



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun / / gün ve sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan :

Üye :

Üye :

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı'nda yapılmıştır.

Yüksek lisans eğitimim boyunca hoşgörüsünü her daim hissettiğim, araştırma konusunun belirlenmesinde ve tezim süresince danışmanlığımı üstlenen, değerli hocam, Sayın Prof. Dr. Ertuğ DÜZGÜNEŞ'e, tezimin her aşamasıyla yakından ilgilenen sayın hocam Doç. Dr. Hacer Sağlam'a ve araştırma örneklerinin alınmasında yardımını esirgemeyen Öğr. Gör. Dr. Ahmet ŞAHİN'e tüm içtenliğimle teşekkürlerimi sunarım.

Eğitimim boyunca kararlarım saygı gösteren sevgili aileme, tez yazım aşaması boyunca beni cesaretlendiren sevgili eşim Bahadır MERAKLI'ya, her daim maddi manevi desteğini esirgemeyen sevgili ablam Nuray NEZİR'e teşekkür ederim.

Nihal MERAKLI

Trabzon 2018

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘‘Doğru Karadeniz’de Deniz Salyangozu (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) Populasyonunda İmposeks Durumunun Araştırılması’’ başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Ertuğ DÜZGÜNEŞ’in sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı ve yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 05/01/2018

Nihal MERAKLI

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ	XII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Taksonomi ve Anatomisi	3
1.3. Deniz Salyangozunda Büyüme ve Üreme	5
1.4. İmposeks	8
1.5. Tributyltin (Tribütültin -TBT)	9
1.5.1 Tributyltin'in Suda Yaşayan Canlılar Üzerine Etkisi	12
1.6. Önceki Çalışmalar	14
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	18
2.1. Materyal	18
2.2. Metod.....	20
2. 2. 1. Cinsiyet ve İmposeks Tayini	21
2.2.1.1. Vas Deferens Dizi İndeksi Belirlenmesi	21
2.2.1.2. Bağlı Penis Büyüklüğü ve Bağlı Penis Uzunluğu İndeksinin Belirlenmesi	23
2. 2. 2. Tributyltin (TBT) Analizi	25
2. 2. 3. Verilerin değerlendirilmesi.....	26
3. BULGULAR.....	27
4. TARTIŞMA	40
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	43
6. KAYNAKLAR	45

7. EKLER	53
ÖZGEÇMİŞ	



Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

DOĞU KARADENİZ'DE DENİZ SALYANGOZU (*Rapana venosa Valenciennes*, 1846)
POPULASYONUNDA İMPOSEKS DURUMUNUN ARAŞTIRILMASI

Nihal MERAKLI

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Ertuğ DÜZGÜNEŞ
2018, 52 Sayfa, 3 Ek

Bu çalışma, deniz salyangozu (*Rapana venosa*) populasyonunda imposeks durumunu belirlemek amacıyla Temmuz 2014-Aralık 2017 tarihleri arasında Doğu Karadeniz'de yapılmıştır. Deniz salyangozu eti ve sedimentte TBT analizi yapılmıştır. Makroskobik gözlemlerle imposeks evreleri belirlenmiştir. 798 adet bireyin %11'i imposeks dişi olarak belirlenmiştir. TBT değeri sedimentte ortalama 312,8 ng/g çıkarken analize gönderilen salyangoz etinde ortalama 148,5 ng/g olarak hesaplanmıştır. İmposeks dişi bireylerde kabuk boyu-yaş ağırlık ve penis boyu-TBT değeri ilişkisi Çamburnu istasyonunda daha zayıf bulunmuştur ($r_{\text{ç}}=0,9667$, $r_{\text{ç}}=0,3455$). Çamburnu ve Of istasyonu için sırasıyla VDSI 1,58 ve 2,53; RPSI ve RPLI %0,601 ve %18,2; %14,44 ve %53,6 olarak hesaplanmıştır. Bölgedeki dişi bireylerin üreme yeteneklerini yitirmemiş dişilerden oluştuğu ve populasyonun normal eğilim süreci içinde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deniz salyangozu, *Rapana venosa*, Tributyltin, İmposeks

Master Thesis

SUMMARY

RESEARCH OF IMPOSEX IN RAPA WHELK (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846)
POPULATION THE EASTERN BLACK SEA

Nihal MERAKLI

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Fisheries Technology Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Ertuğ DÜZGÜNEŞ
2018, 52 Pages, 3 Pages Appendix

This study was conducted between July 2014 and December 2017 to determine the status of imposex in the Rapa whelk (*Rapana venosa*) population in the Eastern Black Sea. TBT analysis performed on Rapa whelk tissue and sediment. Imposex stages were determined with macroscopic observation In 798 individuals, 11% were identified as imposex females. The average TBT value was found to be 312,8 ng/g in the sediments, and the average Rapa whelk tissue analysis was 148,5 ng/g. The correlation of shell size-wet weight and penile size-TBT values found to be weaker at Camburnu station ($r_c= 0,9667$, $r_c=0,3455$). For the Camburnu and Of station calculations are respectively VDSI 1,58 and 2,53; RPSI and RPLI 0,601% and 18,2%; 14,44% and 53,6%. It was found that female individuals in the area still have their reproductive abilities and population has its normal tendency.

Key Words: Rapa whelk, *Rapana venosa*, Tributyltin, Imposex

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Deniz salyangozunun yayılım alanları ve Karadeniz'e geliş tarihleri.	1
Şekil 2. Yıllara göre avlanan deniz salyangozu miktarı	3
Şekil 3. Deniz salyangozu (<i>Rapana venosa</i> Valenciennes, 1846)'nun farklı açılardan görünümü	4
Şekil 4. Midyeyi ayakları ile yakalamış deniz salyangozu	5
Şekil 5. Deniz salyangozu morfolojisi	6
Şekil 6. Dişilerde ovaryum, vulva ve diğer iç organlar (solda) ve erkekte üreme organı (sağda).....	7
Şekil 7. Kapsül bırakan dişi salyangoz	8
Şekil 8. Kabuk üzerinde kapsül.....	8
Şekil 9. Dişi <i>Nassarius nitidus</i> 'da kapsül bezine nüfuz eden vas deferens	9
Şekil 10. Tributyltin oksit'in kimyasal yapısı: Denizcilikte kullanılan en yaygın TBT bileşiği	11
Şekil 11. <i>Nassarius nitidus</i> 'da görülen çift penis.....	12
Şekil 12. Araştırmada seçilen istasyonların uydu görüntüsü	18
Şekil 13. Algarna ile salyangoz avcılığı (solda), van veen grab ile sediment örneği alımı (sağda).....	20
Şekil 14. Örneklerde boy, genişlik ölçümleri (a), cinsiyet tayini ve et analizleri için kabuğun kırılma noktası (b)	21
Şekil 15. İmposeks gelişim evresi ve kısaltmaları	23
Şekil 16. Penis uzunluğu ölçümü	25

Şekil 17. Cinsiyete göre yüzde dağılımı	27
Şekil 18. Boy-ağırlık ilişkisi	30
Şekil 19. Kabuk boyu-penis boyu ilişkisi	31
Şekil 20. Penis boyu-ağırlık ilişkisi	32
Şekil 21. Erkek ve imposeks dişi bireylerde kabuk boyu-penis boyu ilişkisi	33
Şekil 22. İmposeks dişi 5. Evre birey.....	34
Şekil 23. Of ve Çamburnu istasyonlarında TBT analizleri gerçekleştirilen örneklerin kabuk boyu-yaş ağırlık ve penis boyu-TBT değerleri ilişkisi.....	37
Şekil 24. İmposeks dişi ve erkek bireylerde Penis boyu-TBT ilişkisi.	38
Şekil 25. İstasyonlara göre Kabuk Boyu-TBT ilişkisi	38

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. TBT'ye maruz kalmış dişi <i>Nucella lapillus</i> 'un üreme sistemi üzerindeki etkilerinin özeti	13
Tablo 2. Tributyltin'in Deniz Ekosistemine Zararlı Etkileri.....	14
Tablo 3. Ülkemiz Karadeniz sularında <i>Rapana venosa</i> türünde yapılan imposeks dışında ki bazı çalışmalar	15
Tablo 4. Örneklerin temin edildikleri koordinat ve miktarı	19
Tablo 5. Örneklenen deniz salyangozu populasyonu için cinsiyet oranları ve ortalama boy	28
Tablo 6. İstasyonlara göre ortalama biyometrik ölçüm değerleri	29
Tablo 7. Cinsiyete göre biyometrik ölçüm değerleri.....	29
Tablo 8. Toplam vas deferens dizi oranları (VDS)	34
Tablo 9. Of istasyonundan alınan bazı örneklerin TBT değerleri.....	36
Tablo 10. Çamburnu istasyonundan alınan bazı örneklerin TBT değerleri	36
Tablo 11. Sedimentte TBT analiz sonuçları	39
Ek Tablo 1. İmposeks dişi bireylerin VDS göstergesi.....	53

SEMBOLLER DİZİNİ

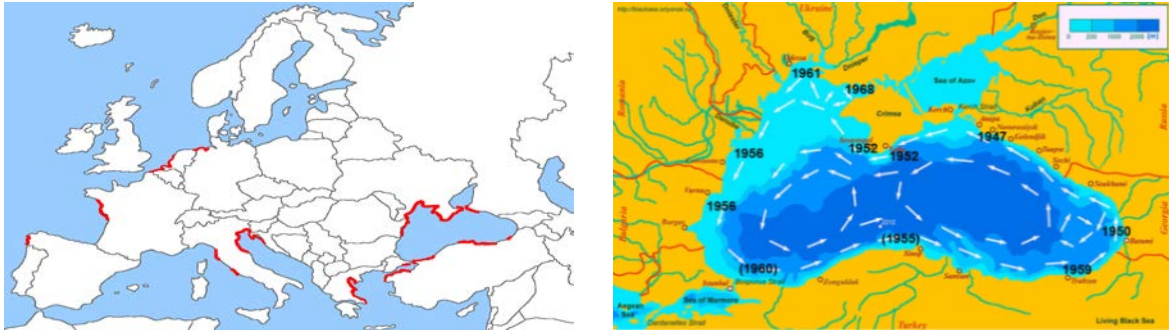
EPA	Çevre Koruma Ajansı
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
IMO	Uluslararası Denizcilik Örgütü
İmp	İmposeks
MEPC	Deniz Çevre Koruma Komitesi
ng	Nanogram
RPLI	Bağıl Penis Uzunluğu İndeksi
RPSI	Bağıl Penis Büyüklüğü İndeksi
Sn	Kalay
TBT	Tributyltin
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
VDSI	Vas Deferens Dizi İndeksi

1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Anavatanı Uzakdoğu kökenli olan deniz salyangozu (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846), Japonya'da Tayvan ve Çin kıyılarına kadar geniş bir yayılma alanına sahiptir. İlk defa Bulgaristan sahillerinde görülen bu tür Karadeniz'e gemilerin sintine sularıyla taşındığı bildirilmiştir (Lindner, 1982). 1940'larda Karadeniz'e giren *Rapana venosa* 10 yıl içerisinde Kafkas, Kırım sahillerine ve Azak Denizi'ne yayılmıştır. Aynı tür 1947'de Kafkasya kıyılarındaki Novorosisk limanını istila ettiği rapor edilmiştir (Ivanov, 1961). Ayrıca 1973'te Adriyatik (Ghisotti, 1974); 1990'da Ege (Koutsoubas ve Vouldsiadou-Koukoura, 1991); 1997'de Fransa'nın Britanya sahili, Quiberon Körfezi (Camus, 2001); 1998'de Kuzey Atlantik, Amerika Chesapeake Körfezi (Harding ve Mann, 1999); 1999'da Güney Atlantik, Bahia Samborombon, Uruguay, Arjantin (Pastorina vd., 2000); 2005'de ise Kuzey Denizi (Nieweg vd., 2005) sularında rapor edilmiştir.

Novorosisk limanında ilk kez 1947 yılında görülmesinden sonra Karadeniz'in dairesel akıntılarını izleyerek, 1955'te Sinop-Giresun arasına ve buradan da 1958 yıllarında tüm Doğu Karadeniz'e yayıldıkları tespit edilmiştir (Ceylan ve Özdemir, 2007). İstanbul Üniversitesi Hidrobiyoloji Enstitüsü bünyesinde yürütülen çalışmalarda da 1969 yılından itibaren, Batı Karadeniz ve İstanbul Boğazı'na yayıldığı belirlenmiştir (Bilecik,1990) (Şekil 1).



Şekil 1. Deniz salyangozunun yayılım alanları ve Karadeniz'e geliş tarihleri (Düzgüneş, 2001).

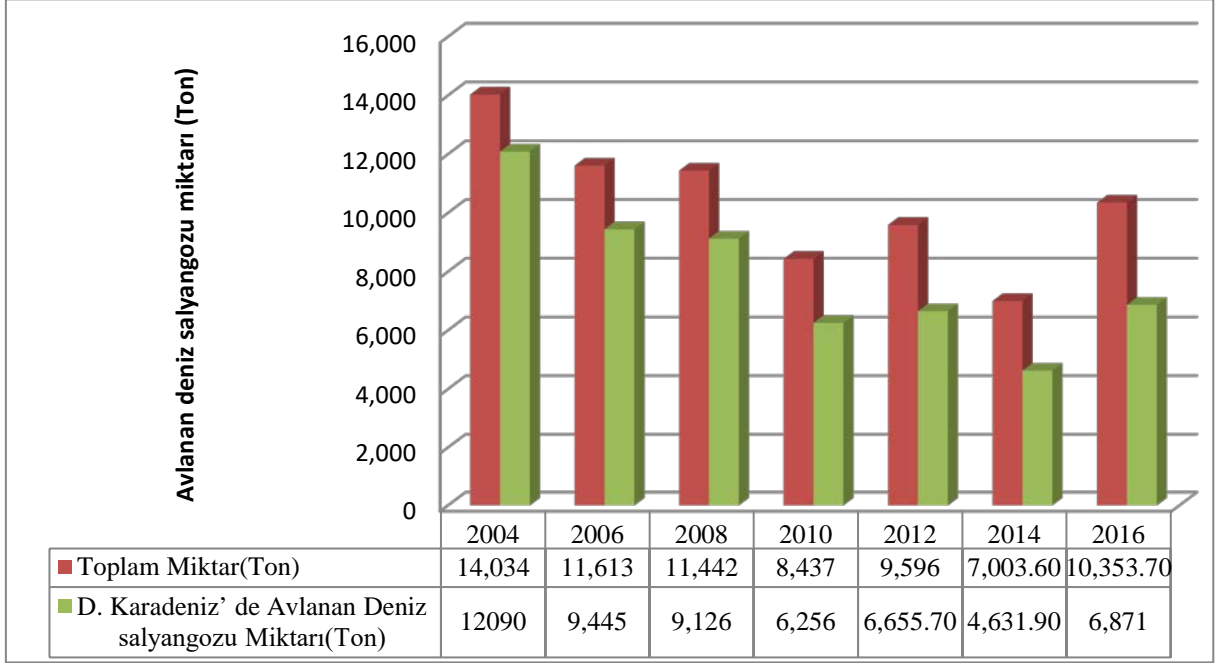
Karadeniz kıyı suları, İstanbul Boğazı, Marmara ve Kuzey Ege kıyılarında, 0-90 m derinliklerde yaşayan deniz salyangozu, 13-14 cm'ye kadar büyüyebilir. Kumlu, çamurlu, algli zeminler ve midye yatakları civarında bulunurlar (Ünsal, 1989).

1980'li yılların ikinci yarısına kadar istilacı tür olduğu için zararlı olarak kabul edilen deniz salyangozu, ülkemizde tüketilmemesine karşın balıkçılarımız tarafından alternatif bir ürün olarak avlanıp ihraç edilmek üzere fabrikalarda işlenmeye başlanmıştır. Uzak Doğu ülkelerinde sevilerek tüketilen deniz salyangozu özellikle Japon denizinde stokların giderek azalması nedeniyle avcılığına sınırlamalar getirilmiş ve aralarında Türkiye'nin de bulunduğu çeşitli ülkelerden ithal edilmeye başlanmıştır (Ünsal, 1987). Türkiye'de 1985 yılından sonra ticari önem kazanmaya başlayan ve yaklaşık 12 tesiste dondurulmuş, taze ve soğutulmuş olarak işlenen salyangoz etleri başta Japonya, Güney Kore ve Tayvan olmak üzere 13 ülkeye ihraç edilmektedir (Gültepe, 2012).

Deniz salyangozu avcılığının en fazla yapıldığı bölge Doğu Karadeniz bölgesi olup ihracatta önemli bir yere sahiptir. Türkiye genelinde üretimin en fazla olduğu dönemlerden 2004 yılında 14,034 ton avlanırken bu değer dalgalanmalarla birlikte 2016 yılında yaklaşık 10 bin tona düşmüştür. Şekil 2. de görüldüğü gibi yıllara göre av miktarında önemli dalgalanmalar gerçekleşmiştir. Bu dalgalanmalara bazı bölgelerde aşırı avcılık, deniz salyangozunun besin bulamaması, Karadeniz'in oşinografik özelliklerinde iklim değişikliği nedeniyle görülen değişimler ve bazı bölgeler için geçerli olabilecek imposeks adı verilen; dişi bireylerde erkek üreme organlarının oluşması ile kendisini gösteren cinsiyet oranlarındaki değişimin de rol oynadığı tahmin edilmektedir (Düzgüneş vd., 2014). İmposeks nedeniyle dişi gastropodlarda bir penis ve vas deferens (sperm taşıma kanalı) gelişmeye başlamakta ve ileri aşamalarda sperm kanalının yumurta kanalı üzerine yerleşmesi ile kısırılık oluşabilmektedir. Dolayısıyla imposeks olayının ileri safhalarında gastropod populasyonlarında yenilenme oranının azalması nedeniyle populasyonun sürdürülebilirliği ciddi anlamda tehlikeye düşebilmektedir.

Türkiye geneli ve Doğu Karadeniz özelinde bir değerlendirme yapıldığı takdirde üretimde başı çeken D. Karadeniz'in payının giderek azaldığı dikkat çekmektedir (Şekil 2). 2004 yılında deniz salyangozu avcılığında D. Karadeniz'in payı %86 iken 2006 yılında %81, 2008 yılında %80, 2010 yılında %74, 2012 yılında %70, 2014 ve 2016 yıllarında %66 olarak gerçekleşmiştir. Bu da D. Karadeniz'de yukarıda değinilen sorunların önemli bir sonucu olarak gösterilebilir. Karadeniz'de yürütülen önceki çalışmalarda özellikle

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde avlanan deniz salyangozu ortalama boylarında görülen değişim aşırı avcılığın bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Sağlam vd. 2008).



Şekil 2. Yıllara göre avlanan deniz salyangozu miktarı (TÜİK, 2017).

1.2. Taksonomi ve Anatomisi

Rapana venosa Valenciennes, 1846 (İngilizce: Veined rapa whelk), *Rapana thomasiana* Crosse, 1861 ve *Rapana thomasiana thomasiana*, 1969 sinonimleri ile birlikte tanımlanmıştır (FAO, 1987). Deniz salyangozunun ventral tarafını tamamen taban şeklindeki kashı ayak kapladığından bunlara karından ayaklılar anlamına gelen Gastropoda denilmiştir (Bozkurt, 1968). Kool (1993)'e göre, *Rapana* cinsinin sistematikteki yeri aşağıda verilmektedir.

Regnum : *Animalia*
 Phylum : *Mollusca*
 Class : *Gastropoda*
 Subclass : *Prosobranchia*

- Family : *Muricidae*
 Genus : *Rapana*
 Species : ***Rapana venosa* Valenciennes, 1846**
 Synonyms : *Rapana thomasi* Crosse, 1861
Rapana pontica Nordsieck, 1969

Deniz salyangozunun kabuğu çok sert olup iç organları tamamen örten helezonik bir şekile sahiptir. Kabuğun içi, dışarıya doğru genişleyen ve büyüyen spiral olarak kıvrılmıştır. Kabukta ilk kıvrımın bulunduğu yere tepe (apeks veya embriyonal kıvrım), son kıvrımın ucundaki açıklığa kabuk ağzı, kabuk ağzının kenarına da dudak denir. Dudak bir oluk şeklinde uzayarak sifonun etrafını sarmıştır (Şekil 3).

Vücudu ayak, baş ve iç organlar olmak üzere 3 bölümden oluşur. Ayak salgıladığı salgı yardımıyla sürünmeyi kolaylaştırmaktadır. Baş kısmında bir hortum mevcut olup dışarıya uzatılabilen ağız ve ağzın üstünde bir çift tentakül bulunur. Tentaküllerin ucunda da bir çift göz vardır. Vücut organları, manto tarafından salgılanan kalsiyum karbonat içerikli kalın, sert ve tek parçalı, rengi açık sarıdan kahverenginin çeşitli tonlarına kadar değişen bir kabukla korunmaktadır. Manto boşluğunda solunum organı (ktenidyum) yer alır.



Şekil 3. Deniz salyangozunun (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) farklı açılardan görünümü

Ktenidyumun dorsalinde kalp, bitişiginde ise solunum suyunu kontrol eden osfradyum bulunur. Manto boşluğunun diğeri bir görevi ise hava ile dolarak akciğeri görevi görmesidir. Mide U şeklinde olup koyu kahverenkli ve hepatopankreas içine gömülmüş haldedir. Bağırsak boru şeklinde olup meta-nefridyumdan geçer. İyi gelişmiş tüp şeklinde sindirim borusu, sindirim bezleri, ağız ve anüs oluşmuştur (Bozkurt, 1968; Bilecik, 1990).

1.3. Deniz Salyangozunda Büyüme ve Üreme

Tüm Karadeniz kıyı suları, İstanbul Boğazi, yer yer Marmara, Kuzey ve Güney Ege kıyılarında 0-90 m derinliklerde yaşayan deniz salyangozu, 13-14 cm'ye kadar büyüyebilir. Kumlu, çamurlu, algli zeminler ve beslenmelerini kolaylaştıran midye toplulukları civarında bulunurlar (Ünsal, 1989). Karnivor beslenme özelliğine sahiptir. Genellikle çift kabuklular gibi sesil formlarla beslenirler (Şekil 4). Karadeniz'de midye ve istiridye popülasyonlarının çökmesinden sorumludurlar. Özellikle Karadeniz'de düşmanı olan denizyıldızlarının bulunmaması kontrolsüz bir şekilde çoğalmalarına ve söz konusu türlerin hızla yok olmalarına neden olmuştur (Düzgüneş, 2001).



Şekil 4. Midyeyi ayakları ile yakalamış deniz salyangozu

Genel olarak euryhalin (tuzluluk toleransı geniş) ve eurytherm (sıcaklık toleransı geniş) bir türdür. Bu özellikleri nedeniyle Pasifik Okyanusu koşullarından, Karadeniz koşullarına uyum sağlayabilmiş ve çoğalmıştır. 20 cm'ye kadar büyüyebilen deniz salyangozu, son yıllarda Karadeniz'de daha düşük ortalama boylara sahiptir. 13-14 cm'ye ulaşan bireyler daha çok Bafra Samsun Bölgesi'nde görülebilmektedir (Sağlam vd., 2008).

Deniz salyangozları ayrı eşeyli canlılardır ve ilk spiral halkada sindirim bezi üzerinde tek bir gonad ve gonad kanalına sahiptir. Bu kanal anüsün sağından manto boşluğuna açılır (Çağlar, 1957). Deniz salyangozlarında gonad rengi türlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. *Rapana venosa* türünün gonad rengi dişilerde açık sarı, erkeklerde ise açık kahverengidir. Üreme organları, morfolojik yapılarından kolayca ayırt etmek mümkün olup erkeklerde ucu sola doğru kıvrık bir penis mevcuttur (Şekil 5, 6). Bu canlılarda iç dölleme görülür (Emiral, 1997).



Şekil 5. Deniz salyangozu morfolojisi;
A. Erkek birey, B. Dişi birey

Ovaryum açık sarı renkte olup sindirim bezinin ilk halkasında kabuk içinde yer alır (Şekil 6). Ovaryum ile genital açıklık arasındaki kanala ovidukt denir ve oldukça kısa olup uterusu girer. Uterus vücudun ön kısmında yarım ay şeklindeki solungaç ile birlikte yer alır. Yarım daire üzerinde ise rektum bulunur. Dişilerde genital açıklık anal açıklığın hemen altında yer alır (Lupu, 1977).

Erkeklerde dişilerde de olduğu gibi testis kabuğun ilk halkası ile sarılmıştır. Boyu 20-30 mm olup rengi açık kahverengidir. Seminal kanal uzun ve dar olup rengi giderek açılır. Üreme organı penis 40-50 mm civarında ve 10 mm kalınlığındadır. En uç noktası oldukça sivri olup bir nokta şeklinde bitmektedir (Lupu, 1977).

İç dölleme sonrası dişiler yumurta kapsülleri salgırlar. Bu kapsüller sert zeminlere ve hatta erkeklerin kabuklarına yapışır. Belirli bir süre sonra kapsüller açılarak larvaların su sütununa bırakılma süreci başlar.



Şekil 6. Dişilerde ovaryum, vulva ve diğer iç organlar (solda) ve erkekte üreme organı (sağda)

Dişi bir deniz salyangozu üreme sezonu boyunca ortalama 575 adet kapsül bırakabilmektedir. Her bir kapsüldeki yumurta sayısı 555 ± 10 adettir. Kapsül içinde larvalar 5 evrede gelişirler. Bunlar: Embriyo, pre-veliger, veliger, intermediate veliger ve terminal veliger'dir. Bu gelişim süresince larvaların rengi açık sarıdan koyu kahverengine kadar değişmektedir. Kapsüldeki larvalar ortalama 22 günde $182 \mu\text{m}$ 'den $406 \mu\text{m}$ 'ye kadar büyümektedir. Kapsül içindeki larvalar, albüminli besi maddesi sayesinde, 20-25 günlük bir süre geçirdikten sonra kapsül dışına çıkarlar (Sağlam ve Düzgüneş, 2007) (Şekil 7, 8).



Şekil 7. Kapsül bırakan dişi salyangoz (Özoral, 2007).



Şekil 8. Kabuk üzerinde kapsül (Nihal Meriçli, 2015).

1.4.1. İmposeks

İmposeks, erkek cinsel özelliklerin (vas deferens ve/veya penis dâhil) dişilerin genital yollarında oluşumu olarak tanımlanır (Gibbs ve Bryan, 1986). İmposeksin oluşumu ile birlikte dişi bireylerde bir penis/vas deferens (sperm taşıma kanalı) gelişmeye başlar ve ileri aşamalarında vas deferensin yumurta kanalı üzerine yerleşmesi kısırlığa neden olabilir (Santos, 2002), (Şekil 9).

İmposeks ilk kez 1970'li yıllarda Blaber tarafından *Nucella lapillus*'ta tanımlanmış ve sonuçlar özellikle TBT ile ilişkilendirilmiştir. Daha sonra, dünyadaki 63 cinsin 118 gastropod türü üzerinde araştırılmış ve türlerin çoğunda geriye dönüşümsüz olduğu görülmüştür (Gibson vd., 2003).

Çeşitli deniz salyangozu türleri duyarlı cevaplarından dolayı ortamdaki Tributyltin (TBT) kirlenmesinin biyo-indikatörü olarak kullanılmaya başlanmıştır (Santos vd., 2002; Kırılı, 2005).



Şekil 9. Dişi *Nassarius nitidus*'da kapsül bezine nüfuz eden vas deferens (Cuevas vd., 2011).

1.5. Tributyltin (Tribütülin-TBT)

Organokalay bir bileşik olan Tributyltin (TBT), 1970'lerden beri kirlenme ve çürüme önleyici antifouling boyalarda kullanılan etkili bir bileşiktir. Fouling, deniz taşıtlarının su içinde kalan yüzeyleri üzerine yapışarak büyüyen kabuklu, alg, midye ve mikroorganizma gibi deniz canlılarının oluşturduğu tabakaya verilen addır (Evans, 1995).

Fouling'in pek çok olumsuz etkileri vardır. Bunlardan en önemlileri; yakıt tüketimi, hava kirliliği ve istilacı türlerin taşınımı denilebilir.

Yakıt tüketimi: Gemi üzerindeki çok az miktarlarda bile fouling yakıt tüketiminde belirgin artışlara neden olabilmektedir. Örneğin 6 ay foulinge karşı korumasız olarak seyreden bir gemi üzerinde 150 kg/m^2 fouling birikebilir, bu da 40 bin m^2 sualtı yüzeyi olan bir gemi için düşünüldüğünde 6 bin ton gibi bir değere ulaşmaktadır. Bu durum ise geminin sürtünme düzeyini azaltacağından yakıt tüketiminde %50'ye varan artışlara neden olur.

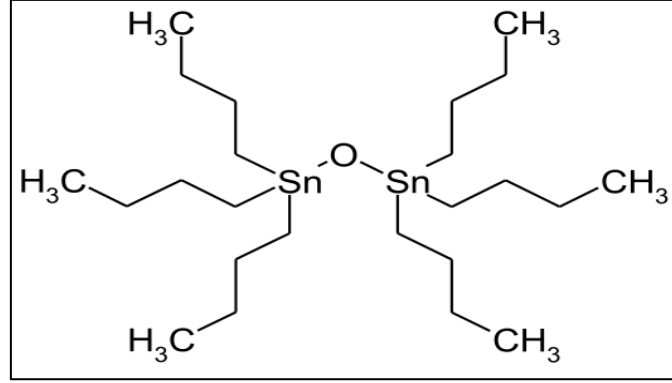
Hava kirliliği: Fazla yakıt tüketimi nedeniyle atmosfere verilen CO_2 , SO_2 ve NO_x gazlarını seviyelerinin artmasına neden olurken antifouling boyaların gemi üzerinden uzaklaştırılması sırasında kullanılan çözücüler de atmosfere zararlı kimyasalların karışmasına neden olmaktadır.

İstilacı türlerin (Invasive species) taşınımı: İstilacı türler bir doğal su ekosisteminden diğerine istenmeden çeşitli yollarla taşınan organizmalardır. İstilacı türler ekolojik ve ekonomik açıdan büyük tehlike oluşturabilirler. Transfer edildikleri bölgedeki ekonomik olarak önemli olan türlerin kaybolmasına, biyolojik çeşitliliğin azalmasına ve/veya çeşitli hastalıkların taşınmasına ve yayılmasına neden olabilirler (Damodaran, vd., 1998; Champ, 1996).

Antifouling boyalar, çelik ve alüminyum gövdelerle uyumludur, deniz suyunda çözünür polimere sahiptir ve TBT grubu ester bağlarıyla ana polimer zincirine tutunmuştur (Yebra vd., 2006). Çözünme, moleküler seviyede kontrol edildiğinden, bu boyaların iyi bilinen kendi yüzeyini cilalayan (self polishing) etkisi elde edilmektedir. Kopolimerin içinde reaksiyona giren zehirli maddelerin yanında, bu boyalar bakır oksit gibi toksik pigmentleri de içermektedir, sonuç olarak denizde oldukça etkili antifouling özellikler göstermektedir (Kill vd., 2001).

Antifouling boyalar, çok kaygan bir yüzey yaratarak kirlenmeye neden olan organizmaların gemi yüzeyine yapışmasını önlemektedir. Fouling olayının verdiği zararlar 2000 yıl önceden görülmüş ve sürecin engellenmesi için mücadele başlamıştır (Yebra vd., 2004).

Alternatiflerine göre TBT'nin yoğun olarak tercih edilmesinin nedeni çok etkili ve dayanıklı olmasıdır (60 ay; alternatifleri 30- 36 ay). Geçmişte gemilerde oluşan fouling, kireç, arsenik, cıva gibi maddeler kullanılarak önlenmiş (Yebra vd., 2004), 1960'larda kimya endüstrisinin gelişmesiyle antifouling amacıyla birtakım metalik bileşikler ve özellikle de TBT keşfedilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır (Şekil 10). 1970'lere gelindiğinde dünya sularında seyreden gemilerin çoğunda TBT kullanılmaktaydı. Ancak yine aynı yıllarda bilim adamları tarafından yapılan incelemeler sonucu, ilk defa Fransa'nın batı kıyılarında Arcachon körfezindeki yüksek miktarda istiridye ölümlerinin yaşandığı ve istiridye kabuklarındaki deformasyonların TBT kirlenmesine bağlı olduğu fark edilmiştir (Evans, 1995). 1980'lerde ise dünyanın her yerinde yüksek konsantrasyonda TBT bulguları rapor edilmeye başlanmıştır.



Şekil 10. Tributyltin oksit'in kimyasal yapısı: Denizcilikte kullanılan en yaygın TBT bileşiği

Yapılan araştırmalar ile TBT'nin kullanımından oluşan sucül kirlenme, hedef olmayan deniz organizmalarını da etkilediği için dünyadaki tüm ülkeleri ilgilendiren bir sorun haline gelmiş ve TBT kullanımı hakkında yasal düzenlemelerin getirilmesini zorunlu kılmıştır (Evans vd., 1995).

1988'de bu problem Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün (IMO-International Maritime Organization) Deniz Çevresi Koruma Komitesi'nde (Marine Environment Protection Committee- MEPC) tartışılmıştır. Avrupa Birliği 1989 yılında, 25 m'den küçük deniz araçlarında TBT'yi yasaklayan bir kararname çıkarmıştır (89/677/CEE). Örneğin Fransa'da 25 m den küçük teknelerde 1982'de, Japonya ve pek çok diğer ülkede 1990'da kullanımı ve 1997'de de üretimi yasaklanmıştır.

1 Ocak 2003 tarihinden sonra TBT bazlı antifouling katkılı boyaların gemilerde kullanımını canlılara verdiği zararlardan dolayı bütün dünyada yasaklanmıştır. Gemilerdeki Zararlı Organik Tutunma Önleyici Sistemlerin Kontrolüne İlişkin Uluslararası Sözleşme, (International Convention on the Control of Harmful Anti-fouling Systems on Ships'2001- "AFS") 17 Eylül 2008'de yürürlüğe girmiştir (IMO, 2017).

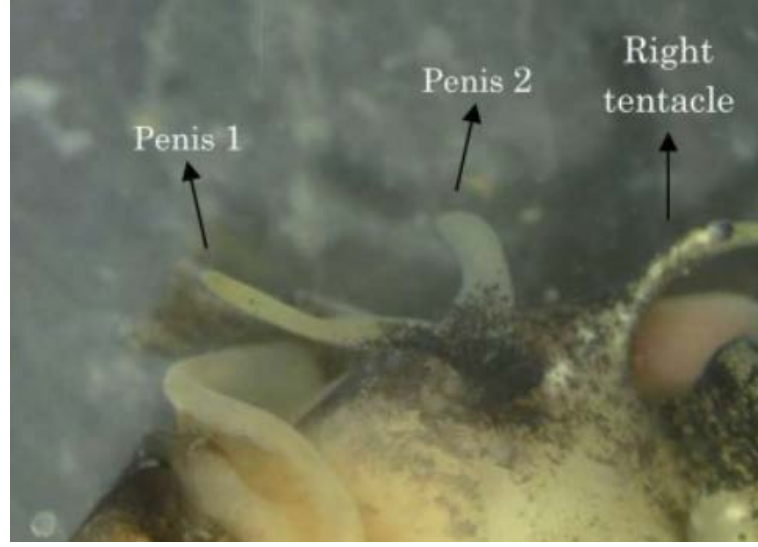
1.5.1.1. Tributyltin'in Suda Yaşayan Canlılar Üzerine Etkisi

Antifouling bileşiklerin kontrollü salınımı zordur ve bakır toksisitesinin etkileri incelenmektedir. Bakır, denizel çevrede doğal olarak da bulunmaktadır ve zayıf biyolojik birikim eğilimi gösterdiğinden dolayı boyaların yapısında bulunma nedeni olarak açıklanmaktadır. İnsanlar için nispeten zararsız görülmesine karşın, Çevre Koruma Ajansı (EPA) içme suyu limiti olarak $1000 \mu\text{gL}^{-1}$ 'i şart koşturmaktadır. Ancak, $5-25 \mu\text{gL}^{-1}$ gibi nispeten düşük değerler deniz omurgasızları için öldürücü olabilmektedir (Almeida vd., 2007; Chambers vd., 2006).

Yapılan araştırmalar deniz organizmalarında sudakine oranla bin kat daha fazla TBT olduğunu göstermiştir. Çevrede çok dayanıklı ve kalıcı olmasının yanı sıra TBT bileşikleri çok düşük konsantrasyonlarda bile deniz organizmalarına toksik etkiler gösterebilmekte ve insana kadar uzanan besin zincirine girerek organizmalarda artan seviyelerde birikebilmektedir. TBT'nin yarılanma ömrü birkaç günden birkaç haftaya kadar değişmekte, ancak TBT tortusu biriktikçe bozunma daha yavaşlar ve eğer ortamda oksijen tamamen tükenmişse, TBT yarılanma ömrü birkaç yıl bile sürebilir. Bu nedenle limanlar ve haliçler gibi oksijen yönünden fakir alanlar riskli bölgelerdir (Kortland ve Stronkhorst, 1998).

Ortamdaki TBT miktarı $\sim 1 \mu\text{gL}^{-1}$ olduğu zaman hormonal etkiler gözlenmektedir (Rüdel, 2003). TBT su ekosistemlerinde bulunan en zehirli bileşiklerden biri olarak kabul edilmektedir ve hedef dışı organizmalar için, örneğin deniz tarağı, istiridye ve midye gibi canlılarda yapısal değişiklik, büyümede gerileme ve ölüm gibi sonuçlara neden olabilmektedir (Huggett vd., 1992; DNR, 1987).

TBT oranının sadece $1,0 \mu\text{gL}^{-1}$ olduğunda ıstakoz larvalarının neredeyse tamamında büyümenin ara verdiği görülmüştür. Ayrıca, deniz midyelerinin endokrin sistemini tahrip etmekte, canlıların bağışıklık sistemini de zayıflatmaktadır. Laboratuvar testlerinde, dişi salyangozlar $0,05 \mu\text{gL}^{-1}$ TBT'ye maruz kaldığında erkek özelliklerini geliştirmiş ve üreme özelliklerini kaybetmiştir (EPA, 1985). Bazı bireylerde ise çift penis hastalığı olabilmektedir (Şekil 11).



Şekil 11. *Nassarius nitidus*'da görülen çift penis (Cuevas vd., 2011).

Gibbs vd. (1988)'nin yapmış olduğu bir araştırmada dişi *Nucella lapillus*'un ortamına belli konsantrasyonlarda TBT konulmuş ve etkileri Tablo 1'deki gibi sonuçlanmıştır.

Tablo 1. TBT'ye maruz kalmış dişi *Nucella lapillus*'un üreme sistemi üzerindeki etkilerinin özeti (Gibbs vd., 1988'den sonra).

Sudaki TBT konsantrasyonu (ng Sn L ⁻¹)	Genital bölgenin morfolojik değişiklikleri	RPSI	VDSI
< 0.5	Normal üreme. Penis ve vas deferens gelişimi vardır.	<5	<4
1-2	Dişilerin bazıları üreme kapasitesi korumuş; bazıları iptal edilen kapsüle maruz kalarak yumurta akışını gerçekleştirememiş.	40+	>4
3-5	Yumurta meydana gelişimi var fakat hemen hemen tüm dişiler kısır veya verimsiz.	40+	5-6
10+	Yumurta gelişimi durmuş sperm gelişimi başlamış.	-	-
20	Testis kararsız derecede gelişti	-	-
100	Sperm ile sperm bezi en çok etkilenen olmuştur.	-	-

Deniz Çevre Koruma Komitesi (MEPC) toplantısında da ele alınan imposeks konusu gösteriyor ki deniz ekosisteminde ciddi problemler doğurabiliyor. Toplantıda sunulan Tributyltin'in deniz ekosistemine zararlı etkileri Tablo 2'de sunulmuştur (MEPC, 1998).

Tablo 2. Tributyltin'in Deniz Ekosistemine Zararlı Etkileri (MEPC, 1998).

Kabuklularda deformasyonlar	-TBT istiridye kabuklarında kalsiyum metabolizmasını etkileyerek kalınlaşmalara ve deformasyonlara yol açar.
İmposeks (Cinsiyet farklılaşması)	-Özellikle dişi deniz salyangozlarında erkek cinsel özellikler gelişir.
Deniz memelileri	-Yunuslar, balinalar ve denizaslanlarında TBT izleri bulunmuştur. Bu durum TBT'nin besin zincirinde transfer edildiğinin kanıtıdır.
Su ve sediment	-TBT, ışığın (fotoliz) ve mikroorganizmaların (biyolojik bozunma) etkisiyle suda daha az toksik olan di-monobütiltine parçalanabilir. Açık denizlerde ve okyanus sularında TBT kontaminasyonu daha az sorun olarak görülürken daha sonraki çalışmalarda balıklar ve memelilerde TBT birikimine ilişkin kanıtlar gösterilmiştir.

1.6. Önceki Çalışmalar

Türkiye'de deniz salyangozunda (*Rapana venosa*) imposeks görülme oranı henüz rapor edilmemiştir (Düzgüneş vd., 2014). Fakat, ülkemizde üreme, biyo-ekoloji ve avcılığı gibi konularda araştırmalar var olup, yapılan bu çalışmalarda özellikle Trabzon'da erkek bireylerin dişilere göre önemli ölçüde fazla olması bu bölgedeki salyangozlarda

imposeksin olma olasılığını artırmaktadır. Samsun Bölgesi'nde dişi: erkek oranı 1:1 olarak tespit edilmiştir (Sağlam vd.,2008). Trabzon sahilinde yapılan diğer çalışmalarda d: e oranı 1991'de 1:1 (Düzgüneş, 2001), 2000'de 1:1,6 (Emiral, 2003), 2008'de 1:6 (Sağlam vd., 2009), 2010'da 1: 3 (Sürer, 2013) olarak bildirilmiştir.

Ülkemizde deniz salyangozu üzerine yapılmış bazı çalışmalar (Tablo 3)'de özet olarak verilmiştir. Bu çalışmalarda büyüme, üreme, zamansal ve alansal dağılımları, stok tahminleri, larval gelişim ve beslenme özellikleri gibi araştırmalar ele alınmıştır. Ülkemizde deniz salyangozlarında imposeks konusunun ele alındığı bir araştırma bulunmamaktadır.

Tablo 3. Ülkemiz Karadeniz sularında *R. venosa* türünde yapılan imposeks dışında ki bazı çalışmalar

Kaynak	Konu	Tarih
Düzgüneş, E.	Stok	1992
Altınağaç, U.	Avcılık	2002
Sağlam, H.	Biyo-Ekoloji	2003
Seyhan vd.,	Beslenme	2003
Uyan vd.,	Larval gelişim	2003
Şahin vd.,	Büyüme	2005
Sağlam, H., Düzgüneş, E.	Üreme	2007
Sürer, U. Y.	Stok	2013
Aydın, M., Düzgüneş, E.	Avcılık	2016

Diğer ülkelerde deniz salyangozunda imposeks konulu araştırmaların yapıldığı bilinmektedir ve bunların bazılarını bu tezde değinilmiştir.

Gibbs (1999), araştırmasında deniz ortamındaki TBT kontaminasyonunu tespit etmek için hassas bir neogastropod olan *Nucella lapillus*'u biyo-indikatör olarak nasıl kullanılacağını açıklamıştır. Dişilerin TBT ye maruz kalması maskülinizasyona (dişide erkeğe has cinsiyet özellikleri) neden olduğu ve bunu da 'imposeks' olarak adlandırıldığını açıklamıştır.

Chiavarini vd. (2003), İtalya'da Sicilya adası kıyılarında gastropodlardaki imposeks oluşum sıklığını değerlendirmiş, imposeks olayının deniz trafiğinin az olduğu veya doğal deniz koruma alanları içinde kalan bölgelerde daha az olduğunu araştırmasında açıklamışlardır.

Santos vd. (2004), atıksu deşarj sahası çevresinde *Hinia reticulata* türü deniz salyangozu ile yaptığı imposeks çalışmasında, imposeksin kirlilik alanı çevresinde arttığını gözlemlemiştir.

Shi vd. (2005), Çin'in kıyı sularında 1999- 2004 yılları arasında gastropodlarda yapmış oldukları araştırmada 8 aileden 30 türde imposeks oluşumu gözlemlemiştir. İmposeks dişi bireylerde penis şekli ve vas deferensin gelişimi aynı türün erkek bireylerinde de benzer olduğunu ve dişi bireylerde üreme başarısızlığının 13 türde olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, Çin'in kıyı sularında yaygın olarak imposeks görüldüğünü açıklamışlardır.

Mann vd. (2006), Amerika Chesapeake Körfezi'nde *Rapana venosa* türü üzerinde imposeks oluşumu ve cinsiyet hücrelerinin mevsimsel döngüsünü rapor etmiştir. İncelemiş olduğu örneklerde dişi (imposeks dişi+ normal dişi) ve erkek oranının 1:1'den farklı olmadığını belirtmiştir. İmposeks dişi ile normal dişi oranını ise 2:1 olarak rapor etmişlerdir.

Romanya'nın Agige kıyılarında Micu vd. (2009)'nin *Rapana venosa* türü üzerinde yapmış olduğu araştırmada, toplam 134 örneğin %51,87'sinin erkek, %36,84'ünün dişi ve %11,19'unun imposeks dişi birey olduğunu hesaplanmıştır. İncelen tüm imposeks dişi bireyler 2. Evre olarak bildirmişlerdir.

Mohamat-Yusuff vd (2010), Malezya Yarımadası'nın batı sahilindeki liman ve liman dışındaki alanlardan oluşan 6 lokasyondan toplanan *Thais gradata* salyangozlarında 373 bireyden 173 bireyi imposeks dişi olarak tespit etmişlerdir. En yüksek keşfedilen imposeks seviyesi, trafiği yoğun olan Lumut Limanı'nda 5. Evre olarak bildirmişlerdir. Öte yandan, deniz faaliyetlerinin daha düşük olduğu alanlardan toplanan numunelerde, orta derecede imposeks evreleri olan, 2. Evre ve 3. Evre görülürken deniz faaliyeti olmayan bölgede ise 1. Evre olarak rapor edilmiştir.

Sánchez-Marín vd. (2016), *Nucella lapillus* türünde Portekiz kıyı şeridi boyunca, TBT kirleticilerini yasaklayan mevzuattan sonra 2003-2008 yılları arası, imposeksin zamansal eğilimlerini incelemişlerdir. Araştırma döneminde, çalışma alanında imposeks yoğunluğunda belirgin bir düşüş gözlenmiş ve bunu TBT'nin yasaklanmasıyla ortamdaki TBT kirleticilerinin azalması sonucu olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, *N. lapillus* popülasyonu imposeksden halen yoğun şekilde etkilenmektedir. Nedenini ise 2006 yılında kıyı şeridindeki deniz suyunda taze TBT girdileri olduğu ve bu yeni girdilerin 2003 yılından önce uygulanan TBT kirlilik önleyici maddeleri taşımaya devam eden gemilerin varlığı olduğu şeklinde açıklamışlardır.

Bondarev (2015), *Rapana venosa* türünde cinsel karakteristik çeşitlilik ve cinsel farklılaşma üzerine çalıştığı araştırmasında gonadların normal ve anormal renklerini ilk kez fotografik görüntülerle geniş bir yelpazede tartışmıştır. Araştırmasında, *Rapana venosa* gonadlarının renk değişikliğinin mutlaka imposeks durumuna ve kirleticilere bağlı olmayıp, yaşına bağlı olduğunu savunmuştur.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Organokalay bir bileşik olan TBT daha çok tersanelerde kullanılmaktadır. Önceki çalışmalarda da görüleceği üzere deniz salyangozu stoklarında cinsiyet oranındaki değişimler en fazla Trabzon Bölgesi'nde tespit edilmiş ve bu değişime TBT kaynaklı imposeks olayının neden olabileceğine dikkat çekilmiştir. Bu nedenle bu araştırmada imposeks olayının bölgedeki varlığı hipotez olarak ele alınmıştır. Bu amaçla Trabzon, Sürmene, Çamburnu mevkiinde bulunan tersaneler nedeniyle bölgenin sediment yapısında birikebilecek TBT varlığı ve deniz salyangozlarındaki birikim düzeyleri ve etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2.1. Materyal

Trabzon'da yürütülen bu araştırma kapsamında, TBT'nin deniz salyangozları üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla Sürmene ve Of ilçesi arasında belirlenen 5 farklı istasyondan örnekler alınmıştır. Çamburnu ve Of istasyonundan salyangoz örnekleri, tersanelerin bulunduğu Çamburnu mevkiindeki Liman içi, Liman dışı ve Kontrol noktası istasyonlarından ise sediment örnekleri alınmıştır (Şekil 12).



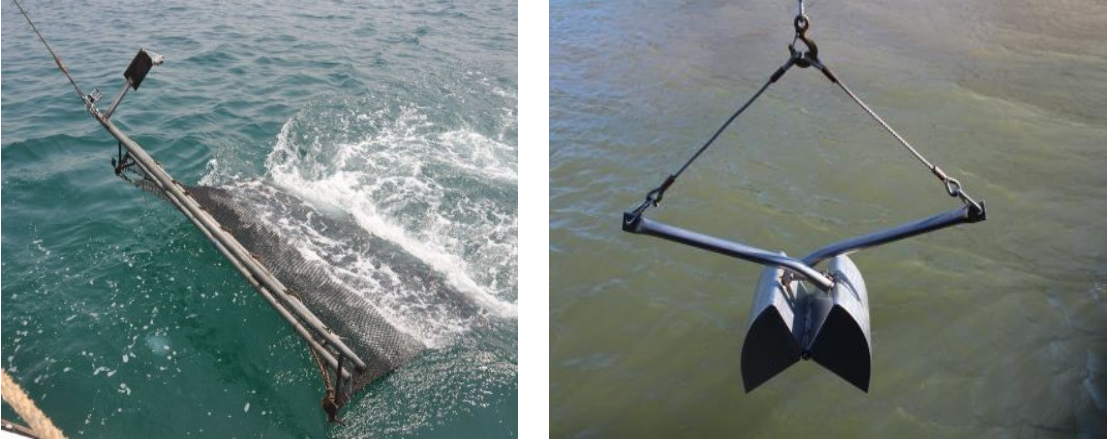
Şekil 12. Araştırmada seçilen istasyonların uydu görüntüsü

Liman içi istasyonu mevcut tersanelere en yakın sediment örnekleme sahasıdır. Liman dışı ise tersane etkisinin daha az olduğu tahmin edilen sediment ve salyangoz örnekleme istasyonudur. Of istasyonundan sadece deniz salyangozu örnekleri alınmıştır. Deniz salyangozlarının deniz suyu sıcaklığına bağlı olarak kıyından açığa ve beslenme bölgelerine, sınırlı olsa da, göçleri nedeniyle TBT kirliliğini gösterebilecekleri öngörülmüştür.

Salyangoz ve sediment örneklerinin alınmasında KTÜ, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi'ne ait 'Yakamoz' adlı araştırma gemisi kullanılmıştır. Salyangoz numuneleri için algarna (direç), sediment numunesi için van veen grab kullanılmıştır (Şekil 13). Temmuz - Ağustos 2014 tarihlerinde kıyından 500-600 m açıkta, yaklaşık 12 m derinliklerden alınan deniz salyangozu örnekleri daha sonra incelenmek üzere dondurucuda saklanmıştır. Temmuzda 411 ve Ağustosta 387 adet olmak üzere toplam 798 adet deniz salyangozu ile 3 farklı sediment örneklenmiştir. Örneklerin alındığı tarih, koordinat, kıyından uzaklık, derinlik ve miktarları (Tablo 4)'te özetlenmiştir.

Tablo 4. Örneklerin temin edildikleri koordinat ve miktarı

Örnekler	İstasyon	Tarih	Koordinat	Kıydan uzaklık (m)	Derinlik (m)	n
Salyangoz	Of	03.07.2014	40°56'23.36"K 40°14'33.83"D	500	12	411
	Çamburnu	06.08.2014	40°55'23.02"K 40°12'17.50"D	600	12	387
Sediment	Liman içi	23.11.2015	40°55'40.56"K 40°12'27.41"D	60	6	1
	Liman dışı	23.11.2015	40°55'40.56"K 40°12'27.41"D	500	12	1
	Kontrol Noktası	23.11.2015	40°55'46.50"K 40°12'29.90"D	700	52	1



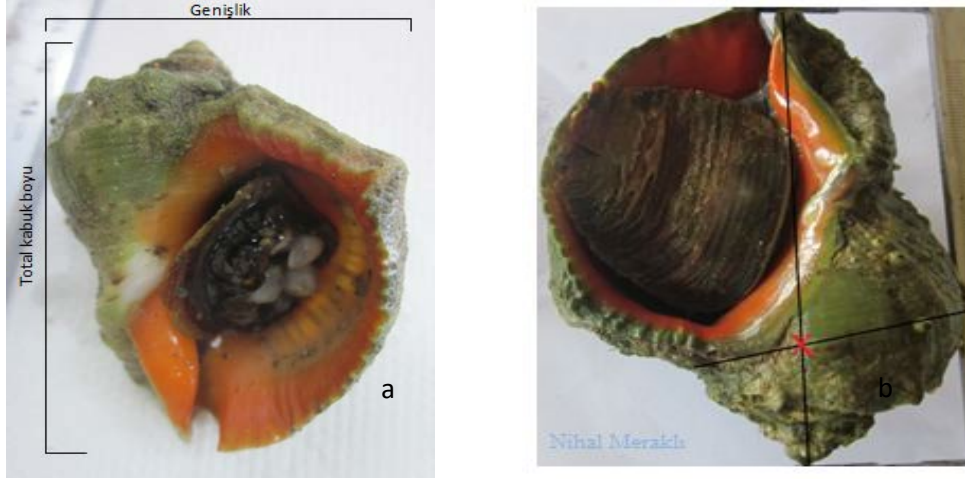
Şekil 13. Algarna ile salyangoz avcılığı (solda), van veen grab ile sediment örneği alımı (sağda)

2.2. Metod

Projenin laboratuvar çalışmaları KTÜ, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Biyoloji Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Dondurulmuş olan deniz salyangozları bir süre bekletilerek çözümleri sağlanmış ve diğer işlemlere geçilmiştir. Tartımdan önce örneklerin üzerine yapışmış durumda olan yosun, kapsül, çamur ve diğer organizmalar varsa temizlenmiştir.

Deniz salyangozunun ağırlığı için 0,01 mm hassasiyetli terazi (SHIMADZU, BL-3200H) ve boyu için 0,01 mm hassasiyetli kumpas kullanılmıştır (Şekil 14).

Biyometrik ölçümleri yapıldıktan sonra deniz salyangozlarında cinsiyet ayrımı yapılmıştır. Dış kabuklar çekiç yardımıyla, Şekil 14' deki işaretli noktadan, kırılmıştır. Yumuşak doku makas yardımıyla kaslardan ayrılmış ve pensle operculumdan tutularak dışarıya çıkarılmıştır. Böylelikle iç organlar dağılmadan çıkarma işlemi tamamlanmıştır. Cinsiyetin belirlenmesinde erkek, dişi ve imposeks dişi özellikleri kriter olarak kullanılmıştır. Dişi bireylerin gonad rengi açık sarı olup vulva ve kapsül bezinin varlığına bakılmıştır. Erkek bireyler, gonad renginin açık kahverengi oluşu ve bir penis varlığı ile kapsül bezi yokluğuna dikkat çekilerek belirlenmiştir. İmposeks dişi bireylerde ise Gibbs vd. (1987) tarafından bildirilen kriterler kullanılmıştır.



Şekil 14. Örneklerde boy, genişlik ölçümleri (a), cinsiyet tayini ve et analizleri için kabuğun kırılma noktası (b)

2. 2. 1. Cinsiyet ve İmposeks Tayini

Gonad rengi 1. Evrede tamamen sarı olup vas deferens varlığı ile normal dişilerden ayrılmaktadır. İmposeks evreleri ilerledikçe gonad rengi pastel turuncu ile koyu turuncu renge kadar değişim göstermektedir. Özellikle küçük dişi bireylerde yeni oluşmuş penisin görülmesinde zorluklar yaşanmıştır, bazılarında hiç görülememiştir.

2.2.1.1. Vas Deferens Dizi İndeksi Belirlenmesi

Vas Deferens Dizisi (VDS), vas deferens oluşumunun imposeks derecesini ifade etmektedir. Kabuğundan çıkarılan her bir deniz salyangozu Gibbs vd. tarafından 1987'de belirlenen VDS göstergesi yardımı ile tüm bireylerde penis ve vas deferens varlığı ya da yokluğu şeklinde inceleme yapılmıştır. Bu incelemeler çıplak gözle yapılmış olup şüphe duyulan bireylerde ışıklı büyüteç ve/veya 40x büyütme binoküler mikroskop kullanılmıştır. Buna göre VDS göstergesi aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

Evre 0: Normal dişide penis ve vas deferens belirtisi yoktur.

Evre 1: Genital papilla yakınında vas deferens gelişmeye başlar.

Evre 2: Penis tabanı bölgesinde içeriye doğru bir penis kıvrımı oluşumu gözlenir ve genital papillaya yakın vas deferens gelişimi devam eder.

Evre 3: Dişide küçük bir penis vardır (1 mm'nin üstünde) ve penis tabanında Vas deferens büyümeye başlar.

Evre 4: Penis ve vas deferens gelişmiştir, uzunluğu erkek bireyle karıştırılabilir.

Evre 5: Genital papilla üzerinde büyüyen vas deferens dokusu vardır ve hyperplasia (doku artışı) olabilir. Ayrıca vulva (dış genital organlar) kapanmıştır.

Evre 6: Dişi bireyin imposeksten aşırı derecede etkilendiği kabul edilir ve kapsül bezinde iptal edilen kapsüller görülmektedir (Şekil 15).

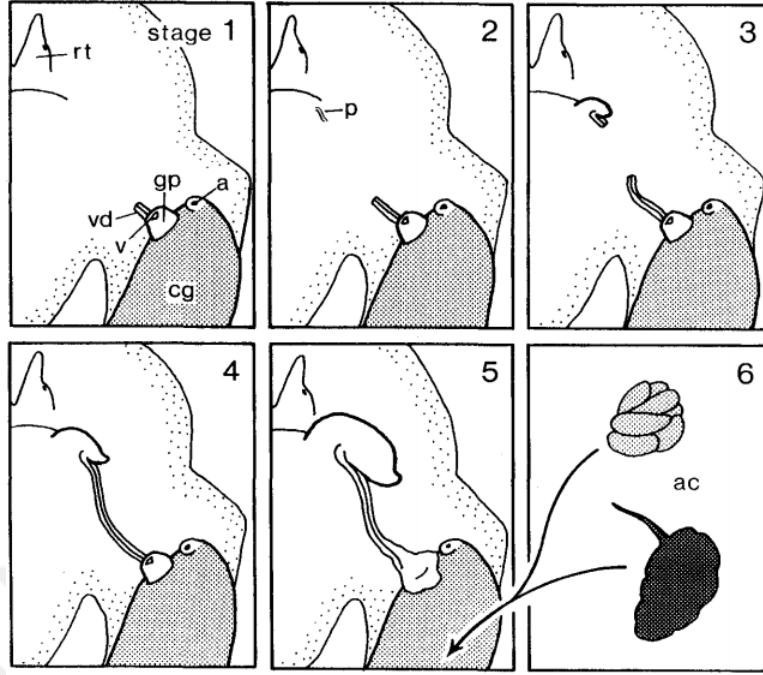
Vas Deferens Dizisi İndeksi (VDSI), yukarıda açıklanan aşamaların ortalamasıdır. Bir VDSI değeri 4'ün altında ise tüm dişilerin üreme kabiliyetine sahip olduğunu; 4 puan ve üzerinde, popülasyondaki bazı dişilerin kısır ve üreme kapasitesinin düşük olduğu; 5 puanın üzerinde bir indeks ise popülasyonun çoğunun veya tamamının kısır olduğunu ve popülasyonun yok olma eğiliminde olduğunu gösterir (Gibbs, 1987) . VDSI değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır:

$$VDSI = \frac{\sum VDS}{F} \quad (1)$$

VDSI: Dereceli vas deferens indeksi

$\sum VDS$: Toplam vas deferens derecesi

F: Toplam imposeks dişi örnek sayısı



Şekil 15. İmposeks gelişim evresi (kısaltmalar: a: anüs; ac: iptal edilen kapsül birikimi; cg: kapsül bezi; gp: genital papilla; p: penis; vd: vas deferens; v: vulva) (Gibbs vd. 1987).

2.2.1.2. Bağlı Penis Uzunluğu (RPL) ve Bağlı Penis Büyüklüğü (RPS) İndeksinin Belirlenmesi

Neogastropodlarda penisin büyüklüğü ve şekli türe göre değişir. İmposeks dişi bireylerin penisi erkek bireylerin penisinden farksızdır. Uzunluk kolay belirlenen bir parametre olup penis uzunluğu 0,01 mm'lik hassas ölçümle yapılmalıdır. 3. Evre ve 4. Evre imposeks için orta düzeyleri ifade ettiğinden penis uzunluğu dikkatlice alınmalı ve özellikle bu evrelerde vas deferens dokusu tarafından yumurta kanalının bozulup bozulmadığına odaklanılmalıdır (Gibbs vd.,1987).VDSI, imposeks yoğunluğunun en iyi göstergesi olduğunu belirten Gibbs vd., (1987), RPL/RPS indekslerinin de faydalı ek veriler sağlayacağını bildirmişlerdir.

Çeşitli deneysel çalışmaların sonucunda penis boyutu hem genç hem de yetişkin bireylerde TBT'ye maruz kalmanın bir göstergesi olarak yükselmektedir (Gibbs ve Bryan, 1994). Dişilerin bağlı penis boyutunu erkekle kıyaslarken, birincisinin ortalama uzunluğu ikincisinin bir yüzdesi olarak ifade edilebilir.

Penisin ağırlığı veya hacmi uzunluğunun küpü ile alakalıdır. Bu yüzden popülasyondaki penis ölçümünün bulunmasında;

$$\frac{(\text{Ortalama dişi penis uzunluğu})^3}{(\text{Ortalama erkek penis uzunluğu})^3} \times 100 \quad (2)$$

formülü kullanılır. Penis indeksinin %50 seviyesinde olması, dişilerdeki penis yoğunluğunun erkeklerdeki yoğunluğun yarısı seviyelerinde olduğunu gösterir (Bryan vd.,1986). İmposeks derecesini tanımlamak için diğer ölçümlerin hesaplanmasıyla artık Bağlı Penis Boyu İndeksi olarak belirlenmiştir (Gibbs vd., 1987).

$$\text{RPLI} = \frac{\text{ortalama dişi penis uzunluğu}}{\text{ortalama erkek penis uzunluğu}} \times 100 \quad (3)$$

3 numaralı formülde %50'lik bir indeks, dişi penisinin ortalama uzunluğunun erkek penisinin yarısı kadar olduğunu gösterir.

$$\text{RPSI} = \frac{(\text{Ortalama dişi penis uzunluğu})^3}{(\text{Ortalama erkek penis uzunluğu})^3} \times 100 \quad (4)$$

4 numaralı formülde %50'lik bir indeks ise dişi penisinin ortalama hacminin (kütle / ağırlık) erkek penisinin yarısı kadar olduğunu gösterir.

Penis boyu ölçümü sırasında deniz salyangozunu kesmeye gerek kalmadan ölçümler yapılmıştır (Şekil 16).



Şekil 16. Penis uzunluğu ölçümü

İmposeks değerlendirmesi yaptıktan sonra TBT analizine göndermek üzere seçili (dişi, erkek ve imposeks dişi) bireyler gruplandırılarak numaralı kilitli torbalar içerisinde tekrar dondurucuya konulmuştur.

2. 2. 2. Tributyltin (TBT) Analizi

Tributyltin (TBT) analizi için numaralandırılmış 24 adet deniz salyangozu örneği ve 3 adet sediment örneği soğuk ve karanlık ortamda hızlı kargo ile laboratuvara gönderilmiştir.

Tributyltin analizi, Lisansüstü Tez Projesi (Proje no:109) kapsamında, “KTÜ, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi” tarafından karşılanmak üzere, anlaşmalı olan akreditasyon belgesine sahip “Nen Mühendislik ve Laboratuvar Hizmetleri Ltd. Şti” tarafından rapor edilmiştir.

Doku örnekleri, heksan: asetik asit: tropolon karışımı (99: 1: 0,1 v/v) kullanılarak ekstre edilmiştir. Parçalama tamamlandıktan sonra numune, az miktarda 12N HCl ile pH2'ye ayarlanmıştır. Asitleştirilmiş numune daha sonra yaklaşık olarak otuz dakika santrifüj işlemine tabi tutulmuştur.

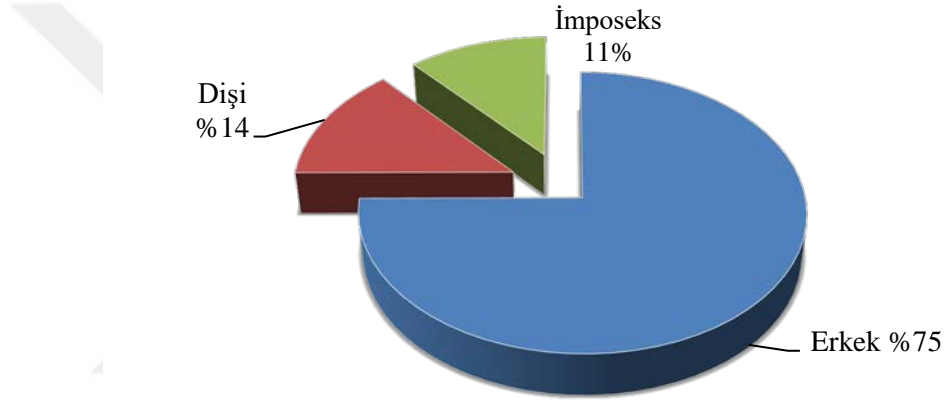
Sediment örneği, bir mikromol (veya daha az) örnek gazlaştırılarak yavaş bir hızla 10^{-5} torr basınçtaki iyonizasyon odacığına gönderilmiştir. İyon kaynağı: örnekteki moleküller, ısıtılan bir flamandan anoda doğru akan bir elektron akımı tarafından, doğrudan veya dolaylı olarak iyonlaştırılmıştır. Kütle Analizörü: 10^{-7} torr basınç altında tutulan analizör tüpünde hızlı hareketli iyonlar kuvvetli bir magnetik alan içine girerler ve alanın etkisiyle eğri bir yol çizerler. Yolun eğrimi (eğrinin çapı) magnetik alanın kuvvetine, iyonların hızına ve kütesine göre değişir. Hızlandırma potansiyeli veya alan kuvveti değiştirilerek kütleleri farklı taneciklerin çıkış slitine odaklanması sağlanmıştır. Dedektör: Çıkış slitinden geçen iyonlar toplayıcı bir elektrot üzerine düşer ve iyon akımı oluşur. İyon akımı yükseltilir. Data Sistemi ve Kayıt: Yükseltelen iyon akım alan kuvveti veya hızlandırma potansiyelinin fonksiyonu olarak kaydedilmiştir.

2. 2. 3. Verilerin değerlendirilmesi

Araştırma sonunda elde edilen veriler MS EXCEL programı yardımı ile hesaplanmış ve istatistiksel analizlerde veri tabanı, ANOVA, χ^2 ve regresyon analizleri kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Yürütülen bu çalışmada, deniz salyangozunda imposeks görülme sıklığını belirlemek amacıyla Çamburnu-Of sahil şeridinde belirlenen istasyondan toplam 798 deniz salyangozu incelenmiş olup bunların 107'si dişi (%14), 599'u erkek (%75) ve 92'si imposeks dişi (%11) olarak belirlenmiştir (Şekil 17).



Şekil 17. Cinsiyete göre yüzde dağılımı (n:798)

İstasyonlar ayrı ayrı incelendiğinde Çamburnu istasyonunda 387 bireyden 292'si erkek (%75), 50'si dişi (%13) ve 45'i imposeks dişi birey (%12); Of istasyonunda 411 bireyden 307'si erkek (%75), 57'si dişi (%14) ve 47'si ise imposeks dişi (%11) olarak bulunmuştur.

Tüm istasyonlarda erkek ve imposeks dişilerin kabuk boyları dişilerden daha fazla bulunmuştur. Çamburnu istasyonunda erkekler, Of istasyonunda ise dişiler ve imposeks dişiler daha uzun kabuk boyuna sahiptirler.

Araştırma süresince temin edilen tüm salyangozların biyometrik ölçümleri yapılmış ve ortalama boy erkeklerde 61,45 mm, dişilerde 45,48 mm ve imposeks dişilerde

51,11 mm çıkarken; ortalama ağırlık erkeklerde 46,65 g, dişilerde 33,99 g ve impanseks dişilerde 38,31 g hesaplanmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Örneklenen deniz salyangozu populasyonu için cinsiyet oranları ve ortalama boy

İstasyon	n			Cinsiyet Oranı	Ortalama boy (mm) (\pm ss)		
	Erkek	Dişi	İmposeks dişi	(D+İ):E	Erkek	Dişi	İmposeks
Çamburnu	292	50	45	1:3,03	62,70 \pm 11,66	43,76 \pm 6,65	46,89 \pm 8,11
Of	307	57	47	1:2,9	60,25 \pm 11,38	46,98 \pm 6,77	55,15 \pm 11,38
Toplam	599	107	92	1:3	61,45 \pm 11,58	45,48 \pm 6,88	51,11 \pm 10,55

(D: Dişi; İ: İmposeks; E: Erkek)

Ortalama boy değerleri dikkate alındığında Of istasyonundaki impanseks dişi bireylerin daha büyük oldukları görülmektedir. Her iki istasyonda da erkeklerin miktarı normal dişi+ impanseks dişilerin 3 katı olarak bulunmuştur. İmposeks dişi ile normal dişi oranı ise 1:1,16 olarak hesaplanmıştır. İstasyonlar ayrı ayrı değerlendirildiğinde; Çamburnu istasyonunda normal dişi+ impanseks dişi ve erkek oranı 1:3,07 iken Of istasyonu için 1:2,95'dir (Tablo 5).

İncelenen iki istasyonda da kabuk boyu/total boy (mm), genişlik (mm), ağırlık (g) ve penis boyu (mm) ortalamaları birbirine çok yakın çıkmıştır. İki istasyon için ortalama boy 58,11 mm, genişlik 43,99 mm, ağırlık 41,88 mm ve penis boyu 16,44 mm'dir (Tablo 6). İstasyonlar ayrı ayrı değerlendirildiğinde tüm örneklere ait kabuk boyu Çamburnu istasyonunda 58,41 mm, Of istasyonunda ise 57,83 mm'dir. Ortalama genişlik ise Çamburnu istasyonunda biraz daha fazla olmak üzere 44,96 mm, Of istasyonunda da 43,07 mm'dir. Ağırlıklar ve penis boyu dikkate alındığında Of istasyonundaki örneklerin ortalama değerleri (42,95 g, 17,31 mm), Çamburnu istasyonu örneklerinden (40,95 g, 15,53 mm) daha fazladır.

Tablo 6. İstasyonlara göre ortalama biyometrik ölçüm değerleri

	TL (mm±ss)	Wd (mm±ss)	W (g±ss)	PB (mm±ss)	n
Çamburnu	58,41±13,14	44,96 ±10,63	40,95 ±26,98	15,53 ±9,24	387
Of	57,83±11,76	43,07 ±9,47	42,95 ±32,73	17,31 ±9,50	411
Toplam	58,11±12,44	43,99 ±10,10	41,88 ±30,07	16,45 ±9,42	798

(TL: Kabuk boyu; Wd: Genişlik; W: Ağırlık; PB: Penis boy)

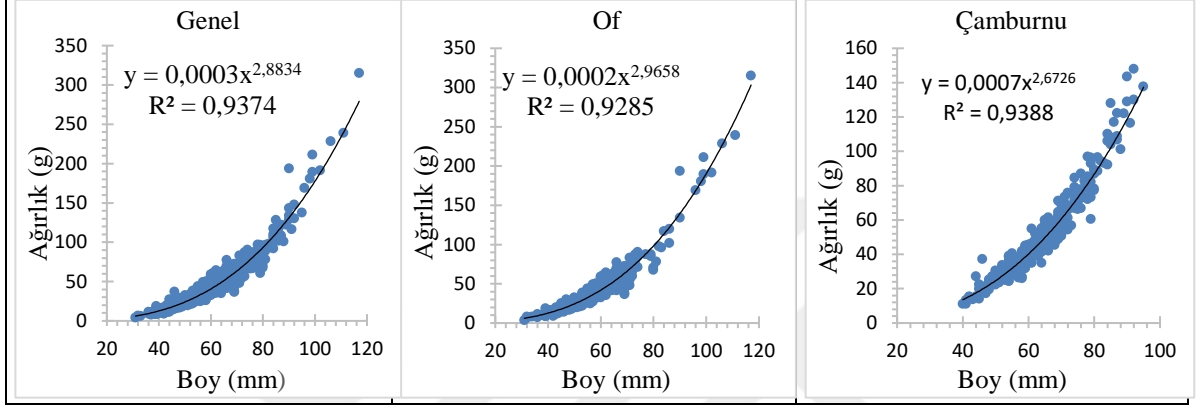
İstasyonlar cinsiyete göre incelendiğinde boyca erkek bireylerin (61,45 mm) imposeks dişi bireylerden (51,11 mm), imposeks dişi bireylerin de dişi bireylerden (45,48 mm) daha büyük olduğu görülmüştür (Tablo 7). Genişlik dikkate alındığında büyüklükler erkeklerde, imposeks dişiler ve normal dişilerde sırasıyla 46,65 mm, 38,31 mm ve 33,99 mm'dir. Vücut ağırlığı bakımından da benzer bir sıralama söz konusudur (48,44 g, 27,98 g, 18,55 g). Tüm örneklerde ortalama 16,45 mm olan penis boyu erkeklerde 20,72 mm, imposeks dişilerde ise 7,74 mm olarak hesaplanmıştır.

Tablo 7. Cinsiyete göre biyometrik ölçüm değerleri

	n	TL (mm±ss)	Wd (mm±ss)	W (g±ss)	PB (mm±ss)
Erkek	599	61,45±11,58	46,65±9,48	48,44±31,21	20,72±4,89
İmposex	92	51,11±10,55	38,31±8,64	27,98±18,18	7,74±10,27
Dişi	107	45,48±6,88	33,99±5,25	18,55±8,58	0±0
Toplam	798	58,12±12,45	43,99±10,1	42,08±30,1	16,45±9,42

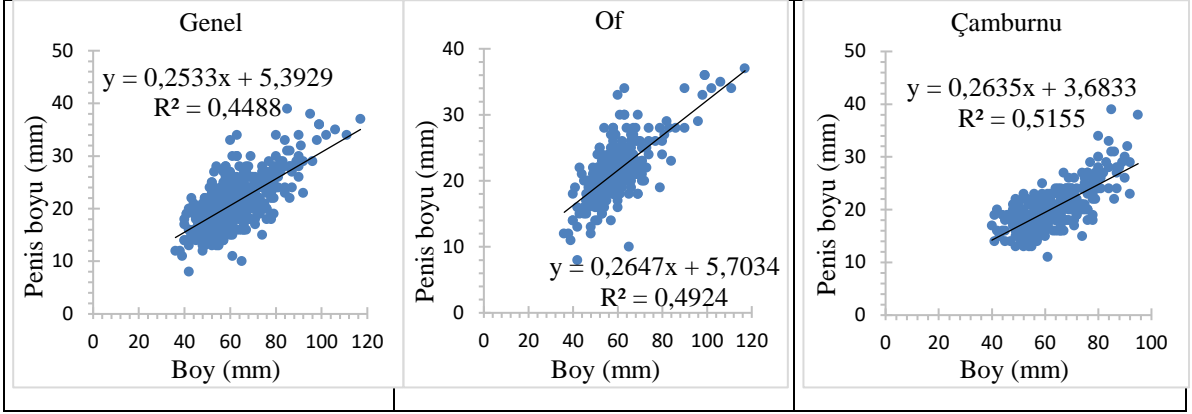
Alınan örneklerde istasyonlara ve cinsiyete göre kabuk boyu (TL)-toplam ağırlık (W), kabuk boyu (TL)-penis boyu (PB) ve penis boyu-ağırlık ilişkileri ayrı ayrı incelenmiştir.

Alınan tüm örnekler göre araştırmadaki deniz salyangozlarında boy-ağırlık ilişkisi $W=0,0003TL^{2,8834}$ şeklindedir. Determinasyon katsayısı (R^2) 0,9374, korelasyon katsayısı (r) 0,9682'tür. Of ve Çamburnu istasyonlarında bu ilişki sırasıyla $W=0,0002TL^{2,9658}$ ($r=0,9636$) ve $W=0,0007TL^{2,6726}$ ($r=0,9689$) olarak bulunmuştur (Şekil 18).



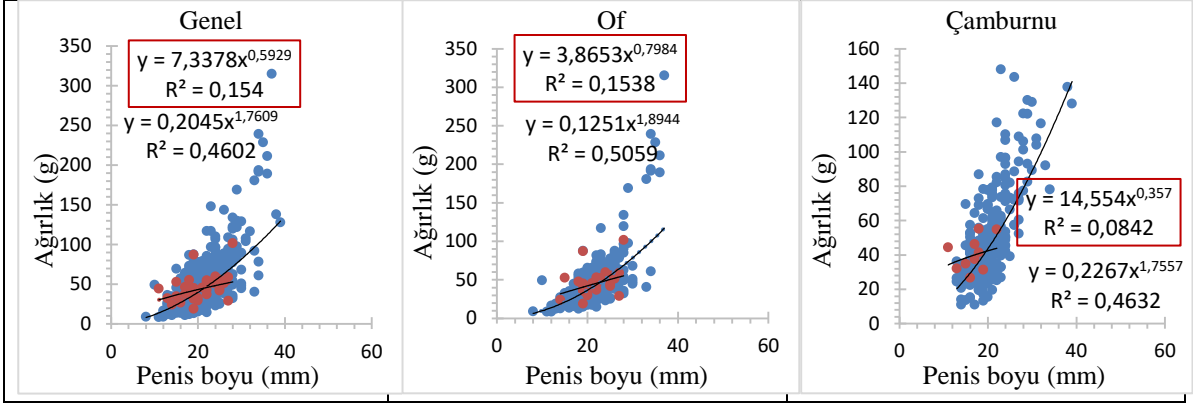
Şekil 18. Boy-ağırlık ilişkisi

İmposeksin önemli bir göstergesi olan dişilerde penis gelişimini vurgulamak ve normal erkeklerle karşılaştırmak amacıyla alınan örneklerde toplam kabuk boyu- penis boyu ilişkisi de araştırılmıştır. Buna göre araştırma sahasından alınan tüm örnekler ile Of ve Çamburnu istasyonu örnekleri ayrı ayrı bulunan doğrusal ilişki denklemleri sırasıyla $PB=5,3929+0,2533TL$ ($r=0,6699$), $PB=5,7034+0,2647TL$ ($r=0,7017$) ve $PB=3,6833+0,2635TL$ ($R^2=0,5155$, $r=0,7180$) şeklinde hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi toplam boyla penis boyları arasında en yüksek ilişki Çamburnu istasyonunda bulunmuştur (Şekil 19).



Şekil 19. Kabuk boyu-penis boyu ilişkisi

Araştırmada deniz salyangozu penis boyu ile ağırlık ilişkileri de hesaplanmıştır. Bu kapsamda incelenmiş olan 599 erkek ve 92 impanseks dişi olmak üzere toplam 691 örneğin 626 adedinde (%91) penis boyu ölçülebilmştir. Erkeklerde her iki istasyonda 4'er adet olmak üzere toplam 8 adet, impanseks dişilerde vas deferens oluşumu başlamasına rağmen penis gelişimi sağlanamayan 57 adet (%62) hariç tutulduğunda hesaplanan penis boyu-kabuk ağırlığı ilişkisi tüm impanseks dişi örnekler için $W=7,3378PB^{0,5929}$ ($r=0,3873$) ve erkekler için $W=1,7609PB^{0,2045}$ ($r=0,6784$) şeklinde üssel ilişki denklemi ile ifade edilmiştir. Bu ilişki Of istasyonunda impanseks dişilerde $W=3,8653PB^{0,7984}$ ($r=0,3922$), erkeklerde $W=0,1251PB^{1,8944}$ ($r=0,7134$) iken Çamburnu istasyonunun da impanseks dişiler için $W=14,554PB^{0,357}$ ($r=0,2902$), erkekler için $W=0,2267PB^{1,7557}$ ($r=0,6806$) olarak hesaplanmıştır (Şekil 20). Buna göre deniz salyangozu penis boyu ile ağırlık arasında çok zayıf bir ilişki söz konusudur. Her iki istasyonda da salyangoz ağırlığından penis boyunu tahmin etmek oldukça başarısız bir sonuç verecektir.

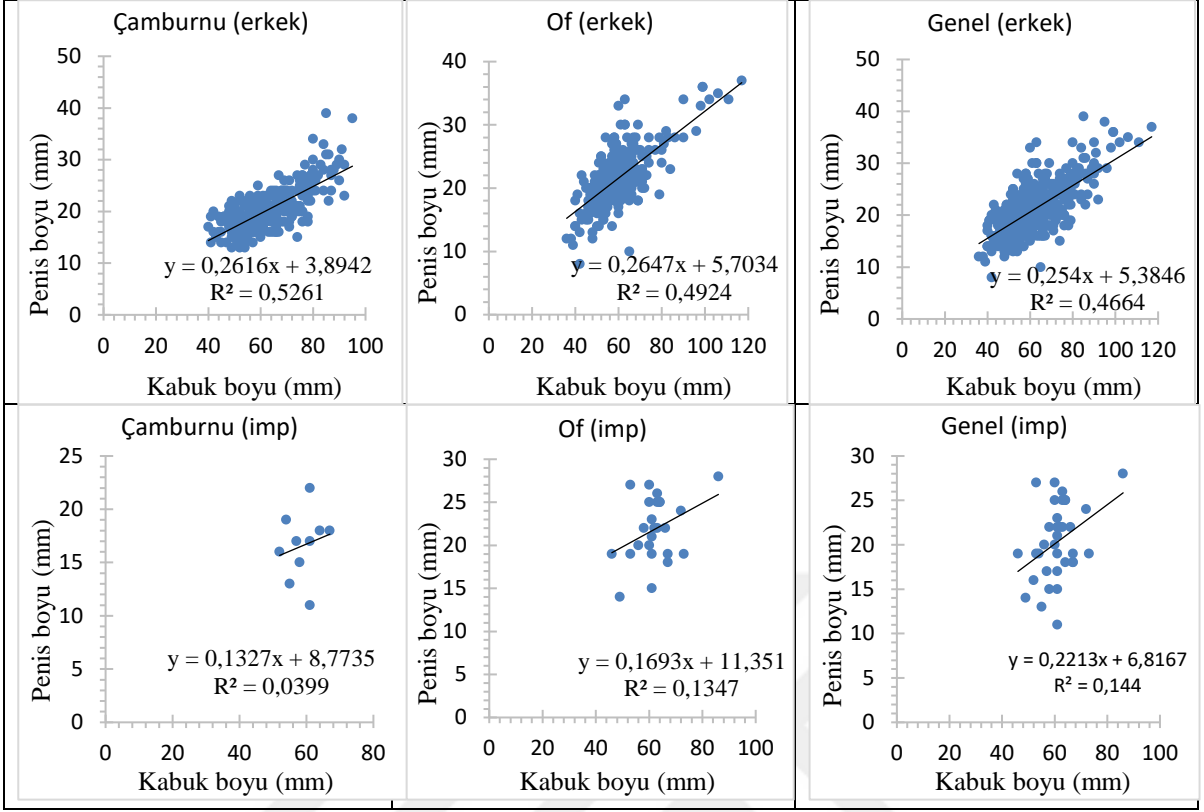


Şekil 20. Penis boyu-ağırlık ilişkisi (• Erkek birey ve • İmposeks dişi birey)

Diğer taraftan doğrusal bir denklem ile ifade edilen kabuk boyu-penis boyu arasındaki ilişki daha kuvvetlidir. Penis boyu ölçülebilen tüm erkek örneklerde bu ilişki $PB=5,3846+0,254TL$ ($r=0,6826$) şeklindedir. İstasyonlar dikkate alındığında bulunan ilişki denklemleri Çamburnu ve Of istasyonlarında sırasıyla $PB=3,8942+0,2616TL$ ($r=0,7253$) ve $PB=5,7034+0,2647TL$ ($r=0,7017$) bulunmuştur. Buna göre en yüksek ilişki Çamburnu örneklerine aittir (Şekil 21).

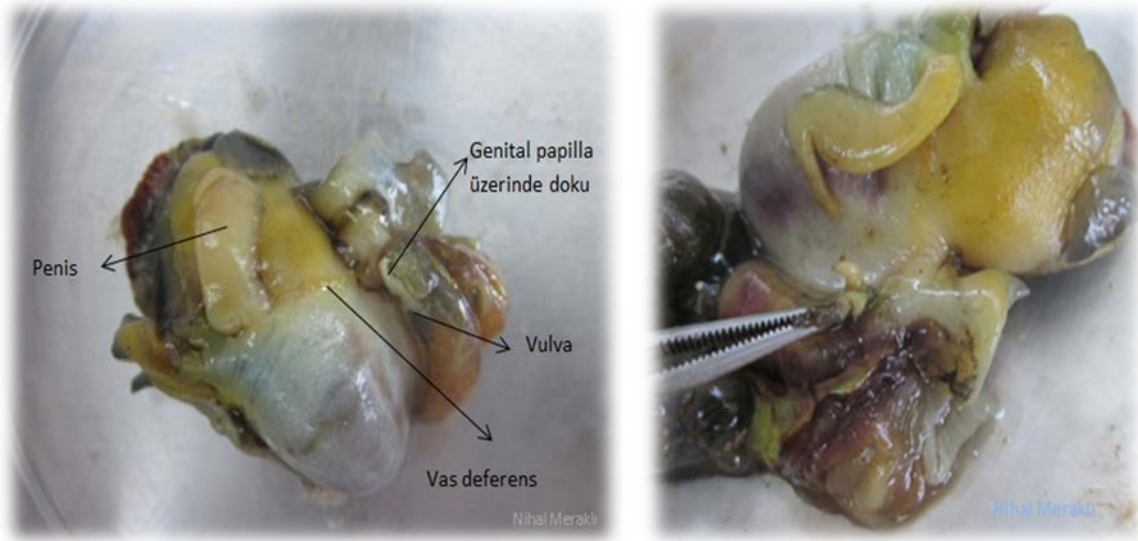
İncelenen impanseks dişilerde kabuk boyu-penis boyu ilişkisi genel, Çamburnu ve Of istasyonları için sırasıyla $PB=6,8167+0,2213TL$ ($r=0,3795$), $PB=8,7735+0,1327TL$ ($r=0,1998$) ve $PB=11,351+0,1693TL$ ($r=0,3670$) şeklindedir (Şekil 21). Bu bulgulara göre kabuk boyu-penis boyu ilişkisi impanseks gelişimi olan dişilerde oldukça düşüktür. Of istasyonundaki ilişkinin Çamburnu istasyonuna göre yaklaşık 3,5 kat oranında daha kuvvetli bulunması dikkat çekmektedir.

İmposeks olayı deniz canlılarında 7 farklı evrelerde incelenmektedir. Vas deferens dizi oranlarına göre belirlenen bu evrelere bağlı olarak araştırmada genel 5 evre tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre normal dişilerden oluşan 0. Evre Çamburnu istasyonunda % 52,6, Of istasyonunda ise %54,8 oranında temsil edilmiştir. Çamburnu istasyonunda impanseks dişi 45 bireyden 35 birey 1. Evre (%78) olarak belirlenirken Of istasyonunda toplam impanseks dişi 47 bireyden 22 bireyi 1. Evre (%47) olarak tanımlanmıştır.



Şekil 21. Erkek ve imposeks dişi bireylerde kabuk boyu- penis boyu ilişkisi

2. Evre , “Penis tabanı bölgesinde içeriye doğru bir penis kıvrımı oluşumu gözlenir” şeklinde tanımlanmasına karşın incelenen örneklerde bu evre tam olarak tespit edilememiştir. Çamburnu istasyonunda 3. Evrede %4,2, Of istasyonunda ise %4,8 oranında imposeks dişiye rastlanmıştır. Penis boyunun daha fazla olduğu 4. Evrede gözlenen imposeks dişi bireyler Of istasyonunda %17,3, Çamburnu istasyonunda ise %6,3 düzeyindedir. Genital papilla üzerinde büyüyen vas deferens dokusu ve doku artışı (hyperplasia) nedeniyle vulvanın (dış genital organlar) kapanmasıyla tanımlanan 5. Evre ve daha sonraki 6. Evrede teşhis güçlükleri yaşanmıştır. Araştırmada 5. Evrede sadece 2 örnek belirlenmiştir (Of istasyonu). Laboratuvar çalışmalarında imposeks dişi bireylerde genital papilla üzerine gelişen vas deferens ile vulvayı kapatmaya çalışan doku görülmeye çalışılmıştır. Örneğin bu tespite göre 5. Evre olarak tanımlanan bireye ait görünüm Şekil 22’de verilmektedir.



Şekil 22. İmposeks dişi 5. Evre birey (L:73,00 mm, W:87,25 g, P.boyu:19,0 mm)

6. Evrede herhangi bir örnek teşhisi yapılamamıştır (Tablo 8). İstasyonlara göre imposeks dişi bireylerin tümüne ait farklı safhalar ve VDS göstergeleri Ek Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 8. Toplam Vas deferens dizi oranları (VDS)

Evre	Çamburnu İstasyonu (n=95)	Of İstasyonu (n=104)	Genel (n=199)
0	50 (%52,6)	57 (%54,8)	107 (%53,77)
1	35 (%36,9)	22 (%21,2)	57 (%28,65)
2	---	---	---
3	4 (%4,2)	5 (%4,8)	9 (%4,52)
4	6 (%6,3)	18 (%17,3)	24 (%12,05)
5	Tespit edilemedi	2 (%1,9)	2 (%1,01)
6	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi

Gibbs vd. tarafından 1987'de belirlenen VDS ve RPSI göstergelerinden yararlanılarak aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır. Bunlar;

-Vas Deferens Dizi İndeksi: Penis boyunun sıfır olduğu imposeks dişilerin de dâhil edildiği VDSI Çamburnu istasyonu için 1,58, Of istasyonu için 2,53 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler dişi bireylerin her iki istasyon için de üreme yeteneklerini yitirmemiş dişilerden oluştuğunu, popülasyonun normal eğilim süreci içinde olduğunu göstermektedir.

-Bağlı Penis Büyüklüğü (RPSI) ve Bağlı Penis Uzunluğu (RPLI) İndeksleri: İmposeks dişilerde gelişen penis boyu ortalamasının erkek penis boyu ortalamasının küpü ve nominal değerine olan oranı şeklinde hesaplanan RPS ve RPL indeksleri Çamburnu ve Of istasyonlarında sırasıyla %0,601 ve %18,2; %14,44 ve %53,6 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre Of istasyonundaki dişiler daha uzun penis gelişimine maruz kalmışlardır. Çamburnu istasyonundaki imposeks dişi örnekleri daha çok ilk gelişme evrelerindeki bireylerden oluşmaktadır.

- Tributlytin (TBT) birikimi: Kimyasal analizlerdeki yüksek maliyetler ve proje bütçesi dikkate alınarak çalışma sahasında örneklerin sadece bir kısmına ait doku örnekleri ile dip çamuru örnekleri analiz edilmiştir. Buna göre Of istasyonunda 12 adet, Çamburnu istasyonunda 12 adet olmak üzere farklı imposeks gelişme evrelerine ait 24 adet doku örneği ile Çamburnu istasyonundan alınan 3 adet sediment örneğinde TBT analizleri yapılmıştır.

Yapılan analizlere göre Of istasyonundaki seçili bireylerde TBT birikiminin 0 evresinde dişi bireylerde en yüksek değer (168 ng/g) olduğu görülmüştür (Tablo 9). 1, 4 ve 5. Evrelerde ise TBT değerleri sırasıyla 138 ng/g, 142 ng/g ve 183 ng/g olarak ölçülmüştür. Tüm evreleri dikkate alarak hesaplanan ortalama TBT değeri 151 ng/g. Of istasyonundaki örneklemeden elde edilen erkeklerde ise TBT değeri daha az olmak üzere 105 ng/g olarak hesaplanmıştır (Tablo 9).

Tablo 9. Of istasyonundan alınan bazı örneklerin TBT değerleri

Cinsiyet	Evre	Analiz örnek sayısı (n)	Boy (cm)	Yaş Ağırlık (g)	Ölçülen TBT değeri (ng/g)
Dişi	0	2	5,8±0	10,97±0,35	167,9±125,44
	1	4	5,5±0,74	10,69±4,13	137,72±25,65
İmposeks	4	2	5,6±1,41	13±8,31	141,7±47,94
	5	1	7,3	30,26	182,5
Erkek	-	3	8,23±2,51	39,69±36,94	104,5±25,12

Çamburnu istasyonunda TBT değerleri genel olarak dişi ve imposeks dişilerde biraz daha yüksek değerler göstermiştir. Örneğin 0 evresinde dişilerde 172 ng/g, imposeks 1. Evrede 149 ng/g, 3. Evrede 159 ng/g, 4. Evrede 127 ng/g olmak üzere ortalama 156 ng/g'dır. Çamburnu istasyonundaki erkekler de ise tespit edilen TBT miktarı ortalama 163 ng/g olarak hesaplanmıştır (Tablo 10).

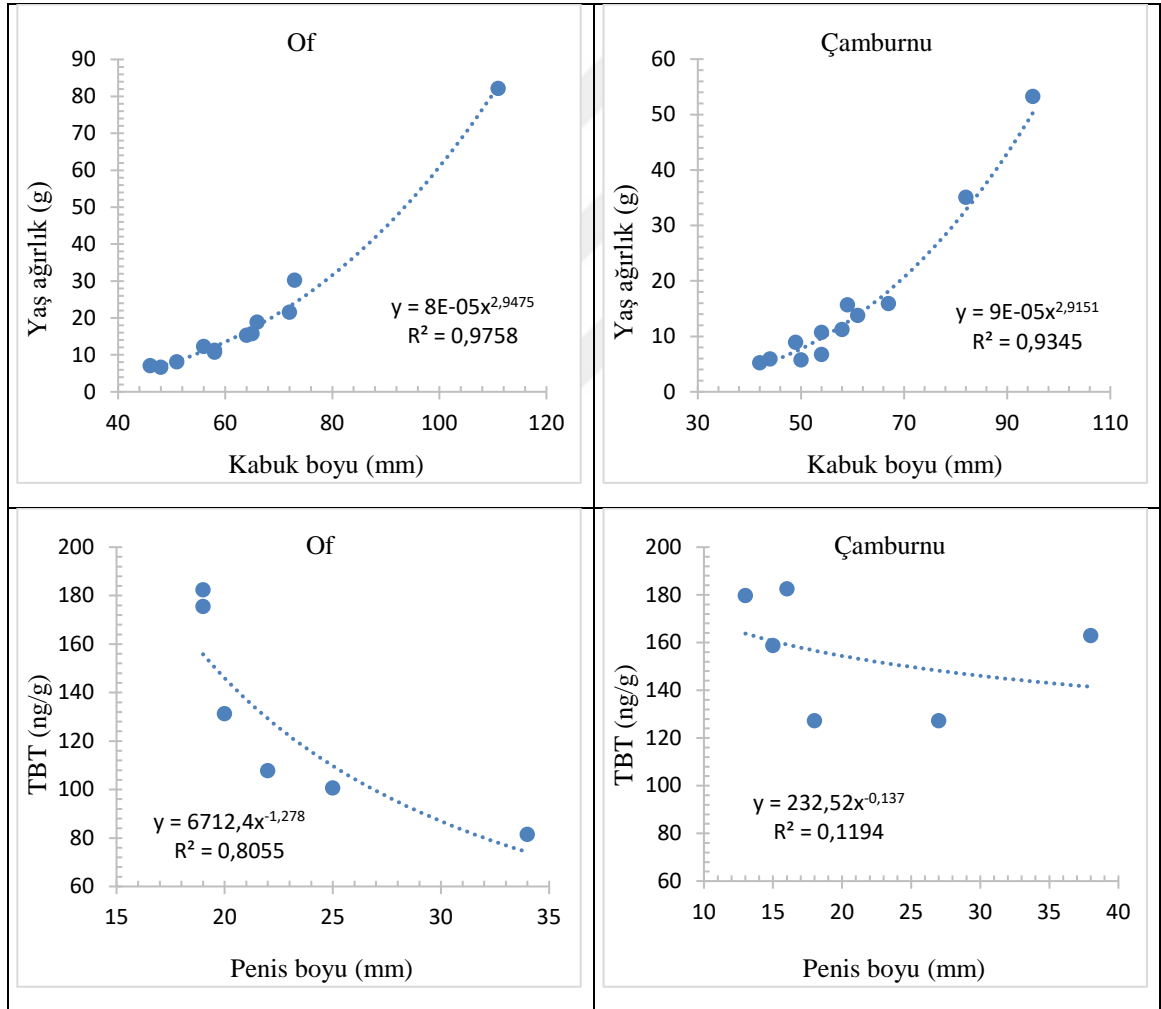
Tablo 10. Çamburnu istasyonundan alınan bazı örneklerin TBT değerleri

Cinsiyet	Evre	Analiz örnek sayısı (n)	Boy (cm)	Yaş Ağırlık (g)	Ölçülen TBT değeri (ng/g)
Dişi	0	3	5,4±1,04	11,56±5,57	171,77±30,48
	1	3	4,93±0,50	6,17±0,52	148,57±50,33
İmposeks	3	1	5,8	11,22	158,8
	4	1	6,7	15,94	127,2
Erkek	-	4	7±2,21	27±21,19	163,15±25,41

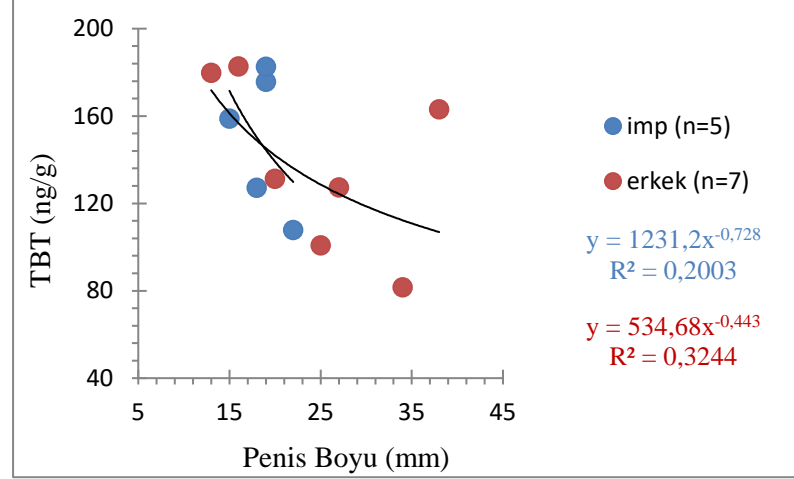
TBT analizleri gerçekleştirilen Of ve Çamburnu istasyonlarına ait deniz salyangozu örneklerinde kabuk boyu (TL)- yaş ağırlık (YA) ve penis boyu-TBT değeri ilişkileri Şekil 23'te verilmiştir. Buna göre Of istasyonundan alınan örneklerde kabuk boyu-yaş ağırlık ilişkisi $YA=0,000008TL^{2,9475}$ ($r=0,9878$), $TBT=6712,4PB^{1,278}$ ($r=0,8975$); Çamburnu istasyonunda ise kabuk boyu-yaş ağırlık ilişkisi $YA=0,000009TL^{2,9151}$ ($r=0,9667$),

TBT=232,52PB^{-0,137} (r=0,3455) şeklinde elde edilmiştir. Görüldüğü gibi Of istasyonundaki söz konusu ilişkiler Çamburnu istasyonundaki analiz edilen salyangozlara göre daha yüksek korelasyon değerlerine sahiptir.

İmposeks dişi bireyler ile erkek bireylerde Penis boyu-TBT ilişkisini incelediğimizde sırasıyla bu ilişki TBT=1231,2PB^{-0,728} (r=0,4475), TBT=534,68PB^{-0,443} (r=0,5695) şeklinde elde edilmiştir (Şekil 24). Hem erkek bireyler hem de imposeks dişi bireylerde Penis boyu-TBT ilişki korelasyonu orta değerde olduğu görülmüştür.

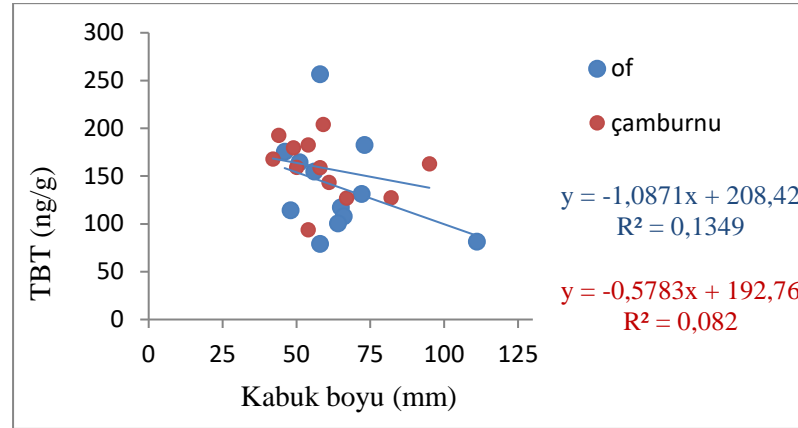


Şekil 23. Of ve Çamburnu istasyonlarında TBT analizleri gerçekleştirilen örneklerin kabuk boyu-yaş ağırlık ve penis boyu-TBT ilişkisi



Şekil 24. İmposeks dişi ve erkek bireylerde Penis boyu-TBT ilişkisi

TBT analizleri gerçekleştirilen Of ve Çamburnu istasyonlarına ait deniz salyangozu örneklerinde kabuk boyu (TL)-TBT ilişkileri Şekil 25'te verilmiştir. Buna göre Of istasyonundan alınan örneklerde kabuk boyu-TBT ilişkisi $TBT=208,42-1,0871TL$ ($r=0,3673$) şeklinde elde edilmiştir. Bu değer Çamburnu istasyonu için $TBT=192,76-0,5783TL$ ($r=0,2863$) şeklindedir. İki istasyon için de söz konusu ilişkiler zayıf korelasyon değerine sahiptir.



Şekil 25. İstasyonlara göre Kabuk Boyu-TBT ilişkisi

Alınan sediment örneklerinde yapılan analizlere göre TBT düzeyi liman içinde 450 ng/g, liman dışı 199,5 ng/g ve kontrol noktası için seçilen bölgede ise 288,7 ng/g olarak bulunmuştur (Tablo 11). Kontrol noktası için seçilen bölgenin TBT oranının yüksek çıkması bölgede dip akıntıları etkisiyle sediment taşınımına maruz kalması şeklinde açıklanabilir. Bütçe kısıtlılığından dolayı yeterli istasyon seçilememiş, sadece belirlenen bölgelerde alınan örneklerde TBT analizleri gerçekleştirilmiştir.

Tablo 11. Sedimentte TBT analiz sonuçları

	Liman içi (L_i)	Liman dışı (L_D)	Kontrol noktası (K_N)
TBT (ng/g)	450,2	199,5	288,7

4. TARTIŞMA

Ülkemizde deniz salyangozunda imposeks gelişimiyle ilgili herhangi bir araştırma bulunmamaktadır. KTÜ, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi'nde 1990'lı yılların başından itibaren günümüze kadar yürütülen çeşitli araştırmalarda önceden 1:1 oranında dişi ve erkek dağılımı gözlenirken son yıllarda dişilerin 3 katı oranında (1:3) erkek birey olduğu görülmüştür. Cinsiyet oranlarındaki bu değişime ortamdaki TBT kalıntısının neden olabileceği ön görülerek bu proje geliştirilmiştir. Akredite bir laboratuvarında gerçekleştirilen analizler sonrasında gerek dokularda ve gerekse deniz salyangozunun yaşadığı sedimentte TBT varlığı kanıtlanmış ve TBT düzeylerinin daha önceden farklı bölgelerde yapılmış diğer araştırma sonuçlarına göre daha yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır (An vd., 2013; Dahl-Hansen, 2009). Diğer taraftan TBT kirliliğinin fazla olduğu ön görülen Sürmene-Çamburnu tersaneler bölgesinin tarihsel etkisiyle Çamburnu istasyonu ve yaklaşık 4-5 km daha doğuda yer alan Of istasyonundan örnek alınması tercih edilmiştir. Buna göre Çamburnu istasyonundan elde edilen deniz salyangozları örneklerine ait doku analizlerinde TBT düzeyi Of örneklerinden 5 ng/g daha yüksek çıkmıştır. Buna karşın sedimentteki TBT değerleri, tersane bölgesi olarak bilenen Çamburnu liman içinde 450 ng/g, liman dışında ise 200 ng/g olarak bulunmuştur. Bu sonuç tersanelerde antifouling amacıyla gemi dış yüzeylerinin boyanmasında kullanılan TBT (organokalay) içerikli boyaların yasaklanmış olmasına rağmen hala liman içlerinde etkin oluşu, Liman dışına çıktıkça (500 m açıktaki, 12 m derinlikte) konsantrasyonun azaldığını göstermektedir. Buna karşın Kontrol noktası olarak seçilen kıyadan 700 m açıktaki ve 50 m'nin üzerinde derinlikteki istasyonda TBT düzeyinin Liman dışı istasyonundan daha yüksek TBT düzeyine sahip olması (289 ng/g) dikkat çekmektedir. Bunun bir nedeni bölgedeki sediment hareketleri olabilir. Ancak sedimentte TBT kirliliğinin daha iyi araştırılması için daha kapsamlı araştırmaların yürütülmesinde yarar vardır. Tamamlanan ön çalışma niteliğindeki bu araştırma ile sediment ve deniz salyangozu dokularında (biota) TBT'nin varlığı kanıtlanmış ancak sedimentteki yayılım alanlarının daha geniş alanlarda, daha çok istasyondan alınacak sediment örnekleri üzerinden araştırılması uygun olacaktır.

Bu araştırma ile deniz salyangozlarında cinsiyet dönüşümüne TBT'nin neden olduğu ortaya konmuştur. 1980'li yıllarda gerek deniz salyangozu av miktarı ve gerekse

avlanan deniz salyangozlarının büyüklüğü son yıllara göre daha fazla olduğu bildirilmektedir (Düzgüneş, 2001). Bu neden ile deniz salyangozu avcılığı daha çok Samsun-Terme bölgesinde yapılmaktadır. Yapılan araştırmalar da (Sağlam vd., 2008) bu bölgedeki av verimliliğini ve ortalama salyangoz büyüklüğünün fazlalığını göstermektedir.

Bu araştırma ile Trabzon'un ilçesi Sürmene kıyılarında TBT varlığı kesinlik kazanmış ve TBT'nin neden olduğu imposeks evrelerinin gelişim gösterdiği sonucuna varılmıştır. 798 adet bireyin incelendiği bu araştırmada %11 oranında imposeks dişi birey gözlenmiştir. Bu sonuç, Karadeniz'e kıyısı olan Romanya'nın Agige kıyılarında (Micu vd., 2009) *Rapana venosa* üzerinde yapılan araştırmada bulunan %11,19 oranında imposeks dişi birey sonucu ile benzerlik göstermektedir. Söz konusu araştırmada imposeks dişilerin tümü 2. Evre'de oldukları belirlenirken yürüttüğümüz araştırmada daha ileri evrelerde (3, 4, ve 5. Evre) örneklerin bulunmuş olması bölgemizdeki TBT etkisinin daha fazla olduğunun bir göstergesidir. Diğer taraftan her iki araştırmada farklı teşhis yöntemlerinin kullanıldığı da belirtilmemiştir. Micu vd. (2009) araştırmalarını gonadlardan histolojik kesitler alarak yaparken bu araştırmada ise Gibbs vd. (1987) tarafından önerilen VDS göstergesi yöntem olarak uygulanmıştır. Günümüzde uluslararası bilimsel araştırmalarda daha çok VDS indeksi tercih edilmektedir (Gibbs, 1986).

Mann vd. (2006), Amerika'nın Chesapeake Körfezi'nde aynı deniz salyangozları üzerinde yaptıkları araştırma sonucuna göre normal dişi+ imposeks dişi: erkek oranının 1:1'den farklı olmadığını bildirmiş ve imposeks dişi ile normal dişi oranını 2:1 olarak kaydetmiştir. Bu araştırmada ise normal dişi+ imposeks dişi: erkek oranı 1:3,03 ve imposeks dişi ile normal dişi oranını 1:1,13 olarak bulunmuştur. Bu verilere göre Chesapeake Körfezi deniz salyangozu popülasyonunda Karadeniz'den daha geç işgale maruz kalmasına rağmen imposeks etkisinin daha fazla olduğunun, bu sonucun da muhtemelen daha fazla TBT kirliliğinin etkin olduğunun bir göstergesidir. Ayrıca imposeks dişi: normal dişi oranının bölgemizdeki orandan daha yüksek olması da bu sonucu desteklemektedir. Mann vd. (2006) kabuk boylarını hem imposeks dişilerde hem de erkeklerde yaklaşık aynı ortalama ölçülerde bulmuştur. Bu araştırmada ise erkekler (61,5 mm) dişilerden (51,1 mm) ortalama 10 mm daha büyük bulunmuştur. Ağırlık bakımından da erkekler imposeks dişilerden ortalama 8 g daha ağırdır. Hesaplanan VDS indeksinin 4'ün altında bulunmuş olması bölgemizdeki üreme faaliyetlerinin söz konusu araştırmada olduğu gibi devam etmekte olduğunun bir göstergesidir.

Mohamat vd. (2010), Malezya Yarımadası'nın batı sahilindeki liman ve liman dışındaki alanlardan oluşan 6 lokasyondan toplanan *Thais gradata* türü deniz salyangozlarında 373 adet bireyden 173 adet bireyi imposeks dişi olarak tanımlamışlardır. İmposeks oranı hesaplandığında %46 olan imposeks dişi düzeyi, bu araştırmada incelenen toplam 798 adet bireyin 92 adedinde görülen imposeks dişi oranı dikkate alındığında hesaplanan orandan (%11,4) yaklaşık dört kat daha fazladır. Bunun nedeni Malezya kıyılarının Karadeniz kıyılarından daha kirli olmasıyla açıklanabilir. Söz konusu araştırmada en yüksek tanımlanan imposeks seviyesi 5. Evre, deniz trafiği yoğun olan Lumut Limanı'nda VDS indeksi en yüksek 4,07 ve en düşük 0,64 ile Sungai Sebatu Limanı'nda tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada Bağıl Penis Boyu Endeksi (RPLI) %56,35 olarak hesaplamıştır. Bu araştırmada ise Çamburnu istasyonunda VDS indeksi 1,58, RPL indeksi ise %18,2; Of istasyonunda ise VDS indeksi 2,53, RPL indeksi de %54 olarak hesaplanmıştır. Buna göre araştırma sahasındaki VDS indeksi her iki istasyonda da söz konusu araştırmadan daha düşük, öte yandan RPL indeksi Of istasyonunda Malezya'ya yakın, Çamburnu istasyonunda ise 1/3 oranında daha düşük olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerdeki farklılık, Malezya'daki örnekleme bölgelerindeki deniz ulaşım faaliyetleri ile deniz kirliliğinin daha yoğun olması ile açıklanabilir. Buna ek olarak adı geçen araştırmada deniz faaliyetinin yoğun olduğu istasyonlarda daha çok orta derece imposeks (2. Evre ve 3. Evre) evreleri görülürken deniz faaliyeti olmayan bölgede ise sadece 1. Evre imposeks tespit edilmiştir. Araştırmamızda da 1. Evre Çamburnu istasyonunda daha fazla olmak üzere (%37), her iki istasyonda ortalama %29 olarak tespit edilmiştir. Araştırmada 2. Evre'ye rastlanmamış olup 3. Evre ortalama % 4,52, 4. Evre ise Of istasyonunda daha yüksekken ortalama %12,05 ile temsil edilmiştir. Çamburnu istasyonunda 5. Evre görülemezken Of istasyonunda %1,9 oranında imposeks dişi bulunmuştur. Her iki istasyonda da 6. Evre'deki bireylere rastlanılmamıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma ile elde edilen en önemli iki sonuç şu şekilde açıklanabilir:

- Araştırma sahasında büyük bir olasılıkla tersanelerde kullanılan gemi boyaları kaynaklı TBT kirliliği söz konusudur. Organokalay bileşikli boyaların yasaklanmış olmasına rağmen yarılanma ömürlerinin uzunluğu nedeniyle sedimentteki kalıntıların çevreye olumsuz etkileri hala devam etmektedir.

- Sedimentteki TBT, deniz salyangozu populasyonunda cinsiyet oranlarını önemli ölçüde etkilemiş, imposeks nedeniyle deniz salyangozlarının üreme hızlarında yavaşlamaya neden olmuştur. Bunun bir sonucu olarak önceleri Trabzon başta olmak üzere Doğu Karadeniz’de yaygın olarak sürdürülen deniz salyangozu avcılığı Orta Karadeniz’de Samsun-Terme bölgesine kaymıştır.

Araştırmanın diğer sonuçları özetlenirse; deniz salyangozunda (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) Sürmene-Çamburnu bölgesinde imposeks için örneklerde vas deferens dizisi ile imposeks görülme oranları belirlenmiş ve doku ve sedimentte TBT analizi yapılmıştır. İncelenen 798 adet deniz salyangozunda %14’ü dişi, %75’i erkek ve %11’i imposeks dişi olduğu tespit edilmiştir. Cinsiyet oranları (D+İ): E değeri 1:3; ortalama VDSI 2,1; ortalama RPSI %9,5 ve ortalama RPLI %34’dur. Of istasyonundaki seçili bireylerde TBT değeri 79,20-256,60 ng/g; Çamburnu istasyonundaki seçili bireylerde TBT değeri 93,80-204,00 ng/g arasında sonuçlanmıştır. TBT liman içinde 450 ng/g, liman dışı 199,5 ng/g ve kontrol noktası için seçilen bölgede ise 288,7 ng/g olarak hesaplanmıştır. Kontrol noktası için seçilen bölgenin TBT oranının yüksek çıkması muhtemel bölgenin fazla açıklarda olmayıp liman çevresine yakın olduğundan dip akıntıları etkisiyle sediment taşınımına maruz kalması şeklinde açıklanabilir. Seçilen iki istasyon için populasyonu etkileyecek derecede imposeks gelişmemiştir.

Türkiye’de tüketilmemesine rağmen son yıllarda su ürünleri ekonomisine kattığı değer ile büyük bir öneme sahip olan deniz salyangozu göz ardı edilemeyecek bir tür haline gelmiştir. Bu tür üzerinde ülkemizde her ne kadar azımsanamayacak sayı ve nitelikte araştırma mevcut olsa da populasyonun kirlilik nedeni ile kısırlaşması sonucu azalabilir konusu üzerinde hiç çalışma yapılmamıştır. Bu araştırma, deniz salyangozu

stoklarının sürdürülebilirliğin işletilmesi için önem taşımaktadır. Gemi boyalarında çok eski tarihlerden beri kullanılmakta olan boyaların bünyesinde bulunan TBT'nin kullanımı diğer bentik canlılarda olduğu gibi deniz salyangozlarında da populasyon gelişimini etkilemekte, bunun yanında akuatik ortamda yaratılan kirlenme, diğer deniz canlılarını da etkilediği için dünyadaki tüm ülkelerini ilgilendiren bir sorun haline gelmiştir. Söz konusu kısırlığa neden olan organokalay bileşiği olan TBT'nin yasak olduğu ülkelerde bölgesel olarak imposeks olayının görülüyor olması yasaklamaların yeterli derecede etkili olmadığına veya yarılanma ömrünün uzun olması nedeniyle ekosistemdeki kalıntıların hala etkin olduğuna bir işarettir. Deniz salyangozunun Doğu Karadeniz Bölgesi'nde önemli ticari yere sahip olması nedeniyle araştırma önem arz etmektedir. Bu araştırma ile bölgede dişi-erkek-imposeks dişi oranları belirlenmiş ve bölgedeki TBT'nin varlığından emin olunmuştur.

Üzerinde çalışılan bu araştırma konusu uluslararası araştırmalarda yoğun ilgi çekmektedir ve bu çalışma ülkemizde ön bir çalışma niteliğinde olup konu ile ilgili çalışma yapmak isteyen araştırmacılara ve uygulayıcılara veriler literatürde önemli yere sahip olacaktır. Gelecekte stokların daha verimli işletilebilmesi için konu üzerinde daha fazla araştırma yapılmalı ve aşağıdaki noktalara dikkat çekilmesi gereklidir.

- Seçilecek olan istasyonlar birbirine olabildiğince uzak ve kirlilik temizlik yönünden zıt bölgeler iyi bir şekilde belirlenmelidir.
- Daha fazla örnek üzerinde çalışılarak TBT analizi suda, dokuda ve sedimentte paralel olarak incelenmelidir.
- Örneklerdeki çıplak gözle yapılabilecek hataların önüne geçmek için mikroskobik incelemeler tercih edilmelidir.
- İmposeksten etkilenen salyangozlarda gonadal bozuklukların (malformasyon) tributyltin (TBT) veya diğer olası faktörler tarafından özel olarak üretilip üretilmediğini doğrulamak için daha fazla analiz yapılmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Altınağaç, U., 2002. Trabzon Kıyılarında (Karadeniz) Deniz Salyangozu (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) Avcılığında Alternatif Bir Av Aracı Olarak Sepet Denemeleri, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 94 s.
- Almeida, E., Diamantino, T., C. ve De Sousa, O., 2007. Marine paints: The Particular Case of Antifouling Paints, *Progress in Organic Coatings*, 59: 2–20.
- An, L., H., Zhang, Y., Song, S., S., Liu, Y., Li, Z., C., Chen, H., Zhao, X., R., Lei, K., Gao, J. ve Zheng, B., H., 2013. Imposex Effects on the Veined Rapa Whelk (*Rapana venosa*) in Bohai Bay, China, *Ecotoxicology*, 22: 538–547. DOI 10.1007/s10646-013-1046-0.
- Aydın, M., Düzgüneş, E. ve Karadurmuş, U., 2016. Rapa Whelk (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) Fishery Along the Turkish Coast of the Blacksea. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*. 2(2): 85-96.
- Balta, N., 2000. Laboratuvar Koşullarında Doğal Yemle Beslenen Deniz Salyangozu *Rapana venosa*'da Sindirim Üzerine Bazı Gözlemler, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 35 s.
- Barreiro, R., González R., Quintela, M. ve Ruiz, J. M., 2001. Imposex, Organotin Bioaccumulation and Sterility of Female *Nassarius reticulatus* in Polluted Areas of NW Spain. *Marine Ecology-Progress Series*, 218: 203-212.
- Bilecik, N., 1990. Deniz Salyangozunun (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) Türkiye'nin Karadeniz Sahillerindeki Dağılımı ve Karadeniz Balıkçılığındaki Etkisi, TOKB Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Yayını, Bodrum.
- Bondarev, I. P., 2015. Sexual Differentiation and Variations Sexual Characteristics *Rapana venosa* Valenciennes, 1846, *International Journal of Marine Science*, 5(19): 1-10.

- Bozkurt, B., 1968. Zooloji Laboratuvar Kılavuzu, Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi Yay., Zooloji Bölümü. Ankara.
- Bryan, G., W., Gibbs, P., E., Hummerstone, L., G. ve Burt, G., R., 1986. The Decline of the Gastropod *Nucella Lapillus* Around South-West England: Evidence for The Effect of Tributyltin From Antifouling Paints. Journal of the Marine Biological Association of the UK, 66: 611-640.
- Camus, P., 2001. Un Bien Discret et Redoutable Prédateur de Coquillages, L'exotique Globe-trotter: *Rapana venosa*, La Vigie 26: 3-9.
- Ceylan, B. ve Özdemir, G., 2007. Biyolojik İstila ve Karadeniz'deki İstilacı Türler. Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yunus Araştırma Bülteni, 7(3): 1-5.
- CEFIC, 1996. Harmful Effects of the Use of Antifouling Paints for Ships: A Review of Existing Antifouling Paints and the Development of Alternative Systems. International Maritime Organization's Marine Environmental Protection Committee, 38: 14-4.
- Champ, M., A. ve Seligman, P., F., 1996. An Introduction to Organotin Compounds and Their Use in Antifouling Coatings. Chapter 1 in Organotin environmental fate and effects. 1-25 pp.
- Chambers, L., D., Stokes, K., R., Walsh, F., C. ve Wood, R., J., K., 2006. Modern Approaches to Marine Antifouling Coatings. Surface and Coatings Technology, 201: 3642-3652.
- Chiavarini, S., Massanisso, P., Nicolai P., Nobili C. ve Morabito R., 2003. "Butyltins Concentration Levels and Imposex Occurrence in Snails from Sicilian Coasts (Italy)", Chemosphere, 50: 311-319.
- Chung, E., Y., Kim, S., Y. ve Park, K., H., 2001. Changes in Biochemical Composition of the Digestive Gland of the Female Purple Shell, *Rapana venosa*, in Relation to the Ovarian Developmental Phases, Korean Journal of Malacology, 17: 27-33.
- Çağlar, M., 1957. Omurgasız Hayvanlar. Gazi Üniversitesi, Zooloji Fen Fakültesi, 712: 400 s.

- Dahl-Hansen, I., E., 2009. TBT-induced Imposex Related to Age and Length in *Buccinum undatum* at Two Localities in Balsfjorden. Department of Aquatic Biosciences, Master's Degree thesis in Biology. Norwegian College of Fishery Science University of Tromso, 36 pp.
- Damodaran, N., Toll, J., Pendleton, M., Mulligan, C., DeForest, D., Kluck, M. ve Felmy, J., 1998. Cost Benefit Analysis of TBT Self-polishing Copolymer Paints and Tin-free Alternatives for Use on Deep-sea Vessels. Technical Report, Organotin Environmental Programme Association.
- DNR, 1987. Department of Natural Resources. Fact Sheet on Tributyltin Compounds, Lansing, MI, 10-200.
- Düzgüneş, E., 2001. Rapa whelk fisheries by Dredging in the Eastern Black Sea. Technological Developments in Fisheries Workshop, 19-21 June, Ege University Faculty of Fisheries, Turkey, 1-11.
- Düzgüneş, E., Öztürk, B. ve Zengin, M. (Eds.), 2014. Turkish Fisheries in the Black Sea. Published by Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Istanbul, TURKEY, 40: 361-380.
- Emiral, H., 1997. Doğu Karadeniz'deki Deniz Salyangozunun, *Rapana thomasi* Gross, 1861 Yumurta Kütleleri, Kapsül İçi ve Kapsül Dışı Larval Gelişimi. Yüksek Lisans Tezi. KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 45 s.
- Evans, S., M., Leksono, T. ve McKinnell, P., D., 1995. Tributyltin Pollution: A Diminishing Problem Following Legislation Limiting the use of TBT-based Antifouling Paints. Marine Pollution Bulletin, 30(1): 14-21.
- Galante-Oliveira, S., Langston, W., J., Burt, G., R., Pereira, M., E. ve Barroso C., M., 2006 . Imposex and Organotin Body Burden in the Dog-whelk (*Nucella lapillus* L.) Along the Portuguese Coast. Applied Organometallic Chemistry, 20: 14.
- Gibbs, P., E. ve Bryan G., W., 1986. Reproductive Failure in Populations of the Dog-whelk, *Nucella lapillus*, Caused by Imposex induced by Tributyltin from

- Antifouling Paints. Journal of the Marine Biological, Association of the United Kingdom, 66: 767-777 pp.
- Gibbs, P., E. ve Bryan, G., W., 1994. Biomonitoring of Tributyltin (TBT) Pollution Using the Imposex Response of Neogastropod Molluscs. In Biological Monitoring of Coastal Waters and Estuaries, Ed. by KJ. M. Kramer. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, 205-226 pp.
- Gibbs, P., E., 1999. Biological Effects of Contaminants: Use of Imposex in the Dogwhelk (*Nucella lapillus*) as a Bioindicator of Tributyltin Pollution. ICES Techniques in Marine Environmental Sciences, 24: 29 pp.
- Gibson, C., P. ve Wilson, S., P., 2003. Imposex Still Evident in Eastern Australia 10 years After Tributyltin Restrictions. Marine Environmental Research, 55: 101-112.
- Ghisotti, F., 1974. *Rapana venosa* Valenciennes, Nuova Ospite Adriatica Conchiglie, 10: 125-126.
- Gültepe, N., 2012. Uzak Doğu'nun Salyangozu Karadeniz'den Çıkartılıyor, <http://www.hurriyet.com.tr/uzak-dogunun-salyangozu-karadenizden-cikartiliyor-21038436>, 23 Mart 2016.
- Haak, P., W., 1996. Antifouling Systems, Current Status and Developments. In: The Present Status of TBT-Copolymer Antifouling Paints, Proceedings of the International Symposium on Antifouling Paints for Ocean-going Vessels, The Hague.
- Harding, J., M. ve Mann, R., 1999. Observations on the Biology of the Veined Rapa Whelk, *Rapana venosa* Valenciennes, 1846 in the Chesapeake Bay. Journal of Shellfish Research, 18: 9-17.
- Huggett, R., J, Unger, M., A., Seligman, P., F. ve Valkis, A., D., 1992. The Marine Biocide Tributyltin: Assessing and Managing The Environmental Risks. Environmental Science and Technology. 26(2): 232-37.
- Ivanov, A., I., 1961. Some Data on Quantitative Distribution and Diminution in Size *Rapana bezoar* in Eastern Part of Black Sea and Kerch Strati, Dan. S.S.S.R. Tom, 141(2): 467-469 pp.

- Kırlı, L., 2005. Organotin Pollution in the Marine Environment. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 18: 517-528.
- Kill, S., Weinell, C. E., Pedersen, M. S. ve Dam-Johansen, K., 2001. Analysis of self-polishing antifouling paints using rotary experiments and mathematical modeling. Industrial and Engineering Chemistry Research, 40: 3906-3920.
- Kool, S., P., 1993. Phylogenetic Analysis of the Rapaninae (Neogastropoda:Muricidae). Malacologia. 35(2): 155-259.
- Koutsoubas, D., Voultziadou-Koukoura, E., 1991 - The occurrence of *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Gastropoda, Thaididae) in the Aegean Sea. Bollettino Malacologico, 26: 201-204.
- Kortland, E. ve Stronkhorst, J., 1998. An Issue of Substance: TBT in Marine Antifouling Paints, National Institute for Coastal and Marine Management/RIKZ, Amsterdam.
- Lindner, G., 1982. Muscheln und Schnecken Der Weltmeere BLV Verlagsgesellschaft mbh, München, 338 p.
- Lupu, D., 1977. Contributions A l'étude de L'anatomie Chez *Rapana thomasiana* Crosse, 1861(Gastropoda, Muricidae, *Rapaninae*) de La Mer Noire, Grifore Antipa, XVIII. 57-65.
- Mann, R., Harding J. M. ve Westcott E., 2006. Occurrence of Imposex and Seasonal Patterns of Gametogenesis in the Invading Veined Rapa Whelk *Rapana venosa* from Chesapeake Bay, USA. Marine Ecology Progress Series, 310: 129-138.
- MEPC, 1998. Marine Environment Protection Committee. TBT in antifouling paints: National Institute for Coastal and Marine Management, Netherlands. MEPC, 42/Inf.10.
- Micu, S., Comanescu G. ve Kelemen B., 2009. The Imposex Status in *Rapana venosa* Population from Agigea Littoral. Analele Științifice ale Universitatii., A.I.I. Cuza Iași, s. Biologie animala, Tom LV, 133-137 pp.

- Mohamat-Yusuff, F., Zulkifli S. Z., Ismail A., Harino H., Yusoff M. K., ve Arai T., 2010. Imposex in *Thais gradata* as a Biomarker for TBT Contamination on the Southern Coast of Peninsular Malaysia. *Water Air Soil Pollut* 211: 443-457.
- Nieweg, D., C., Post, J., N., J. ve Vink, R., J., 2005 . *Rapana venosa* (Gastropoda: Muricidae): A New Invasive Species in the North Sea, *Deinsea*, 11: 169-174.
- Okay, O., S., 2004. Antifouling İçeren Gemi Boyalarının Uluslararası Kurallar Çerçevesinde Kirletici Etkilerinin İncelenmesi, Gemi Mühendisliği ve Sanayimiz Sempozyumu, 24-25 Aralık.
- Özoral, C., 2007. Sualtı Fotoğraf Dünyası.
- Pastorino, G., Penchaszadeh, P., E, Schejter, L., ve Bremec, C., 2000. *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846)(Mollusca: *Muricidae*): A new gastropod in south Atlantic waters, *Journal of Shellfish Research*, 19: 897-899.
- Rüdel, H., 2003. Case Study: Bioavailability of tin and tin Compounds, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 56: 180-189.
- Saglam, H. ve Duzgunes, E., 2007. Deposition of Egg Capsule and Larval Development of *Rapana venosa* (Gastropoda: *Muricidae*) from the South-Eastern Black Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, Cambridge University Press, 87(4): 953-957.
- Sağlam, H., 2003. Doğu Karadeniz'deki Deniz Salyangozunun, *Rapana thomasi* Crosse, 1861 biyoekolojisi. Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sağlam, H., Kutlu, S., Dağtekin., M., Başçınar, N., S., Şahin, A., Selen, H. ve Düzgüneş, E., 2008. Deniz Salyangozu Avcılığında Kullanılan Direce Alternatif Tuzak Modellerinin Geliştirilmesi, Proje No: TAGEM/HAYSÜD/2005/09/09/01.
- Santos, M., M., Hallers-Tjabbes, C., C., Santos, A., M. ve Vieira, N., 2003. Imposex in *Nucella lapillus*, a Bioindicator for TBT Contamination: Re-survey Along the Portuguese Coast to Monitor the Effectiveness of EU Regulation, *Journal of Sea Research*, 48: 217-223.

- Santos, M., M., Vieira, N., Reis-Henriques M., A, Santos, A., M., Gomez-Ariza, J., L, Giraldez, I, ve Ten,Hallers-Tjabbes, J., L., 2004. Imposex and Butyltin Contamination off the Oporto Coast (NW Portugal): A possible Effect of the Discharge of Dredged Material, *Environmental International*, Article in press.
- Sánchez-Marín, P., Oliveira I., Sousa A., C. ve Galante-Oliveira S., 2016. Evaluation of Female Aphally in Imposex-Affected Populations of *Nucella lapillus* at the Southernmost Distributional Limit of the Species in Europe. *Journal of Molluscan Studies*, 82(1): 144-153 p.
- Seyhan, K., Mazlum , R., E., Sağlam, H., Engin, S. ve Demirhan, S., 2003. Diel Feeding Periodicity, Gastric Emptying and Estimated Daily Food Consumption of Whelk (*Rapana venosa*) in the South Eastern Black Sea (Turkey) Marine Ecosystem, *Indian Journal of Marine Sciences*, 32: 249-251 pp.
- Shi, H., H., Huang, C., J., Zhu, S., X., Yu, X., J. ve Xie, W., Y., 2005. Generalized System of Imposex and Reproductive Failure in Female Gastropods of Coastal Waters of Mainland China; Marine Ecology Progress Series, *Marine Ecology Progress Series*, 304: 179-189.
- Stroben, E., Oehlmann, J., Fioroni, P., 1992. The Morphological Expression of Imposex in *Hinia reticulata* (Gastropoda, Buccinidae) a Potential Indicator of Tributyltin Pollution. *Marine Biology*, 113: 625-636.
- Sürer, U., Y., 2013. Karadeniz’de Deniz salyangozu (*Rapana Venosa*) populasyonunun incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, 46 s.
- Şahin, C., Düzgüneş, E., Engin, S., Mutlu, C. ve Hacımurtazaoğlu, N., 2005. Deniz salyangozu (*Rapana thomasi*)’nun yaş ve büyüme parametrelerinin analizi. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, Trabzon, 4: 34-38.
- TÜİK, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu. Merkezi Dağıtım Sistemi. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr>. 18 Ekim 2017.
- U.S. EPA, 1985. U.S. Environmental Protection Agency. Technical support document: Tributyltin. Office of Pesticide Programs, Washington, DC, 10-201.

- Uyan, O. ve Aral, O., 2003. Deniz Salyangozunun, *Rapana thomasiana* Gross 1861, Yumurta Kapsülü İçerisindeki Larval Gelişim Evreleri. TÜBİTAK, Turk J Zool, 27: 331-337 s.
- Ünsal, S., 1987. Karadeniz’de Kirlilik Kriteri Olabilecek Bir Gastropoda Türü: *Rapana venosa* Valenciennes, 1846 Üzerine Araştırmalar, Çevre’87 Sempozyumu, Ekim, İzmir.
- Ünsal, S., 1989. Doğu Karadeniz’de *Rapana thomasiana* Gross’nın Biyolojik Özellikleri, Besin Değeri ve İşleme-Değerlendirilmeleri Üzerine Araştırmalar. KTÜ, Sürmene Deniz Bilimleri Yüksek Okulu, 86.101.010. 2 No’lu Proje Raporu, 47 s.
- Yebra, D., M., Kill, S. ve Dam-Johansen, K., 2004. Review. Antifouling Technolog-Past, Present and Future Steps Towards Efficient and Environmentally Friendly Antifouling Coatings. Progress in Organic Coatings, 50: 75-104.
- Yebra, D., M., Kill, S., Weinebell, C., E., ve Dam-Johansen, K., 2006. Effects of Marine Microbial Biofilms on the Biocide Release Rate from Antifouling Paints-A Model-Based Analysis. Progress in Organic Coatings, 57: 56-66.

7. EKLER

Ek Tablo 1. İmposeks dişi bireylerin VDS göstergesi

Çamburnu İstasyonu				
Boy (mm)	Genişlik (mm)	Ağırlık (g)	Penis Boyu (mm)	VDS
35,00	25,00	6,51	0,00	1
36,00	27,00	8,27	0,00	1
37,00	27,00	7,29	0,00	1
37,00	28,00	9,91	0,00	1
37,00	28,00	7,91	0,00	1
38,00	30,00	12,43	0,00	1
38,00	30,00	11,70	0,00	1
39,00	30,00	10,71	0,00	1
39,00	27,00	8,58	0,00	1
40,00	29,00	12,16	0,00	1
40,00	30,00	10,83	0,00	1
41,00	30,00	13,55	0,00	1
42,00	31,00	14,13	0,00	1
42,00	29,00	12,85	0,00	1
42,00	32,00	16,66	0,00	1
43,00	32,00	15,36	0,00	1
43,00	32,00	13,12	0,00	1
43,00	32,00	11,50	0,00	1
44,00	34,00	19,57	0,00	1
45,00	33,00	12,03	0,00	1
45,00	35,00	16,68	0,00	1
45,00	32,00	15,50	0,00	1
45,00	34,00	14,72	0,00	1
45,00	34,00	15,75	0,00	1
46,00	35,00	16,19	0,00	1
46,00	34,00	15,91	0,00	1
46,00	35,00	17,39	0,00	1
47,00	33,00	17,56	0,00	1
48,00	36,00	18,08	0,00	1
49,00	37,00	20,16	0,00	1
50,00	40,00	24,66	0,00	1
50,00	38,00	19,55	0,00	1
51,00	41,00	28,90	0,00	1
52,00	38,00	25,21	0,00	1

52,00	39,00	26,70	16,00	4
-------	-------	-------	-------	---

Ek Tablo 1'in devamı

54,00	39,00	23,12	0,00	1
54,00	43,00	31,41	19,00	4
55,00	44,00	32,14	13,00	3
57,00	44,00	37,57	17,00	4
58,00	45,00	34,85	15,00	3
61,00	50,00	44,37	11,00	3
61,00	48,00	54,91	22,00	4
61,00	49,00	46,34	17,00	4
64,00	47,00	41,36	18,00	3
67,00	51,00	55,31	18,00	4

Of İstasyonu

Boy(mm)	Genişlik(mm)	Ağırlık(g)	Penis Boyu(mm)	VDS
31,00	20,00	3,49	0,00	1
32,00	26,00	7,99	0,00	1
34,00	24,00	8,19	0,00	1
36,00	26,00	7,38	0,00	1
43,00	30,00	11,72	0,00	1
44,00	32,00	14,65	0,00	1
44,00	32,00	12,33	0,00	1
46,00	33,00	17,08	0,00	1
46,00	31,00	19,15	19,00	4
46,00	34,00	14,08	0,00	1
48,00	38,00	23,13	0,00	1
48,00	34,00	23,33	0,00	1
48,00	36,00	21,80	0,00	1
49,00	36,00	24,17	14,00	3
49,00	38,00	23,14	0,00	1
49,00	35,00	20,35	0,00	1
49,00	37,00	21,16	0,00	1
50,00	37,00	19,80	0,00	1
51,00	41,00	27,47	0,00	1
53,00	39,00	35,59	19,00	3
53,00	38,00	29,15	27,00	4
54,00	38,00	26,44	0,00	1
56,00	42,00	33,54	0,00	1
56,00	42,00	29,62	20,00	4
58,00	41,00	32,05	0,00	1
58,00	40,00	36,97	22,00	4
60,00	42,00	32,68	20,00	4

60,00	44,00	44,42	25,00	4
-------	-------	-------	-------	---

Ek Tablo 1'in devamı

60,00	50,00	59,07	27,00	4
61,00	46,00	52,73	15,00	3
61,00	58,00	52,41	23,00	4
61,00	44,00	45,42	21,00	4
61,00	45,00	42,50	19,00	3
62,00	46,00	52,93	22,00	4
62,00	45,00	39,76	0,00	1
63,00	47,00	42,90	22,00	4
63,00	48,00	52,48	25,00	5
63,00	50,00	51,40	26,00	4
64,00	46,00	55,68	25,00	4
64,00	46,00	41,98	25,00	4
65,00	46,00	43,37	0,00	1
66,00	48,00	48,85	22,00	4
67,00	46,00	45,36	19,00	3
67,00	49,00	47,52	18,00	4
72,00	57,00	59,77	24,00	4
73,00	54,00	87,25	19,00	5
86,00	70,00	101,80	28,00	4

ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Trabzon'da doğdu. İlköğrenim ve liseyi Trabzon'un Araklı ilçesinde tamamladı. 2008 yılında Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliğinde Lisans eğitimine başladı ve 2012 yılında bu fakülteden mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitime İngilizce hazırlık programından sonra devam etti. Ayrıca "Öğretmen" ve "İG Uzmanı" unvanlarına da sahiptir.