	0,0				
Bivalvia								
Tanımsız Bivalvia	0,7	0,1	4,0	0,0				
Cephalopoda								
Tanımsız Cephalopoda	13,8	0,3	8,0	1,6	40,7	0,1	12,5	4,7
Crustacea								
<i>Parapenaeus longirostris</i>	19,3	25,4	52,0	33,4	43,5	85,7	75,0	88,5
<i>Liocarnicus depurator</i>	32,4	44,3	48,0	52,9	6,5	9,4	37,5	5,4
<i>Squilla mantis</i>	0,2	1,5	4,0	0,1	0,9	3,5	6,3	0,3
Tanımsız Crustacea	0,7	0,2	4,0	0,0	1,9	0,3	12,5	0,2
Teleostei								
<i>Trachurus sp.</i>	15,9	22,4	16,0	8,8	1,9	1,7	12,5	0,4
<i>Engraulis encrasicolus</i>	9,0	5,6	8,0	1,7				
Tanımsız Teleostei	1,4	0,1	4,0	0,1				

Çalışma süresince Nisan 2018 örnekleme dönemi hariç diğer tüm mevsimlerde örneklenebilen *Squalus acanthias* bireylerinin çatal boy uzunlukları 18,1 ile 83 cm arasında değişmektedir (ortalama FL= 48,8 cm). Mide içeriği analiz sonucuna göre Teleostei oldukça yüksek %IRI değeri ile bu türün ana besin grubu olarak belirlenmiştir (Teleostei %IRI 82,59). Crustacea grubu ise %11,90 IRI değeri ikinci av grubu olarak belirlenmiştir. Türün mide içeriğinde *Parapenaeus longirostris* %IRI değeri ile en baskın Crustacea türüdür (Tablo 5). *Scyliorhinus canicula* türü çalışılan diğer Elasmobranch türlerine göre mide boşluk indeksi en yüksek türdür. Örnekleme dönemlerinde her mevsim örneklenen bu türün mide içeriği analizi yapılan bireylerinin çatal boy uzunlukları 17,5 cm ile 71,5 cm arasındadır (Ortalama FL= 35,5 cm).

Mide içeriği analiz sonuçlarına göre, *Scyliorhinus canicula* türünün beslenmesinde Teleostei grubu %52 IRI değeri diğer besin gruplarından fazla olmasına rağmen, tür Cephalopoda (%24,2 IRI) ve Crustacea (%20,1) grupları da bu türün beslenmesinde önem teşkil eden av

gruplarındandır. Türün mide içeriğinde tespit edebilen Teleostei türleri *Trachurus* sp. ve *Engraulis encrasicolus* türüdür (Tablo 5). *Scyliorhinus canicula* ve *Squalus acanthias* türlerinin çalışma süresince örneklendiği istasyonlar Şekil 11’de verilmiştir.

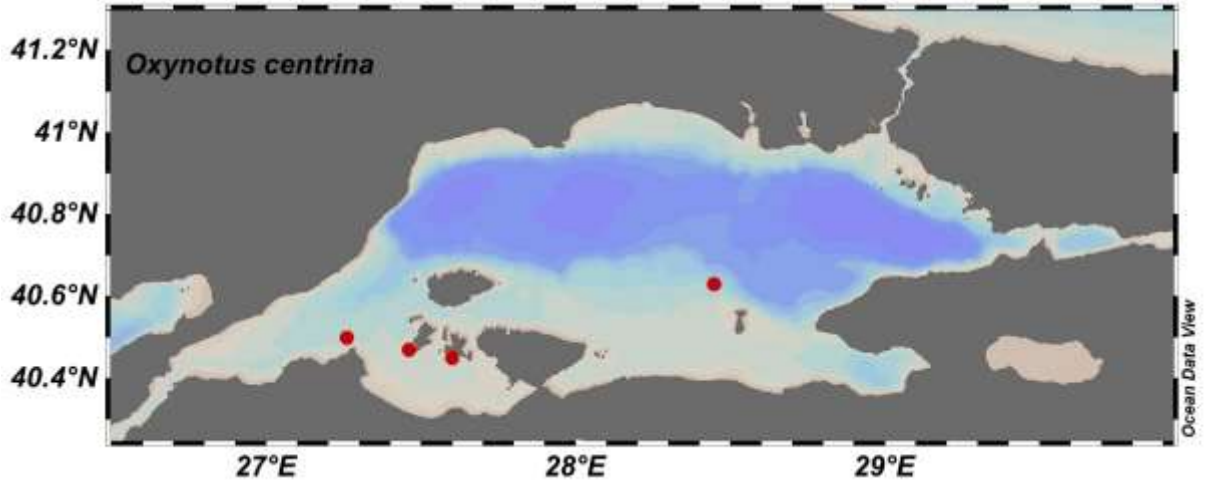


Şekil 11. *Scyliorhinus canicula* ve *Squalus acanthias* türlerinin çalışma süresince örneklendiği istasyonlar

Tablo 5. *Squalus acanthias* ve *Scyliorhinus canicula* türlerinin mide içeriği analiz sonuçları

Besin grupları	<i>Squalus acanthias</i> (n=45)				<i>Scyliorhinus canicula</i> (n=50)			
	%N	%W	%FO	%IRI	%N	%W	%FO	%IRI
Nematoda								
Tanımsız Nematoda	1,20	0,00	2,50	0,06				
Sipuncula								
Tanımsız Sipuncula	22,16	0,14	5,00	2,38				
Annelida								
Tanımsız Annelida	10,18	0,22	12,50	2,77				
Polychaeta								
<i>Sternaspis scutata</i>					1,61	0,15	3,57	0,13
Tanımsız Polychaeta	1,20	0,02	2,50	0,06	6,45	4,17	10,71	2,30
Cephalopoda								
Tanımsız Cephalopoda	1,20	1,03	5,00	0,24	16,13	21,28	32,14	24,29
Crustacea								
<i>Parapenaeus longirostris</i>	9,58	10,01	25,00	10,44	1,61	3,81	3,57	0,39
Dendrobranchiata	4,19	1,25	10,00	1,16	17,74	5,10	21,43	9,88
<i>Liocarnicus depurator</i>					1,61	2,78	3,57	0,32
<i>Squilla mantis</i>	0,60	1,04	2,50	0,09				
Tanımsız Decapoda	1,20	0,15	5,00	0,14	8,06	7,08	17,86	5,46
Tanımsız Isopoda					1,61	1,17	3,57	0,20
Tanımsız Crustacea	1,20	0,17	2,50	0,07	9,68	2,10	17,86	4,25
Teleostei								
<i>Trachurus sp,</i>	15,57	41,47	27,50	33,43	3,23	8,36	7,14	1,67
<i>Engraulis encrasicolus</i>	6,59	8,64	12,50	4,06	1,61	4,39	3,57	0,43
<i>Gobius niger</i>	2,40	6,74	2,50	0,49				
Tanımsız teleostei	26,35	29,46	37,50	44,61	30,65	39,61	35,71	50,68

Marmara Denizi'nde oldukça nadir olarak gözlenen *Oxynotus centrina* türü Temmuz 2018 ve Aralık 2018 dönem örneklemelerinde ortalama 87,5 metre derinliğinde elde edilmiştir (Şekil 12). Çatal boy aralıkları 41 cm ile 49,5 cm aralığında değişen 6 adet *Oxynotus centrina* örneğinin mide içerisinde herhangi bir canlı grubuna rastlanmamıştır. Bu türün mide morfolojisi de diğer Selachii türlerine göre oldukça farklılar göstermektedir. Şekil 13'de görüldüğü gibi türün mide içeriği örneklenen her bireyde içi sıvı dolu olarak gözlenmiştir ve mikroskop altında bakılan mide içeriğinde herhangi bir canlı sınıfına ait besin grubu gözlemlenememiştir (Şekil 13).

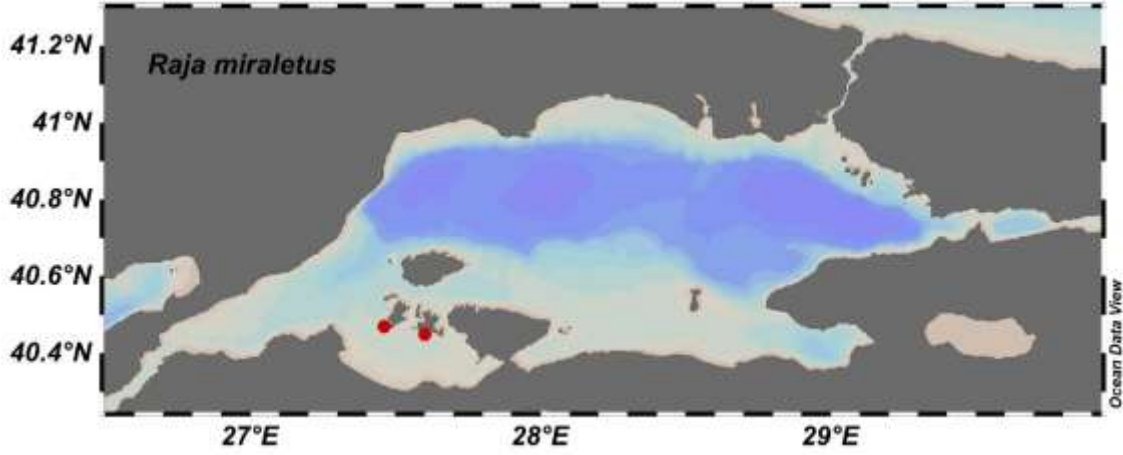


Şekil 12. *Oxynotus centrina* türünün çalışma süresince örneklendiği istasyonlar



Şekil 13. *Oxynotus centrina* türünün mide morfolojisi.

Raja miraletus türü ise sadece 2 kere örneklediği ve örneklenen bireylerin mide içerikleri boş olarak tanımlandığından bu tez kapsamında değerlendirmeye alınmamıştır. Türün örneklediği istasyonlar Şekil 14’de verilmiştir.



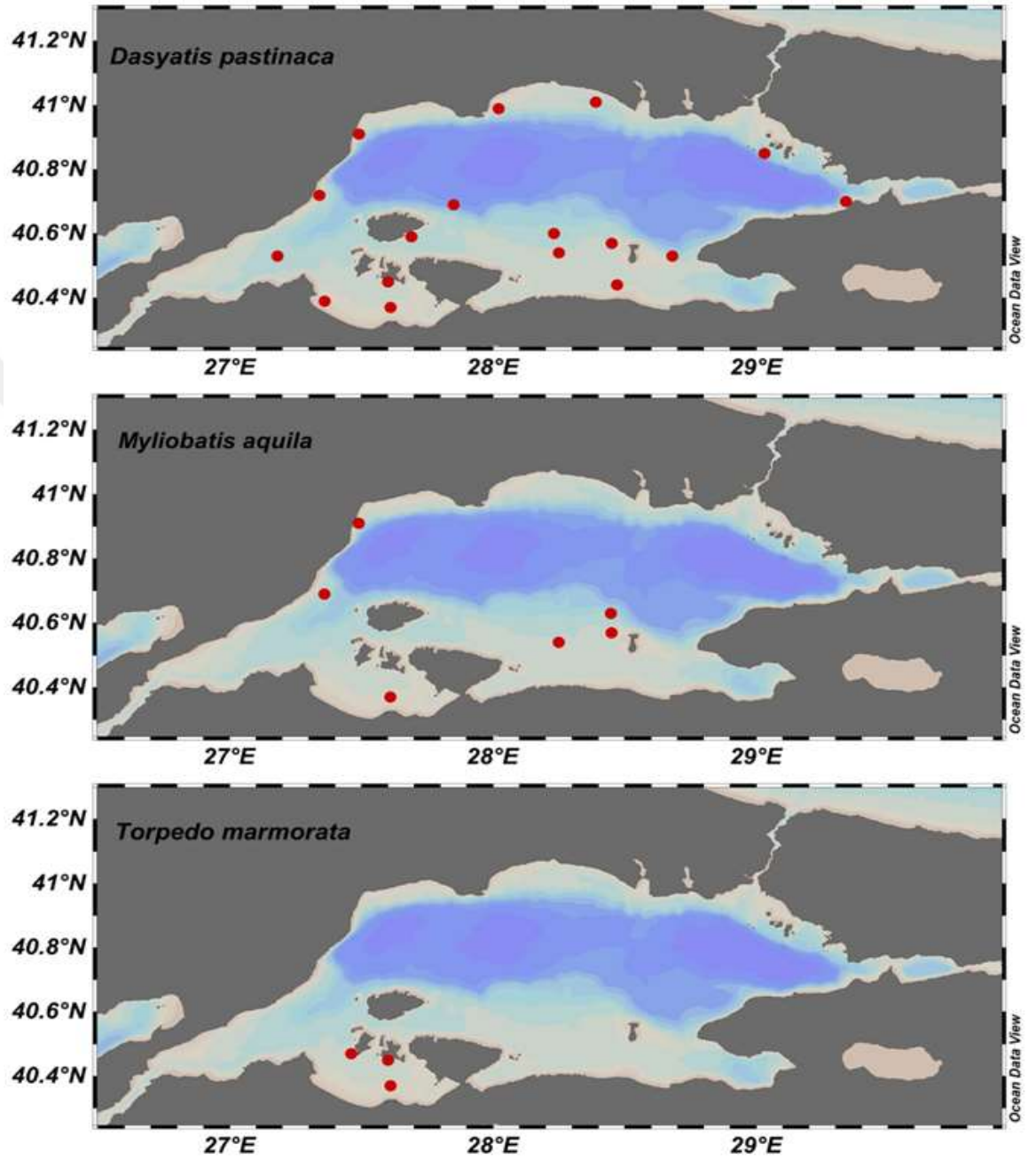
Şekil 14. *Raja miraletus* türünün örneklediği istasyonlar

Örnekleme döneminde her mevsim örneklenen *Dasyatis pastinaca* bireylerinin disk genişliği (DW) 19,4 cm ile 67,4 cm aralığındadır (Ortalama DW= 42,5 cm). Türün Marmara Denizi’nde örneklediği istasyonlar Şekil 15’de verilmiştir. Teleostei grubu bu türün mide içeriği analiz sonucuna göre %55,2 IRI değeri ile birlikte en baskın grup olarak belirlenmesine rağmen, Crustacea ve Polychaeta grupları sırasıyla %21,1 IRI ve %18,19 IRI değerleri ile *Dasyatis pastinaca* türünün beslenmesinde önemli besin gruplarındandır.

Myliobatis aquila örnekleme dönemi boyunca bütün mevsimlerde örneklenmiştir. Türün örneklediği istasyonlar Şekil 15’de verilmiştir. Disk genişliği 16,5 cm ile 75 cm aralığında olan bireylerde gerçekleştirilen mide içeriği analiz sonucuna göre bu türün beslenmesinde Mollusca grubu en baskın gruptur (%IRI 47,65). Teleostei bu türün beslenmesinde %38,04 IRI değeri ile ikinci baskın grup olarak belirlenmiştir. Ayrıca Polychaeta grubu da türün beslenmesinde %9,47 IRI değeri ile önemli bir yer teşkil etmektedir (Tablo 7).

Torpedo marmorato çalışma süresince *Raja miraletus* türünden sonra çalışma boyunca en az elde edilen Batodei türüdür. Tür sadece İlkbahar 2018 ve Sonbahar 2018 örnekleme dönemlerinde toplamda 4 adet olarak örneklenmiştir. Türün örneklediği istasyonlar Şekil 15’de

verilmiştir. Türün örneklendiği istasyonların ortalama derinliği 48 metredir. Elde edilen bireylerin disk genişlikleri 17,5 cm ile 25,5 cm aralığındadır (Ortalama DW= 21,5 cm). Elde edilen bireylerin bir adedinin midesinde herhangi bir av grubuna rastlanmamıştır. Diğer bireylerin ise ağırlıklı olarak Teleostei grubu ile beslendiği belirlenmiştir (%71,77 IRI). Ayrıca genel olarak *Trachurus* sp. diğertürler için baskın teleostei türü olmasına rağmen bu tür *Torpedo marmorato*'nın mide içeriğinde tespit edilememiştir. Demersal bir tür olan *Lesueurigobius friesii* %5,10 IRI değeri ile bu türün mide içeriğinde tespit edilebilen tek balık türüdür. *Torpedo marmorata* türü birey sayısı azlığından dolayı mide içeriği analizlerinde diğer türlerle birlikte istatistiksel olarak değerlendirilmemiştir.



Şekil 15. *D. pastinaca*, *M.aquila* ve *T.marmorata* türlerinin çalışma süresince örneklendikleri istasyonlar

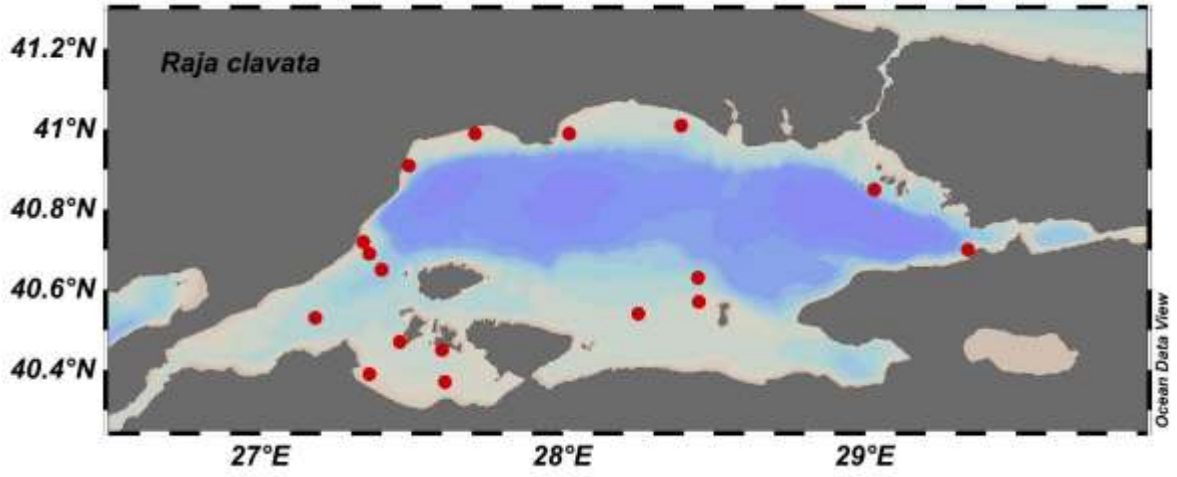
Tablo 6. *Dasyatis pastinaca*, *Myliobatis aquila* ve *Torpedo marmorata* türlerinin mide içeriği sonuçları

Besin grupları	<i>Dasyatis pastinaca</i> (n=32)				<i>Myliobatis aquila</i> (n=15)				<i>Torpedo marmorata</i> (n=4)			
	%N	%W	%FO	%IRI	%N	%W	%FO	%IRI	%N	%W	%FO	%IRI
Anthozoa					0,51	0,99	11,11	0,14				
Nematoda												
Tanımsız Nematoda	7,39	0,50	11,33	0,14								
Spincula												
Tanımsız Spincula									50,00	3,72	66,67	28,23
Polychaeta												
Tanımsız Sedentaria	14,79	6,64	17,86	7,26								
<i>Sternaspis scutata</i>	0,70	0,15	7,14	0,12								
Pectinariidae	5,99	0,36	3,57	0,43								
<i>Lagis koreni</i>	0,70	0,28	3,57	0,07								
Glyceridae	0,35	0,03	3,57	0,03								
Tanımsız Polychaeta	19,01	3,51	25,00	10,69	14,95	2,59	44,44	9,47				
Mollusca												
Tanımsız Mollusca					13,88	2,51	33,33	6,65				
Scaphopoda					46,28	14,50	44,44	32,84				
Tanımsız Bivalvia					14,43	5,70	33,33	8,15				
Crustacea												
Dendrobranchiata	3,87	0,51	10,71	0,89	2,06	5,67	22,22	2,09				
<i>P. longirostris</i>	3,17	6,42	25,00	4,55								
Tanımsız Decapoda	3,52	5,92	17,86	3,20	0,51	0,26	11,11	0,10				
Tanımsız Crustacea	14,44	2,37	39,29	12,53	1,54	4,67	33,33	2,52				
Teleostei												
<i>Trachurus</i> sp,	6,69	28,78	10,71	7,21	1,03	15,14	11,11	2,18				
<i>Lesueurigobius friesii</i>									8,33	11,09	33,33	5,10
Tanımsız teleostei	19,37	45,01	39,29	48,00	4,63	48,50	55,56	35,86	41,67	85,19	66,67	66,67

Raja clavata örnekleme döneminde her dönem örneklenmiştir. Ayrıca dağılımsal açıdan diğer türlere göre çok daha fazla istasyondan elde edilmiştir. Birey sayısı avantajlarından dolayı, bu türün beslenme özellikleri boy gruplarına, mevsime, derinliğe ve cinsiyete göre değerlendirilmiştir. Bireylerin örneklendikleri istasyonlar Şekil 16’da verilmiştir. Toplamda 98 adet *R. clavata* bireyinin 50 adedi dişi, 48 adedi erkek olarak belirlenmiştir. Örneklenen bireylerin toplam boy aralığı (TL) 23 ile 85 cm aralığında (ortalama TL= 52,8 cm), disk genişlikleri ise 16,5 cm ile 54 cm aralığındadır (ortalama DW= 38,2 cm). Bu türün mide içeriği analizleri, türün ontogenetik beslenme değişimini belirlemek için öncelikle toplam boy gruplarına göre değerlendirilmiştir. *Raja clavata* türüne ait Marmara Denizi’nde yapılan bir üreme çalışması olmamasından dolayı türlerin boy grupları Demirhan ve diğerleri, (2005)’in Karadeniz’de gerçekleştirdikleri çalışmada belirlenen olgunluk boyu (L_{50}) değerine göre yapılmıştır. Buna göre 60 cm’den küçük bireyler juvenil, 60 cm’den büyük olan bireyler ise ergin olarak hesaplamalara dâhil edilmiştir. Yapılan mide içeriği analiz sonuçlarına göre juvenil bireylerin ana besin grubunu %53,4 IRI ile Crustaceae grubu oluştururken, ergin bireyleri ise ana besinini %75,4 IRI ile Teleostei grubu oluşturmaktadır (Tablo 7). Juvenil bireylerin beslenmesinde ergin bireylerden farklı olarak Bivalvia grubuna ait besin grubuna rastlanmıştır. Ayrıca bir diğer önemli farklılık ise, juvenil bireylerin mide içeriklerinde tayin edilebilen Teleostei grubuna ait sadece *Trachurus* sp. türü olmasıdır, ergin bireylerin mide içeriklerindeki Teleostei grubu ise çoğunluğunu demersal balıkların oluşturduğu yedi türden oluşmaktadır (Tablo 7) Türün boy grupları arasında yapılan PERMANOVA analizi sonucuna göre ise iki boy grubunun beslenme özellikleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F_{pseudo}= 4,911$ $p < 0,01$).

Tablo 7. *Raja clavata* 'nın boy gruplarına göre mide içeriği analizi

Besin grupları	Toplam IRI (n= 98)				Juvenil (n=60)				Ergin (n=38)			
	%N	%W	%FO	%IRI	%N	%W	%FO	%IRI	%N	%W	%FO	%IRI
Nematoda												
Tanımsız Nematoda	6,71	0,07	7,14	1,20	12,03	0,24	9,80	3,74	2,16	0,00	3,03	0,11
Crustacea												
<i>Parapenaeus longirostris</i>	11,66	12,94	26,19	16,01	12,78	17,39	21,57	20,23	11,51	11,20	33,33	12,48
Dendrobranchiata	12,72	2,93	17,86	6,95	13,53	6,66	23,53	14,76	12,95	1,47	9,09	2,16
<i>Alpheus glaber</i>	2,47	0,54	7,14	0,53	1,50	0,37	3,92	0,23	3,60	0,60	12,12	0,84
<i>Liocarnicus depurator</i>	3,18	4,10	3,57	0,65	3,76	6,45	1,96	0,62	2,88	3,18	6,06	0,61
<i>Goneplax rhomboides</i>	8,13	2,95	9,52	2,62	12,78	3,15	9,80	4,85	4,32	2,86	9,09	1,08
Tanımsız Decapoda	8,83	6,19	23,81	7,65	9,02	4,35	21,57	7,72	9,35	6,91	27,3	6,24
Tanımsız Crustacea	6,01	1,82	17,86	3,47	9,77	3,84	11,76	4,98	2,88	1,03	12,12	0,78
Mollusca												
Tanımsız Bivalvia	3,53	0,39	4,76	0,46	7,52	1,40	7,84	2,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Cephalopoda												
Tanımsız Cephalopoda	1,41	1,25	4,76	0,31	1,50	2,45	3,92	0,48	1,44	0,78	6,06	0,22
Tanımsız Mollusca	0,35	0,00	1,19	0,01	0,75	0,01	1,96	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Teleostei												
<i>Trachurus sp.</i>	11,31	27,76	22,62	21,97	8,27	32,07	15,69	19,67	15,11	26,08	33,33	22,64
<i>Mullus sp.</i>	0,35	3,02	1,19	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	4,20	3,03	0,25
Tanımsız Gobiidae	0,35	0,42	1,19	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	0,59	3,03	0,07
<i>Lesueurigobius friesii</i>	0,71	0,85	1,19	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1,44	1,18	3,03	0,13
<i>Gobius niger</i>	0,35	1,58	1,19	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	2,19	3,03	0,15
<i>Serranus hepatus</i>	1,41	4,84	3,57	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	2,88	6,73	9,09	1,44
<i>Merluccius merluccius</i>	0,35	1,96	1,19	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	2,73	3,03	0,17
<i>Merlangius merlangus</i>	0,35	2,83	1,19	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	3,94	3,03	0,23
Tanımsız Teleostei	19,79	23,57	34,52	37,21	12,03	21,61	19,61	20,50	28,78	24,34	57,58	50,42



Şekil 16. *Raja clavata* bireylerinin örnekleme dönemi boyunca örneklendiği istasyonlar

Raja clavata bireylerinin boy grupları arasında gerçekleştirilen SIMPER benzerlik analiz sonuçlarına göre iki boy grubu arasındaki beslenme farklılık (benzemezlik) oranı %90,77 olarak bulunmuştur (Tablo 8). Toplam farklılığın %70'ini tanımlayacak şekilde tablo oluşturulmuştur. Gruplar arası farklılaşmaya en yüksek katkıda bulunan av grupları; Tanımsız Teleostei (%25.42), *P.longirostris* türü (%14.50), tanımsız Decapoda (%12.43), Dendrobanchiata (%10.26) ve tanımsız Crustacea (%9.55) olarak sırasıyla ve yüzdeleriyle verilmiştir. Tanımsız Teleostei grubunun benzemezliğe olan katkısı büyük oranda ergin bireylerden kaynaklanmaktadır.

Tablo 8. Juvenil ve ergin *Raja clavata* bireylerinin mide içeriklerinden gerçekleştirilen SIMPER analizi sonuçları

Besin grupları	Juvenil	Ergin		Farklılık/SD	Katkı %	Kümülatif %
	Ortalama Bolluk	Ortalama Bolluk	Ortalama Farklılık			
Tanımsız Teleostei	0,14	0,53	23,08	0,86	25,42	25,42
<i>P.longirostris</i>	0,18	0,25	13,16	0,63	14,5	39,92
Tanımsız Decapoda	0,09	0,19	11,28	0,5	12,43	52,35
Dendrobanchiata	0,17	0,14	9,32	0,5	10,26	62,61
Tanımsız Crustacea	0,13	0,07	8,66	0,46	9,55	72,16

Raja clavata türünün mide içerikleri (besin gruplarının N sayıları), cinsiyet gruplarına, mevsimlere (5 dönem) ve derinliklere (0-50m, 50-100m, <100m) göre faktörlenerek, bu faktörlere göre beslenmesinde farklılık olup olmadığı belirlenmek üzere PERMANOVA analizine tabii tutulmuştur. Yapılan test sonucuna göre türün beslenmesinde derinliğe, mevsimlere ya da cinsiyete göre bir farklılık tespit edilmemiştir (Tablo 9). Fakat derinlik ve mevsim faktörü örtüştürülerek değerlendirildiğinde derinlik ve mevsimin birlikte *Raja clavata*'nın beslenmesinde anlamlı bir ilişkide olduğu görülmektedir ($p < 0,05$) (Tablo 9).

Tablo 9. *Raja clavata* bireylerinin derinlik, mevsim ve cinsiyete göre PERMANOVA analizi sonucu

Değişken	df	Pseudo-F	p
Derinlik	1	0,68662	0,68
Mevsim	3	1,1736	0,27
Cinsiyet	1	0,43008	0,86
Derinlik x mevsim	8	1,3743	0,04
Derinlik x cinsiyet	2	1,0614	0,40
Mevsim x cinsiyet	5	0,90638	0,63
Derinlik x mevsim x cinsiyet	3	0,57361	0,92

3.1.2. Mide içeriği analizlerinin türler arası karşılaştırılması

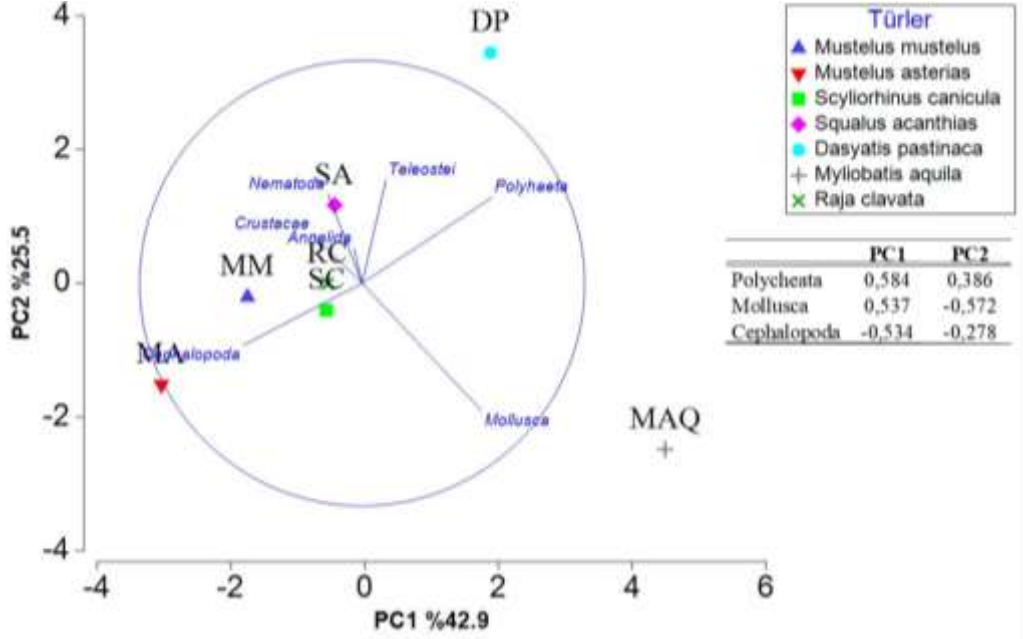
Mide içeriği analizi yapılan 7 Elasmobranch türünün beslenmeleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Yapılan analiz sonucuna göre türlerin beslenmelerinde anlamlı fark bulunmuştur ($Pseudo-F_{5,8377}$, $p < 0,01$), *M. mustelus* ile *M. asterias* arasında ve *S. acanthias* ile *R. clavata* türünün ergin bireylerinin beslenmelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Tablo 10).

Tablo 10. Türlerin beslenmelerinin PERMANOVA analiz sonuçları

Türler	<i>M.asterias</i>	<i>S.acanthias</i>	<i>S.canicula</i>	<i>D.pastinaca</i>	<i>M.aquila</i>	<i>R.clavata</i> ₁	<i>R.clavata</i> ₂
<i>M.mustelus</i>	0,05	***	***	***	***	***	***
<i>M.asterias</i>		***	***	***	***	***	***
<i>S.acanthias</i>			**	***	***	0,06	***
<i>S.canicula</i>				***	***	***	**
<i>D.pastinaca</i>					***	**	***
<i>M.aquila</i>						***	***
<i>R.clavata</i> ¹							***

*R. clavata*¹: Ergin, *R. clavata*²: Juvenil, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

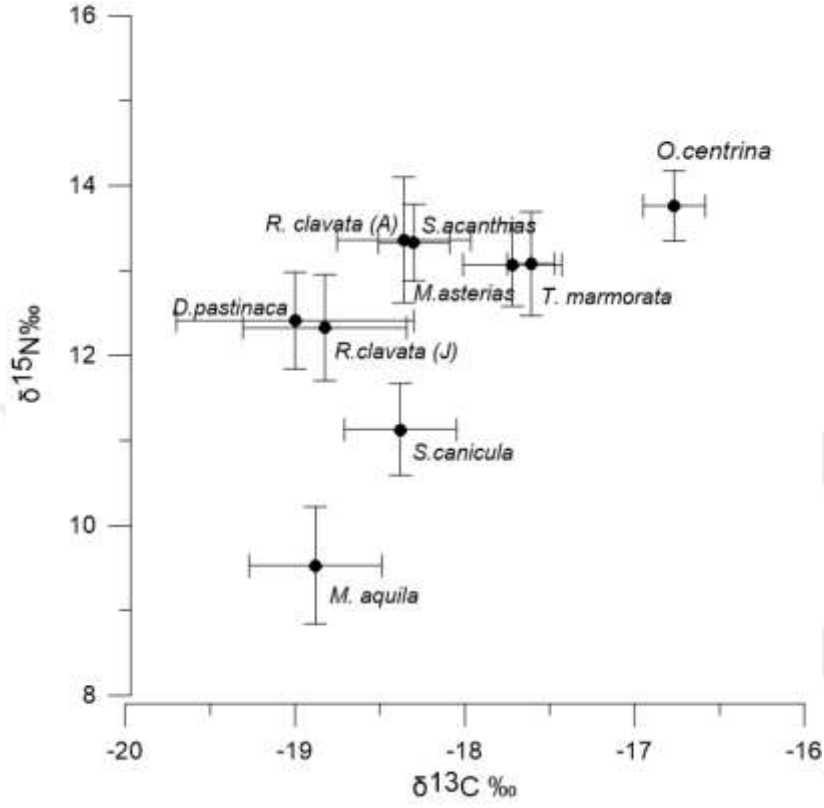
Türlerin mide içeriği sonuçlarından elde edilen ana besin gruplarının birey sayıları (N) (Nematoda, Annelida, Polychaeta, Mollusca, Cephalopoda, Crustacea ve Teleostei) temel bileşenler analizine (PCA) tabii tutulmuştur. Yapılan analiz sonucuna göre birinci eksen (PC1) toplam değişkenlerin % 42,9'unu açıklamaktadır. Birinci etken üzerinde etkisi en fazla olan grup Polychaeta grubudur bu da *Dasyatis pastinaca* türünün beslenmesinde oldukça önemli bir yer teslim etmesinden kaynaklanmaktadır. Birinci eksen üzerindeki ikinci etkili grup ise Mollusca grubudur. Bunun sebebi de *Myliobatis aquila* türünün bu türün üzerindeki ciddi predasyonudur. İkinci eksen (PC2) toplam değişkenlerin % 25,5'ini açıklamaktadır. İkinci ekseni negatif yönde baskılayan grup yine Mollusca grubu olurken, Teleostei ikinci ekseni Mollusca'dan sonra pozitif yönde baskılayan gruptur. Bunun sebebi özellikle *Squalus acanthias* ve *Raja clavata* bireylerinin mide içeriklerinde birey sayısı olarak da Teleostei grubunun baskınlığıdır (Şekil 17).



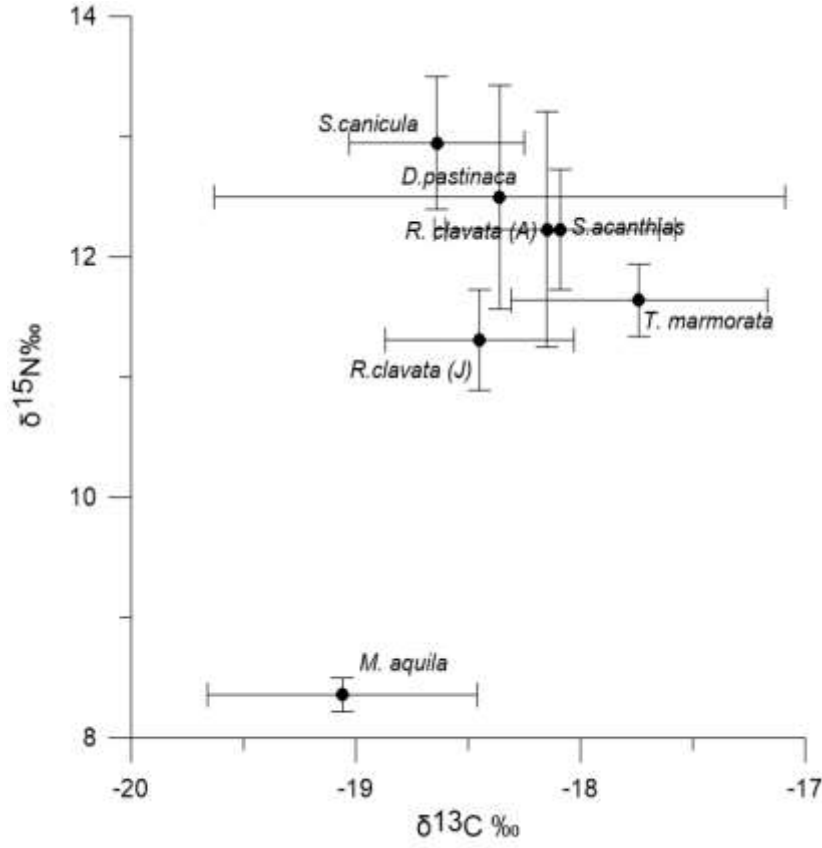
Şekil 17. Türlerin ana besin gruplarına göre temel bileşenler analizi

3.2. Kararlı İzotop Analizleri

Bu tez çalışması kapsamında 8 Elasmobranch türünün kas ve karaciğer dokularından ve bu türlerin muhtemel avlarını oluşturan av gruplarından $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ analizi gerçekleştirilmiştir. Kas dokuda en yüksek ^{15}N değeri ‰13,76 ile *Oxynotus centrina* türüne ait olarak belirlenmiştir. Bu türü yaz döneminde örneklenen *Raja clavata* türü izlemiştir ($\delta^{15}\text{N}$ = ‰13,36). En düşük $\delta^{15}\text{N}$ değeri ise ‰9,53 değeri ile *Myliobatis aquila* türünde tespit edilmiştir. Kas dokuda en yüksek $\delta^{13}\text{C}$ değeri ‰-16,77 ile *Oxynotus centrina* türünde tespit edilirken bunu ‰-17,61 ile *Torpedo marmorata* türü izlemiştir (Şekil 18). Karaciğer dokuda yapılan $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ sonuçlarına göre; en yüksek $\delta^{15}\text{N}$ değeri ‰12,95 ile *Scylliorhinus canicula* olarak belirlenirken en düşük $\delta^{15}\text{N}$ değerine sahip olan tür yine *Myliobatis aquila* olmuştur. Karaciğer dokuda en yüksek $\delta^{13}\text{C}$ değeri ‰-17,74 ile *Torpedo marmorata* türü olurken bu türü ‰-18, 09 ile yaz döneminde elde edilen ergin *Raja clavata* türü izlemiştir. (Şekil 19, Tablo 11).



Şekil 18. Türlerin kas dokusunda gerçekleştirilen ortalama $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerleri standart sapmaları (SD) ile birlikte. *R. calavata(j)*: Juvenil *R. calavata*, *R. clavata(A)*: Ergin *R. clavata*



Şekil 19. Türlerin karaciğer dokusunda gerçekleştirilen ortalama $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerleri standart sapmaları (SD) ile birlikte. *R. calavata* (j): Juvenil *R. calavata*, *Raja clavata*(A): Ergin *R. clavata*

Tablo 11. Elasmobranch türlerinin ve muhtemel besin gruplarının ortalama $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{15}\text{N}$ değerleri

Türler	Kas Doku						Karaciğer Doku				
	Mevsim	n	$\delta^{13}\text{C}$	SD	$\delta^{15}\text{N}$	SD	n	$\delta^{13}\text{C}$	SD	$\delta^{15}\text{N}$	SD
<i>Mustelus asterias</i>	Kış	6	-17,72	0,29	13,07	0,49	-	-	-	-	-
<i>Squalus acanthias</i>	Kış	10	-18,3	0,21	13,33	0,45	11	-18,15	0,98	12,23	0,50
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Kış	6	-18,38	0,33	11,13	0,54	9	-18,64	0,55	12,95	0,39
<i>Dasyatis pastinaca</i>	Kış	3	-19	0,7	12,41	0,57	3	-18,36	0,93	12,5	1,27
<i>Myliobatis aquila</i>	Kış	4	-18,88	0,39	9,53	0,69	4	-19,06	0,14	8,36	0,6
<i>Oxynotus centrina</i>	İlkbahar	3	-16,77	0,18	13,76	0,42	-	-	-	-	-
<i>Torpedo marmorato</i>	İlkbahar	2	-17,61	0,14	13,08	0,61	3	-17,74	0,3	11,64	0,57
<i>Raja clavata</i> (Ergin)	Kış	3	-18,5	0,4	13,28	0,23	4	-18,09	0,5	12,23	0,51
<i>Raja clavata</i> (Ergin)	Yaz	5	-18,36	0,39	13,36	0,74	5	-18,35	0,34	11,85	0,48
<i>Raja clavata</i> (Juvenil)	Kış	7	-18,82	0,48	12,33	0,62	6	-18,45	0,42	11,31	0,42
<i>Parapenaeus longirostris</i>	Kış	5	-19,29	0,14	9,82	0,33	-	-	-	-	-
<i>Liocarcinus depurator</i>	Kış	3	-18,85	0,39	11,3	0,49	-	-	-	-	-
<i>Loligo</i> sp.	Kış	4	-19,87	0,06	12,3	0,25	-	-	-	-	-
Bivalvia	Kış	2	-20,28	0,1	8,42	0,08	-	-	-	-	-
<i>Trachurus</i> sp.	Kış	4	-20,16	0,43	11,81	0,78	-	-	-	-	-

n: Birey sayısı, SD: Standart sapma

3.2.1. MixSIAR beslenme modeli

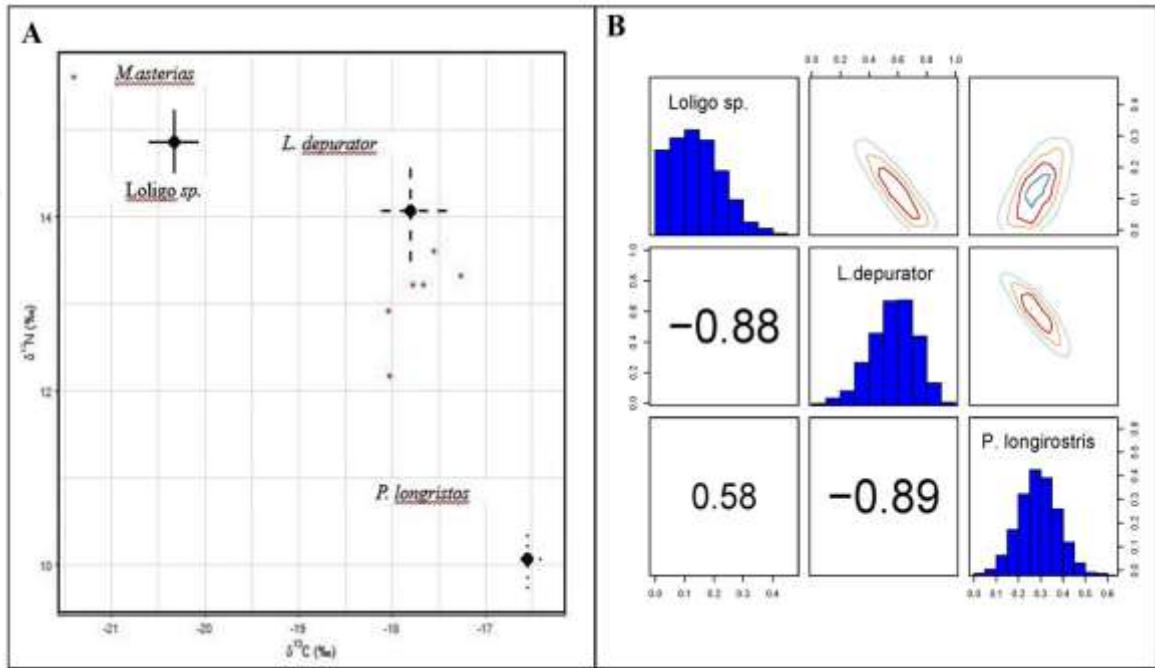
Tüketici türlerin kas ve karaciğer $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerleri kullanılarak *Mustelus asterias*, *Scyliorhinus canicula*, *Squalus acanthias* ve *Raja clavata* türlerinin beslenmelerindeki uzun ve kısa dönemli beslenme özelliklerini belirlemek adına Bayesçi yaklaşımlı karışım beslenme modeli (MixSIAR) gerçekleştirmiştir. *M. asterias* türünün karaciğer dokusundan örneklemeden kaynaklı kararlı izotop analizi gerçekleştirilemiştir.

Mustelus asterias kas dokusundaki besin gruplarının katkı oranları belirlemek için modele besin grubu olarak *Parapenaeus longirostris*, *Liocarcinus depurator* ve *Loligo* sp. türleri tanımlanmıştır (Şekil 20A). Türün beslenmesindeki besin gruplarının katkısını belirlemeden önce modele besin grubu olarak verilen türlerin birbiriyle korelasyon katsayılarının yorumlanması gereklidir. Şekil 20B’de verilen model çıktısına göre; kontur kısımları ve histogram kısımları besin gruplarının Monte Carlo simülasyonundaki her bir iterasyondaki dağılımlarını temsil eder. Verilen korelasyon değerleri ise modelin türün beslenmesindeki katkı oranını belirlerken kullanılan kaynakların (besin gruplarının) ayrımındaki ilişkiyi vermektedir.

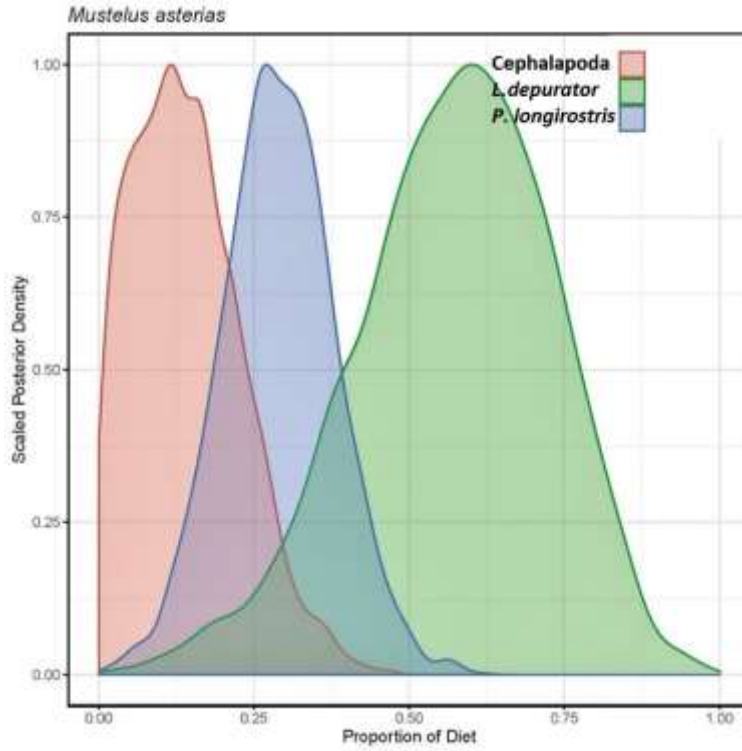
M.asterias türü için modelde. *L. depurator* ile *P. longirostris* türleri arasında -0,89’luk negatif yönde çok güçlü korelasyon belirlemiştir (Şekil 20B). Matriks dağılım grafiğinde *L. depurator* ve *P. longirostris* arasında görülen çok güçlü negatif ilişki, yöntem bölümünde bahsedilen modellerin kaçınılmaz olarak yetersiz kaldığı durumlardan birine işaret etmektedir. Bu tip durumlarda, matriks grafiği modelin tüm aşamalarında bu iki kaynağın her koşulda birbirinin tersi şekilde olasılık dağılımı yapacağını göstermektedir. Nitekim MixSIAR paketinde bu analizin bulunma amacı, kullanıcıya veri seti ve modelle ilgili olası yetersizlikleri göstermektir. Bunun yanı sıra *Loligo* sp. türü ile *P. longirostris* arasında 0.58’lik bir korelasyon belirlenmiştir. *M.asterias* için 3 farklı kaynakla oluşturan modelden çıkan sonuç; modelin Crustacea türleri arasında iyi bir kaynak ayrımı yapmakta zorlandığını fakat *Loligo* sp. türü ile *P. longirostris* türünü kaynak olarak ayırabildiğini göstermektedir (Şekil 20B). Model sonucundaki besin gruplarının katkı miktarları ise sırasıyla *Liocarcinus depurator* türü için %57, *Parapenaeus longirostris* türü için katkı oranıyla %29 ve Cephalopoda gurubunu temsilen *Loligo* sp. türünün ise %14 olarak belirlenmiştir (Şekil 21) (Tablo 12)

Tablo 12. MixSIAR model sonuçlarına göre besin gruplarının *M. asterias* türünü beslenmelerine katkı oranları

Besin grupları	Ortalama	SD	Güven aralıkları	
			5%	95%
Loligo sp.	0.14	0.087	0.015	0.293
<i>L. depurator</i>	0.57	0.157	0.296	0.807
<i>P. longirostris</i>	0.29	0.09	0.144	0.438



Şekil 20. *M. asterias* türünün MixSIAR model çıktıları. A) Kullanılan besin grupları ile birlikte dağılım grafiği (hata çubukları her bir av grubu için TEF değerindeki belirsizlikten kaynaklı ± 1 standart sapmayı ifade eder), B) Kaynak belirleyici matriks dağılım grafiği



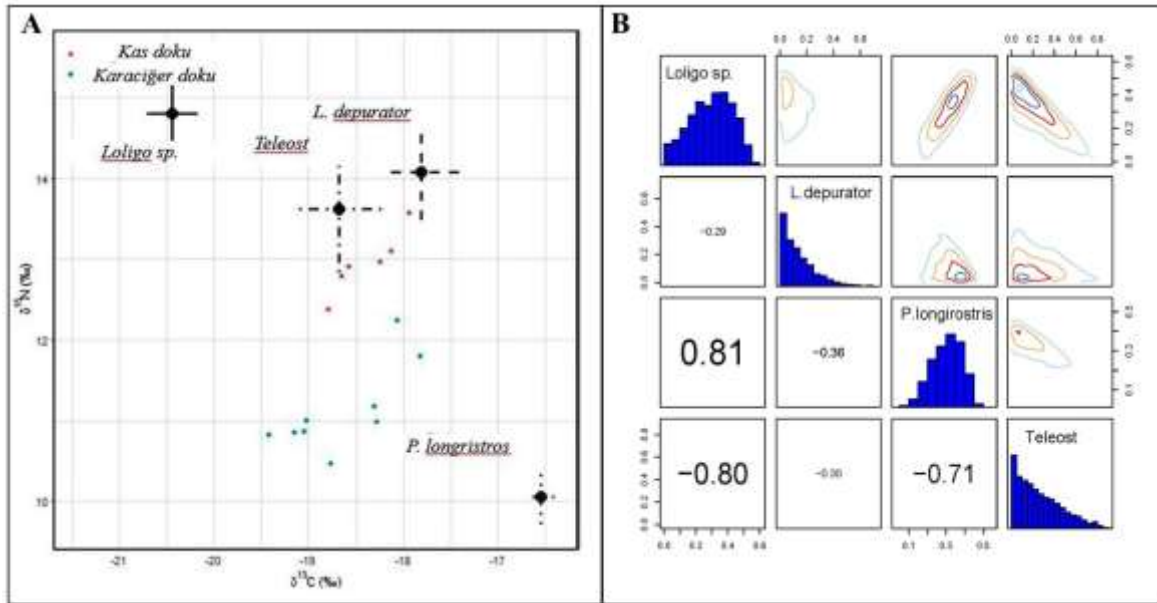
Şekil 21. *M. asterias* türünün beslenmesindeki av gruplarının katkı oranları

Besin gruplarının hem uzun (kas doku) hem de kısa dönemli (karaciğer doku) olarak *S. canicula* türünün beslenmesindeki katkısı belirlemek adına bu tür için hem karaciğer hem de kas doku $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerleri kullanılarak MixSIAR model çalıştırılmıştır. Modele, bu tür için besin grubu olarak; Cephalopoda grubunu temsilen *Loligo* sp., Decapoda grubunu temsilen *L. depurator* ve Dendrobranchiata grubunu temsilen *P. longirostris* türü ve Teleostei grubunu temsilen *Trachurus* sp., türü kullanılmıştır (Şekil 22A). Matrix dağılım grafiğine göre; modelin kaynak olarak Teleostei grubunu temsil eden türler ile *L. depurator* türünü ve *Loligo* sp. türü ile *L. depurator* türünü kaynak olarak oldukça düşük bir korelasyon ile ayırdığı belirlenmiştir (Şekil 22B). Karaciğer ve kas doku üzerinden gerçekleştirilen model sonuçları farklılıklar göstermektedir. Teleostei grubu *S. canicula*'nın beslenmesinde kas doku sonuçlarına göre %26'lık bir katkı sağlamaktadır, karaciğer doku sonuçlarına göre ise türün beslenmesine katkısı %16'dır. Türün karaciğer ve kas dokularındaki Crustacea grubuna ait iki türün katkı oranları farklılıklar göstermektedir. Öyle ki kas dokuda *P. longirostris* türünün kas dokudaki katkı oranı % 30 iken, bu oran karaciğer dokuda % 53 olarak belirlenmiştir. Kas dokudaki *L. depurator* türünün katkı oranı % 14 iken bu oran karaciğer doku % 5 olarak tespit edilmiştir. Bu iki farklı

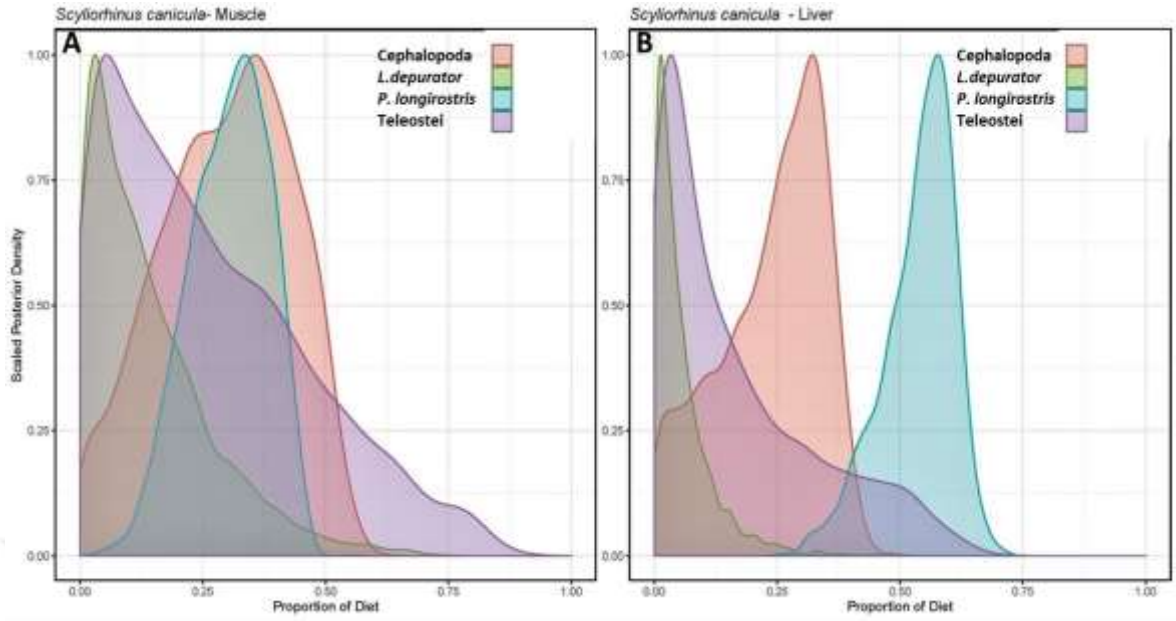
doku grubundaki bu farklılıklar, *S.canicula* türünün besin tercihini kısa dönemli olarak (mevsimsel) değişebileceğinin bir göstergesidir (Şekil 23, Tablo 13).

Tablo 13. MixSIAR model sonuçlarına göre besin gruplarının *S. canicula* türünün beslenmesine katkı oranları.

Besin grupları	Ortalama	SD	Güven aralıkları	
			5%	95%
<i>Loligo</i> sp. (Kas)	0,296	0,132	0,063	0,495
<i>Loligo</i> sp. (Karaciğer)	0,238	0,107	0,031	0,377
<i>L.depurator</i> (Kas)	0,14	0,127	0,007	0,396
<i>L. depurator</i> (Karaciğer)	0,057	0,062	0,03	0,178
<i>P. longirostris</i> (Kas)	0,304	0,08	0,164	0,425
<i>P. longirostris</i> (Karaciğer)	0,538	0,073	0,398	0,634
<i>Trachurus</i> sp. (Kas)	0,26	0,201	0,014	0,65
<i>Trachurus</i> sp. (Karaciğer)	0,167	0,161	0,005	0,511



Şekil 22. *S. canicula* türünün MixSIAR model çıktıları. A) Kullanılan besin grupları ile birlikte dağılım grafiği (hata çubukları her bir av grubu için TEF değerindeki belirsizlikten kaynaklı ± 1 standart sapmayı ifade eder) B) Kaynak belirleyici matris dağılım grafiği

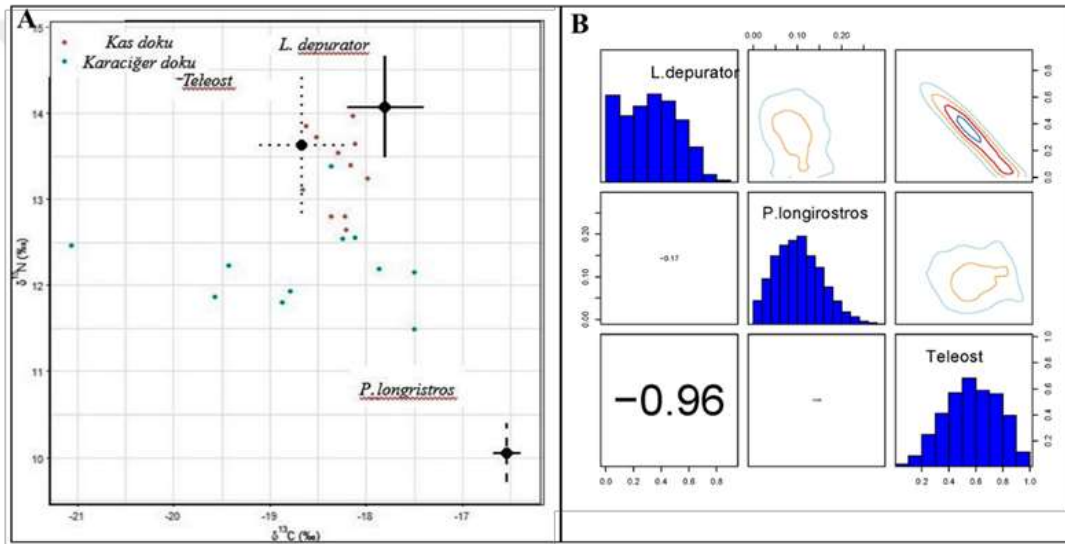


Şekil 23. *S. canicula* türünün beslenmesindeki av gruplarının katkı oranları. A) Kas doku, B) karaciğer doku

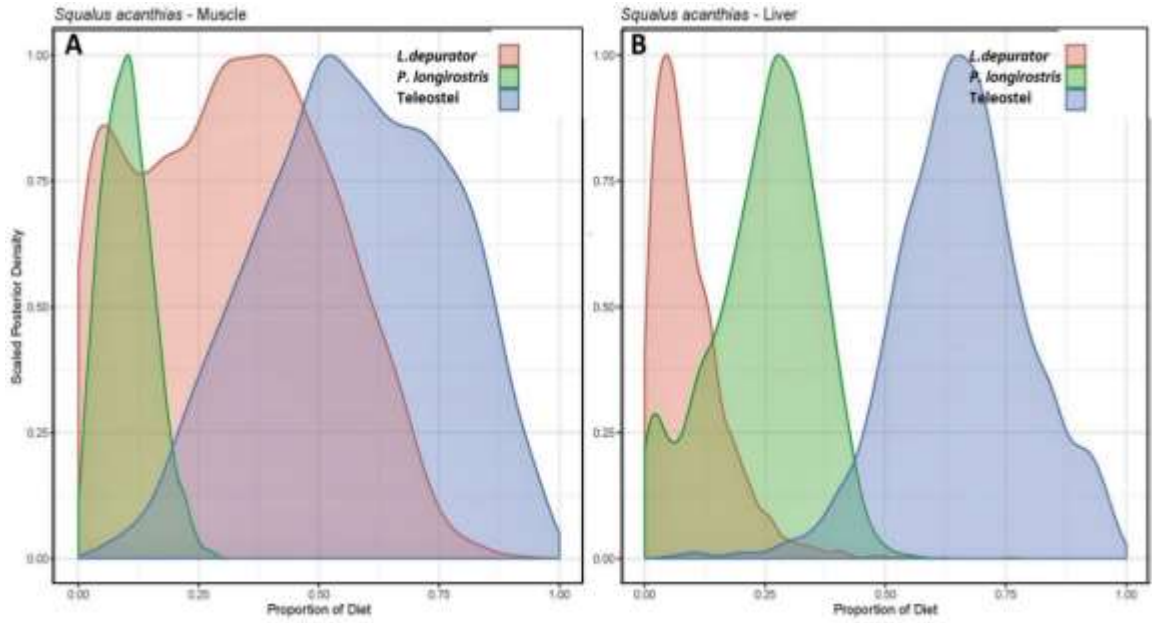
S. acanthias'ın beslenme modelinde, besin grubu olarak modele verilecek türler yine türün mide içeriği sonuçları temel alınarak; Teleostei grubunu temsilen *Trachurus* sp. türü grubu, Crustacea grubunu temsilen *L. depurator* ve *P. longirostris* türü seçilmiştir (Şekil 24A). Matriks dağılım grafiğine göre model, *Trachurus* sp. türü ile *L. depurator* türünü farklı iki kaynak olarak ayırmakta oldukça yetersiz kalmıştır, fakat *P. longirostris* türü ile *L. depurator* türünü oldukça düşük bir korelasyon ile farklı kaynaklar olarak belirlemiştir (Şekil 24B). Ayrıca, *Squalus acanthias* beslenmesinde için oldukça önemli olan Teleostei grubu bir diğer Crustacea grubu türü olan *P. longirostris* ile oldukça düşük bir korelasyonla ayrılmıştır. Model sonuçlarına göre, *Trachurus* sp. hem karaciğer sonuçlarında hem de kas doku sonuçlarında türün beslenmesine katkı sağlayan baskın grubu oluşturmaktadır (Şekil 25, Tablo 14). Bu sonuç, *S. acanthias* türünü hem kısa dönemli hem de uzun dönemli beslenmesinde balık tüketici avcı bir tür olarak tanımlayabilmemize olanak sağlar. Ayrıca yine türün kısa ve uzun dönemli beslenme stratejisinde Crustacea grubu içerisinde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Decapoda grubunu temsilen *Liocarcinus depurator* türünün *Squalus acanthias*'ın beslenmesinde mide içeriği sonuçlarıyla da uyumlu bir biçimde kısa dönemli beslenmesinde önemli olduğu, türün uzun dönemli beslenme sonucunda katkısının oldukça az olduğu belirlenmiştir (Şekil 25, Tablo 14).

Tablo 14. MixSIAR model sonuçlarına göre besin gruplarının *S. acanthias* türünün beslenmesine katkı oranları

Besin grupları	Güven aralıkları			
	Ortalama	SD	5%	95%
<i>L. depurator</i> (Kas)	0,324	0,196	0,021	0,648
<i>L. depurator</i> (Karaciğer)	0,094	0,078	0,009	0,242
<i>P. longirostris</i> (Kas)	0,103	0,052	0,015	0,196
<i>P. longirostris</i> (Karaciğer)	0,248	0,109	0,012	0,408
<i>Trachurus</i> sp. (Kas)	0,573	0,194	0,2	0,872
<i>Trachurus</i> sp. (Karaciğer)	0,657	0,137	0,393	0,896

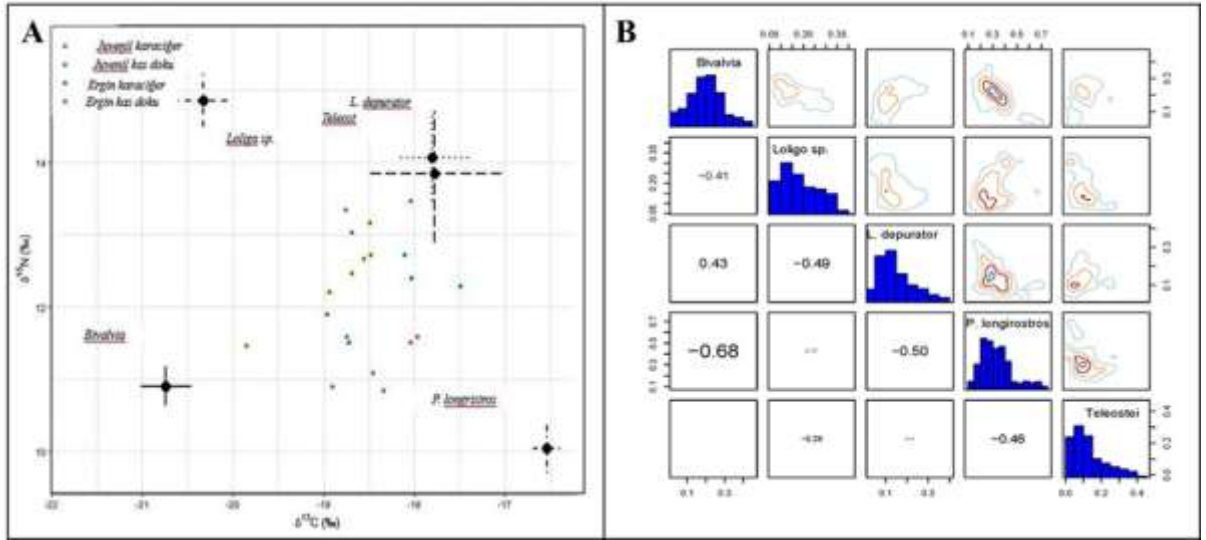


Şekil 24. *S. acanthias* türünün MixSIAR model çıktıları. A) Kullanılan besin grupları ile birlikte dağılım grafiği (hata çubukları her bir av grubu için TEF değerindeki belirsizlikten kaynaklı ± 1 standart sapmayı ifade eder) B) Kaynak belirleyici matris dağılım grafiği

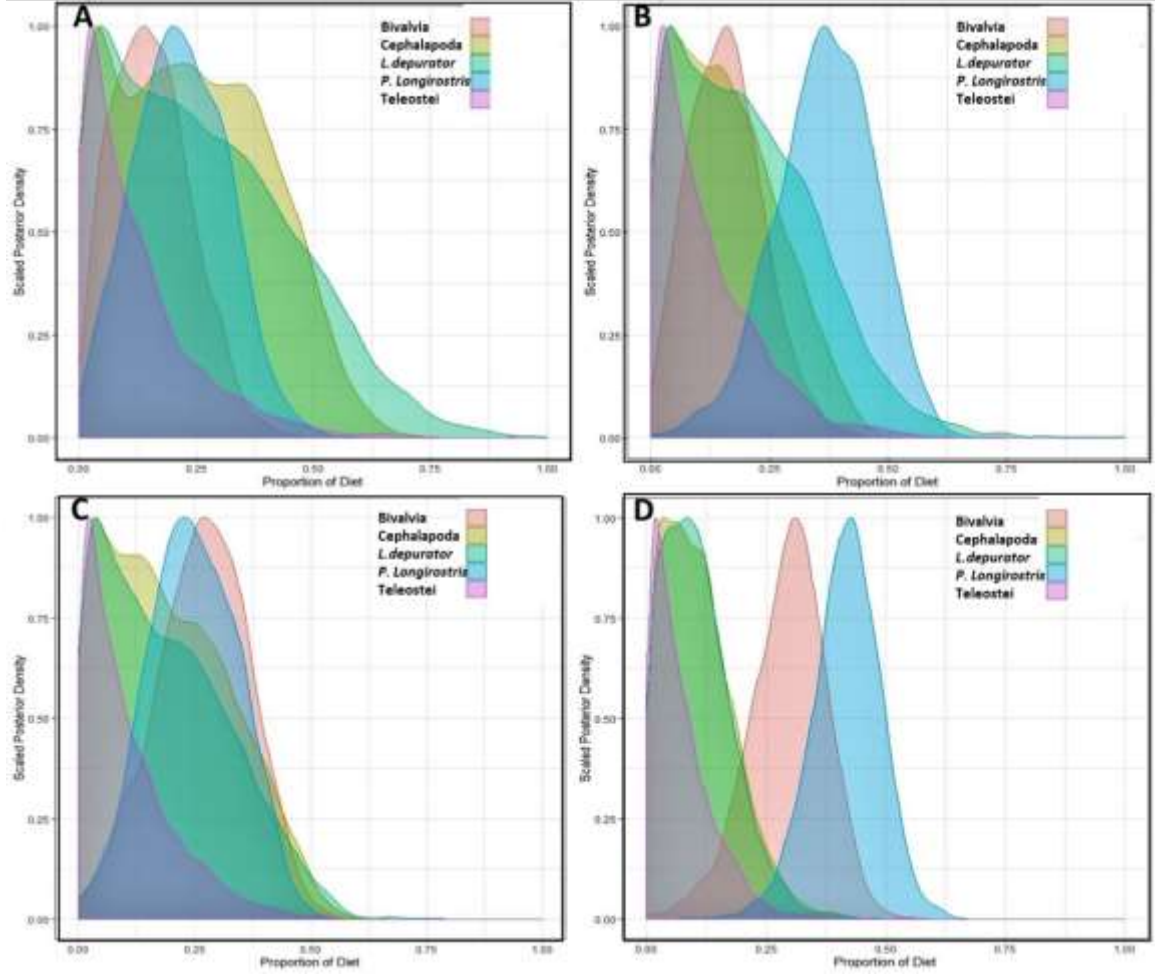


Şekil 25. *S. acanthias* türünün beslenmesindeki av gruplarının katkı oranları. A) Kas doku, B) Karaciğer doku

Raja clavata türünün beslenmesindeki ontogenetik değişimi belirlemek, hem juvenil bireylerin hem de ergin bireylerin kısa ve uzun dönemli beslenme stratejilerini anlayabilmek için, *Raja clavata* bireylerinde, model, juvenil ve ergin bireyler için aynı besin grupları dâhil edilerek çalıştırılmıştır (Şekil 26A). Makriks dağılım grafiği sonuçlarına göre, *P. longirostris* türü ile Bivalvia grubu dışındaki tüm kaynaklar düşük korelasyon seviyesiyle birbirinden ayrılmıştır (Şekil 26B). Mide içeriği analiz sonuçlarının oldukça aksine, beslenme modeli sonuçlarına göre hem ergin hem de juvenil *R. clavata* bireylerinin beslenmelerinde *Trachurus* sp. türü oldukça az katkı sağlamaktadır. Teleostei grubunun juvenil bireylerin beslenmelerine katkısı kas dokularında yaklaşık % 11 ergin bireylerde ise %7 olarak belirlenmiştir. Beslenme modeli sonuçlarına göre; *R. clavata* bireyleri uzun (kas doku) ve kısa dönemli (karaciğer doku) beslenmesinde de *Parapenaeus longirostris* türü oldukça önemli bir yer temsil etmektedir. Ayrıca Bivalvia grubu özellikle juvenil bireyin beslenmelerinde önemli bir yer tutmaktadır (Şekil 27, Tablo 15, Tablo 16).



Şekil 26. *Raja clavata* juvenil ve ergin bireylerinin MixSIAR model çıktıları. A) Kullanılan besin grupları ile birlikte dağılım grafiği (hata çubukları her bir av grubu için TEF değerindeki belirsizlikten kaynaklı ± 1 standart sapmayı ifade eder), B) Kaynak belirleyici matriks dağılım grafiği



Şekil 27. *Raja clavata* türünün beslenmesindeki av gruplarının katkı oranları. A) Ergin Kas doku, B) Ergin karaciğer doku, C) Juvenil kas doku, D) Juvenil karaciğer doku

Tablo 15. MixSIAR model sonuçlarına göre besin gruplarının *R. clavata* türünün ergin bireylerinin beslenmesine katkı oranları

Besin grupları	Güven aralıkları			
	Ortalama	SD	5%	95%
Bivalvia (Kas)	0,295	0,08	0,157	0,417
Bivalvia (Karaciğer)	0,268	0,1	0,094	0,429
<i>Loligo</i> sp. (Kas)	0,108	0,075	0,01	0,246
<i>Loligo</i> sp. (Karaciğer)	0,192	0,133	0,012	0,429
<i>L. depurator</i> (Kas)	0,106	0,073	0,009	0,241
<i>L. depurator</i> (Karaciğer)	0,187	0,137	0,01	0,438
<i>P.longirostris</i> (Kas)	0,418	0,071	0,296	0,528
<i>P.longirostris</i> (Karaciğer)	0,248	0,097	0,089	0,409
<i>Trachurus</i> sp. (Kas)	0,073	0,064	0,004	0,197
<i>Trachurus</i> sp. (Karaciğer)	0,105	0,099	0,005	0,306

Tablo 16. MixSIAR model sonuçlarına göre besin gruplarının *R. clavata* türünün juvenil bireylerinin beslenmesine katkı oranları

Besin grupları	Güven aralıkları			
	Ortalama	SD	5%	95%
Bivalvia (Kas)	0,158	0,078	0,035	0,297
Bivalvia (Karaciğer)	0,155	0,084	0,032	0,305
<i>Loligo</i> sp. (Kas)	0,158	0,107	0,012	0,357
<i>Loligo</i> sp. (Karaciğer)	0,242	0,158	0,012	0,507
<i>L. depurator</i> (Kas)	0,203	0,147	0,011	0,465
<i>L. depurator</i> (Karaciğer)	0,262	0,191	0,012	0,605
<i>P.longirostris</i> (Kas)	0,367	0,104	0,191	0,529
<i>P.longirostris</i> (Karaciğer)	0,217	0,099	0,055	0,38
<i>Trachurus</i> sp. (Kas)	0,114	0,107	0,005	0,325
<i>Trachurus</i> sp. (Karaciğer)	0,123	0,122	0,005	0,371

3.2.2. Kararlı izotop analizlerinin türler arası karşılaştırılması

Türlerin kas dokularındaki $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerleri arasında yapılan istatistiksel analize göre, türlerin $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ($\delta^{15}\text{N}$ için Pseudo-F=25,043 $p<0,05$; $\delta^{13}\text{C}$ için Pseudo-F=14,159 $p<0,05$). Karaciğer dokularından yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre ise türlerin karaciğer dokularındaki $\delta^{15}\text{N}$ değerleri arasında istatistiksel fark anlamlı (Pseudo-F = 21,14 $p<0,05$) fakat $\delta^{13}\text{C}$ değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (Pseudo-F = 1,525 $p=0,202$).

Her bir türün hem kas hem de karaciğer dokuları birbirleri ile karşılaştırmak için PERMANOVA analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 17 ve 18’de verilmiştir.

Tablo 17. Kas doku örneklerinde türler arası $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinin PERMANOVA analiz sonuçları

^{13}C	SA	SC	OX	MAQ	DP	RCj	RCa
MA	***	**	**	**	**	***	*
SA		0,52	***	***	*	***	0,28
SC			**	0,07	0,11	0,08	0,69
OX				*	0,1	**	0,1
MAQ					0,89	0,88	0,29
DP						0,82	0,41
RC j							0,41
^{15}N							
MA	0,3	0,63	0,07	**	0,13	*	0,58
SA		0,12	0,17	***	**	***	0,87
SC			*	**	0,15	0,06	0,25
OX				*	0,09	**	0,19
MAQ					*	***	*
DP						0,9	0,18
RCj							0,05

MA=Mustelus asterias, SA=Squalus acanthias, SC=Scyliorhinus canicula, DP=Dasyatis pastinaca, MAQ=Myliobatis aquila, OX=Oxynotus centrina, RC j= Raja clavata (Juvenil), RC a= Raja clavata (Ergin)

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

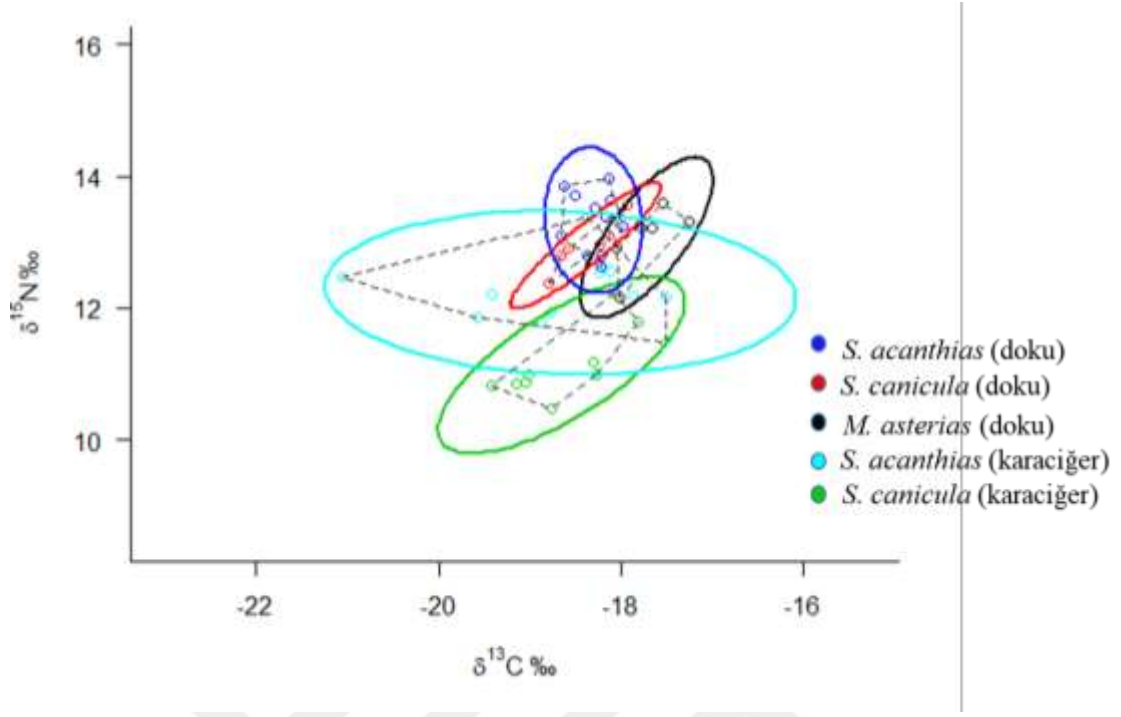
Tablo 18. Karaciğer doku örneklerinde türler arası $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinin PERMANOVA analiz sonuçları

^{13}C	SC	MAQ	DP	RCj	RCa
SA	0,08	0,53	0,47	0,55	0,23
SC		0,19	0,48	0,44	0,12
MAQ			0,19	*	*
DP				0,86	0,62
RCj					0,25
^{15}N					
SA	***	***	0,56	***	-
SC		**	*	0,52	*
MAQ			*	**	*
DP				0,06	0,68
RCj					*

MA=Mustelus asterias, SA=Squalus acanthias, SC=Scyliorhinus canicula, DP=Dasyatis pastinaca, MAQ=Myliobatis aquila, OX=Oxynotus centrina, RC j= Raja clavata (Juvenil), RC a= Raja clavata (Ergin)

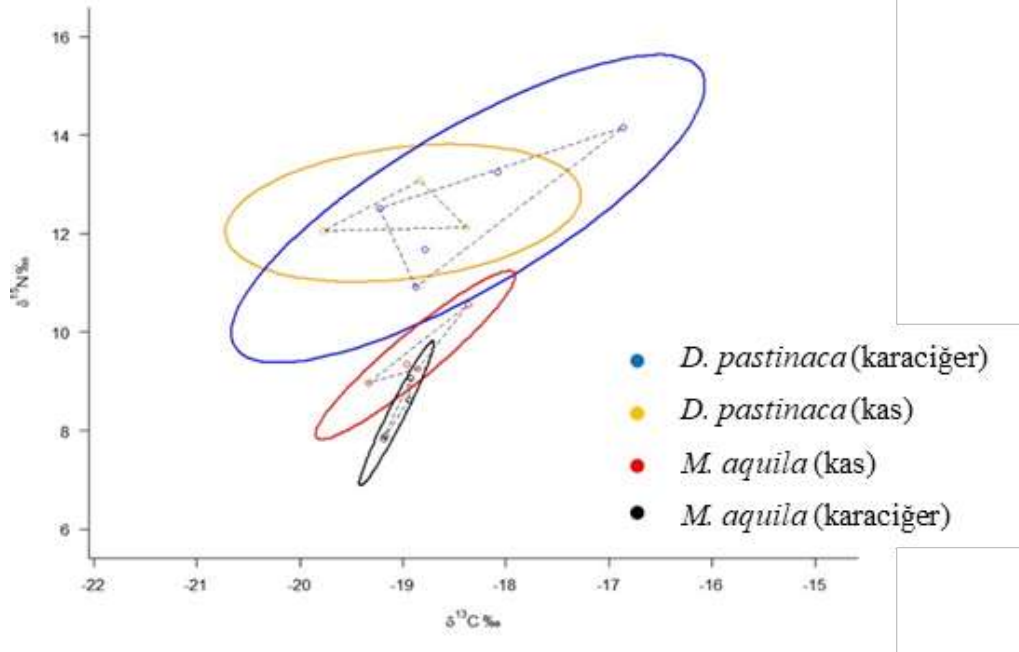
* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Türlerin kas dokularından elde edilen $\delta^{15}\text{N}$ değerleri arasında yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre tespit edilen anlamlı farklılık ($p < 0,05$), bu türlerin benzer trofik seviyedeki canlılar ile beslendiğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Ayrıca $\delta^{13}\text{C}$ değerleri arasındaki farklılıklar ise yine bu türlerin denizel ortamda farklı karbon kaynakları üzerinden beslendiğinin göstergesidir. Selachii taksonuna ait, *M. asterias*, *Squalus acanthias* ve *Scyliorhinus canicula* türlerinin kas dokularının $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerleri ile oluşturan izotopik dağılım grafiğini Şekil 28’de verilmiştir. Şekil 28’de de görüldüğü üzere *Scyliorhinus canicula* türü oldukça geniş bir $\delta^{13}\text{C}$ dağılımına sahiptir ve bu $\delta^{13}\text{C}$ dağılımı *Squalus acanthias* türünün $\delta^{13}\text{C}$ dağılımı ile çakışmaktadır. ^{13}C birincil üretimin bir göstergesi olarak, ^{13}C değerlerindeki bu çakışma bu iki türün benzer habitatlarda yaşadıklarının ve benzer karbon kaynakları üzerinden beslendiklerinin bir göstergesi olabilir (Tablo 17 ($p = 0,52$) Şekil 31). *M. asterias* türünün izotopik dağılım grafiği incelendiği zaman ise, $\delta^{13}\text{C}$ dağılımının bu iki türden bağımsız olduğunu dolayısıyla bu iki türle farklı bölgelerde bulunma olasılığının varlığına (daha derin ya da daha sığ) işaret etmektedir. Fakat $\delta^{15}\text{N}$ değerindeki düşük de olsa dağılım çakışması benzer trofik seviyelerdeki canlılarla beslenebileceklerinin göstergesidir (Şekil 28).



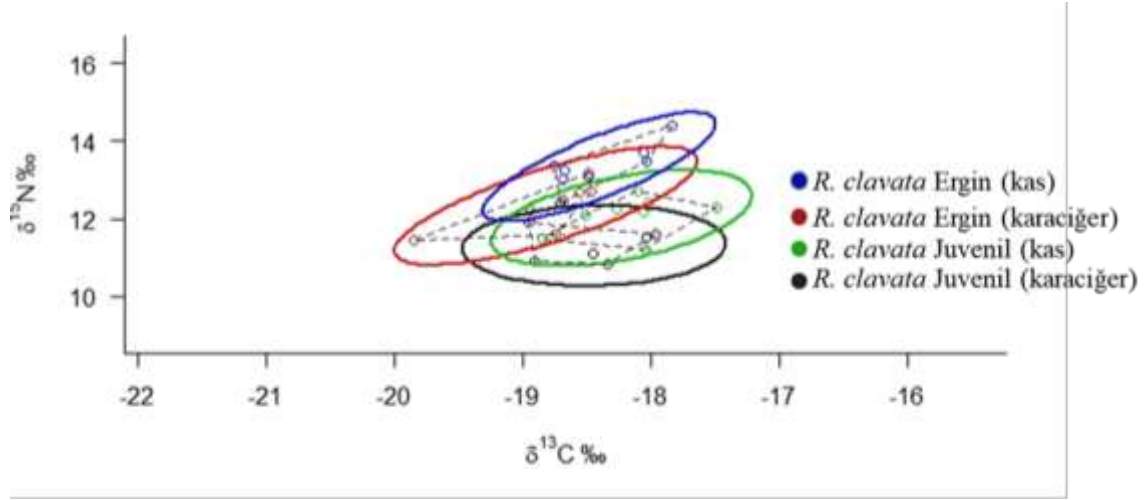
Şekil 28. *Mustelus asterias*, *Scyliorhinus canicula* ve *Squalus acanthias* türlerinin izotopik dağılım grafiği

D. pastinaca ve *M. aquila* türlerinin kas ve karaciğer dokularının ^{15}N ve ^{13}C değerlerinin %95’lik Bayesian güven aralıklarında dağılım alanları incelendiği zaman; *D. pastinaca* türünün karaciğer ve kas doku ^{15}N ve ^{13}C değerlerinin dağılımsal olarak bir çakışmanın varlığı görülmektedir. Bunun aksine, *D. pastinaca* ile *M. aquila* türünün ise ^{15}N ve ^{13}C değerlerinin dağılımsal olarak birbirleri ile çakışmadığı görülmektedir. Bu sonuçlarla birlikte; *D. pastinaca* türünün kas ve karaciğer dokudaki çakışma bu türün kısa ve uzun dönemli beslenme özelliklerinin benzer olabileceğini göstermektedir. Ayrıca iki türün arasındaki bu izotopik dağılım ayrılmanın ise hem karbon ve azot kaynakları olarak farklı besin gruplarını tercih ettikleri sonucunu verebilir (Şekil 29).



Şekil 29. *D. pastinaca* ve *M. aquila* türlerinin kas ve karaciğer dokularının $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinin %95’lik Bayesian güven aralıklarında dağılım alanları

Şekil 30’da *Raja clavata* juvenil ve ergin bireylerinin karaciğer kas dokusunun $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ izotopik dağılımı verilmiştir. Yapılan PERMANOVA analizinde de desteklediği gibi *Raja clavata* juvenil bireylerinin kas ve karaciğer dokularındaki $\delta^{15}\text{N}$ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. Bu farklılık, bu türün juvenillerin ve erginlerinin beslenmelerindeki farklılığın bir göstergesidir. Yine $\delta^{13}\text{C}$ dağılımlarındaki çakışma ve PERMANOVA analizinin de desteklediği gibi *Raja clavata* juvenil ve ergin bireyleri benzer su kolunda dağılımsal açıdan farklı bölgelerde bulunmadıklarına, birincil üretim kaynağına benzer seviyelerde yakın olduklarının bir göstergesidir. Ayrıca, *R. clavata* ergin bireylerinin juvenil bireylere göre oldukça yüksek ^{15}N değerine sahip olması, hem mide içeriği analiz sonuçlarından hem de MixSIAR model sonuçları ile uyumlu bir şekilde juvenil bireylerden farklı trofik seviyelerde canlıları tükettiği sonucuna varabiliriz.



Şekil 30. Juvenil ve ergin *Raja clavata* bireylerinin karaciğer ve kas dokusundaki $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ dağılımı

3.3. Niş Genişliği ve Besin Çakışması

Mide içeriği çalışmalarından elde edilen sonuçlara göre türlerin standartlaştırılmış Levin niş genişlikleri Tablo 20’de verilmiştir. En düşük niş genişliğine sahip tür *M. aquila* olurken, en geniş niş genişliğine sahip tür *D. pastinaca*’dır. *Mustelus mustelus*, *Squalus acanthias*, *Scyliorhinus canicula* ve *Raja clavata* türleri oldukça benzer niş genişliklerine sahiptir. Türlerin niş genişliklerine göre muhtemel beslenme tipleri Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 19. Türlerin Levin niş genişliği indeksleri ve muhtemel predatorluk seviyesi

Türler	n	B	B_A	Predatorluk seviyesi
<i>Mustelus mustelus</i>	28	5,05	0,41	Genel
<i>Squalus acanthias</i>	45	6,32	0,41	Genel
<i>Mustelus asterias</i>	18	2,76	0,29	Özel
<i>Scyliorhinus canicula</i>	50	5,75	0,43	Genel
<i>Dasyatis pastinaca</i>	32	7,47	0,54	Genel
<i>Myliobatis aquila</i>	15	3,56	0,28	Özel
<i>Raja clavata</i>	98	9,39	0,41	Genel

B= Levin niş indeksi B_A = Standardize edilmiş niş genişliği

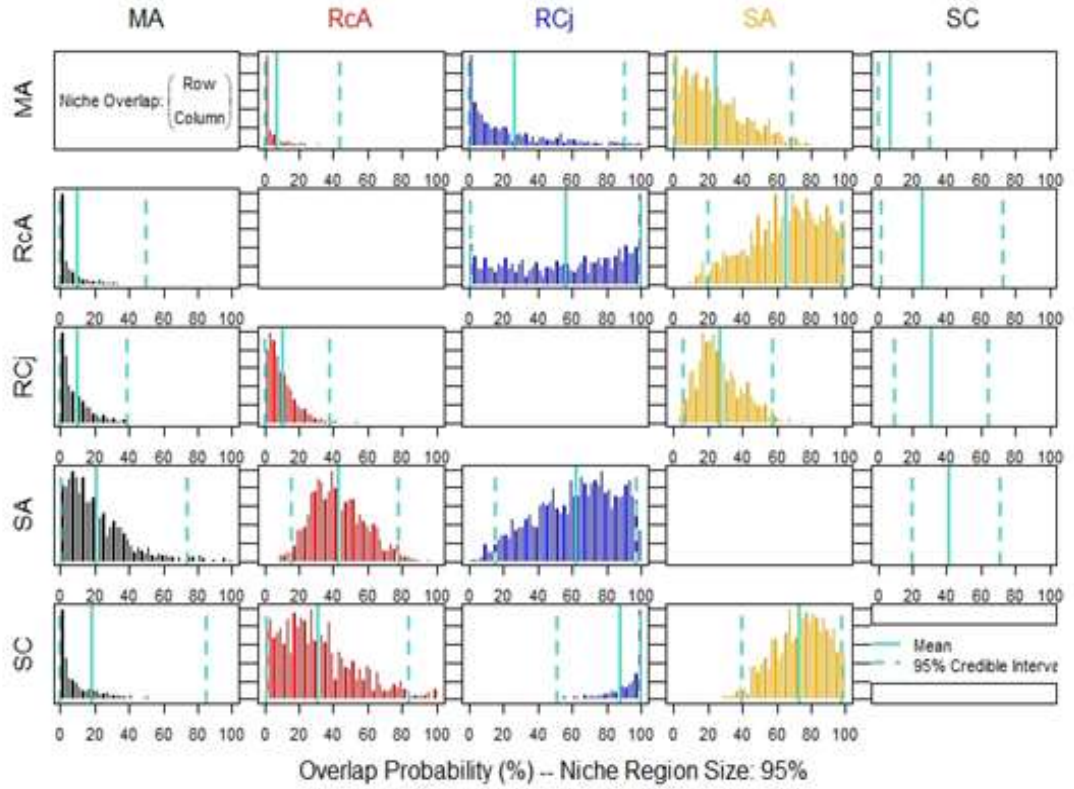
Türler arasındaki besin çakışmalarını belirlemek için Pianka indeksi 21 olası kombinasyon ile hesaplanmıştır. Mide içeriği analiz sonucuna göre teleost tüketici tür olarak belirlenen *Squalus acanthias* ve *Raja clavata* arasında, *S. canicula* ve *D. pastinaca* besin

çakışması oldukça yüksek bulunmuştur (Pianka indeksi > 0,60). Teleost grubu baskınlığının yanı sıra Crustaceae grubunun da beslenmede önemli bir yerinin olması *Scyliorhinus canicula* ve *Raja clavata* türlerinin arasındaki yüksek besin çakışmasının sebeplerindendir (Tablo 20). Aynı genusa sahip *Mustelus mustelus* ve *Mustelus asterias* türlerinin arasındaki besin çakışması Pianka indeks sonuçlarına göre yüksek seviyededir. Bu çakışmanın sebebi de bu iki türün de Crustaceae grubu üzerindeki baskın predasyonudur.

Tablo 20. Türlerin Pianka indeksine göre besin çakışması sonuçları

Türler	MM	MA	SA	SC	DP	MAQ	RC
<i>Mustelus mustelus</i> (MM)		0,62	0,3	0,22	0,15	0,03	0,41
<i>Mustelus asterias</i> (MA)			0,22	0,3	0,08	0,02	0,33
<i>Squalus acanthias</i> (SA)				0,53	0,56	0,09	0,78
<i>Scyliorhinus canicula</i> (SC)					0,64	0,11	0,76
<i>Dasyatis pastinaca</i> (DP)						0,21	0,59
<i>Myliobatis aquila</i> (MAQ)							0,11

Kararlı izotop analizi sonuçlarından, *M.asterias*, *Squalus acanthias*, *S.canicula* ve *Raja clavata*'nın hem ergin hem de juvenil bireylerinin $\delta^{15}\text{N}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinden hesaplanan izotopik niş çakışması sonuçlarına göre *S. canicula*, juvenil *R. clavata* ve *S. acanthias* ile sırasıyla %84 ve %70,7 besin çakışması olasılığına sahiptir. *S. acanthias* ile juvenil *R.clavata* bireyleri arasında çakışma olasılığı %61 iken, ergin *R. clavata* bireylerinin *S. acanthias* ile besin çakışma olasılığı %64'dür (Şekil 31).



Şekil 31. İzotopik niş çakışmasının dağılımı, RCj= *Raja clavata* (Juvenil), RcA= *Raja clavata* (Ergin), Yeşil kesikli çizgiler % 95 Güven aralığını ve sabit yeşil çizgiler ortalama örtüşmeleri temsil eder

3.4. Trofik Seviyenin Belirlenmesi

Mide içeriği analizi sonuçlarına göre trofik seviyesi en yüksek tür 4,47 ile *Squalus acanthias* olarak, en düşük tür ise 3,31 ile *M. asterias* olarak belirlenmiştir.

Kararlı izotop analizinden, ^{15}N ile hesaplanan trofik seviye sonuçlarına göre ise trofik seviyesi en yüksek tür 4,02 *Oxynotus centrina* olarak, en düşük tür 2,26 ile *M. aquila* olarak belirlenmiştir (Tablo 21).

Tablo 21. Türlerin trofik seviyeleri

Türler	TL_{mide}	TL_{izotop}
<i>Mustelus mustelus</i>	3,76	-
<i>Mustelus asterias</i>	3,31	3,66
<i>Squalus acanthias</i>	4,47	3,8
<i>Scyliorhinus canicula</i>	4,24	3,6
<i>Torpedo marmorato</i>	4,46	3,67
<i>Oxynotus centrina</i>	-	4,02
<i>Dasyatis pastinaca</i>	4,20	3,32
<i>Myliobatis aquila</i>	4,04	2,26
<i>Raja clavata</i>	4,21	3,81

TL_{mide} : Mide içeriğinden hesaplanan trofik seviye, TL_{izotop} : $\delta^{15}\text{N}$ ile hesaplanan trofik seviye

3.5. Genel değerlendirme

Teleostei grubu sadece *Mustelus* genusuna ait türler de ayırt edici olarak düşük %IRI değerine sahipken, Crustacea grubu bu türlerinin beslenmesinde diğer türler ile karşılaştırıldığı zaman oldukça yüksek bir %IRI değerine sahiptir. Polychaeta grubu *Dasyatis pastinaca* için, Mollusca grubu ise *M. aquila* türü için ayırt edici besin gruplarındandır.

Bu çalışmada incelenen 8 Elasmobranş türünden mide içeriği çalışması yapılabilen *Mustelus mustelus* ve *Mustelus asterias* türlerinin ana besininin Crustacea grubu, *Squalus acanthias*, *Scyliorhinus canicula*, *Dasyatis pastinaca* ve *Torpedo marmorata* türlerinin ana besinini Teleostei grubunun oluşturduğu ve *Myliobatis aquila* türünün ise ana besinini Mollusca grubunun oluşturduğu belirlenmiştir. Kararlı izotop analizleri kullanılarak *M. asterias*, *S. canicula*, *S. acanthias* ve *R. clavata* türleri ile gerçekleştirilen bayeşçi yaklaşımlı karışım beslenme modeli (MixSIAR) sonuçlarına göre, sadece *Squalus acanthias* türünde mide içeriği analiz sonuçları ile uyumlu bir şekilde hem karaciğer dokusunda (kısa dönemli) hem de kas dokusunda (uzun dönem) *Trachurus* sp. türünün katkı oranı yüksektir. Bu iki metot sonucuna göre de *Squalus acanthias* ciddi bir balık tüketici türdür. Diğer türlerde bu iki metotun sonuçları arasında türlerin kısa ve uzun dönemli beslenme özelliklerini yansıtacak farklılıklar vardır. Bu farklılıklar, hem gerçekleştirilen MixSIAR modele av grupları olarak tanımladığımız türlerin benzer izotopik varyanslara sahip olmalarından dolayı modelin bu av gruplarını farklı kaynaklar olarak ayıramamış olmasından ve hem de karaciğer doku için kullandığımız TEF değerinin

Marmara Denizi'nde yaşayan Elasmobranş türleri için iyi bir referans sabit değeri olmamasından kaynaklanıyor olabilir.

Yapılan besin çakışması sonuçlarına göre; *Mustelus mustelus* ve *Mustelus asterias* türlerinin ciddi birer Crustacea predatörü olduğu ve bu iki türün besin çakışma oranlarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, yapılan izotopik niş çakışması sonuçlarına göre; *Scyliorhinus canicula* türünün juvenil *Raja clavata* ve *Squalus acanthias* türü ile izotopik niş çakışması oldukça dikkat çekicidir. *Myliobatis aquila* ve *Mustelus asterias* türleri haricinde, diğer çalışılan türlerin niş genişlikleri oldukça benzer bulunmuştur. Bu iki tür dışında diğer türler genel beslenme özelliğine sahip türler olarak belirlenmiştir. Her iki metottan hesaplanan türlerin trofik seviyeleri arasındaki farklılıklar, mide içeriği analizi ve kararlı izotop analizi yöntemlerinin beraber kullanılmasının bütüncül bir bakış doğurması açısından önemini de göstermektedir.

4.TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Marmara Denizi'nde balık biyoçeşitliliğine dair ilk çalışmalar 1920'li yıllara dayansa da Elasmobranchii türleri çok kez bu çalışmalara dâhil edilmemiştir. Marmara Denizi'nin kıkırdaklı balıkları ile ilgili mevcut en eski bilgiler, 1881 yılında İstanbul Boğaz'ının güney kesiminde yakalanan iki büyük beyaz köpekbalığı *Carcharodon carcharias* hakkında birkaç kayıt ile başlamaktadır (Kabasakal, 2016). Bu denizde, büyük köpek balıklarının varlığı her zaman bir tartışma konusu olmuştur. Çünkü 2000 yılı öncesi kayıtların çoğu tarihi gazete haberlerine dayanmaktadır (Kabasakal, 2003). Fakat yapılan son araştırmalar *Hexanchus griseus*, *Alopias vulpinus*, *Alopias superciliosus* gibi büyük köpek balığı türlerinin Marmara Denizi'nde az da olsa dağılım gösterdiğini belirlemişlerdir. Yaklaşık 150 senedir kaydı tutulan ve gözlemlenen bu kıkırdaklı balık türlerinin Marmara Denizi'nde gösterdikleri beslenme ve üreme davranışı, habitat tercihleri ve büyümeleri ile alakalı çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Gerçekleştirilen çalışmalar genellikle türlerin av kompozisyonundaki biyokitle miktarları, görünme frekansları üzerinedir (Kabasakal, 2016).

Beslenme ekolojisi çalışmaları denizel ekosistemde elasmobranş türlerinin etkileşimlerini ve komünite yapılarını anlamakta oldukça faydalı bilgiler sağlarlar (Barría ve diğerleri, 2015). Elasmobranşlar deniz ekosisteminde trofik seviyeler arasında enerji transferinde anahtar rol oynarlar, bu sebeple, elasmobranş türlerinin deniz ekosistemlerinde etkidikleri grupları anlamak oldukça önemlidir. Bir canlının trofik seviyesi ve beslenme özellikleri çalışmaları genellikle mide içeriklerinin incelenmesi üzerine kuruludur. Fakat sadece, tüketilen av türlerini değil, aynı zamanda enerji gereksinimlerini karşılamak için gıdanın tüketildiği, sindirildiği ve işlendiği oranları da anlamak da beslenme ekolojisi çalışmalarının tamamlayıcı rolündedir. Mide içeriği analizleri, canlıların tükettiği ve dolayısıyla etkileşimde olduğu av gruplarının belirlenmesini sağlayan oldukça yaygın bir yöntemdir (Cortes ve diğerleri, 1999). Mide içeriği analizlerinin yaygın olarak tüm dünya denizlerinde kullanılması, beslenme ekolojisi çalışmalarında, türlerin beslenme özellikleri ve trofik seviyelerinin belirlenmesi adına bir standardizasyon sağlar, ayrıca, bölgelerin tür çeşitliği ve

mevsimlere göre de baskın av gruplarının belirlenmesi gibi bilgileri de sunabilir (Ebert ve Bizarro, 2007). Ancak bunların yanı sıra mide içeriği analizlerinin hem çeşitli zorlukları hem de açıklamakta yetersiz kaldığı durumlar vardır. Tüketilmiş av gruplarının taksonomik olarak sınıflandırılmasının çoğu zaman oldukça zor olması, örnekleme boyutu, türlerin popülasyonlarının tehlikede olması ve düşük popülasyon sayısı, mide boşluk oranları, derinlerde yaşayan türlerin avcılık operasyonunda yüzeye çıkartılırken kusma eğilimleri gibi durumlar mide içeriği analizlerinin zorlu yönleridir (Shipley ve diğerleri, 2017). Tüm bunlara ek olarak, mide içerikleri, bir bireyin diyetinin yalnızca kısa dönemli görüntüsünü sağlar ve av öğelerinin sindirilebilirliğindeki değişkenlik ve diyetlerdeki zamansal değişim potansiyeli nedeniyle yutulan veya asimile edilen av gruplarının oranlarının belirlenmesini uzun dönemli olarak yansıtmayabilir. Bu sebeple, kararlı izotopların beslenme ekolojisinde mide içeriği analizi ile birlikte kullanılması, bireylerin diyetlerini hem kısa dönemli hem de uzun dönemli olarak anlamamızı sağlar (Hussey ve diğerleri, 2012). Kararlı izotop analizleri, mide içeriği analizlerine göre daha düşük örneklem boyutlarında çalışmaya olanak verir, böylelikle mide içeriği analizlerinde popülasyonu temsil edemeyen örneklem boyutlarında, beslenme ekolojisi çalışmasının tamamlayıcısı olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Philips ve diğerleri, 2014). Kararlı izotop oranları, canlıların tükettiği ve asimile ettiği besin gruplarının kimyasal izleyicisi oldukları için, canlının tükettiği besinlerin taksonomik sınıflandırmasını vermez, ancak kullanılan beslenme modelleri ile birlikte canlının tükettiği düşünülen ve/veya gözlemlenen besin gruplarının katkı oranlarını ortaya koyabilir. Kararlı izotoplar kullanılarak hesaplanan hem izotopik niş alanı hesaplamalarında hem de beslenme modellerinde, mide içeriği analiz sonuçlarının yönlendirici etkisi oldukça büyüktür. Ayrıca, kararlı izotop örneklemelerinde, örneklenen bireylerin varsayımsal olarak aynı popülasyonun bireyleri olduğu düşünülür ve bu örneklem popülasyonun demografik şartları ayrı olarak ele alınmadığı zaman hata payları da içerebilir (Newsome ve diğerleri, 2010; Phillips ve diğerleri, 2014).

Marmara Denizi'nde elde edilen elasmobranş türlerinin hem mide içeriği analizleri hem de kararlı azot ve karbon değerleri beslenme özellikleri ve trofik seviyelerinin belirlenmesi adına beraber kullanılmıştır. Bu tez kapsamında, Marmara Denizi'nde ilk defa bütüncül bir bakış açısı ile türlerin mide içeriği analiz sonuçlarına göre av (besin) grupları taksonomik olarak belirlenmiş ve bu av gruplarının türlerin uzun dönemli beslenmesindeki katkı oranları Bayesçi yaklaşım karışım modeli ile birlikte değerlendirilmeye çalışılmıştır. Kararlı izotop analiz

sonuçlarında, hem tüketici türlerden hem de av gruplarından elde ettiğimiz ^{15}N ve ^{13}C sonuçları, Akdeniz’de yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığı zaman farklılar göstermektedir. Bu da Marmara Denizi’nin kendine özgü hidrografik koşullarında, besin ağını kararlı izotoplar kullanılarak değerlendirirken, özellikle birincil üretici pozisyonundaki canlıların izotop değerlerinin gereksinimini ortaya çıkarmaktadır.

4.1. Beslenme Özellikleri

Benzer morfometrik özelliklere sahip ve sıklıkla tür tayini sırasında birbiri ile karıştırılan aynı genusa sahip iki tür olan *M. mustelus* ve *M. asterias* (Farrell ve diğerleri, 2010) Marmara Denizi’nde de (Kabasakal ve Karhan, 2015) Akdeniz’de olduğu gibi (Schembri ve diğerleri, 2003) nadir görülen türlerdir. Özellikle *M. asterias*’ın beslenme ekolojisi ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Ellis ve diğerleri, (1996) İngiliz Adaları’nda, Phillips ve diğerleri, (2020)’de Atlas Okyanusu’nda ve Monhart (2019)’ın Kuzey Denizi’nde yaptıkları çalışmalarda Crustacea grubunu *M. asterias* türünün mide içeriğinde sırasıyla %97,4 IRI ve %98,4 IRI ve %86 IRI değerleri ile baskın grup olarak belirlemişlerdir. Bu sonuçlar Marmara Denizi’nde gerçekleştirilen bu çalışma ile oldukça benzerdir. Ayrıca, *M. asterias* türünün MixSIAR beslenme modeli sonuçları da bu türün birincil besin kaynağının Crustacea olduğunu belirlemiştir. Aynı genusun bir diğer türü olan *Mustelus mustelus* da mide içeriği analiz sonuçlarına göre *M. asterias* ile oldukça benzer beslenme özelliği göstermektedir. Farklı denizlerde yapılan çalışmalarda *M. mustelus* türünün ciddi bir *Liocarnicus depurator* ve *Squilla mantis* predatörü olduğu belirtilmiştir (Jardas ve diğerleri, 2007; Gračan ve diğerleri, 2014; Yemisken ve diğerleri, 2019). *Mustelus mustelus*’un mide içeriği analiz sonucunda yaklaşık %10’luk IRI yüzdesi ile ikincil besin grubu olarak temsil edilen Teleostei grubu yapılan diğer mide içeriği çalışmaları ile benzerlikler göstermektedir (Jardas ve diğerleri, 2007; Saïdi ve diğerleri, 2008; Filiz, 2009; Gračan ve diğerleri, 2014).

MixSIAR model ve mide içeriği analizi sonuçları *S. acanthias* türünün kısa (mide içeriği), orta (karaciğer) ve uzun dönemli (kas) beslenmede kemikli balıkların devamlı av tercihi olduğunu gösteren önemli kanıtlar sunmaktadır. Bu sonuçlar *S. acanthias*’ın balıkçıl (piscivorous) bir tür olduğuna işaret etmektedir. Alonso ve diğerleri, (2002)’nin Cephalopoda grubunun bu tür için temel besin kaynağı olduğunu bildirdikleri çalışma haricinde önceki çalışmaların çıktıkları (Avsar, 2001; Laptikhovsky ve diğerleri, 2001; Demirhan ve diğerleri, 2007; Gračan ve diğerleri, 2017;) bu tezin sonuçları ile uyumludur.

S. canicula türünün yapılan mide içeriği analizine göre beslenmesinde baskın olarak Teleostei, Crustacea, Cephalopoda gruplarını tercih ettiği sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar türün mide içeriği analizinden yapılan diğer çalışmalarla benzerlikler göstermektedir (Olasa ve diğerleri, 2005; Valls ve diğerleri, 2011; Kousteni ve diğerleri, 2017; Barria 2018a; Yemişken ve diğerleri, 2019). Serrano ve diğerleri, (2003) yaptığı çalışmaya benzer olarak Polychaeta grubunun mide içeriğindeki %IRI değeri oldukça düşük bulunmuştur Wieczorek ve diğerleri, (2018) yumuşak dokulu omurgasızların, türün beslenmesinde önemli rol oynadığını fakat sindirim hızları ile alakalı olarak bu yumuşak dokulu omurgasızları mide içeriği çalışmalarında gözlemlenmesinin zor olduğunu belirtmişlerdir. Bu sebeple kararlı izotoplar kullanılarak gerçekleştirdikleri beslenme modeli sonuçlarına göre *S. canicula* türünün beslenmesinde mide içeriğinde oldukça az gözlenen Tunikata türlerinin, aslında türün beslenmesinde önemli bir yer tuttuğu sonucuna varmışlardır. *S. canicula* ile ilgili yapılan mide içeriği çalışmalarına bakıldığında zaman zaman bu türün besin tercihinin coğrafi koşullar ile birlikte değişim gösterebileceği sonucu da çıkmaktadır. Bazı çalışmalar Teleostei grubunun beslenmede ilk tercih olduğunu (Serrano et al.2003; Kousteni et al.2017, Bengil ve diğerleri, 2019), bazı çalışmalar ise temel besinin Cephalopoda grubu (Stergiou ve Karpouzi, 2002) veya Crustacea grubu (Valls ve diğerleri,, 2011) olduğunu bildirmektedir. Beslenmede aynı grupların farklı baskınlık oranları ile farklı bölgelerde elde edilmiş sonuçlar, türün yaşadığı bölgedeki av gruplarının mevsimsel değişimlere bağlı olarak değişebileceğine ve genel, fırsatçı bir beslenme stratejisine sahip olabileceğinin bir göstergesidir. Gerçekleştirdiğimiz MixSIAR modeli sonuçları, Akdeniz’de yapılan beslenme modeli sonuçları ile benzerlikler göstermesine rağmen iki model arasında av grupları açısından farklılıklar vardır. Batı Akdeniz’de Barria ve diğerleri, (2018a) tarafından gerçekleştirilen beslenme modeli sonuçlarına göre Crustacea, Cephalopoda, Polychaeta grupları, *S. canicula* türünün uzun dönemli beslenmesinde Teleostei grubundan daha fazla katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada, *S. canicula*’nın MixSIAR modelinde, Polychaeta grubu modele kaynak olarak dahil edilememiştir. Ancak, Marmara Denizi gibi Polychaeta grubunca zengin bir bölgede hem poliketlerin yumuşak dokulu canlılar olmaları hem mide içeriği analizinde oldukça az da olsa tespit edilmesi, bu grubun *S. canicula* türünün uzun dönemli beslenmesinde önemli bir yer teşkil edebileceği sonucunu düşündürmektedir. Bu nedenle, ileride yapılacak beslenme modeli çalışmalarında Polychaeta gibi yumuşak dokulu canlıların da kullanılmasının oldukça önemli olduğunu belirlememizi sağlamıştır.

Mide içeriği analiz sonuçlarına göre *D. pastinaca* çoğunlukla Teleostei grubu üzerinden beslenmektedir ve Crustacea grubu bu türün ikinci besin tercihi oluşturmaktadır. Bu durum Akdeniz'in diğer bölgelerinde ve Karadeniz'de gerçekleştirilen mide içeriği çalışmaları ile farklılıklar göstermektedir. Yapılan diğer çalışmalar *D. pastinaca* türünün ciddi bir Crustacea avcısı olduğu sonucuna ulaşmışlardır (İşmen, 2003; Karachle ve Stergiou, 2008; Yeldan ve diğerleri, 2009; Karachle ve Stergiou, 2010; Sağlam ve diğerleri, 2010; Yemisken ve diğerleri, 2019; Tiralongo ve diğerleri, 2020). Bu farklılığın nedeni, mide içeriği analizi gerçekleştirdiğimiz birey sayısının oldukça az olması ve türün mide içeriğinde baskın olarak görülen *Trachurus* sp. türünün av kompozisyonundaki baskınlığı ile ilişkili olabilir. Akdeniz'de hem mide içeriği analizi hem de kararlı izotop analizi ile gerçekleştirilen çalışmaların sonuçları ile bu durumu kıyasladığımız zaman mide içeriğinde Crustacea baskınlığına dikkat çeken çalışmalarda türün kas dokusundan elde ettikleri $\delta^{15}\text{N}$ değerlerinin, bizim çalışmamızdaki $\delta^{15}\text{N}$ değerleri ile benzerlikler göstermektedir. (Barría ve diğerleri, 2015; Yemişken, 2017). Bu sonuç *D. pastinaca*'nın *Trachurus* sp. türünü av operasyonu sırasında tesadüfi av olarak tüketebileceğinin de göstergesi olmuştur. Ayrıca, *Dasyatis pastinaca* türünün, türler arasında gerçekleştirilen ^{15}N PERMANOVA analiz sonuçlarına göre Crustaceae baskınlığı ile beslenen *Mustelus asterias* türünün ^{15}N ile anlamlı bir fark olmadığı, Teleostei baskınlığı ile beslenen *Squalus acanthias* türünün ^{15}N değeri ile anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir (Tablo 17). *Dasyatis pastinaca* türü için kararlı izotop analizi gerçekleştirdiğimiz birey sayısı MixSIAR model için uygun olmadığından, bu türün uzun dönemli beslenmesi yorumlanamamıştır.

Yapılan mide içeriği analizine göre *Myliobatis aquila* türünün temel besinini Mollusca grubunu oluşturmaktadır. Yine %IRI değerlerine göre Teleostei ikincil besin tercihidir. Bu tez çalışmasının sonuçları yapılan diğer çalışmalar (Jardas ve diğerleri, 2007) ile benzer sonuçlar göstermektedir. Fakat yapılan bir diğer çalışmada Crustacea grubunun bu türün en önemli besin kaynağın olduğu sonucunu bildirmişlerdir (Valls ve diğerleri, 2011). Bu farklılık, bölgesel besin tercihi veya düşük sayıda örneklemeden kaynaklanıyor olabilir. Batı Akdeniz'de gerçekleştirilen beslenme modeli sonuçlarına göre ise Mollusca ve Teleostei gruplarının bu türün besin kompozisyona benzer oranlarda katkı yaptığı bildirilmiştir (Barria ve diğerleri, 2015). Tez çalışması kapsamında baskın olarak Mollusca grubu ile beslenen tek tür *M. aquila* olarak belirlenmiştir. Türün ^{15}N değeri ile diğer türlerin ^{15}N değerleri istatistiksel olarak

karşılaştırıldığı zaman *M. aquila* türünün ^{15}N değeri, diğer bütün türler ile anlamlı olarak farklı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 17).

T. marmorata'nın besin kompozisyonu çoğunlukla Teleostei grubu oluşmaktadır. Bu tez çalışmasının bulguları ile uyumlu olarak Abdel-Aziz, (1994) ergin *T. marmorata* bireylerinin Akdeniz'de sadece balık türleri üzerinden beslendiğini bildirmiştir. Barria ve diğerleri, (2015) gerçekleştirdikleri beslenme modeli sonuçlarıyla benzer sonuçlar elde etmiş ve bu sonuçlara göre Teleostei grubunu türün ana besin ögesi olduğunu bildirmişlerdir.

Raja clavata türünün mide içeriği analizi bu tez kapsamında boy gruplarına göre değerlendirilmiş ve türün juvenilleri ile ergin bireylerinin beslenmesinde farklılıklar bulunmuştur. Juvenil bireylerin besin tercihi olarak Crustacea grubunu tercih ettiği, erginlerin ise çoğunlukla ve daha çeşitli Teleostei türleri üzerinden beslendiği sonucuna varılmıştır. Akdeniz ve Karadeniz'de yapılan mide içeriği çalışma sonuçlarına göre *R. clavata* genel olarak birinci olarak Crustacea türlerini tercih ettiği, Teleostei türlerinin genelde türün ikinci besin grubunu oluşturduğu bildirilmiştir (Demirhan ve diğerleri, 2005; Sağlam ve Bascinar, 2008; Yeldan ve diğerleri, 2009; Šantić ve diğerleri, 2012; Eronat ve Özaydın, 2015; Yemişken ve diğerleri, 2018). Gerçekleştirilen MixSIAR beslenme modeli sonuçları; elde ettiğimiz mide içeriği analiz sonuçlarına göre farklılıklar göstermektedir. MixSIAR modelde, özellikle *L. depurator* ve *Loligo* sp. türleri Teleostei grubunu temsilen kullandığımız *Trachurus* sp. türü ile oldukça düşük bir korelasyon göstermesi ve sonuç olarak modelin bu türleri farklı kaynak olarak ayırmakta bir problem yaşamadığının göstergesidir. Bu da *R. clavata* hem ergin hem de juvenil bireylerinin Crustacea grubu canlılar ile beslendiğini ve mide içeriği analizlerinde gözlemleyemediğimiz Cephalopoda grubunun da türün beslenmesinde önem teşkil ettiğini göstermektedir. Fakat MixSIAR model sonucuna göre Teleostei katkısı beslenmesinde önemli bir yer tutan *S. acanthias* türü ile *R. clavata* türünün ergin bireylerinin ^{15}N değerleri karşılaştırıldığı zaman bu iki türün oldukça benzer ^{15}N değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 20). Ayrıca PERMANOVA analizi sonuçlarına göre de ^{15}N değerleri arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir (Tablo 17) ve olası izotopik niş çakışması bu türler için % 61 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla bu sonuçlar bu iki türün benzer ^{15}N kaynakları üzerinden beslenmesi gerekliliği sonuçlarını doğurmaktadır. MixSIAR modelde Teleostei grubunu temsilen *Trachurus* sp. türünün model sonucuna göre katkı oranının düşük olması, *Trachurus* sp. türünün Marmara Denizi'ndeki ^{15}N ve ^{13}C değerleri ile ilgili de olabilir. *Raja clavata*

türünün beslenmesinde hem türün yaşadığı habitat hem de *Trachurus* sp. türü ile yaklaşık %1,5 ¹⁵N farkı, *Trachurus* sp. türünün *Raja clavata*'nın beslenmesinde Teleostei grubunun katkı oranını belirlemek için uygun bir tür olmadığının da bir göstergesi olabilir.

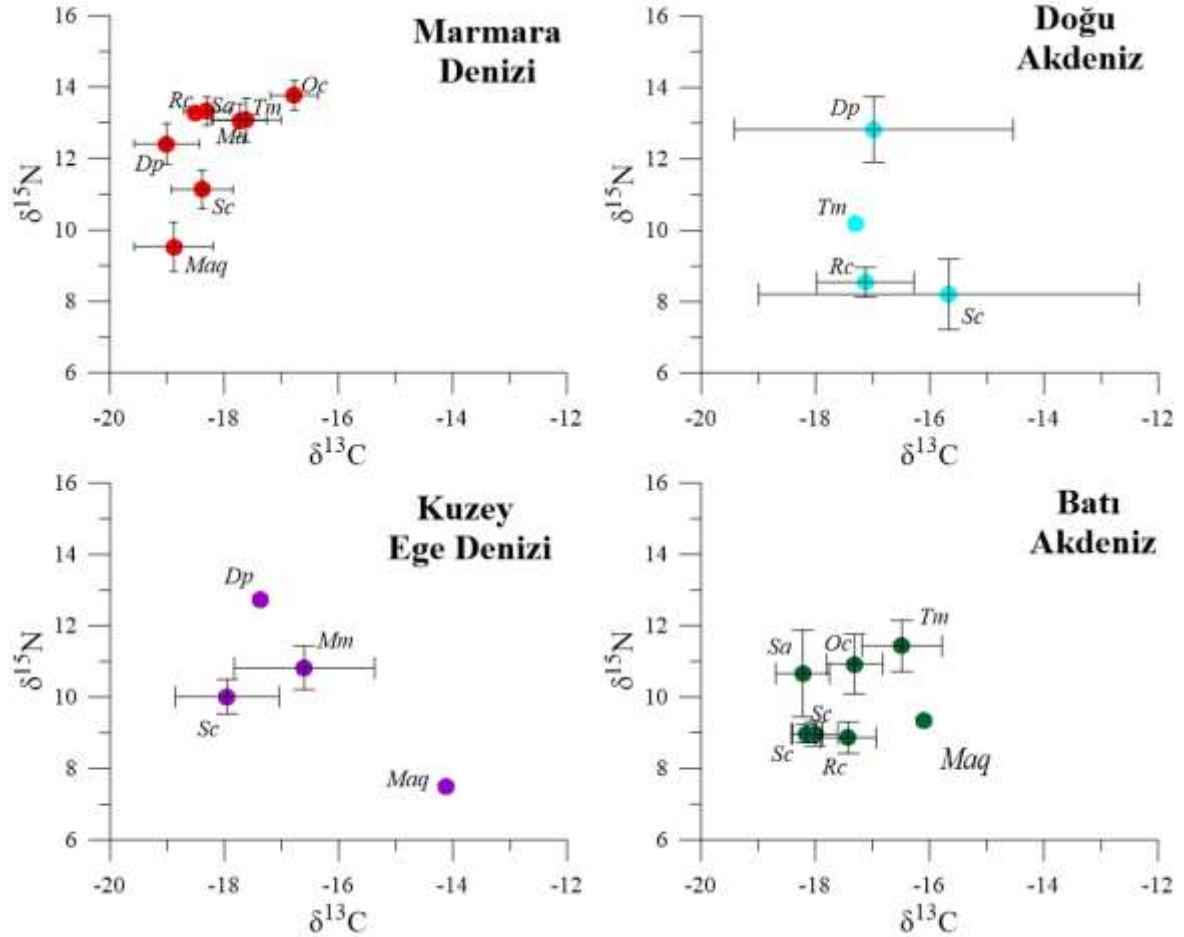
IUCN kriterlerine göre Akdeniz'de “ Kritik (CR)” sınıfında yer alan ve Akdeniz'de de olduğu gibi Marmara Denizi'nde de nadir dağılım gösteren (Kabasakal, 2016) *Oxynotus centrina* türü çalışma süresince toplamda 6 birey olarak örneklenmiştir. *Oxynotus centrina* oldukça yavaş hareket eden bir Selachii türüdür ve beslenmesi ile ilgili yapılan çalışmalar, türün küçük Crustacea grupları (Capepe ve diğerleri, 1999) Polychaeta türleri (Compagno, 1984) ile beslendiğini bildirmiştir. Capape (2008) tarafından yapılan çalışmada, türün mide içeriğinde Sipunculida, Crustacea, Teleostei ve Polychaeta türleri belirlenmiştir. Bu çalışmada, *Oxynotus centrina* türünün ağız yapısından da kaynaklı olarak Annelida grupları üzerinde uzmanlanmış bir avcı olduğunu belirtilmektedir. Bu türün beslenmesi ile ilgili gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise *Oxynotus centrina* türünün mide içeriğinde *S. canicula* türünün embriyoları görülmüştür (Barrull ve Mate, 2001). Bu çalışma temel alınarak ve *Oxynotus centrina* türünün *S. canicula* kapsülleri üzerindeki predasyon baskısını göstermek adına deney ortamında gerçekleştirilen bir çalışmaya göre; *O. centrina* davranışsal olarak *S. canicula* türünün kapsülünü ısırdığı ve içeriğindeki vitellusu alt çene yardımıyla çektiği gözlemlenmiştir (Guallart ve diğerleri, 2015). Bu tez çalışması kapsamında elde edilen *O. centrina* türlerinin mide içeriğinde herhangi bir canlı grubuna rastlanmamıştır. Akdeniz'de Barria ve diğerleri, (2015) tarafından ve hem mide içeriği hem de kararlı izotoplar kullanılarak gerçekleştirilen beslenme çalışmasında, bu türün Polychaeta ve Crustacea grubu ile beslendiği belirlenmiştir. Buna göre, eğer *Oxynotus centrina* türü Marmara Denizi'nde de Polychaeta ve Crustacea türleri ile besleniyorsa ¹⁵N değerlerinin, diğer Polychaete ve Crustacea ile beslenen türler ile benzer ¹⁵N değeri göstermesi beklenmektedir. Fakat bu türün Marmara Denizi'nde çalışılan diğer Elasmobranchii türleri arasında en yüksek ¹⁵N değerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 18). Bu sonuç da, kıkırdaklı balık yumurtalarının yüksek protein içeriği bakımından oldukça besleyici bir besin olmasından (Barrull ve Mate, 2001) kaynaklı *Oxynotus centrina* türünün Marmara Denizi'nde de *S.canicula* ya da benzer bir Elasmobranchii türünün yumurtası ile beslenebileceğini düşündürmektedir.

Çalışılan türlerin $\delta^{15}\text{N}$ değerleri Akdeniz'de gerçekleştirilen diğer çalışmalar ile (Barría 2015; Valls ve diğerleri, 2017; Barría ve diğerleri, 2018a; Yemişken ve diğerleri, 2019)

kıyaslandığı zaman *Dasyatis pastinaca* haricinde türlerin oldukça farklı ^{15}N değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 32). Özellikle *Scyliorhinus canicula*, *Raja clavata*, *Torpedo marmorata* ve *Squalus acanthias* türlerinin Marmara Denizi'nde ^{15}N değerleri Akdeniz'in diğer kesimleri ile karşılaştırıldığında oldukça yüksektir. Bu yüksek ^{15}N değerleri birincil olarak canlıların tükettiği av gruplarının ^{15}N değerleri ile alakalıdır. Marmara Denizi'nde bu çalışma kapsamında av grubu olarak tanımlanan; *Trachurus* sp., *L. depurator* ve *Loligo* sp. türlerinin de Akdeniz'de yapılan besin ağı çalışmaları ile kıyaslandığı zaman yüksek ^{15}N değerine sahip oldukları görülmektedir (Barria ve diğerleri, 2015). Marmara Denizi, kendine özgü hidrografik şartlara sahip ve yoğun antropojenik baskı altında oldukça ötrofik bir denizdir (Yalçın ve diğerleri, 2017). Umbricht ve diğerleri, (2018) Baltık Denizi'nde gerçekleştirdiği çalışmada, ötrofikasyonun bölgede yaşayan makrofitlerin $\delta^{15}\text{N}$ değerini artırdığını ve buna bağlı olarak besin ağındaki diğer türlerin ^{15}N değerlerini etkileyebileceğini bildirmiştir. Ofukany ve diğerleri, (2014) ise, ötrofik durumlarda, birincil üretimin balık türlerinin yüksek $\delta^{15}\text{N}$ değerine sahip besin gruplarına ulaşmasına izin verdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, Batı Karadeniz'de, Romanya kıyılarında pelajik balıklar üzerinde gerçekleştirilen ve Tuna nehrinin taşıdığı yükün bölgede beslenen küçük pelajik balıklar üzerindeki etkisinin kararlı izotoplar kullanılarak araştırıldığı bir çalışmada, partikül organik maddenin zenginleştiği dönemlerde, türlerin ^{15}N değerlerinin de mevsime bağlı olarak artışa geçtiği bildirilmiştir (Bănaru ve Harmelin-Vivien, 2009).

^{13}C bentik ve pelajik sistemi ayırmada oldukça iyi bir indikatördür, düşük ^{13}C değeri bentik besin ağıyla ilişkilendirilir. Bentik canlıların $\delta^{13}\text{C}$ değerleri göreceli olarak pelajik kaynaklara göre düşük seviyededir (Davenport ve Bax, 2002; Kopp ve diğerleri, 2015) ve canlının yaşadığı derinlik ve dikey göç hareketleri ile ilgili bilgi verebilir (Jennings ve diğerleri, 1997). Marmara Denizi'nde elde ettiğimiz Elasmobranchii türlerinin ^{13}C değerlerini Akdeniz'in çeşitli bölgelerinde yapılan çalışmalar ile kıyasladığında özellikle *Dasyatis pastinaca* ve *M. aquila* türlerinin oldukça düşük ^{13}C değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 32). Genellikle yumuşak zemin omurgasızlarıyla beslendiği belirlenen bu iki türün Marmara Denizi'nde sedimana bağlı bir yaşam sürmesi düşük ^{13}C değerinin bir göstergesi olabilir. Ayrıca Yemişken (2017) Akdeniz'den 40 m aralığında yakalanan *M. aquila* türünün ^{13}C değerini -14,12 olarak belirlemiştir (-18,88 ^{13}C kas doku, Marmara Denizi). Akdeniz'de 40 m'de *M. aquila* türünün yüksek olarak nitelendirilebilecek ^{13}C değeri, Akdeniz'in ışıklı tabakasının

genişliğinden kaynaklı bu türün bulunduğu bölgede halen birincil üretiminin etkisinde olmasından kaynaklanıyor olabilir. Marmara Denizi'nin Akdeniz'e kıyasla oldukça dar olan ışıklı tabakası, türlerin ^{13}C değerlerinin Akdeniz'e göre oldukça düşük olmasının bir sebebidir.



Şekil 32. Elasmobranchii türlerinin ^{15}N ve ^{13}C değerlerinin Akdeniz'de bölgeler arası karşılaştırılması. (Sc: *Scyliorhinus canicula*, Rc: *Raja clavata*, Maq: *Myliobatis aquila*, Oc: *Oxynotus centrina*, Sa: *Squalus acanthias*, Tm: *Torpedo marmorata*, Mm: *Mustelus mustelus*)

4.2. Niş Genişliği ve Niş Çakışmaları

Besin niş genişliği bir türün trofik ekolojisi üzerinde oldukça kullanışlı bir göstergedir ve bir tür ile komünitesi arasındaki etkileşimi yansıtmaktadır. Bir tüketicinin beslenme alanında bulunan ve tüketilen av gruplarının çeşitliliği, ekolojik nişinin ayrılmaz bir bileşenidir. Dar (özel beslenme) veya geniş bir besin nişine (genel beslenme) sahip olmayı belirleyen faktörler çeşitli çevresel ve biyolojik özelliklerdir. Genel beslenme özelliği gösteren türler, özel beslenme stratejesine sahip türlere nazaran ekosistemde daha avantajlı pozisyonundadır.

Ortamda bulunan besin bolluğu ve rakip tür zenginliği direkt olarak canlıların niş genişliklerine etki edebilmektedir (Hayden ve diğerleri, 2019). Özel beslenme özelliği gösteren türlerin genel beslenme özelliği gösteren türler ile besinin çakışması, özel tüketici türlerin dağılımlarını etkileyen önemli unsundur (Papastamatiou ve diğerleri, 2006).

M. asterias, dar bir besin nişine ve özel beslenme stratejisine sahip bir türdür. Ayrıca, Pianka indeks sonuçlarına göre ($Pianka > 0,60$) *M. mustelus* türü ile arasında besin çakışması mevcuttur. Besin rekabeti, köpek balıkları üzerinde tür bolluğunu kısıtlayıcı yönde bir etkiye sahiptir (Ellis ve diğerleri, 1996). *M. asterias* türünün bu çalışmada sadece tek bir istasyonda örneklenmiş olması, bu türün besin rekabetinden kaynaklı olarak dağılım alanının kısıtlı kalabileceğinin bir göstergesi olabilir (Şekil 10). Çünkü genellikle benzer besin grupları üzerinden beslenen köpek balıkları rekabeti azaltmak için bir arada bulunmama eğilimlerindedirler (Papastamatiou ve diğerleri, 2006).

Gracan ve diğerleri, (2017) ve Demirhan ve diğerleri, (2007) *S. acanthias*'in dar besin nişine sahip balıkçıl (piscivorous) bir tür olduğunu bildirmiş olmalarına rağmen bu çalışmanın sonuçları Ellis ve diğerleri, (1996) ile uyumlu olarak türün Marmara Denizi'nde genel beslenme stratejisine sahip bir tür olduğuna işaret etmektedir.

Levins niş genişliğine indeksine göre, *D. pastinaca*, Marmara Denizi'nde genel beslenme stratejisine sahip bir tür olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, Trilango ve diğerleri, (2020) 0,85 Levins indeks sonuçları ile Orta Akdeniz'de bu tür için aynı sonuca varmıştır.

M. aquila Levins niş genişliği en düşük olan türdür. Mide içeriği sonuçlarına göre baskın olarak Mollusca özellikle Bivalvia üzerinden beslenen bu türün herhangi bir diğer tür ile besin çakışması da tespit edilememiştir. Valls ve diğerleri, (2011) tarafından Akdeniz'de yapılan çalışma sonuçlarına göre *M. aquila* oldukça düşük Levins indeksi ile (0,26) Akdeniz'de özel beslenme stratejisine sahip tür olarak tanımlanmıştır.

R. clavata genel beslenme stratejisine sahip bir türdür (Mulas ve diğerleri, 2010; Yemişken ve diğerleri, 2018). Türün niş genişliği özellikle Doğu Akdeniz'e kıyasla (Levins indeks: 0,80) Marmara Denizi'nde daha dar olsa da, hem mide içeriği analizinden hem de kararlı izotop sonuçlarından türün fırsatçı, çeşitli besin grupları üzerinden beslendiği belirlenmiştir. Pianka indeks sonuçlarına göre *R. clavata* türünün, *Squalus acanthias*, *Scyliorhinus canicula* ve *Dasyatis pastinaca* türleri arasında besin çakışması gözükmemektedir (Pianka indeks $>0,60$). Aralarında besin çakışması olmasına rağmen, bu türlerin Marmara

Denizi’nde dağılım haritalarına bakıldığı zaman özellikle *D. pastinaca* ve *R. clavata* türlerinin oldukça benzer istasyonlarda örneklendiği görülmektedir. Bu da, *D. pastinaca* türünün oldukça yüksek niş genişliği sebebiyle, ortamda rakabet içerisinde bulunduğu başka bir tür olmasına rağmen bu durumun türün dağılımı etkilemediği sonucuna ulaştırabilir. Nitekim özellikle *D. pastinaca* çalışma süresince Marmara Denizi’nde dağılımsal olarak oldukça çeşitli bölgelerde örneklenmiştir (Şekil 15). Bunun sebebi özellikle *D. pastinaca* türünün oldukça geniş bir besin nişine sahip ve genel beslenme stratejisine sahip olması olabilir.

Türlerin izotopik niş alanlarının çakışmalarıyla ilgili en dikkat çeken sonuçlardan bir tanesi *Scyliorhinus canicula* ve *Squalus acanthias* türü ile arasındaki %70,7’lik izotopik niş çakışma olasılığıdır. İzotopik niş çakışmasının %60’dan büyük değerlerde olması türler arasında anlamlı bir izotopik çakışma varlığına işaret etmektedir (Guzzo ve diğerleri, 2013; Heuvel ve diğerleri, 2019). Kas dokudan belirlenen olasılıksal izotopik niş çakışması, Şekil 28’de türlerin ^{15}N ve ^{13}C değerlerinin verildiği geometrik düzlem çakışması ile birlikte yorumlandığı zaman, *S. acanthias* türünün *S. canicula* ile izotopik niş çakışmasının özellikle ^{13}C değerlerinden kaynaklı olabileceği görülmektedir. *S. canicula* türü *S. acanthias* türüne göre daha geniş bir ^{13}C dağılım aralığına sahiptir (Şekil 28). Tüm bu sonuçlarla birlikte; *S. canicula* türünün mide içeriği ve MixSIAR model sonuçlarıyla da uyumlu olarak, hem su kolonunda hem de sediman üzerinde predasyon baskısı yaratabilecek fırsatçı bir tür olarak tanımlayabiliriz.

Scyliorhinus canicula ve *Raja clavata*’nın juvenil bireyleri arasında oldukça yüksek (%84) bir izotopik çakışma olasılığı gözlenmiştir. Ayrıca bu türün kas dokularındaki ^{15}N ve ^{13}C değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (Tablo 17). Bu olası yüksek izotopik niş çakışmasının, iki türün de beslenmesindeki Crustacea baskınlığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3. Trofik Seviye

Besin ağı dinamiklerini belirlemek, denizel besin ağındaki canlıların etkileşimde oldukları tür sayısının fazla olması ve türlerin birbirleri ile etkileşimleri göz önüne alındığında oldukça karmaşıktır. Trofik dinamik teorisi enerji akışını trofik seviyeler (TL) şeklinde tasarlayarak bu karmaşıklığı anlamak için önemli bir kavramsal çerçeve sağlamıştır (Lindeman 1942). Bu enerji transferi teorisi, belirli bir türün besin ağı içindeki hiyerarşik rolünü, niceliksel olarak

trofik pozisyonu ile gösterirken aslında tüm türlerin omnivor olarak beslendiğini açıkça kabul etmektedir (Zanden ve Rasmussen, 1996).

Geleneksel olarak canlıların trofik seviyesi mide içeriği analiz sonuçlarından hesaplanır. Bu yöntem, tüketicilerin mide içeriği analizi ile belirlenen av taksonlarının trofik seviyeleri kullanılarak, tüketici için toplam bir trofik seviye ortaya konması üzerine kuruludur. Bunun yanı sıra, son yıllarda, kararlı ^{15}N oranı, canlıların trofik seviyelerini belirlemede oldukça yaygın olarak kullanılan bir diğer yöntemdir (Hussey ve diğerleri, 2012). Kararlı ^{15}N değeri kullanılarak hesaplanan trofik seviye formülünde, tüketicinin avı ile arasındaki trofik zenginleşme faktörü ve av grubu olarak tanımlayamadığımız bazal türün ^{15}N (baseline ^{15}N) değeri oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü canlılar çok çeşitli besin grupları üzerinden beslenmesine rağmen, kararlı izotop ile gerçekleştirilen hesaplamada tek bir canlının ^{15}N değeri ile hesaplama gerçekleştirilir. Bu da ^{15}N değeri üzerinden hesaplanan trofik seviyenin hem bölgesel hem de o formülde kullanılan bazal türün farklılığına göre hata payları içerebileceğine işaret etmektedir (Zanden ve Rasmussen, 2001).

Bu tez kapsamında, Marmara Denizi'nde hem mide içeriği analiz sonuçlarına göre hem de kararlı ^{15}N değerine göre türlerin trofik seviyeleri belirlenmiştir. Türlerin $\delta^{15}\text{N}$ 'den hesaplanan trofik seviyeleri ile mide içeriği analiz sonuçlarından hesaplanan trofik seviyeleri arasında farklılıklar belirlenmiştir. Bu farklılıklar, kısa ve uzun dönemli beslenme farklılıklarından kaynaklanabileceği gibi, tüketici ve avı arasındaki kullanılan TEF değerinin Marmara Denizi'ndeki türler içi uygun birer referans olmasından da kaynaklanabilir.

Bu çalışmadaki $\delta^{15}\text{N}$ değerleri ile Akdeniz'de $\delta^{15}\text{N}$ ile yapılan diğer trofik seviye çalışmaları karşılaştırıldığında farklılıklar bulunmuştur (Karachle ve Stergiou, 2017; Barriá ve diğerleri, 2018a; Wiczorek ve diğerleri, 2018; Yemişken ve diğerleri, 2019; Phillips ve diğerleri, 2019). Zanden ve Rasmussen, (2001) tarafından yapılan çalışmada ^{15}N üzerinden belirlenen trofik seviyelerdeki en büyük hata payının tüketicilerin ^{15}N değerlerinden ziyade, kullanılan basal türün tüketiciler ile uyumsuzluğundan kaynaklandığını belirlemiştir.

Bu çalışmada kapsamında uygulanan iki yöntemin sonuçlarına göre trofik seviyelerde farklılıklar olmasına rağmen, yapılan çalışma döneminde, bütün bu türlerin Marmara Denizi'nde orta seviye yırtıcı mesopredator olarak yüksek trofik pozisyonunda oldukları sonucuna varılmıştır.

4.4. Sonuçlar

Bu çalışmada, Marmara Denizi'ndeki 9 Elasmobranchii türünün beslenme özellikleri, rekabetleri, besin çakışmaları ve trofik seviyeleri değerlendirilmiştir. En dikkat çeken sonuçlardan biri bölgede nadiren bulunan *M. asterias* türünün tek bir istasyonda örneklenmiş olması ve *M. mustelus* ile anlamlı bir besin çakışmasına sahip olmasıdır. Rekabetçi dışlanım ilkesinin bir göstergesi olarak, özel beslenme stratejisine sahip türlerin besin rekabetini azaltmak için farklı kaynaklara yönelmesi ve kaynaklarını bölmesi durumu, bu tez kapsamında türlerin bollukları değerlendirmeye tabi tutulamadığı için belirsizliğini korusa da *M. asterias* ve *M. mustelus* türlerinin Marmara Denizi'nde beslenmelerini bu ilke doğrultusunda belirleyebilecekleri sonucunu vermektedir.

Oldukça az sayıda örneklenen *Torpedo marmorato* türünün Marmara Denizi'ndeki kısıtlı dağılımı göz önüne alındığında, yetersiz örneklemeyle rağmen, mide içeriği ve kararlı izotop analizleri ile bu türün Marmara Denizi'ndeki ekolojilerine dair literatüre bir temel veri oluşturulmuştur. Yine oldukça az sayıda örneklenen ve yumuşak zemin avcısı olduğu belirlenen *Myliobatis aquila*'nın diğer türlerden oldukça farklı beslenme stratejilerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca diğer türler ile besin çakışmasının oldukça düşük seviyede olması, türün Marmara Denizi'ndeki görünme azlığının sebebinin, beslenme rekabetinden daha çok avcılık baskısı ve düşük fekonditisinden kaynaklanıyor olabileceğine işaret etmektedir. *Raja clavata*, Marmara Denizi'nde çoğu istasyonda ve dönemde örneklenmiştir. Rekabet içerisinde olduğu diğer türlerin varlığı göz önüne alındığında, bu türün yüksek birey sayılarına ulaşması, diğer türlere göre daha fırsatçı beslenme özelliği gösterdiğini, mevcut rekabetin beslenmesine ve dağılımına negatif yönde bir etki etmediği şekilde yorumlanmaktadır.

Bu tez kapsamında ilk kez Marmara Denizi'nde gerçekleştirilen izotopik beslenme modeli ve türlerin ¹⁵N değerleri kullanılarak hesaplanan trofik seviyeleri ve temel izotopik verileri sunmaktadır. Model sonuçları göz önüne alındığı zaman, ileriki çalışmalarda Marmara Denizi ve Elasmobranchii türleri için kullanılabilecek ön değerler, olası hataları önlemek adına yapılacak modeller için temel alınabilecek verileri içermektedir. Ek olarak, sadece tüketici türlerin değil, av grupları olarak değerlendirmeye alınan türlerin de kararlı izotop sonuçları Akdeniz ile kıyaslandığı zaman Marmara Denizi'nin kendine özgü koşullarına ışık tutmaktadır. Elde edilen sonuçların uygunluğu, kullanılan yöntemlerin hem iyi hem eksik yönleri, uygulanan modellerde dikkat edilmesi gereken durumların ayrıntılı olarak işlendiği bu çalışma, gelecekte

kararlı izotoplar kullanılarak yapılacak besin ağı çalışmalarına hem yol gösterici hem de karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmesi için araştırmacılara fırsat sunacaktır.

Elde ettiğimiz en dikkat çekici sonuçlardan biri de mide içerikleri analizlerinden herhangi bir canlı grubu elde edilememiş olmasına rağmen, *Oxynotus centrina* türünün ¹⁵N değerinin tüm Elasmobranchii'lerden yüksek bulunmasıdır. Dünya denizlerinde bile oldukça kısıtlı sayıda beslenme çalışması bulunan bu türün, bu sonuçlar ile birlikte hem bilimsel literatüre hem de ileriki çalışmalara iyi bir veri seti kazandırdığı düşünülmektedir. Ayrıca tez kapsamında çalışılan ve IUCN'e göre Tehlikede (EN) ve Kritik (CR) olarak sınıflandırılan türlerin elde edilen bu veri seti ışığında ileride yapılacak beslenme ekolojisi çalışmalarında kararlı izotopların öldürücü olmayan yöntemlerle (plazma doku) çalışılması hem türlerin beslenme ekolojisindeki farklıların izlenmesi hem de popülasyonlarının korunması açısından önem arz etmektedir.

1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu'na göre hazırlanan 5/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkındaki Tebliğ'e göre Marmara Denizi'nde bu tez kapsamında çalışılan Elasmobranch türlerinden *Squalus acanthias*, *Oxynotus centrina*, *Raja clavata* ve Myliobatidae ailesine ait türlerin avcılığı ve yakalanan bireylerin karaya çıkartılması yasaktır. Bu avcılık yasağı, türlerin birbirileri arasındaki besin rekabetleri ve genel olarak Marmara Denizi'nde aynı besin grupları üzerinden beslendikleri sonucu ile birlikte popülasyonlarının sürdürülebilirlikleri açısından yeterli olmayabilir. Özellikle koruma programına dâhil edilmemiş ve Marmara Denizi'ndeki görülme frekansı oldukça düşük olan *Mustelus* genusunun, özel beslenme stratejisine sahip olması ve besin rekabetlerinden dolayı bu türlerin de koruma programlarına dahil edilmesinin oldukça önem arz ettiği düşünülmektedir. Ayrıca, Marmara Denizi'nde yüksek antropojenik girdi, habitat kaybı ve bentik biyoçeşitliliğin azalması gibi etkenler de çok çeşitli trofik seviyeler üzerinden beslenebilen yüksek avcı türlerin popülasyonları için oldukça etkilidir. Özellikle ticari olarak avlanan derin su pembe karidesi (*Parapeneus longirostris*) çalışılan hemen hemen her türün besinini oluşturan bir av grubudur. Bu kapsamda, türlerin koruma programları oluşturulurken, özellikle baskın besin grupları içerisinde tercih ettikleri Crustacea ve Cephalopoda gibi ticari grupların da popülasyonlarının sürdürülebilirlikleri için ekosistem yaklaşımli balıkçılık politikası kapsamında düzenlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Aziz, S. H. (1994). Observations on the biology of the common torpedo (*Torpedo torpedo*, Linnaeus, 1758) and marbled electric ray (*Torpedo marmorata*, Risso, 1810) from Egyptian Mediterranean waters. *Marine and Freshwater Research*, 45 (4), 693–704. 10.1071/MF9940693
- Akçakaya, H.R. (2016). IUCN Kırmızı Liste Sınıfları ve Ölçütleri. Version 3.1. life.bio.sunysb.edu/ee/akcakayalab/kurallar5.pdf
- Akin, S., Winemiller, K. O. (2008). Body size and trophic position in a temperate estuarine food web. *Acta Oecologica*, 33 (2), 144–153. 10.1016/j.actao.2007.08.002
- Alonso, M. K., Crespo, E. A., García, N. A., Pedraza, S. N., Mariotti, P. A., Mora, N. J. (2002). Fishery and ontogenetic driven changes in the diet of the spiny dogfish, *Squalus acanthias*, in Patagonian waters, Argentina. *Environmental Biology of Fishes*, 63, 193–202.
- Anderson, M. J. (2014). Permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA). *Wiley statsref: statistics reference online*, 1-15.
- Avsar, D. (2001). Age, growth, reproduction and feeding of the spurdog (*Squalus acanthias* Linnaeus, 1758) in the south-eastern Black Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 52 (2), 269–278. 10.1006/ecss.2000.0749
- Bănar, D., Harmelin-Vivien, M. (2009). Trophic links and riverine effects on food webs of pelagic fish of the north-western Black Sea. *Marine and Freshwater Research*, 60 (6), 529. 10.1071/MF08005
- Barría, C., Coll, M., Navarro, J. (2015). Unravelling the ecological role and trophic relationships of uncommon and threatened elasmobranchs in the western Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 539, 225–240. <https://doi.org/10.3354/meps11494>
- Barría, C., Navarro, J., Coll, M. (2018). Feeding habits of four sympatric sharks in two deep-water fishery areas of the western Mediterranean Sea. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 142, 34–43. 10.1016/j.dsr.2018.09.010
- Barría, C., Navarro, J., Coll, M. (2018). Trophic habits of an abundant shark in the northwestern Mediterranean Sea using an isotopic non-lethal approach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 207, 383–390. 10.1016/j.ecss.2017.08.021
- Barrul, J., Mate, I. (2001). First confirmed record of angular roughshark *Oxynotus centrina* (Linnaeus, 1758) predation on shark egg case of small-spotted catshark *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758) in Mediterranean waters. *Annales, Series Historia Naturalis*, 11 (23–28).
- Baum, J. K., Worm, B. (2009). Cascading top-down effects of changing oceanic predator abundances. *Journal of Animal Ecology*, 78 (4), 699–714. 10.1111/j.1365-2656.2009.01531.x
- Bayhan, Y. K., Akkaya, M. (2006). Güneydoğu Marmara'da Algarna ile Karides Avcılığında Av Kompozisyonu ve Hedef Dışı Av. *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 23 (3), 277–283.

- Bearhop, S., Adams, C. E., Waldron, S., Fuller, R. A., Macleod, H. (2004). Determining Trophic Niche Width: A Novel Approach Using Stable Isotope Analysis. *Journal of Animal Ecology*, 73 (5), 1007–1012. 10.1111/j.0021-8790.2004.00861.x
- Belleggia, M., Figueroa, D. E., Sánchez, F., Bremec, C. (2012). The feeding ecology of *Mustelus schmitti* in the southwestern Atlantic: Geographic variations and dietary shifts. *Environmental Biology of Fishes*, 95 (1), 99–114. 10.1007/s10641-011-9874-3
- Bengil, F., Bengil, E. G. T., Mavruk, S., Heral, O., Karaman, O. D., Ozaydin, O. (2019). Feeding ecology of four Demersal shark species (*Etmopterus spinax*, *Galeus melastomus*, *Scyliorhinus canicula* and *squalus blainville*) from the eastern Aegean sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 19 (6), 475–484. 10.4194/1303-2712-v19_6_03
- Beşiktepe, Ş. T., Sur, H. İbrahim, Özsoy, E., Latif, M. A., Oğuz, T., Ünlüata, Ü. (1994). The circulation and hydrography of the Marmara Sea. *Progress in Oceanography*, 34 (4), 285–334. 10.1016/0079-6611(94)90018-3
- Bethea, D. M., Hale, L., Carlson, J. K., Cortés, E., Manire, C. A., Gelsleichter, J. (2007). Geographic and ontogenetic variation in the diet and daily ration of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*, from the eastern Gulf of Mexico. *Marine Biology*, 152 (5), 1009–1020. 10.1007/s00227-007-0728-7
- Borrell, A., Cardona, L., Kumarran, R. P., Aguilar, A. (2011). Trophic ecology of elasmobranchs caught off Gujarat, India, as inferred from stable isotopes. *ICES Journal of Marine Science*, 68 (3), 547–554. 10.1093/icesjms/fsq170
- Bradai, M., Saidi, B., Enajjar, S. (2018). Overview on Mediterranean Shark's Fisheries: Impact on the Biodiversity. M. Türkoğlu, U. Önal., A. İşmen (Ed.), *Marine Ecology: Biotic and Abiotic Interactions* (s. 211–230). Intech-Open.
- Braga, R. R., Bornatowski, H., Vitule, J. R. S. (2012). Feeding ecology of fishes: An overview of worldwide publications. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22 (4), 915–929. 10.1007/s11160-012-9273-7
- Bond, A. L., Diamond, A. W. (2011). Recent Bayesian stable-isotope mixing models are highly sensitive to variation in discrimination factors. *Ecological Applications*, 21(4), 1017–1023.
- Bucking, C. (2015). Feeding and Digestion in Elasmobranchs: Tying Diet and Physiology Together. Shadwick R., Farrell A. P., Brauner C. (Ed) *Fish Physiology* (s. 347–394). Elsevier Inc.
- Capape, C. (2008). Diet of the angular rough shark *Oxynotus centrina* (Chondrichthyes: Oxynotidae) off the Languedocian coast (southern France, north-western Mediterranean). *Vie Et Milieu-Life And Environment*, 58 (1), 57–61.
- Capepe, C., Seck, A. A., Quignard, J. P. (1999). Observation on the Reproductive Biology of the Angular Rough Shark, *Oxynotus centrina* (Oxynotidae). *Cybium*, 23 (3), 259–271.
- Carbonell, A., Alemany, F., Merella, P., Quetglas, A., Román, E. (2003). The by-catch of sharks in the western Mediterranean (Balearic Islands) trawl fishery. *Fisheries Research*, 61 (1–3), 7–18. 10.1016/S0165-7836(02)00242-4
- Caut, S., Angulo, E., Courchamp, F. (2009). Variation in discrimination factors ($\Delta^{15}\text{N}$ and $\Delta^{13}\text{C}$): The effect of diet isotopic values and applications for diet reconstruction. *Journal of Applied Ecology*, 46 (2), 443–453. 10.1111/j.1365-2664.2009.01620.x
- Caut, S., Jowers, M. J., Michel, L., Lepoint, G., Fisk, A. T. (2013). Diet-and tissue-specific incorporation of isotopes in the shark *Scyliorhinus stellaris*, a North Sea mesopredator.

- Marine Ecology Progress Series, 492, 185–198. 10.3354/meps10478
- Christensen, V., Pauly, D. (1992). ECOPATH II - a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecological Modelling*, 61 (3–4), 169–185. 10.1016/0304-3800(92)90016-8
- Christensen, V. (1996). Managing fisheries involving predator and prey species. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 6 (4), 417–442. 10.1007/BF00164324
- Christensen, V., Walters, C. J. (2004). Ecopath with Ecosim: Methods, capabilities and limitations. *Ecological Modelling*, 172 (2–4), 109–139. 10.1016/j.ecolmodel.2003.09.003
- Colloca, F., Enea, M., Ragonese, S., Di Lorenzo, M. (2017). A century of fishery data documenting the collapse of smooth-hounds (*Mustelus* spp.) in the Mediterranean Sea. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 27 (6), 1145–1155. 10.1002/aqc.2789
- Compagno, L. J. V., FIR. (1984). *Sharks of the world. FAO species catalogue. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date, Hexanchiformes to Lamniformes*. Rome, Italy: FAO.
- Compagno, L. J. V. (1999). *Systematics and Body Form*. Hamlett W.C. (Ed.), *Sharks, Skates, and Rays: The Biology of Elasmobranch Fishes* (s. 1–42). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Cortes, E. (1999). Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES Journal of Marine Science*, 56 (5), 707–717. 10.1006/jmsc.1999.0489
- Cortés, E. (1997). A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54 (3), 726–738. 10.1139/cjfas-54-3-726
- Cortés, E., Papastamatiou, Y., Carlson, J., Ferry-Graham, L., Wetherbee, B. (2008). An Overview of the Feeding Ecology and Physiology of Elasmobranch Fishes. *Feeding and Digestive Functions in Fishes*, 393–443. 10.1201/b10749-10
- Damalas, D., Vassilopoulou, V. (2011). Chondrichthyan by-catch and discards in the demersal trawl fishery of the central Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *Fisheries Research*, 108 (1), 142–152. 10.1016/j.fishres.2010.12.012
- Davenport, S. R., Bax, N. J. (2002). A trophic study of a marine ecosystem off southeastern Australia using stable isotopes of carbon and nitrogen. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59 (3), 514–530. 10.1139/f02-031
- Deepak, B., & Iqbal, Z. (2015). Lyophilization–Process and Optimization for Pharmaceuticals. *IJDRA*, 3(1), 30-40.
- Demirel, N., Gül, G. (2016). Demersal Fishes and Fisheries in the Sea of Marmara. İçinde Emin Özsoy, N. Çağatay, M, N. Balkis, B. Öztürk (Ed.), *Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance* (s. 630–643). İstanbul. TUDAV.
- Demirhan, S. A., Engin, S., Seyhan, K., Akamca, E. (2005). Some Biological Aspects of Thornback Ray (*Raja clavata* L., 1758) in the Southeastern Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 5 (2), 75–83.
- Demirhan, S. A., Seyhan, K., Başusta, N. (2007). Dietary Overlap in Spiny Dogfish (*Squalus acanthias*) and Thornback Ray (*Raja clavata*) in the Southeastern Black Sea. *Ekoloji*, 16 (62), 1–8.
- DeNiro, M. J., Epstein, S. (1978). Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 42 (5), 495–506. 10.1016/0016-

7037(78)90199-0

- Doğan, K. (2006). The Production and Economic Importance of Sharks in Turkey. İçinde N. Başusta, Ç. Keskin, F. Serena, B. Seret (Ed.), The Proceedings of the Workshop on Mediterranean Cartilaginous Fish with Emphasis on Southern and Eastern Mediterranean. (s. 23). İstanbul: TUDAV.
- Dulvy, N., Fowler, S., Musick, J., Cavanagh, R., Kyne, P., Harrison, L., White, W. (2014). Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays: (A) The landed catch of chondrichthyans reported to the Food and Agriculture Organization of the United Nations from 1950 to 2009 up to the peak in 2003 (black) and subsequent decline (red). eLife, 3 , 1–34. 10.7554/eLife.00590
- Dulvy, N. K., Allen, D. J., Ralph, G. M., Walls, R. H. L. (2016). The Conservation Status of Sharks, Rays and Chimaeras in the Mediterranean Sea. Malaga, Spain,: IUCN 10.13140/RG.2.2.22020.53129
- Bligh, E. G., Dyer, W. J. (1959). A Rapid Method Of Total Lipid Extraction And Purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37 (8). 10.1139/o59-099
- Ebert, D. A., Bizzarro, J. J. (2007). Standardized diet compositions and trophic levels of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). Environmental Biology of Fishes, 80 (2–3), 221–237. 10.1007/s10641-007-9227-4
- Ellis, J. R., Pawson, M. G., Shackley, S. E. (1996). The Comparative Feeding Ecology of Six Species of Shark and Four Species of Ray (Elasmobranchii) In The North-East Atlantic. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 76 (1), 89–106. 10.1017/s0025315400029039
- Eronat, E. G. T., Özeydin, O. (2015). Diet composition of the Thornback Ray, *Raja clavata* Linnaeus, 1758 (Elasmobranchii: Rajidae) in the Turkish Aegean Sea. Zoology in the Middle East, 61 (1), 38–44. 10.1080/09397140.2014.994312
- Farrell, E. D., Mariani, S., Clarke, M. W. (2010). Reproductive biology of the starry smooth-hound shark *Mustelus asterias*: Geographic variation and implications for sustainable exploitation. Journal of Fish Biology, 77 (7), 1505–1525. 10.1111/j.1095-8649.2010.02771.x
- Food and Agriculture Organization, FAO (2018). The state of World Fisheries and Aquaculture, Rome: Italy
- Ferretti, F., Osio, G. C., Jenkins, C. J., Rosenberg, A. A., Lotze, H. K. (2013). Long-term change in a meso-predator community in response to prolonged and heterogeneous human impact. Scientific Reports, 3 , 1–11. 10.1038/srep01057
- Ferretti, F., Worm, B., Britten, G. L., Heithaus, M. R., Lotze, H. K. (2010). Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. Ecology Letters, 13 (8), 1055–1071. 10.1111/j.1461-0248.2010.01489.x
- Filiz, H. (2009). Diet composition of smooth-hound, *Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758), in Aegean Sea, Turkey. Belgian Journal of Zoology, 139 (1), 81–84.
- Fry, B. (1988). Food web structure on Georges Bank from stable C, N, and S isotopic compositions. Limnology and Oceanography. John Wiley & Sons, Ltd. 10.4319/lo.1988.33.5.1182
- Fry, B. (2006). Stable Isotope Ecology. London; England: Springer 10.1007-0-387-33745-8
- Fry, B. (2013). Alternative approaches for solving underdetermined isotope mixing problems. Marine ecology progress series, 472, 1-13.
- Gračan, R., Zavodnik, D., Krstinić, P., Dragičević, B., Lazar, B. (2017). Feeding ecology and

- trophic segregation of two sympatric mesopredatory sharks in the heavily exploited coastal ecosystem of the Adriatic Sea. *Journal of Fish Biology*, 90 (1), 167–184. 10.1111/jfb.13158
- Gračan, Romana, Mladineo, I., Lazar, B. (2014). Insight into the diet composition and gastrointestinal parasite community of the common smooth-hound, *Mustelus mustelus* (Carcharhiniformes: Triakidae), in the northern Adriatic Sea. *Natura Croatica*, 23 (1), 35–44.
- Grossman, S. J., Hart, O. D. (1986). The Costs and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration. *Journal of Political Economy*, 94 (4), 691–719. 10.1086/261404
- Guallart, J., García-Salinas, P., Ahuir-Baraja, A. E., Guimerans, M., Ellis, J. R., Roche, M. (2015). Angular roughshark *Oxynotus centrina* (Squaliformes: Oxynotidae) in captivity feeding exclusively on elasmobranch eggs: an overlooked feeding niche or a matter of individual taste? *Journal of Fish Biology*, 87 (4), 1072–1079. 10.1111/jfb.12761
- Guerrey, A. D., Ruckelshaus, M. H., Arkema, K. K., Bernhardt, J. R., Guannel, G., Kim, C.-K., Spencer, J. (2012). Modeling benefits from nature: using ecosystem services to inform coastal and marine spatial planning. *International Journal of Biodiversity Science*, 8 , 107–121. 10.1080/21513732.2011.647835
- Guzzo, M. M., Haffner, G. D., Legler, N. D., Rush, S. A., Fisk, A. T. (2013). Fifty years later: Trophic ecology and niche overlap of a native and non-indigenous fish species in the western basin of Lake Erie. *Biological Invasions*, 15 (8), 1695–1711. 10.1007/s10530-012-0401-z
- Hairston, N. G., Smith, F. E., Slobodkin, L. B. (1960). Community Structure , Population And Competition Control , The methods whereby natural populations are limited in size have been, XCIV (879), 421–425.
- Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C., ... Watson, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319 (5865), 948–952. 10.1126/science.1149345
- Hammerschlag-Peyer, C. M., Yeager, L. A., Araújo, M. S., Layman, C. A. (2011). A Hypothesis-Testing Framework for Studies Investigating Ontogenetic Niche Shifts Using Stable Isotope Ratios. *PLoS ONE*, 6 (11), e27104. 10.1371/journal.pone.0027104
- Heuvel, C. E., Haffner, G. D., Zhao, Y., Colborne, S. F., Despenic, A., Fisk, A. T. (2019). The influence of body size and season on the feeding ecology of three freshwater fishes with different diets in Lake Erie. *Journal of Great Lakes Research*, 45 (4), 795–804. 10.1016/j.jglr.2019.05.001
- Hindell, J. S., Jenkins, G. P., Keough, M. J. (2000). Variability in abundances of fishes associated with seagrass habitats in relation to diets of predatory fishes. *Marine Biology*, 136 (4), 725–737. 10.1007/s002270050732
- Hobson, K. A. (1999). Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: A review. *Oecologia*. Springer. 10.1007/s004420050865
- Hoffmayer, E. R., Franks, J. S., Driggers, W. B., McKinney, J. A., Hendon, J. M., Quattro, J. M. (2014). Habitat, movements and environmental preferences of dusky sharks, *Carcharhinus obscurus*, in the northern Gulf of Mexico. *Marine Biology*, 161 (4), 911–924. 10.1007/s00227-014-2391-0
- Hurlbert, S. H. (1978). The Measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*, 59 (1), 61–77.
- Hussey, N. E., MacNeil, M. A., Olin, J. A., McMeans, B. C., Kinney, M. J., Chapman, D. D.,

- Fisk, A. T. (2012). Stable isotopes and elasmobranchs: Tissue types, methods, applications and assumptions. *Journal of Fish Biology*, 80 (5), 1449–1484. 10.1111/j.1095-8649.2012.03251.x
- Hussey, Nigel E., Brush, J., McCarthy, I. D., Fisk, A. T. (2010). $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ diet-tissue discrimination factors for large sharks under semi-controlled conditions. *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology*, 155 (4), 445–453. 10.1016/j.cbpa.2009.09.023
- Hussey, Nigel E., Macneil, M. A., Mcmeans, B. C., Olin, J. A., Dudley, S. F. J., Cliff, G., Fisk, A. T. (2014a). Rescaling the trophic structure of marine food webs. *Ecology Letters*, 17 (2), 239–250. 10.1111/ele.12226
- Hussey, Nigel E., Macneil, M. A., Mcmeans, B. C., Olin, J. A., Dudley, S. F. J., Cliff, G., Fisk, A. T. (2014b). Rescaling the trophic structure of marine food webs. *Ecology Letters*, 17 (2), 239–250. 10.1111/ele.12226
- Hyslop, E. J. (1980). Stomach contents analysis—a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17 (4), 411–429. 10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x
- İşmen, A., Yigin, C. C., İnceoğlu, H., Arslan İhsanoğlu, M., Daban, B., Kale, S., Sirin, M. (2013). Chondrichthyan Bycatches In The Beam Trawl Shrimp Fishery Of The Marmara Sea. *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.* 1-15 Nisan 2013. Marsilya, Fransa.
- İşmen, Ali. (2003). Age, growth, reproduction and food of common stingray (*Dasyatis pastinaca* L., 1758) in İskenderun Bay, the eastern Mediterranean. *Fisheries Research*, 60 (1), 169–176. 10.1016/S0165-7836(02)00058-9
- Jackson, A. L., Inger, R., Parnell, A. C., Bearhop, S. (2011). Comparing isotopic niche widths among and within communities: SIBER - Stable Isotope Bayesian Ellipses in R. *Journal of Animal Ecology*, 80 (3), 595–602. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2011.01806.x>
- Jackson, J. B. C., Kirby, M. X., Berger, W. H., Bjorndal, K. A., Botsford, L. W., Bourque, B. J., ... Warner, R. R. (2001), Temmuz 27. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*. American Association for the Advancement of Science. 10.1126/science.1059199
- Jacobsen, I. P., Bennett, M. B. (2013). A Comparative Analysis of Feeding and Trophic Level Ecology in Stingrays (Rajiformes; Myliobatoidei) and Electric Rays (Rajiformes: Torpedinoidei). *PLoS ONE*, 8 (8), e71348. 10.1371/journal.pone.0071348
- Jardas, I., Šantić, M., Nerlović, V., Pallaoro, A. (2007). Diet of the smooth-hound, *Mustelus mustelus* (Chondrichthyes: Triakidae), in the eastern Adriatic Sea. *Cybiurn*, 31 (4), 459–464.
- Jennings, S., Reñones, O., Morales-Nin, B., Polunin, N., Moranta, J., Coll, J. (1997). Spatial variation in the ^{15}N and ^{13}C stable isotope composition of plants, invertebrates and fishes on Mediterranean reefs: implications for the study of trophic pathways. *Marine Ecology Progress Series*, 146 (1–3), 109–116. 10.3354/meps146109
- Jeschke, J. M., Kokko, H. (2009). The roles of body size and phylogeny in fast and slow life histories. *Evolutionary Ecology*, 23 (6), 867–878. 10.1007/s10682-008-9276-y
- Jobling, M. (1995). *Fish bioenergetics*. Switzerland: Springer Nature.
- Kabasakal, H. (1998). The first record of the bluntnose six-gill shark [*Hexanchus griseus* (BONNATERRE, 1788)] in the Sea of Marmara. *Acta Adriatica*, 39 , 67–70.
- Kabasakal, H. (2001). Preliminary data on the feeding ecology of some selachians from the north-eastern Aegean Sea. *Acta Adriatica*, 42 (2), 15–24.
- Kabasakal, H. (2002). Elasmobranch species of the seas of Turkey. *Annales, Series Historia*

- Naturalis, 12 , 15–22.
- Kabasakal, H. (2003). Historical and contemporary records of sharks from the Sea of Marmara, Turkey. *Annales, Ser. Hist. Nat.*, 13 , 1–12.
- Kabasakal, H. (2004). Preliminary observations on the reproductive biology and diet of the bluntnose sixgill shark, *Hexanchus griseus* (Bonnaterre, 1788) (Chondrichthyes: Hexanchidae), in Turkish Seas. *Acta Adriatica: International journal of Marine Sciences*, 45 (2), 187–196.
- Kabasakal, H., Karhan, S. Ü. (2015a). Shark biodiversity in the Sea of Marmara: departures and arrivals over a century. *Marine Biodiversity Records*, 8 , 1–9. 10.1017/s1755267215000342
- Kabasakal, H. (2016). Status of Cartilaginous Fishes in the Sea of Marmara. İçinde Emin Özsoy, N. M. Çağatay, N. Balkıs, B. Öztürk (Ed.), *Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance* (s. 903–918). İstanbul: Turkish Marine Research Foundation Press.
- Kadri, H., Marouani, S., Bradai, N.M., Bouai, A. (2014). Diet and feeding strategy of thornback ray, *Raja clavata* (Chondrichthyes: Rajidae) from the Gulf of Gabes (Tunisia-Central Mediterranean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94 (7), 1509–1516. 10.1017/S0025315414000587
- Kareiva, P. M., Marvier, M. (2011). *Conservation science balancing the needs of people and nature*. Colorado, USA: Roberts and Company.
- Kelly, J. F. (2000). Stable isotopes of carbon and in the study of avian and mammalian trophic ecology. *Canadian Journal of Zoology*. National Research Council of Canada. 10.1139/z99-165
- Keskin, Ç., Eryilmaz, L. (2010). Fish fauna of the Sea of Marmara and demersal fish assemblages. İçinde In Proceedings of The Symposium The Marmara Sea (ss. 25–26).
- Kline, T. C., Lewin, R. A. (1999). Natural $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ Abundance as Evidence for N_2 Fixation by *Prochloron* (Prochlorophyta) Endosymbiotic with Didemnid Ascidians. *Symbiosis*, 26, 193–198.
- Kocataş, A., Koray, T., Kaya, M., Kara, Ö. (1993). *Studies and Reviews*, No. 64. Fisheries and environment studies in the Black Sea system. Rome, Italy: FAO.
- Kopp, D., Lefebvre, S., Cachera, M., Villanueva, M. C., Ernande, B. (2015). Reorganization of a marine trophic network along an inshore-offshore gradient due to stronger pelagic-benthic coupling in coastal areas. *Progress in Oceanography*, 130 , 157–171. 10.1016/j.pocean.2014.11.001
- Kousteni, V., Karachle, P. K., Megalofonou, P. (2017). Diet of the small-spotted catshark *Scyliorhinus canicula* in the Aegean Sea (eastern Mediterranean). *Marine Biology Research*, 13 (2), 161–173. 10.1080/17451000.2016.1239019
- Laptikhovsky, V. V., Arkhipkin, A. I., Henderson, A. C. (2001). Feeding habits and dietary overlap in spiny dogfish *Squalus acanthias* (Squalidae) and narrowmouth catshark *Schroederichthys bivius* (Scyliorhinidae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81 (6), 1015–1018. 10.1017/S0025315401004994
- Layman, C. A., Quattrochi, J. P., Peyer, C. M., Allgeier, J. E. (2007). Niche width collapse in a resilient top predator following ecosystem fragmentation. *Ecology Letters*, 10 (10), 937–944. 10.1111/j.1461-0248.2007.01087.x
- Levins, R. (1968). *Evolution in Changing Environments* (Monographs in Population Biology).

- Princeton University Press.
- Lindeman, R. L. (1942). The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology*, 23(4), 399-417.
- Logan, J. M., Lutcavage, M. E. (2010). Stable isotope dynamics in elasmobranch fishes. *Hydrobiologia*, 644 (1), 231–244. 10.1007/s10750-010-0120-3
- MacNeil, M., Skomal, G., Fisk, A. (2005). Stable isotopes from multiple tissues reveal diet switching in sharks. *Marine Ecology Progress Series*, 302 , 199–206. 10.3354/meps302199
- Mater, S., Meriç, N. (1996). Deniz Balıkları. İçinde A. Kence., C. C. Bilgin (Ed.), Türkiye Omurgalıları Tür Listesi (s 129–172). Ankara: TÜBİTAK.
- Matich, P., Heithaus, M. R., Layman, C. A. (2010). Size-based variation in intertissue comparisons of stable carbon and nitrogen isotopic signatures of bull sharks (*Carcharhinus leucas*) and tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 67 (5), 877–885. 10.1139/F10-037
- McConnaughey, T., McRoy, C. P. (1979). ¹³C label identifies eelgrass (*Zostera marina*) Carbon in an Alaskan estuarine food web. *Marine Biology*, 53 (3), 263–269. 10.1007/BF00952435
- McCully Phillips, S. R., Grant, A., Ellis, J. R. (2020). Diet composition of starry smooth-hound *Mustelus asterias* and methodological considerations for assessing the trophic level of predatory fish. *Journal of Fish Biology*, 96 (3), 590–600. 10.1111/jfb.14245
- Melville, A. J., Connolly, R. M. (2003). Spatial analysis of stable isotope data to determine primary sources of nutrition for fish. *Oecologia*, 136(4), 499-507.
- Monhart, J. F. (2019). Population Ecology of the Starry Smooth-Hound (*Mustelus asterias*) in Northern European Shelf Seas, (Yayımlanmamış Doktora Tezi). University of Aberden, İskoçya.
- Moore, J. W., Semmens, B. X. (2008). Incorporating uncertainty and prior information into stable isotope mixing models. *Ecology Letters*, 11 (5), 470–480. 10.1111/j.1461-0248.2008.01163.x
- Motta, P. J., Maslanka, M., Hueter, R. E., Davis, R. L., de la Parra, R., Mulvany, S. L., Zeigler, L. D. (2010). Feeding anatomy, filter-feeding rate, and diet of whale sharks *Rhincodon typus* during surface ram filter feeding off the Yucatan Peninsula, Mexico. *Zoology*, 113 (4), 199–212. 10.1016/j.zool.2009.12.001
- Mulas, A., Bellodi, A., Angelo Pendugiu, A., Cabiddu, S. (2010). Preliminary Data On The Trophic Interactions Between *Scyliorhinus canicula* (Scyliorhinidae) And *Raja clavata* (Rajidae) In The Central-Western Mediterranean. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, Venice, 14 Mayıs 2010, İtalya.
- Mulas, A., Bellodi, A., Cannas, R., Carbonara, P., Cau, A., Marongiu, M. F., Follesa, M. C. (2019). Resource partitioning among sympatric elasmobranchs in the central-western Mediterranean continental shelf. *Marine Biology*, 166 (12), 153. 10.1007/s00227-019-3607-0
- Munroe, S. E. M., Simpfendorfer, C. A., Heupel, M. R. (2014), Mart 22. Defining shark ecological specialisation: Concepts, context, and examples. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. Springer. 10.1007/s11160-013-9333-7
- Myers, R. A., Baum, J. K., Shepherd, T. D., Powers, S. P., Peterson, C. H. (2007). Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science*, 315 (5820), 1846–1850. 10.1126/science.1138657
- Nakaya, K., Matsumoto, R., Suda, K. (2008). Feeding strategy of the megamouth shark

- Megachasma pelagios* (Lamniformes: Megachasmidae). Journal of Fish Biology, 73 (1), 17–34. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.01880.x>
- Newsome, S. D., Martinez del Rio, C., Bearhop, S., Phillips, D. L. (2007). A niche for isotopic ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5 (8), 429–436. 10.1890/060150.1
- Newsome, S. D., Clementz, M. T., Koch, P. L. (2010). Using stable isotope biogeochemistry to study marine mammal ecology. *Marine Mammal Science*, 26(3), 509-572.
- Newton, J. (2010). Stable Isotope Ecology. *İçinde Encyclopedia of Life Sciences*. Chichester, United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd.
- Ninni, E. (1923). Rimo contributo allo studio dei pesci e della pesca nelle acque dell'Impero Ottomano. Venezia: Premiate Officine Grafiche Carlo Ferrari.
- Ofukany, A. F. A., Wassenaar, L. I., Bond, A. L., Hobson, K. A. (2014). Defining fish community structure in Lake Winnipeg using stable isotopes ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{34}\text{S}$): Implications for monitoring ecological responses and trophodynamics of mercury & other trace elements. *Science of the Total Environment*, 497–498 , 239–249. 10.1016/j.scitotenv.2014.07.125
- Oğuz, T., Öztürk, B. (2015). Mechanisms impeding natural Mediterraneanization process of Black Sea fauna. *Journal of Black Sea / Mediterranean Environment*, 17 (3), 234–253.
- Oral, M. (2010). A preliminary study on feeding habits of blackmouth catshark *Galeus melastomus*, Rafinesque, 1810, sampled from the Sea of Marmara. *İçinde B. Öztürk (Ed.), Marmara Denizi 2010 Sempozyumu* (s. 312–316). İstanbul: Turkish Marine Research Foundation Press.
- Ordines, F., Massutí, E., Guijarro, B., Mas, R. (2006). Diamond vs. square mesh codend in a multi-species trawl fishery of the western Mediterranean: Effects on catch composition, yield, size selectivity and discards. *Aquatic Living Resources*, 19 (4), 329–338. 10.1051/alr:2007003
- Papastamatiou, Y. P., Wetherbee, B. M., Lowe, C. G., Crow, G. L. (2006). Distribution and diet of four species of carcharhinid shark in the Hawaiian Islands: Evidence for resource partitioning and competitive exclusion. *Marine Ecology Progress Series*, 320 , 239–251. 10.3354/meps320239
- Parnell, A. C., Inger, R., Bearhop, S., Jackson, A. L. (2010). Source Partitioning Using Stable Isotopes: Coping with Too Much Variation. *PLoS ONE*, 5 (3), e9672. 10.1371/journal.pone.0009672
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., Torres, F. (1998). Fishing down marine food webs. *Science*, 279(5352), 860-863.
- Peterson, B. J., Fry, B. (1987). Stable Isotopes in Ecosystem Studies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18 (1), 293–320. 10.1146/annurev.es.18.110187.001453
- Parnell, A. C., Phillips, D. L., Bearhop, S., Semmens, B. X., Ward, E. J., Moore, J. W., Inger, R. (2013). Bayesian stable isotope mixing models. *Environmetrics*, 24(6), 387-399.
- Phillips, D. L., Inger, R., Bearhop, S., Jackson, A. L., Moore, J. W., Parnell, A. C., Ward, E. J. (2014). Best practices for use of stable isotope mixing models in food-web studies. *Canadian Journal of Zoology*, 92 (10), 823–835. 10.1139/cjz-2014-0127
- Pianka, E. R. (1973). The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4 , 53–74.
- Polechová, J., Storch, D. (2018). Ecological niche. *Encyclopedia of Ecology*. Elsevier Inc.
- Polovina, J. J. (1984). An overview of the ECOPATH model. www.noaa.gov. (Erişim Tarihi 3. Kasım 2020).

- Pope, J. (1979). Stock assessment in multispecies fisheries, with special reference to the trawl fishery in the Gulf of Thailand. Rome, Italy, FAO.
- Post, D. M. (2002). Using stable isotopes to estimate trophic position: Models, methods, and assumptions. *Ecology*, 83 (3), 703–718. 10.1890/0012-9658(2002)083[0703:USITET]2.0.CO;2
- Post, D. M., Layman, C. A., Arrington, D. A., Takimoto, G., Quattrochi, J., Montaña, C. G. (2007). Getting to the fat of the matter: Models, methods and assumptions for dealing with lipids in stable isotope analyses. *Oecologia*, 152 (1), 179–189. 10.1007/s00442-006-0630-x
- Pyke, G. H. (1984). Optimal Foraging Theory: A Critical Review. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 15 (1), 523–575. 10.1146/annurev.es.15.110184.002515
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Reum, J. C. P. (2011). Lipid correction model of carbon stable isotopes for a cosmopolitan predator, spiny dogfish *Squalus acanthias*. *Journal of Fish Biology*, 79 (7), 2060–2066. 10.1111/j.1095-8649.2011.03120.x
- Ripple, W. J., Estes, J. A., Schmitz, O. J., Constant, V., Kaylor, M. J., Lenz, A., Wolf, C. (2016). What is a Trophic Cascade? *Trends in Ecology and Evolution*, 31 (11), 842–849. 10.1016/j.tree.2016.08.010
- Saadaoui, A., Saidi, B., Bradai, M. N. (2013). Diet of Common Stingray, *Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758) In The Gulf of Gabès (South-Central Mediterranean). *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.* 28 Ekim 1 Kasım 2013, Marsilya, Fransa.
- Sağlam, H., Ak, O., Kutlu, S., Aydın, İ. (2010). Diet and feeding strategy of the common stingray *Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758) on the Turkish coast of southeastern Black Sea. *Cahiers de biologie marine*, 51(1), 37.
- Sağlam, H., Bascinar, N. S. (2008). Feeding ecology of thornback ray (*Raja clavata* Linnaeus, 1758) on the Turkish coast of the south-eastern Black Sea. *Marine Biology Research*, 4 (6), 451–457. 10.1080/17451000802233393
- Saïdi, B., Bradai, M. N., Bouaïn, A. (2008). Reproductive biology of the smooth-hound shark *Mustelus mustelus* (L.) in the Gulf of Gabès (south-central Mediterranean Sea). *Journal of Fish Biology*, 72 (6), 1343–1354. 10.1111/j.1095-8649.2008.01801.x
- Šantić, M., Rađa, B., Pallaoro, A. (2012). Diet and feeding strategy of thornback ray *Raja clavata*. *Journal of Fish Biology*, 81 (3), 1070–1084. 10.1111/j.1095-8649.2012.03382.x
- Schaefer, B. M. (1959). Some Aspects of the Dynamics of Populations Important to the Management of the Commercial Marine Fishes. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*, 1(2), 23-56.
- Schembri, T., Fergusson, I. K., Schembri, P. J. (2003). Revision Of The Records Of Shark And Ray Species From The Maltese Islands (Chordata: Chondrichthyes). *The Central Mediterranean Naturalist*, 48(1), 71-104
- Sergio, F., Caro, T., Brown, D., Clucas, B., Hunter, J., Ketchum, J., Hiraldo, F. (2008). Top predators as conservation tools: Ecological rationale, assumptions, and efficacy. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 39 , 1–19. 10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173545
- Serrano, A., Velasco, F., Olaso, I. (2003). Polychaete annelids in the diet of demersal fish from the southern shelf of the Bay of Biscay. *Journal of the Marine Biological Association of*

- the United Kingdom, 83 (3), 619–623. 10.1017/S0025315403007550h
- Shipley, O. N., Brooks, E. J., Madigan, D. J., Sweeting, C. J., Grubbs, R. D. (2017). Stable isotope analysis in deep-sea chondrichthyans: recent challenges, ecological insights, and future directions. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 27(3), 481–497.
- Sherwood, G. D., Rose, G. A. (2005). Stable isotope analysis of some representative fish and invertebrates of the Newfoundland and Labrador continental shelf food web. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 63 (4), 537–549. 10.1016/j.ecss.2004.12.010
- Simpfendorfer, C. A., Heupel, M. R., White, W. T., Dulvy, N. K. (2011). The importance of research and public opinion to conservation management of sharks and rays: a synthesis. *Marine and Freshwater Research*, 62 (6), 518. 10.1071/MF11086
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature Publishing Group*. 10.1038/163688a0
- Sims, D. W. (1999). Threshold foraging behaviour of basking sharks on zooplankton: life on an energetic knife-edge? *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 266 (1427), 1437–1443. 10.1098/rspb.1999.0798
- Stergiou, K. I., Karpouzi, V. S. (2002). Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11(3), 217–254. 10.1023/A:1020556722822
- Stock, B. C., Jackson, A. L., Ward, E. J., Parnell, A. C., Phillips, D. L., Semmens, B. X. (2018). Analyzing mixing systems using a new generation of Bayesian tracer mixing models. *PeerJ*, 2018 (6), 1–27. 10.7717/peerj.5096
- Svanbäck, R., Bolnick, D. I. (2008). Food Specialization. *Encyclopedia of Ecology, Five-Volume Set*, (1956), 1636–1642. 10.1016/B978-008045405-4.00012-4
- Swanson, H. K., Lysy, M., Pöwer, M., Stasko, A. D., Johnson, J. D., Reist, J. D. (2015). A new probabilistic method for quantifying n-dimensional ecological niches and niche overlap. *Ecology*, 96 (2), 318–324. 10.1890/14-0235.1
- Trites, A. . (2008). Marine Mammal Trophic Levels and Interactions. W. Hole (Ed.), *Encyclopedia of Ocean Sciences (Second Edition)* (s. 622–627). Elsevier Ltd.
- Türkiye İstatistik Kurumu, (2020). Su Ürünleri İstatistikleri, [www. Tuik.org](http://www.tuik.org). Erişim tarihi: 26/11/2020
- Umbricht, J., Dippner, J. W., Fry, B., Kröncke, I., Liskow, I., Nehmer, P., Voss, M. (2018). Correction of the isotopic composition ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) of preserved baltic and north sea macrozoobenthos and their trophic interactions. *Marine Ecology Progress Series*, 595, 1–13. 10.3354/meps12543
- Valls, M., Quetglas, A., Ordines, F., Moranta, J. (2011). Ecología alimentaria de elasmobranquios demersales de plataforma y talud en aguas de las islas baleares (mediterráneo occidental). *Scientia Marina*, 75 (4), 633–639. 10.3989/scimar.2011.75n4633
- Vander Zanden, M. J., Rasmussen, J. B. (1996). A trophic position model of pelagic food webs: impact on contaminant bioaccumulation in lake trout. *Ecological monographs*, 66(4), 451–477.
- Wieczorek, A. M., Power, A. M., Browne, P., Graham, C. T. (2018). Stable-isotope analysis reveals the importance of soft-bodied prey in the diet of lesser spotted dogfish *Scyliorhinus canicula*. *Journal of Fish Biology*, 93 (4), 685–693. 10.1111/jfb.13770
- Winemiller, K. O., Agostinho, A. A., Caramaschi, É. P. (2008). *Fish ecology in tropical streams*. İçinde *Tropical Stream Ecology*. Elsevier Inc.
- Wootton, R. J., Elvira, B., Baker, J. A. (2000). Life-history evolution, biology and conservation of stream fish: Introductory note. *Ecology of Freshwater Fish*, 9 (1–2), 90–91.

- 10.1034/j.1600-0633.2000.90110.x
- Yaglioglu, D., Deniz, T., Gurler, M., Erguden, D., Turan, C. (2015). Elasmobranch bycatch in a bottom trawl fishery in the Iskenderun Bay, northeastern Mediterranean. *Cahiers de Biologie Marine*, 56 (3), 237–243.
- Yalçın, B., Artüz, M. L., Pavlidou, A., Çubuk, S., Dassenakis, M. (2017). Nutrient dynamics and eutrophication in the Sea of Marmara: Data from recent oceanographic research. *Science of the Total Environment*, 601–602, 405–424. 10.1016/j.scitotenv.2017.05.179
- Yeldan, H., Avsar, D., Manaşırılı, M. (2009). Age, growth and feeding of the common stingray (*Dasyatis pastinaca*, L., 1758) in the Cilician coastal basin, northeastern Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 25 (SUPPL. 1), 98–102. 10.1111/j.1439-0426.2008.01075.x
- Yemişken, E. (2017). Doğu Akdeniz Balıkçılık Bölgelerinde Trol Balıkçılığının Kıkırdaklı Balık Türleri Üzerine Etkisinin Karşılaştırılması. (Yayımlanmış Doktora Tezi) İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi, İstanbul.
- Yemişken, E., Forero, M. G., Megalofonou, P., Eryilmaz, L., Navarro, J. (2018). Feeding habits of three Batoids in the Levantine Sea (north-eastern Mediterranean Sea) based on stomach content and isotopic data. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98 (1), 89–96. 10.1017/S002531541700073X
- Yemişken, E., Navarro, J., Forero, M., Megalofonou, P., Eryilmaz, L. (2019). Trophic partitioning between abundant demersal sharks coexisting in the North Aegean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99 (5), 1213–1219. 10.1017/S0025315419000110
- Yığın, Ç. C., İşmen, A., Önal, U., Arslan İhsanoğlu, M. (2016). Elasmobranchs of the Sea of Marmara: Catch, Biodiversity and Conservation. İçinde E Özsoy, N. . Çağatay, N. Balkıs, B. Öztürk (Ed.), *Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance* (ss. 644–654). İstanbul: Turkish Marine Research Foundation Press.
- Young, J. W., Guest, M. A., Lansdell, M., Phleger, C. F., Nichols, P. D. (2010). Discrimination of prey species of juvenile swordfish *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) using signature fatty acid analyses. *Progress in Oceanography*, 86 (1–2), 139–151. 10.1016/j.pocean.2010.04.028
- Zanden, M. J. Vander, Rasmussen, J. B. (2001). Variation in $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ trophic fractionation: Implications for aquatic food web studies. *Limnology and Oceanography*, 46 (8), 2061–2066. 10.4319/lo.2001.46.8.2061

EKLER

EK 1. Çalışılan Elasmobranchii Türlerinin Biyolojileri Ve Ekolojileri

Mustelus asterias Cloquet, 1819

Ordo: Carcharhiniformes

Family: Triakidae

IUCN Kriterleri: Akdeniz’de VU., Globalde LC

Kuzeydoğu Atlantik Denizi’nden Akdeniz’e kadar dağılıma sahip demersal olan bu türün bulunduğu derinlik aralıkları 0-350 m arasında değişmektedir.

Olgunluk boyu: L_m: 80 cm

Maksimum toplam boy uzunluğu: 140 cm

Üreme özelliği: Ovovivipar, embryolar sadece vitellus üzerinden beslenir.

Kıyı ve açık sularda en az 100m’ye kadar yaygın olarak bulunur. Kum ve çakıllı zeminleri tercih eder. Birincil besin kaynakları Crustacea

Bir defada 7-15 birey doğurabilir ve yeni doğanların boyu yaklaşık 30 cm’dir.



***Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758)**

Ordo: Carcharhiniformes

Family: Triakidae

IUCN Kriterleri: Akdeniz’de VU, Globalde VU

Doğu Atlantik kıyılarından Akdeniz’ kadar dağılım gösteren tür nadir olarak Batı Atlantik kıyılarından da rapor edilmiştir. Demersal olan türün bulunduğu derinlik aralıkları 5-624 m arasında değişirken genellikle 5-50 m arasında bulunmaktadır.

Maksimum toplam boy uzunluğu: 200 cm

Üreme özelliği: Vivipar

Kıta sahanlığında en az 350 m’de bulunur. Crustacea’lar birincil besin kaynaklarıdır. Ayrıca Cephalopod’lar ve kemikli balıklar üzerinden de beslendikleri bilinmektedir. Erginlik boyu 70-80 cm arası değişmektedir. Gıda, yağ ve balık unu üretiminde kullanılmaktadırlar.



Scyliorhinus canicula (Linnaeus, 1758)

Ordo: Carcharhiniformes

Family: Scyliorhinidae

IUCN Kriterleri: Akdeniz’de LC, Globalde LC

Kuzeydoğu Atlantik Denizi’nden Akdeniz’e kadar dağılıma sahip, demersal olan bu türün bulunduğu derinlik aralıkları 10-780 m arasında değişmektedir. Genellikle 80-100 m arasında bulunmaktadır.

Olgunluk boyu: L_m: 57 cm

Maksimum toplam boy uzunluğu: 100 cm

Üreme özelliği: Ovipar, embriyolar sadece vitellus üzerinden beslenir. Yumurtalarının köşelerinde bulunan özel tutungaçlar (tendriller) sayesinde deniz çayırları, süngerler veya yosunlar gibi sesil omurgasızlara tutunurlar. Kuzeydoğu Atlantik’te dişilerin doğurganlıklarının 29-62 embriyo civarında olduğu rapor edilmiştir. Yeni doğan bireylerin boyları 8-10 cm arasındadır.

Avrupa kıyılarının en yaygın köpekbalıklarındandır. Kıta sahanlıklarında kumlu, çakıllı, çamurlu ve alg-mercan bulunan zeminleri tercih etmektedirler. Akdeniz’de 400 m’ye kadar görülebilen tür bazen orta suda da bulunabilir. Gece görülen bu türün erkek bireyleri serbestçe dolaşırken dişi bireyleri kıyıda bulunan mağara (~1,5 m) gibi yapılarda saklanmayı tercih ederler. Bentik omurgasızlar ve Teleostei üzerinden beslenmektedirler (Mollusca, Crustacea, küçük Cephalopoda, Polychaete). Yağ ve balık unu üretiminde kullanılırlar.

Squalus acanthias Linnaeus, 1758

Ordo: Squaliformes

Family: Squalidae

IUCN Kriterleri: Akdeniz’de EN, Globalde VU

Atlantik ve Arktikte nadir olarak bulunan tür Kuzey ve Güney yarımkürede bulunmaktadır. Bentopelajik olan tür 0-1460 m aralığında bulunmaktadır.

Olgunluk boyu: L_m: 81,4 cm

Maksimum toplam boy uzunluğu: 95 cm

Üreme özelliği: Ovovivipar, 1-12 yavru taşır, 18-24 ay iç gebelik süresi, yeni doğan bireylerin boy uzunlukları 18-30 cm arasında değişmektedir. Yavru salımı için ergin dişiler korunaklı sığ suları tercih etmedir. Doğurma biçimleri memeli canlılarda olduğu gibi kafadan başlar ve daha büyük anaç bireyler genç bireylere kıyasla 4 katı daha fazla üreme kabiliyetine sahiptirler. Büyük bireylerin yavrularının hayatta kalma oranları daha yüksektir. Cinsel olgunlukta erkekler 60-70 cm, dişiler 75-90 cm uzunluğundadır.

Muhtemelen en bol yaşayan köpek balığı. Kıyı ve açık sularda bulunurlar. Genellikle dibe yakın bulunurken aynı zamanda yüzey ve orta sularda da bulunabilirler, esas olarak 10-200 m arasında görülürler. Gebe dişi bireyler olmayanlara ve erkek bireylere göre daha sığ sularda bulunurlar.



***Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758)**

Ordo: Myliobatiformes

Family: Dasyatidae

IUCN Kriterleri: Akdeniz’de VU, Globalde DD

Kuzeydoğu Atlantik Denizi’nden Akdeniz’e ve Afrika kıyılarına kadar dağılıma sahip demersal olan bu türün bulunduğu derinlik aralıkları 5-200 m arasında değişmektedir.

Maksimum toplam boy uzunluğu: 64 cm

Maksimum disk genişliği: 150 m

Üreme özelliği: Ovovipar, embriyolar başta vitellus üzerinden beslenirken sonrasında yağ ve proteince zengin besinlere dolaylı olarak annenin uterus kanalı yoluyla ulaşır. Gebelik süreleri 4 ay olup 4-7 yavru taşırlar.

Kıyılarda bulunurlar, lagün ve sığ haliç ve körfezlere girerler. Genellikle kumlu ve çamurlu zeminleri tercih etseler de bazen büyük kayalı zeminleri de tercih ederler. Bentik balık, Crustacea ve Mollusc üzerinden beslenirler.

Myliobatis aquila (Linnaeus, 1758)

Ordo: Myliobatiformes

Family: Myliobatidae

IUCN Kriterleri: Akdeniz’de VU, Globalde DD

Doğu Atlantik Okyanusu’ndan Akdeniz’e kadar dağılıma sahip bentopelajik türün bulunduğu derinlik aralıkları 1-300 m arasında değişmektedir.

Maksimum toplam boy uzunluğu: 183 cm

Üreme özelliği: Ovovipar, embriyolar başta vitellus üzerinden beslenirken sonrasında yağ ve proteince zengin besinlere dolaylı olarak annenin uterus kanalı yoluyla ulaşır. 6-8 ay gebelik süresi mevcuttur ve 3-7 yavru taşıyabilir.

Kıyı sularda bulunurlar, körfez ve haliçlerde ayrıca açık denizlerde ise en az 95 m derinliğe kadar görülebilirler. Bentik Crustacea, Mollusc ve balık üzerinden beslenir.



***Torpedo marmorata* Risso, 1810**

Ordo: Torpediniformes

Family: Torpedinidae

IUCN Kriterleri: Akdeniz’de LC, Globalde DD

Doğu Atlantik Okyanusu’ndan Akdeniz’e kadar dağılıma sahip, türün bulunduğu derinlik aralıkları 2-370 m arasında değişmektedir.

Maksimum toplam boy uzunluğu: 100 cm

Üreme özelliği: Ovovipar, embriyolar başta vitellus üzerinden beslenirken sonrasında yağ ve proteince zengin besinlere dolaylı olarak annenin uterus kanalı yoluyla ulaşır. Gebelik süresi 10 ay, 2-32 yavru taşıma kapasitesi ve yeni doğan bireylerin 10-14 cm olmaktadır. Dişilerde üreme boyu 40 iken erkekler de 30 cm olarak kaydedilmiştir.

Deniz çayırları, kayalı bölgeler ve yumuşak zemini tercih eder. Bentik balık ve Crustacea üzerinden beslenir.

***Oxynotus centrina* (Linnaeus, 1758)**

Ordo: Squaliformes

Family: Oxynotidae

IUCN Kriterleri: Akdeniz’de CR, Globalde VU

Doğu Atlantik Okyanusu’ndan Akdeniz’e kadar dağılıma sahip batidemersal türün bulunduğu derinlik aralıkları 40-777 m arasında değişmektedir.

Maksimum toplam boy uzunluğu: 150 cm

Üreme özelliği: Ovovivipar (plasentalı). 7-8 yavru taşıyabilmektedir.

Kıta sahanlığının dışında, eğimli bölgelerin başında bulunurlar. Ana besin kaynakları Polychaete ve spinculidlerden meydana gelirken, echinodermata, crustacea ve kemikli balıklar üzerinden de beslenmektedirler.

Deniz çayırıları, kayalı bölgeler ve yumuşak zemini tercih eder. Demersal balık ve Crustacea üzerinden beslenir.



Raja clavata Linnaeus, 1758

Ordo: Rajiformes

Family: Rajidae

IUCN Kriterleri: Akdeniz’de NT, Globalde NT

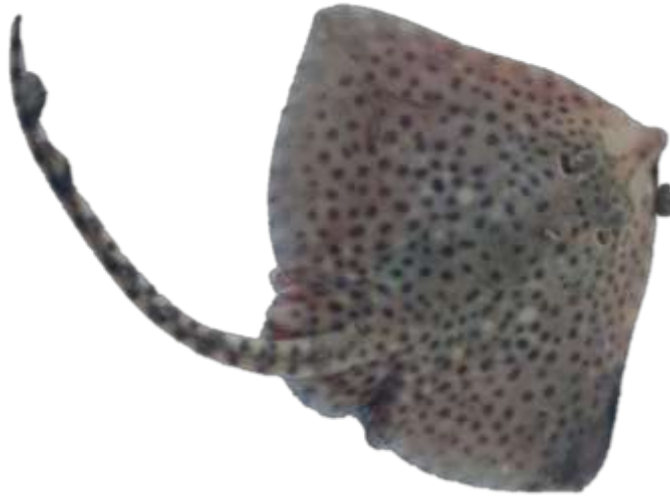
Doğu Atlantik Okyanusu’ndan, Güneybatı Hint Okyanusu’na kadar Akdeniz’in de dahil olduğu bir dağılım alanına sahiptir. Demersal olan tür 5-1020 m arasında bulunabilmektedir.

Olgunluk boyu: L_m : 76,7 cm

Maksimum toplam boy uzunluğu: 105 cm

Üreme özelliği: Ovipar (plasentalı). Bir yılda 170’den fazla yumurtlayabilen dişiler ortalama yumurtlama kapasiteleri 48-74 yumurta arasında değişmektedir. Yumurtalarını sığ sularda kum, çakıl ve çamur zemine bırakırlar. Akdeniz’de kış ve ilkbaharda yumurtlarlar. Kapsüllerinin boynuzları dışındaki uzunlukları 5-9 cm arasında değişirken genişlikleri 3,4-6,8 cm arasında değişmektedir. Embriyolar 4-5 ayın sonunda kapsüllerinden çıkarlar. Yeni doğan bireyin boyu 11-13 cm arasında değişmektedir.

Kıta sahanlığının dışında, eğimli bölgelerin başında bulunurlar. Çamur, kum, çakıl ve nadiren sert zemini tercih etmektedirler. Tuzlu sulara karşı toleransları düşüktür. Başta Crustacea ve balık olmak üzere her türlü bentik canlı üzerinden beslenirler. Genç bireyler (en az 2 yıl) sığ sularda kalırken erişkin bireyler göç ederler.



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi :
Doğum yeri :
Lise : (2002-2006) Nevzat Ayaz Anadolu Lisesi
Lisans : (2007-2011) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi- Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi
Yüksek Lisans : (2001-2014) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi- Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Anabilim Dalı
Doktora : İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı

Bilimsel etkinlikler

Gül, G., İşmen A., İhsanoğlu- Arslan M. (2020). Population structure of *Pagellus acarne* (Risso, 1927) in the North Aegean Sea. *International Journal of Environmental and Geoinformatics*, 8 (1), 19-27.

Gül, G., Demirel N. (2020). Trophic interactions of Batoid species in the Sea of Marmara *Journal of the Black Sea/ Mediterranean Environment*, 26(3), 294-309

Gül, G., Murat-Dalkara, E., Yüksek, A., & Demirel, N. (2019). Age and Growth of European Hake, *Merluccius merluccius* in the Sea of Marmara. *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Marine Sciences and Fisheries*, 2(2), 147-154.

Gül, G., Yüksek, A., Murat-Dalkara, E., & Demirel, N. (2019). Length-Frequency Distribution of European Hake, *Merluccius merluccius* from 1995 to 2016 in the Sea of Marmara. *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Marine Sciences and Fisheries*, 2(2), 167-172.

Berik, N, Çankırılıgil, E.C., Gül, G. (2017). Mineral Content of Smooth Scallop (*Flexopecten glaber*) Caught Çanakkale, Turkey, and Evaluation in terms of Food Safety, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* DOI:10.1016/j.jtemb.2017.04.011

Berik, N, Çankırılıgil, E.C., Gül, G. (2017). Meat Yield and Shell Dimension of Smooth Scallop (*Flexopecten glaber*) Caught from Cardak Lagoon in Canakkale, Turkey. *Journal of Aquaculture & Marine Biology* 2017/3/21. DOI: 10.15406/jamb.2017.05.00122

Gül, G., İşmen A., Arslan M. (2014). Age, Growth, and Reproduction of *Dentex maroccanus* (Actinopterygii: Perciformes: Sparidae) in the Saros Bay (North Aegean Sea) *Acta Ichthyologica Et Piscatoria* (2014) 44 (4): 295–300 DOI: 10.3750/AIP2014.44.4.03

İşmen A., Arslan, M., Gül, G., Yığın, C.C. (2013). Otolith Morphometry and Population Parameters of *Pagrus Pagrus* (Linnaeus, 1758) in Saros Bay (North Aegean Sea). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 30(1):31-35(2013) DOI: 10.12714/egejfas.2013.30.1.06

Gül G. and Demirel N. (2016) Status of Small Pelagic Fishes in the Sea of Marmara. In book: *The Sea of Marmara - Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance*, Chapter: Fisheries, Publisher: Turkish Marine Research Foundation Press, Editors: Özsoy E., Çağatay M.N., Balkis N., Balkis N., Öztürk B., pp.612-629

Demirel N. and Gül G. (2016) Demersal Fishes and Fisheries in the Sea of Marmara In book: *The Sea of Marmara - Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance*, Chapter: Fisheries, Publisher: Turkish Marine Research Foundation Press, Editors: Özsoy E., Çağatay M.N., Balkis N., Balkis N., Öztürk B., pp.630-643

Yüksek A., Gül G., Gürkan Y. (2016) Distribution of the Ichthyoplankton in the Sea of Marmara. In book: The Sea of Marmara - Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance, Chapter: Fisheries, Publisher: Turkish Marine Research Foundation Press, Editors: Özsoy E., Çağatay M.N., Balkıs N., Balkıs N., Öztürk B., pp 958-962.

Yüksek A. and Gül G. (2016) Distribution of the Ichthyoplankton in The Istanbul Strait (Bosphorus) In book: The Sea of Marmara - Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance, Chapter: Chapter: Fisheries, Publisher: Turkish Marine Research Foundation Press, Editors: Özsoy E., Çağatay M.N., Balkıs N., Balkıs N., Öztürk B., pp.603-611

Gül G., Demirel N. 2019. Diet overlap and trophic levels of two *Mustelus* species, The 14th International MEDCOAST Congress on Coastal and Marine Sciences, Engineering, Managements & Conservation, 22-26 Ekim 2019, Muğla, Turkey

Dursun F., Gül G., Demirel N., 2019 Domoic acid accumulation in Mediterranean horse mackerel The 14th International MEDCOAST Congress on Coastal and Marine Sciences, Engineering, Managements & Conservation, 22-26 Ekim 2019, Muğla, Turkey

Yüksek A., Gül G., Demirel N., Kara A., 2018. Marmara Denizi İhtiyoplankton Dağılımı ve Bolluğu. III. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı, 9-12 Mayıs 2018, İzmir, Türkiye

Yüksek A., Beken-Polat Ç., Gül G., Gürkan Y. Denizel Çöplerin Marmara Denizi Nde Ki Dağılımı Ve Sınıflandırılması, I. Ulusal Denizlerde İzleme ve Değerlendirme Sempozyumu, 21-23 Aralık 2016, Ankara, Türkiye

Yüksek A., Beken-Polat Ç., Gül G., Gürkan Y., Marmara Denizi biyoçeşitliliğinin Zamana Bağlı Değişimi I. Ulusal Denizlerde İzleme ve Değerlendirme Sempozyumu, 21-23 Aralık 2016, Ankara, Türkiye

Gül, G., N. Demirel, E. Murat-Dalkara, A. Yüksek. 2016. Marmara Denizi'nde Berlam Balığı'nın Popülasyon Durumu. II. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı, 31 Mayıs – 3 Haziran 2016, Ankara, Türkiye.

Gül, G., N. Demirel, E. Murat-Dalkara, A. Yüksek. 2016. Long-term Size Evaluation of European Hake in the Sea of Marmara. 49th CIESM Congress 12-15 September 2016, Kiel, Germany (In English)

İsmen A., Gül G., Arslan M., The Seasonal Distribution and CPUE Values of Five Sparidae species in the Saros Bay (North Aegean Sea). FABA 2014: International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences, 25-27 September 2014. Trabzon, Turkey. (Poster presentation) (in English)

Gül G., İşmen A., Arslan M. 2013. Saroz Körfezi'nde (Kuzey Ege Denizi) Mandagöz mercanın (*Pagellus bogaraveo* B.,1793) Büyüme ve Ölüm Oranları. 17. Ulusal su ürünleri Sempozyumu, 01-04 Eylül 2013 İstanbul, Türkiye

Gül G., İşmen A., Arslan M., Yığın C.Ç. 2012. Age Growth and Reproduction of *Dentex Maroccanus* V., 1830 from Saros Bay, North Aegean Sea. FABA 2012. Balıkçılık ve Aquatik Bilimler Sempozyumu, 21-24 Kasım 2012, Eskişehir, Türkiye

Arslan M., İşmen A., İnceoğlu H., Çardak M., Kocabaş E., Daban İ.B., Şirin M., Gül G. 2012. Marmara Denizi'nde Derin Su Pempe Karidesinin Av kompozisyonu FABA 2012. Balıkçılık ve Aquatik Bilimler Sempozyumu, 21-24 Kasım 2012, Eskişehir, Türkiye

Marmara Denizi'nde berlam balığının (*Merluccius merluccius*, (Linnaeus, 1758)) popülasyon yapısı (Yükseköğretim Kurumları Destekli Proje FDP-2020-36673) - Araştırmacı

Marmara Denizi'nde Ticari Öneme Sahip Balık Stoklarının Güncel Durumu Ve İleriye Dönük Senaryoların Modellenmesi (TUBITAK Proje No: 119Y294, Şubat 2020- Kasım 2020) - Bursiyer

Marmara Denizinde Berlam Balığının (Merluccius merluccius, Linnaeus 1758) Beslenme İlişkileri ve Trofik Düzeyi (Yükseköğretim Kurumları Destekli Proje FDP- 2018-30845, 2018- Devam Ediyor) – Araştırmacı

Marmara Denizi Kıkırdaklı Balıkların Beslenme Özellikleri ve Trofik Seviyelerinin Belirlenmesi (Yükseköğretim Kurumları Destekli Proje FDK-2018-30845, 2018- Devam ediyor) - Araştırmacı

Marmara Denizi Ticari Öneme Sahip Demersal Balıkların Popülasyon Yapısı ve Stok Durumlarının Belirlenmesi (Diğer Resmi Kurumlarca Desteklenen Proje TAGEM/HAYSUD/2014/05/01) -2020. Araştırmacı

Haliç'te fitoplankton grup kompozisyonu ve pigment konsantrasyonunun HPLC analizleriyle belirlenmesi. TUBITAK Proje no: 117Y265, 2019 (Bursiyer)

Marmara Denizi Berlam Balığı Stoklarının Ekosistem Yaklaşımı Çerçevesinde Sürdürülebilirlik Düzey. TUBITAK Proje no: 115Y107, 2017 (Bursiyer).





T.C.
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü

Sayı : 92190712-605.01-E.2046569
Konu : Araştırma ve Analiz İzni

23.07.2020

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Müdürlüğü)

İlgi : 21.07.2020 tarihli ve 37698689-- sayılı yazınız.

İlgi yazıda, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Müdürlüğü, Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı doktora öğrencisi Güzin Gül tarafından yürütülen " Marmara Denizi Kıkırdaklı Balıkların Beslenme Özellikleri ve Trofik Seviyelerinin Belirlenmesi" isimli doktora tez çalışması kapsamında kıkırdaklı balık türlerinden kararlı izotop analizlerinin yapılabilmesi için toz haline getirilmiş doku örneklerinin yurt dışına gönderilmesine ilişkin izin talep edilmektedir.

Bu kapsamda yazı ekinde gönderilen belgeler incelenmiş olup, "Su Ürünleri Genetik Kaynaklarının Korunması ve Sürdürülebilir Kullanımı Hakkında Yönetmelik" gereği taahhütnamede belirtilen hususlara eksiksiz uyulması, çalışma sonunda araştırma materyalinin geri getirilmesi veya imha edilmesi ve proje sonuç raporunun bir suretinin Genel Müdürlüğümüze gönderilmesi şartıyla proje çalışmalarının yürütülmesi ve yurtdışına örnek gönderilmesinde Genel Müdürlüğümüzce sakınca görülmemiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Özkan KAYACAN
Bakan a.
Genel Müdür

Ek : İlgili evraklar (10 sayfa)

Not: 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu gereği bu belge elektronik imza ile imzalanmıştır.

Evrak Doğrulama Kodu : VWOAVFRH Evrak Takip Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/tarim-ve-orman-bakanligi-ebys>

Üniversiteler Mah. Dumlupınar Bulvarı, Eskişehir Yolu 10. Km, 06800

Çankaya/Ankara

Tel: (0312) 307 60 00 Faks:

<http://www.tarim.gov.tr/TAGEM> Kep:

tarimveormanbakanligi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Gülnur Penbe
ÖZDEMİR

Mühendis

Telefon No: (312) 315 76 22-

1353





T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ
TEZ BENZERLİK RAPORU UYGUNLUK FORMU



ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI

: GÜL GÜL

ÖĞRENCİ NO

: 3002150003

ÖĞRETİM YILI

: 2020/2021

ANABİLİM DALI / BİLİM DALI

: Fiziksel Okeanografi ve Deniz Biyolojisi

PROGRAM TÜRÜ

: YÜKSEK LİSANS ☐ DOKTORA ☒

TEZ DANIŞMANI ÜNVANI ADI SOYADI

: Doç. Dr. Nazlı DEMİREL

II. TEZ DANIŞMANI ÜNVAN ADI SOYADI

:

TEZ BAŞLIĞI

: Marmara Denizi Kıyısındaki Balıkların
Beslenme Özellikleri ve Trafik Seviyelerinin
Belirlenmesi

DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın Kapak sayfası, Türkçe ve İngilizce özet, giriş ve amaç, genel bilgiler, materyal-
metot, bulgular, tartışma, sonuç ve kaynaklar bölümlerinden oluşan toplam 91. sayfalık kısmına ilişkin, 30.11.2020 tarihinde
Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsünün kullandığı TURNİTİN programı ile, Lisansüstü Tezlere ait Benzerlik
Raporlarının Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Uygulama Esaslarının 5inci madde ikinci fıkrasında belirtilen filtrelemeler
uygulanarak alınmış nihai rapora göre benzerlik oranı % 2'dir.

Tezimin benzerlik oranı, 06/122017 tarih ve 20 sayılı Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Yönetim Kurul
Kararıyla Tezin intihal kapsamı dışında değerlendirilmesi için kabul edilmiş olan üst sınır benzerlik oranını aşmamaktadır.

İntihal programı ile raporlanan Tezime ait Benzerlik oranım Üst sınır benzerlik oranının altında olsa dahi aksinin tespit
edilmesi durumunda her türlü yasal sorumluluğu kabul ettiğimi ve hukuki sonuçlarına razı olduğumu beyan ederim.

Gereğini arz ederim.

Öğrenci Ad-Soyadı
Tarih: 30.11.2020

Gül Gül

EK: TURNİTİN Benzerlik Nihai Raporu ilk sayfa çıktısı

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR / ~~UYGUN DEĞİLDİR~~

(Ünvan, Ad Soyadı, İmza)

Doç. Dr. Nazlı DEMİREL

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM VE ÖĞRETİM YÖNETMELİĞİ (08.09.2016/29825)

(Yüksek Lisans) MADDE 36 – (2) Tezle ilgili benzerlik ön incelemesi, danışmanın bilgisi dahilinde öğrenci ile birlikte Üniversitenin kabul ettiği yazılım programı kullanılarak yapılır. Enstitü, söz konusu teze ilişkin intihal yazılım programı nihaî raporunu alarak danışmana ve jüri üyelerine gönderir. Rapordaki verilerde veya sınav jüri üyesi/üyelerinin somut kanıtlarla belgeledikleri verilere göre gerçek bir intihalin tespiti halinde; tez, gerekçesi ile birlikte, karar verilmek üzere enstitü yönetim kuruluna gönderilir.

(Doktora) MADDE 50 – (4) Öğrenci, doktora tezinin savunmasından önce tezini, düzeltme verilen tezlerde ise düzeltilmiş tezini danışmanına sunar. Tezle ilgili benzerlik ön incelemesi, danışmanın bilgisi dahilinde öğrenci ile birlikte Üniversitenin kabul ettiği yazılım programı kullanılarak yapılır. Enstitü, söz konusu teze ilişkin intihal yazılım programı nihaî raporunu alarak danışmana ve jüri üyelerine gönderir. Rapordaki verilerde veya sınav jüri üyesi/üyelerinin somut kanıtlarla belgeledikleri verilere göre gerçek bir intihalin tespiti halinde; tez, gerekçesi ile birlikte, karar verilmek üzere enstitü yönetim kuruluna gönderilir

Marmara Denizi Kıkırdaklı Balıklarının Beslenme Özellikleri ve Trofik Seviyelerinin Belirlenmesi

ORIJINALLIK RAPORU

%**2**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**2**

İNTERNET
KAYNAKLARI

%**1**

YAYINLAR

%**0**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

www.hlccevre.com

İnternet Kaynağı

<%**1**

2

jifro.ir

İnternet Kaynağı

<%**1**

3

www.haberanaliz.net

İnternet Kaynağı

<%**1**

4

epic.awi.de

İnternet Kaynağı

<%**1**

5

www.yumpu.com

İnternet Kaynağı

<%**1**

6

docplayer.biz.tr

İnternet Kaynağı

<%**1**

7

Submitted to Canakkale Onsekiz Mart University

Öğrenci Ödevi

<%**1**

8

aves.istanbul.edu.tr

İnternet Kaynağı

<%**1**

9	www.scribd.com İnternet Kaynağı	<%1
10	www.istanbulsaglik.gov.tr İnternet Kaynağı	<%1
11	hdl.handle.net İnternet Kaynağı	<%1
12	Yunrong Yan, Junlan Chen, Huosheng Lu, Gang Hou, Jinyang Lai. "Feeding habits and ontogenetic diet shifts of hairtail, <i>Trichiurus margarites</i> , in the Beibu Gulf of the South China Sea", <i>Acta Ecologica Sinica</i> , 2012 Yayın	<%1
13	sfi.mnhn.fr İnternet Kaynağı	<%1
14	www.profitraktor.com İnternet Kaynağı	<%1
15	www.anadoluizlenimleri.com İnternet Kaynağı	<%1
16	journal.frontiersin.org İnternet Kaynağı	<%1
17	Mark D. Cyrus, John J. Bolton, Brett M. Macey. "The use of stable isotope ratios δ C and δ N to track the incorporation of and other important dietary ingredients into the gonads of the sea urchin ", <i>Aquaculture Nutrition</i> , 2019	<%1

18

cybertesis.urp.edu.pe

İnternet Kaynağı

<% 1

19

www.nmcuk.org

İnternet Kaynağı

<% 1

20

www.saglikcalisanisagligi.org

İnternet Kaynağı

<% 1

21

link.springer.com

İnternet Kaynağı

<% 1

22

elib.suub.uni-bremen.de

İnternet Kaynağı

<% 1

23

thescholarship.ecu.edu

İnternet Kaynağı

<% 1

24

Tevfik Ceyhan, Okan Akyol, Adnan Ayaz, Francis Juanes. "Age, growth, and reproductive season of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) in the Marmara region, Turkey", ICES Journal of Marine Science, 2007

Yayın

<% 1

25

[The Mediterranean Sea, 2014.](#)

Yayın

<% 1