

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**DENİZ HIYARLARINDAN (*Holothuria tubulosa*) ve (*Holothuria polii*)'NİN
DONDURMA ve KURUTMA SONRASI BAZI KİMYASAL BİLEŞENLERİ İLE
HİSTOLOJİK YAPISININ TESPİTİ**

Ali ÇAPAR

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

HAZİRAN 2019

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**DENİZ HIYARLARINDAN (*Holothuria tubulosa*) ve (*Holothuria polii*)’NİN
DONDURMA ve KURUTMA SONRASI BAZI KİMYASAL BİLEŞENLERİ İLE
HİSTOLOJİK YAPISININ TESPİTİ**

Ali ÇAPAR

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

HAZİRAN 2019

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DENİZ HIYARLARINDAN (*Holothuria tubulosa*) ve (*Holothuria polii*)'NİN
DONDURMA ve KURUTMA SONRASI BAZI KİMYASAL BİLEŞENLERİ İLE
HİSTOLOJİK YAPISININ TESPİTİ**

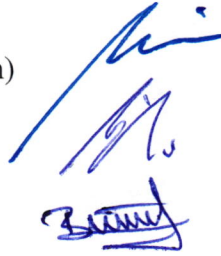
Ali ÇAPAR
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 14/06/2019 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / ~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN (Danışman)

Prof. Dr. Levent İZCİ

Dr. Öğr. Ü. B. Ahmet BALCI



ÖZET

DENİZ HIYARLARINDAN (*Holothuria tubulosa*) ve (*Holothuria polii*)'NİN DONDURMA ve KURUTMA SONRASI BAZI KİMYASAL BİLEŞENLERİ İLE HİSTOLOJİK YAPISININ TESPİTİ

Ali ÇAPAR

Yüksek Lisans

Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN

Haziran 2019; 44 sayfa

Bu çalışmada deniz hıyarından *Holothuria polii* ve *Holothuria tubulosa* ya uygulanan dondurma ve kurutma gibi işleme yöntemlerinin besin içeriğine etkisi nin histolojik olarak meydana gelebilecek değişimlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Ege Denizi'nde bulunan *Holothuria polii* ve *Holothuria tubulosa* örnekleri İzmir'deki (Türkiye) ticari firma'dan canlı olarak satın alınmıştır. Her bir türden için 100 numune deneyler için kullanılmıştır. Bu türler deniz suyu içerisinde laboratuvara havayla taşınmıştır. Her bir numunenin gövdesi anüsten oral organa kadar kesilmiş ve sonra organları çıkarılmış ve soğuk suyla yıkanmış, tartılmış ve ölçülmüştür. Her iki türün örnekleri kaynar suya konularak 30 dakika kaynatılmıştır. Daha sonra çevre sıcaklığında (72 saat boyunca +27 ° C) kurutulmuş ve Antalya'da (Su Ürünleri Fakültesi Kampüsü'nde) güneşte kurutma için ızgaralara yerleştirilmiştir. Taze deniz hıyarları (HP ve HT) - 35 °C de hızlı şekilde dondurulmuştur. Dondurulmuş numuneler analiz edilene kadar -18 °C de yaklaşık 72 saat saklandı. Deniz hıyarlarından elde edilen dondurulmuş ve kurutulmuş ürünlerin fiziksel ve kimyasal analizleri ile histolojik değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir. Türlerin biyometrik ölçümleri alındıktan sonra kimyasal yapısının incelenmesinde; su oranı, ham protein, ham yağ, ham kül analizleri yapılmıştır. HP ve HT' nin histolojik analizi histokimyasal tekniklere göre, taze, kuru ve donmuş numunelerin deniz hıyarından alınan dokular Haematoxylen-eosin boyanıp, mikroskopta incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir. Tüm numuneler üç bağımsız tekrarla analiz edildi (n = 3). Elde edilen sonuçlar, donmuş ve kuru HP ve HT numunelerinin protein, yağ ve kül değerlerinin anlamlı derecede yüksek olduğunu göstermiştir (P <0,05). Ayrıca HP ve HT yağ numunelerin nem, yağ ve kül değerleri de önemli farklılıklar göstermiştir (P <0,05). En yüksek ham protein değerleri (% 19,17) HT donmuş örnekler, (% 66,32) HT kurutulmuş örnekler ve yağ (% 6,31) HT kurutulmuş örnekler ve kül (% 7,78) HP donmuş örnekler, (% 22,57) HP kurutulmuş örnekler tespit edildi. Histolojik değerlendirmeye göre; özellikle HT donmuş numuneleri, HP donmuş örneklerine göre daha iyi olduğu görülmektedir. HP donmuş örnekler; hücre boyutu taze örnekden daha küçük, kurutulmuş örnekden daha büyük, bağ dokusu düzensiz ve hücreler arası boşluk daha fazla bulunmuştur. Ülkemiz açısından öncelikle sahip olduğumuz türler ve doğal kaynaklar ayrıntılı olarak belirlenmeli ve sürdürülebilir avcılık sağlanmalıdır. Bunu yanı sıra denizhıyarı yetiştiriciliğine ait yatırım çalışmalarına önem verilerek doğal kaynaklara bağımlılık azaltılarak, endüstriyel olarak denizhıyarlarının işlenmesi konusundaki bilimsel araştırmalara ivme kazandırılmalıdır.

ANAHTAR KELİMELEER: Deniz Hıyaru, Dondurma, Histolojik Yapı, *Holothuria polii*, *Holothuria tubulosa*, Kurutma, Kimyasal Kompozisyonu

JÜRİ: Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN

Prof. Dr. Levent İZCİ

Dr. Öğr. Üyesi Beytullah Ahmet BALCI



ABSTRACT

DETERMINATION OF THE HISTOLOGICAL STRUCTURE OF SEA CUCUMBERS (*Holothuria tubulosa*) AND (*Holothuria polii*) BY SOME CHEMICAL COMPONENTS AFTER FREEZING AND DRYING

Ali ÇAPAR

MSc. Thesis in Department of Aquaculture Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN

June 2019; 44 pages

The aim of this study was to determine the effects of processing methods such as freezing and drying on the nutrient content of *Holothuria polii* and *Holothuria tubulosa* from sea cucumber. *Holothuria polii* and *Holothuria tubulosa* samples from Aegean Sea were purchased as alive from the commercial firm in İzmir (Turkey). Approximately 100 samples each species were used for experiments. These species were transported to laboratory in seawater with air. The body of each specimen was cut from the anus nearly to the oral organ, and then their viscera were removed and washed with cold water, weighed and measured. Both species samples were put into boiling water and boiled for 30 min. Then they were allowed to drip dry at environment temperature (+27 °C for 72 h) and placed on grill for sun drying in Antalya (at Faculty of Fisheries Campus). Fresh sea cucumbers (HP and HT) in rapidly frozen to minus 35 degrees, the main purpose is to make the sea cucumber body water freezing. Frozen samples were stored minus 18 degrees until analysed (Approx. 72 hours). Physical and chemical analyses of frozen and dried products obtained from sea cucumbers and histological evaluations were performed. After the biometric measurements of the species, the chemical structure was examined; Water, crude protein, oil, ash (inorganic matter) analysis were performed. Histological analysis of HP and HT; According to the histochemical techniques, by passing through the routine histological process steps. stained with specific staining methods (such as Masson trickom) and examined under microscope. All samples were analysed in three independent replications (n = 3). The obtained results showed that the values of protein, fat and ash of the freeze and dry samples of HP and HT significantly ($P < 0.05$). Also the values of moisture, fat and ash of the HP and HT wet samples varied significantly ($P < 0.05$). The highest values of protein (19.17%) HT frozen samples, (66.32%) HT dried samples and fat (6.31%) HT dried samples and ash (7.78%) HP frozen samples, (22.57%) HP dried samples were investigated. According to the histological evaluation; especially, HT frozen samples are consisted better results than HP frozen samples. HP frozen samples; the cell size was smaller than the fresh sample, larger than the dried sample, the connective tissue was irregular and the intercellular space was more found. For our country, firstly, the species and natural resources that we have should be determined in detail and sustainable catching should be provided. In addition to this, by giving importance to the investment studies related to marine breeding, the dependence on natural resources should be reduced and scientific researches should be accelerated on the processing of sea cucumber industrially.

KEYWORDS: Drying, Freezing, Histological structure, *Holothuria polii*, *Holothuria polii*, Proximate composition, Sea cucumber

COMMITTEE: Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN

Prof. Dr. Levent İZCİ

Assist. Prof. Beytullah Ahmet BALCI



ÖNSÖZ

İnsanların yaşamlarını sağlıklı olarak sürdürebilmesi için sağlıklı gıdalar tüketmeleri ile ilişkilidir. Bu gıdaların içinde en değerlileri, besinsel içeriğine baktığımızda su ürünleri gelmektedir. Besinsel değerinin yüksek olmasına karşın çok çabuk bozulabilen su ürünlerini, besin değerlerinin kısa sürede bozulmadan tüketiciye ulaştırılmasında su ürünleri teknolojisi devreye girmektedir.

Çok eski yıllardan beri çoğunlukla uzakdoğu ülkelerinde avcılık ve yetiştiricilik yönüyle üretilen deniz hıyaları, ilaç sektöründe fonksiyonel gıda ve besin olarak birçok alanda kullanılmaktadır. Ülkemizde Akdeniz ve Ege bölgesinden avcılık ve yetiştiricilik yönüyle elde edilen deniz hıyarlarını işleyen birçok firma, işledikleri ve ihraç ettikleri ürünlerin tazelik ve kimyasal kompozisyonuna ilişkin ayrıntılı bilimsel verilere sahip olmadıkları görülmektedir.

Bu çalışma ile *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii* türlerinin, dondurma ve kurutma işlemini yapan ülkemiz su ürünleri tesislerine Ar-Ge kapsamında bazı öneriler sunabileceğini düşünmekteyiz. Histolojik açıdan da bu türlerin incelenmiş olması ülkemizde yapılmış bu konu ile ilgili araştırmalar kapsamında bir ilk olma özelliği taşımaktadır. Bu yönüyle de su ürünlerinin değerlendirilmesi konusundaki bilimsel literatüre katkı sağlayacağı kanısındayım. Ayrıca bu yüksek lisans tezinden türetilmiş makalemiz uluslararası yayına (SCI-Exp) an itibariyle dönüşmüştür.

Bu yüksek lisans tez çalışmasının gerçekleştirilmesinde, yüksek lisansa başladığım ilk andan son ana kadar değerli bilgilerini ve tecrübelerini her konuda bir an esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN'a, yüksek lisans yapma fikrini veren ve bilgilerini paylaşan Dr. Öğr. Üyesi Beytullah Ahmet BALCI'ya, laboratuvar çalışmalarımda yanımda olup hiçbir desteği esirgemeyen Dr. Eda ÖZER ANDIZ ve Yük. Müh. Yusuf AKTOP'a ve eğitimim için hayat boyu yanımda olan Ailem'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	4
2.1. Deniz Hıyarlarının Genel Özellikleri	4
2.2. <i>Holothuria tubulosa</i> 'nın Genel Özellikleri	6
2.3. <i>Holothuria polii</i> 'nin Genel Özellikleri.....	8
2.4. <i>Holothuria tubulosa</i> ve <i>Holothuria polii</i> 'nin besinsel özellikleri	10
3. MATERYAL VE METOT.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Metot.....	16
3.3. Deniz Hıyarı Kurutma Yöntemi	18
3.4. Deniz Hıyarı Dondurma Yöntemi	20
3.5. Histolojik Tespitler.....	23
3.2.1. Fiziksel analizler	23
3.2.1.1. Biyometrik ölçümler	23
3.2.1.2. Verim hesaplaması.....	24
3.2.2. Kimyasal kompozisyon analizleri.....	24

3.2.2.1. Su analizi.....	24
3.2.2.2. Ham protein analizi.....	24
3.2.2.3. Ham yağ analizi	25
3.2.2.4. Ham kül analizi	25
3.2.3. Histolojik analizler.....	25
3.2.3. İstatistiki analizler.....	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	30
4.1. Fiziksel Analizler	30
4.2. Kimyasal Analizler.....	30
4.3. Histolojik Analizler	32
5. SONUÇLAR	39
6. KAYNAKLAR	40
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Deniz hıyarlarından *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii* ‘nin dondurma ve kurutma sonrası bazı kimyasal bileşenleri ile histolojik yapısının tespiti” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

14/06/2019

Ali ÇAPAR



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

% : Yüzde

Cell : Hücre

cm : Santimetre

g : Gram

kg : Kilogram

L : Litre

m : Metre

m³ : Metre küp

mg : Miligram

ml : Mililitre

mm : Milimetre

O₂ : Oksijen

°C : Santigrat derece

µg : Mikrogram

µl : Mikro Litre

µm : Mikrometre

Kısaltmalar

D : Donmuş

HP : *Holothuria polii*.

HPD : *Holothuria polii* Dondurulmuş.

HPK : *Holothuria polii* Kurutulmuş.

HPY : *Holothuria polii* Yaş.

HT : *Holothuria tubulosa*.

HTD : *Holothuria tubulosa* Dondurulmuş.

HTK : *Holothuria tubulosa* Kurutulmuş.

HTY : *Holothuria tubolasa* Yaş.

K : Kurutulmuş

T : Taze

vd : ve diğerleri

Y : Yaş

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Deniz hıyarı morfolojisi.....	5
Şekil 2.2. Deniz hıyarının anatomisi.....	6
Şekil 2.3. <i>Holothuria tubulosa</i>	7
Şekil 2.4. <i>Holothuria tubulosa</i> 'nın doğal yaşam ortamı.....	8
Şekil 2.5. <i>Holothuria polii</i> (Orijinal).....	9
Şekil 2.6. <i>Holothuria polii</i> 'nin doğal yaşam ortamı	10
Şekil 2.7. Kurutulmuş <i>Stichopus naso</i> 350 g hediye kutuları içinde Chinatown, Sidney, Avustralya'da bir mağaza.	12
Şekil 2.8. Dondurulmuş deniz mahsullerinde torbalarda deniz hıyarı (<i>Actinopyga spinea</i>) bir süpermarkette Guangzhou (Canton), Çin.	13
Şekil 2.9. Deniz hıyarı (gamat) sabunu.....	14
Şekil 2.10. Deniz hıyarı emülsiyonu.....	15
Şekil 3.1. <i>Holothuria tubulosa</i> ve <i>Holothuria polii</i> Örnekleri.....	16
Şekil 3.2. <i>Holothuria tubulosa</i> ve <i>Holothuria polii</i> 'nin iç organlarının çıkarılması	17
Şekil 3.3. <i>Holothuria tubulosa</i> ve <i>Holothuria polii</i> örneklerinin yıkanması.....	18
Şekil 3.4. <i>Holothuria tubulosa</i> ve <i>Holothuria polii</i> örneklerinin tuzlanması	19
Şekil 3.5. <i>Holothuria tubulosa</i> ve <i>Holothuria polii</i> 'nin ızgarada kurutulması işlemi	19
Şekil 3.6. Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Soguk Hava Deposu	20
Şekil 3.7. Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Soguk Hava Deposu	21
Şekil 3.8. Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Soguk Hava Deposu	21
Şekil 3.9. Dondurulmuş <i>Holothuria polii</i> örnekleri.....	22
Şekil 3.10. Dondurulmuş <i>Holothuria tubulosa</i> örnekleri	22
Şekil 3.11. <i>Holothuria polii</i> ve <i>Holothuria tubulosa</i> 'nın biyometrik ölçümü	23
Şekil 3.12. <i>Holothuria tubulosa</i> ve <i>Holothuria polii</i> dokularının farklı alkol konsantrasyonunda tutulan dokuları	26
Şekil 3.13. <i>Holothuria tubulosa</i> ve <i>Holothuria polii</i> dokularının parafin banyosunda tutulmaları	27
Şekil 3.14. <i>Holothuria tubulosa</i> ve <i>Holothuria polii</i> dokularının bloklandıktan sonra mikrotomla kesime hazır hale getirilmesi	27
Şekil 3.15. <i>Holothuria tubulosa</i> ve <i>Holothuria polii</i> dokularının 5µm kalınlığında kesim işlemi	28

Şekil 3.16. Kesitleri alınarak kurumaya bırakılmış örnekler	28
Şekil 4.1. <i>Holothuria polii</i> ve <i>Holothuria tubulosa</i> 'nın Kimyasal Kompozisyon Değerleri (%).....	32
Şekil 4.2. Taze, Kurutulmuş ve Donmuş <i>Holothuria polii</i> ve <i>Holothuria tubulosa</i> Örneklerinin Histolojik Ölçüm Değerlerinin Grafiği.....	33
Şekil 4.3. Taze <i>Holothuria polii</i> ' nin Histolojik Yapısı (H+E)	34
Şekil 4.4. Taze <i>Holothuria tubulosa</i> 'nın Histolojik Yapısı (H+E).....	34
Şekil 4.5. Donmuş <i>Holothuria polii</i> 'nin Histolojik Yapısı (H+E)	35
Şekil 4.6. Donmuş <i>Holothuria tubulosa</i> 'nın Histolojik Yapısı (H+E).....	36
Şekil 4.7. Kurutulmuş <i>Holothuria polii</i> 'nin Histolojik Yapısı (H+E).....	37
Şekil 4.8. Kurutulmuş <i>Holothuria tubulosa</i> 'nın Histolojik Yapısı (H+E)	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. <i>Holothuria tubulosa</i> 'nın sistematik sınıflandırılması	7
Çizelge 2.2. Deniz hıyarı (<i>Holothuria polii</i> Delle Chiaje, 1823)'nın sistematikteki yeri .	9
Çizelge 4.1. <i>Holothuria polii</i> ve <i>Holothuria tubulosa</i> 'nın Biyometrik Değerleri	30
Çizelge 4.2. <i>Holothuria polii</i> ve <i>Holothuria tubulosa</i> 'nın Kimyasal Kompozisyon Değerleri (%).....	31
Çizelge 4.3. Taze, Kurutulmuş ve Donmuş <i>Holothuria polii</i> ve <i>Holothuria tubulosa</i> Örneklerinin Histolojik Ölçüm Değerleri	32



1. GİRİŞ

Deniz hıyarları, omurgasız deniz hayvanlarıdır. Hemen hemen her deniz ekosisteminde yayılış göstermesine rağmen daha çok tropikal sığ sularda ve mercan resif alanlarında bulunurlar. Sığ sulardan derin okyanus tabanlarına kadar yayılış gösterirler (Gilliland 1993). Deniz dibinde çökelti halinde bulunan ölü organik madde ya da organik atıklarla beslenerek doğal bir dönüşümü gerçekleştirirler (Purcell vd. 2012; González-Wangüemert vd. 2014). Dünya denizlerinde 1200'e yakın deniz hıyarı türü olmasına rağmen ticari avcılığı yapılan yaklaşık 60 tür bulunmaktadır (Conand 1990; González -Wangüemert vd. 2014). Akdeniz'de 37 tür Holothuroidea bulunduğu bildirilmektedir. Deniz hıyarlarının avcılığı, Doğu ve Güney Afrika ülkeleri, Orta Amerika ülkeleri, sıcak Akdeniz ülkeleri, Kuzey Pasifik ve Kuzey Atlantik Okyanuslarına kadar, özellikle tropikal sularda olmak üzere tüm dünya ülkelerinde yapılmaktadır (Conand ve Byrne 1994; Conand 2006; Toral-Granda vd. 2008). Avcılığın büyük bir kısmı ise Asya ülkeleri (Choo 2008), Pasifik Adaları (Kinch vd. 2008) ve Hint Okyanusu'nda (Conand 2008) gerçekleştirilmektedir. Holothuriidae ailesinin Holothuroidea sınıfı 185 tür ile temsil edilmektedir. Akdeniz'de bilinen 5 takım 9 familyaya ait 37 tür bulunmaktadır (Fischer vd. 1987). Ülkemiz denizlerinde yapılan bir araştırmada 22 tür (Öztoprak vd. 2014) olarak verilmiştir.

Türkiye'de deniz hıyarlarının ihracatı 1996 yılından itibaren yapılmaktadır. Ticareti yapılan deniz hıyarları türleri *Holothuria tubulosa*, *Holothuria polii*, *Holothuria mammata*, *Stichopus regalis*. Dondurulmuş veya kurutulmuş olarak ihraç edilen deniz hıyarlarının Türkiye'deki üretimi son yıllarda 500 ton/yıl'a kadar ulaşmıştır (Gonzalez, Wangüemert vd. 2014, 2015).

Deniz hıyarları genellikle dondurulmuş, pişmiş kurutulmuş, pişmiş tuzlu ve pişmiş- tuzlu- kurutulmuş ürünler olarak pazarlanmaktadır. Ülkemizde iyi bilinen deniz hıyarları yiyecek olarak tüketilmemesine rağmen yıllarca Hindistan, Fiji, Papua Yeni Gine, Çin ve Japonya gibi pek çok ülkeye yiyecek olarak ihraç edilmiştir. Deniz hıyarlarının ihracatı yaklaşık olarak 150 ton/yıl olarak gerçekleşmektedir. 2014 yılında 40 ton yurtiçinde tüketilmeyen deniz kurutulmuş deniz hıyarı, AB ülkeleri ile Çin, Japonya, Güney Kore gibi ülkelere ihraç edilmiştir (Aydın vd. 2011). Türkiye'de bulunan ticari deniz hıyarı türleri arasında; *Holothuria polii*, *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria mammata* en çok ihraç edilen türler olarak bilinmektedir. Türkiye'de Ege, Akdeniz ve Marmara Denizlerinde ticari deniz hıyarı türlerinin de bulunduğu bildirilmiştir (Aydın vd. 2011). Türkiye'de deniz hıyarları türleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Dağılım gösteren deniz hıyarları türlerinin örneklemeleri 2008-2014 tarihleri arasında yapılan farklı araştırmalardan elde edilmiştir. Tüm tanımlamaları morfometrik karakterlerden ve bazı türlerin kalkerli spikül yapılarından yararlanarak gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmalar sonucunda 8 deniz hıyarı türü tespit edildiği bildirilmiştir. Bu türler; *Holothuria tubulosa*, *Holothuria polii*, *Holothuria mammata*, *Holothuria (Platyperona) sanctori*, *Holothuria forskali*, *Stichopus regalis*, *Synaptula reciprocans* ve *Stereoderma kirschbergi*'dir (Aydın 2016).

Deniz hıyarları, yüksek kalitede protein ve düşük yağ seviyesi ile yüksek besin değerlerine sahiptir. Ayrıca geleneksel toniklerdir ve Doğu Asya ülkelerinde yaygın olarak tüketilen deniz hıyarı beslenme açısından diyetetik bir besin olarak değerlendirilmektedir (Telahigue vd. 2014). Deniz hıyarları çoklu Doymamış Yağ

Asitleri (PUFA) oranına sahip olur özellikle de Eikosapentaenoik asit (EPA) ve Dekosaheksaenoik asit (DHA) bakımından zengindir (Bilgin ve İzci 2016).

Vücut sıvısı, iç organlar ve vücut duvarı olmak üzere üç ana kısımdan oluşan deniz hıyarları her bir bölümünde ayrı, biyolojik öneme sahip değerli bileşikler bulundurmaktadır. Bu nedenle gıda endüstrisi ve medikal şirketler deniz hıyarının fonksiyonel gıda, besin takviyesi ve ilaç üretiminde kullanımı ile ilgili oldukça yakından ilgilenmektedir. Deniz hıyarları Doğu Asya pazarlarında farklı şekillerde işlendikten sonra pazarlanmaktadır. Deniz hıyarı ürünleri sadece tüketiciler tarafından, besin değerleri için değil aynı zamanda farmakoloji tıbbi ve kozmetik amaçlı şirketler tarafından da talep edilmektedir (Chen 2003, 2004). Örneğin; Amerika ve Asya’da deniz hıyarının vücut duvarından elde edilen tabletler tüketilmekte, Avustralya kökenli ilaç firmaları iltihap önleyici ilaç üretiminde deniz hıyarından elde ettikleri bileşikleri kullandıkları bildirilmektedir. Künili ve Çolakoğlu (2018)’nin yapmış oldukları bir araştırmada; Türkiye denizlerinde bulunan *H. tubulosa*’nın, potansiyel doğal antioksidan kaynağı olabileceğini bildirmişlerdir. Endonezya, Malezya, Japonya ve Çin gibi ülke marketlerinde de deniz hıyarından elde edilen farmakolojik ürünler yoğun alıcı bulunmaktadır (Fredalina vd. 1999; Aydın vd. 2011).

Deniz hıyarlarının avcılık oranının, yetiştiriciliğin gerisinde kalmasının sebebi, aşırı avcılık nedeniyle popülasyonların azalmasıdır. Bu sorunu gidermek için üretici ülkeler, yetiştiriciliğe yatırım yapılmasını sağlamakta, yapılan proje ve teşvikler yardımıyla deniz hıyarı üretiminde önemli seviyelere gelerek yatırımlarının karşılığını fazlasıyla almaktadırlar. Öyle ki, tüm ekonomik deniz hıyarı türlerinin dünya ticaret hacmi 2012 yılı itibarıyla yaklaşık 600 milyon dolara karşılık gelmektedir (FAO 2015). Çoğunlukla kurutulmuş olarak ticareti yapılan ve popüler *Stichopus japonicus* türünün kilogram değerinin 20 ila 80 Amerikan doları (USD) arasında değiştiği bildirilmektedir (FAO 2015).

Deniz hıyarlarının dünyadaki üretimi, avcılık ve son yıllarda avcılık miktarını geride bırakan seviyeler yetiştiricilik yoluyla gerçekleştirilmektedir. Avcılıkla üretimde başı çeken Asya ülkeleri olmakla beraber, Amerika ve Afrika ülkeleri de önemli adımlar atarak dünya istatistiklerine girmişlerdir. Üretimin yoğun olduğu ülkeler arasında sırasıyla Çin, Endonezya, Kore, Filipinler ve Japonya gelmektedir. Üretim miktarlarına bakıldığında 2012 yılı dünya toplam üretiminin yaklaşık 210 bin ton olduğu, bunun 38.500 tonu avcılık, geriye kalan 171.500 tonunun ise yetiştiricilik yoluyla elde edildiği görülmektedir (FAO 2015). Yetiştiricilik yolu ile yapılan üretimlerde ise yine Çin ve Endonezya en büyük üretici ülkelerdir (Purcell vd. 2013).

Konuyla ilgili yukarıda belirtilen güncel çalışmaların dışında deniz hıyarlarının kurutma ve dondurma işleminin besin kalitesi üzerine etkisi konusunda ülkemizde yapılmış olan çalışma yok denecek kadar azdır. Diğer taraftan bu tür çalışmalar ilave olarak diğer ülkelerde farmakolojik olarak değerlendirilen bu canlıların ülkemizde de benzer amaçlarla ekonomiye kazandırılması oldukça önemlidir. Bu araştırma ile dondurma ve kurutma sonrası besin bileşenlerinde meydana gelebilecek olan kimyasal değişimlerin tespiti yanı sıra histolojik olarak da deniz hıyarlarının dokularında meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Bu tez çalışması ile Deniz hıyarından *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii*'ye uygulanacak dondurma ve kurutma gibi işleme yöntemlerinin besin içeriğine etkisi ile histolojik olarak meydana gelen değişimlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır.



2. KAYNAK TARAMASI

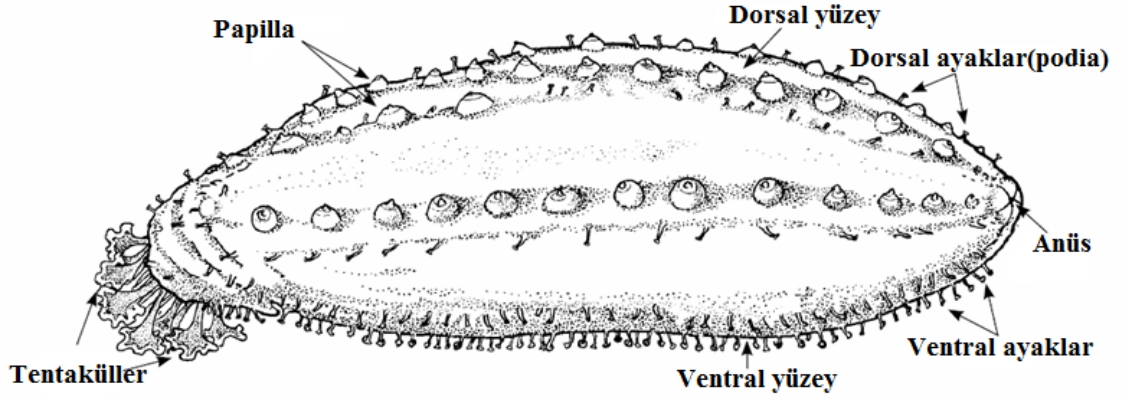
2.1. Deniz Hıyarlarının Genel Özellikleri

Deniz hıyarları Ecninodermata filumuna dahil olan deniz canlılarıdır. Yıllardır birçok ülkede tüketildiği bilinen deniz hıyarlarının Uzak Doğu'da büyük pazarları mevcuttur. Holothuria türleri deniz ekosistemlerinin anahtar görevini üstlenen canlılardır. Ekolojik olarak sedimenti karıştırma ve bu suretle besin sirkülasyonuna katılmaları yönüyle önemli canlılardır. Yıllar geçtikçe ekonomik olarak değerlendirilen Holothuria türlerinde artık görülmektedir. Ülkemiz denizlerinde ve diğer denizlerde yaygın olarak bulunan deniz hıyarları birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de balıkçılar olta yemi olarak kullanılmaktadır (Çaklı vd. 2004). Dana dili olarak bilinen *Stichopus regalis* türlerinin Güney Marmara'da avlandığı bildirilmektedir. Doğu Asya ülkelerinde yaygın olarak tüketilen deniz hıyarları yüksek besin içeriğine sahiptir. Bazı Holothuria türleri Asya ve Ortadoğu ülkelerinde egzama, artrit yara tedavisinde ve yüksek tansiyona karşı kullanıldığı bildirilmiştir (Telahigue vd. 2014).

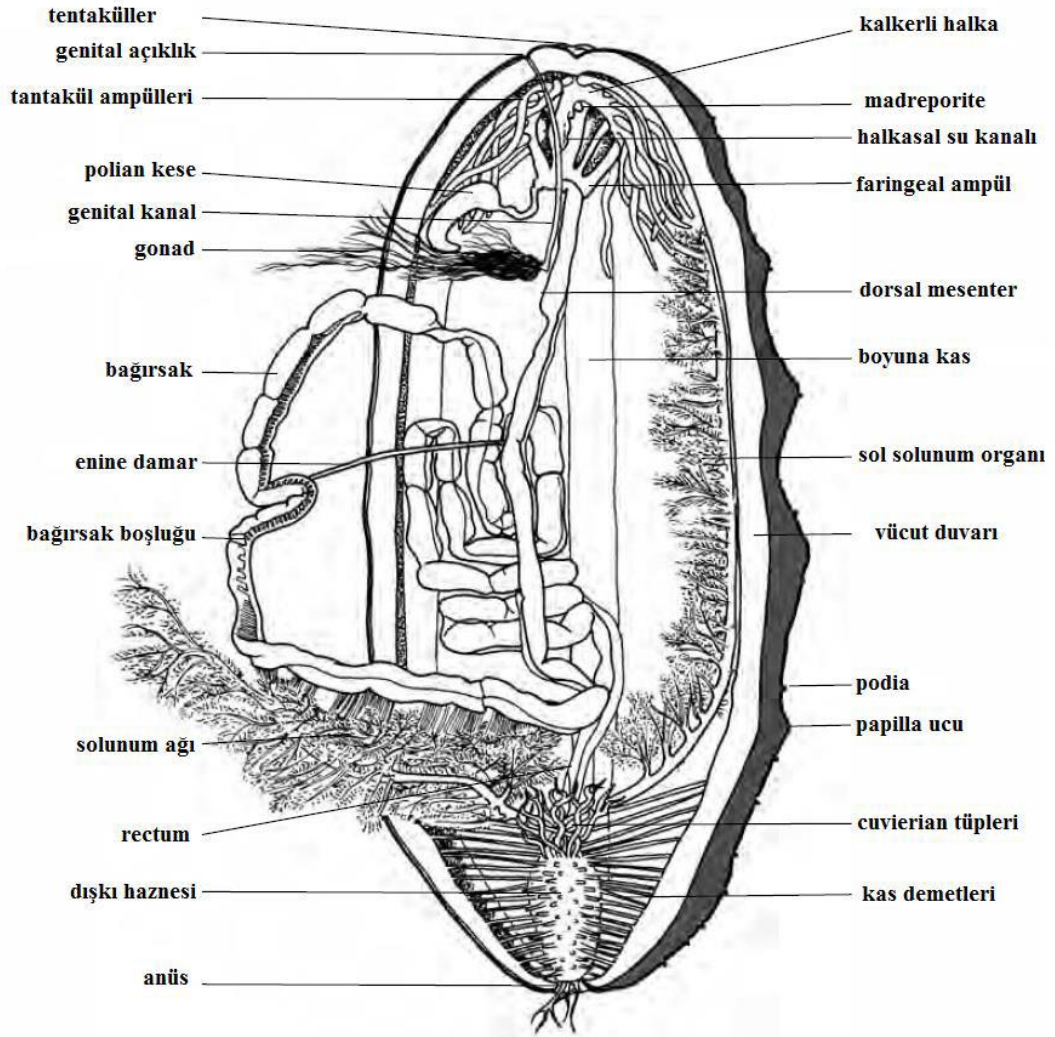
Deniz hıyarları derisi dikenlilerin Holothuroidea sınıfından omurgasız hayvanlardır, vücutları ağızla anüsten geçen eksen istikametinde uzamış olup sosis veya hıyara benzer. Ağız ve anüs karşılıklı iki uca yerleşmiştir. Derisi dikenlilerden kutupların uzamasıyla farklılaşmışlardır. Bu uzama hayvanların yan yatmasına neden olmuştur. Ağız etrafında çelenk şeklinde 10-30 kadar duyu, dokunma ve av yakalamaya yarayan tentakülleri (dokunaçları) vardır (Şekil 2.1). Solunumları vücut boşluğunda uzanan bir çift su akciğeri veya solunum ağacı denen organlarla sağlanır. Deniz kıyılarına yakın sığ yerlerde yaşarlar, ambulakral tüp ayaklarla yavaş hareket ederler, tüp ayaklarını duyu organı olarak da kullanırlar (Şekil 2.2). Bentik bölgedeki ölü organizmalarla beslenmesi açısından bentik ekosistemde önemli rolleri vardır. Deniz hıyarlarının tür tespitlerinde ayırt edici özellik olarak kullanılan cuvier organı mevcuttur. Bu cuvier tüplerinin içerisinde kendilerini tehlikede hissettiklerinde ortama ağ şeklinde bıraktıkları, yapışma gücü çok yüksek tübüller salgılamaktadırlar. Savunma mekanizması olarak kullandığı ağ şeklindeki bu sıvı bir balığı veya bir yengeci etkisiz hale getirecek kadar güçlüdür. Deniz hıyarları kendilerini tehlikede hissettiklerinde savunma mekanizması olarak içorganlarını dışarıya atarlar ve kısa süre sonra rejenerasyon özelliği sayesinde yeniden bu organlarını oluştururlar.

Deniz hıyarında cinsiyet organı çok küçüktür bu nedenle erkek ve dişi ayırt etmek çok zordur. Cinsiyet organı aynı zamanda boşaltım görevinde üstlenmektedir. Dişi bir birey 1-2 milyon kadar yumurta verebilir. Bazı bireylerin 10 milyona kadar yumurta verebildiği kaydedilmiştir. Yumurta verimliliği vücut ağırlığıyla da ilgilidir. 1g yumurtada 220-290 kadar yumurta bulunur. Damızlık olarak kullanacak bireylerin su sıcaklığı 15-17 °C dolayında olduğu zaman toplandıkları belirtilmektedir. Toplanan damızlıklar m³'de 30 birey olarak alınır. Ortamın O₂ miktarı 5 mg'dan yüksek olması gerekmektedir. Günlük yemleme canlı ağırlığının %5-10 arasındadır. Deniz hıyarlarında yumurtlatma ısı şoku ile olur. Su sıcaklığı 10-15 dakika içerisinde normalden 5 °C yukarıya çıkarılır ve tankta ısıtılmış su güçlü olarak verilerek tankta bir akıntı yaratılır. Bu işlemten sonra bireylerin yumurta bıraktıkları gözlenir. Yumurtaların çapları 120-130 µm dolayındadır. 1 m³ 1 milyon yumurta olacak şekilde tanklara alınır. Yumurtadan çıkan larvaların beslenmesinde fitoplanktonlardan yararlanır. Bu konuda kullanılan planktonlar *Dunaliella salina*, *Phaeodactylum tricornutum* ve *Chaetoceros*

simplex ile birlikte maya da ilave olarak kullanılır. Larvalar doliolaria ve pentactula safhasına ulaştıklarında vücut şekilleri değişmeye başlar iki gün sonrada genç birey durumuna ulaşırlar vücut uzunlukları 400 μ dolayındadır. Çin’de deniz hıyarlarının yetiştiriciliği farklı çalışmalar yapılmıştır, Taş ve kayalar atılarak Deniz hıyarlarının yaşam ortamları oluşturulması denenmiştir. Yetiştirme alanlarının seçiminde su koşulları, akıntılar, yiyici canlıların durumu, yem durum ve deniz alglerinin durumları dikkate alınmıştır.



Şekil 2.1. Deniz hıyarı morfolojisi (Aydın 2013)



Şekil 2.2. Deniz hıyarının anatomisi (Aydın 2013)

2.2. *Holothuria tubulosa* 'nın Genel Özellikleri

Sistematik açıdan yeri Çizelge 2.1' de verilen deniz hıyarı ülkemizde deniz patlıcanı olarak da isimlendirilmektedir (Şekil 2.3; Şekil 2.4) Çok değerli besin kaynağı olmasına rağmen ülkemizde sadece balık avlamak amaçlı olta balıkçılığında yem olarak kullanılmaktadır. *Holothuria tubulosa* Ege sahillerinde sık görülen türlerden biridir. Daha çok kum, çamur çok yumuşak zeminlerde posidonia topluluklarının kenarlarında ve azda olsa sert kayalık zeminlerde bulunurlar. 0-50 m derinlikte yaşayabilmekle birlikte 0-20 m derinlikte yoğun olarak yaşarlar. Zemindeki organik partiküllerle beslenen bu canlılar karın bölgeleri daha açık renkte olmakla birlikte koyu kahverengidir. Rahatsız edilmeleri halinde diğer deniz hıyarları gibi hemen kasılırlar (Fischer vd. 1987). Yaz aylarında özellikle Haziran-Temmuz-Ağustos-Eylül sıg sularda ürerler. Larvaları 7-13 haftalık plaktonik dönemden sonra dibe yerleşirler. Bir yılda 2-5 mm 'ye 5-6 yılda ise cinsi olgunluğa ulaşırlar, 8 yıldan daha uzun yaşarlar. Dorsal yüzeyi kahverengi ve kalın çıkıntılarla kaplı (Şekil 2.3). Ventral yüzeyi ise daha açık renkli ve çok sayıda tüp ayaklar (podia) bulunur.

Çizelge 2.1. *Holothuria tubulosa*'nın sistematik sınıflandırılması

Alem	Animalia
Şube	Echinodermata
Sınıf	Holothuroidea
Takım	Aspidochirotida
Familya	Holothuriidae
Cins	Holothuria
Tür	<i>Holothuria tubulosa</i>

**Şekil 2.3.** *Holothuria tubulosa*, HTY: *Holothuria tubulosa* Yaş (Taze) Örnek



Şekil 2.4. *Holothuria tubulosa* 'nın doğal yaşam ortamı

(https://en.wikipedia.org/wiki/Holothuria_tubulosa#/media/File:Holothuria_tubulosa.jpg)

2.3. *Holothuria polii*'nin Genel Özellikleri

Sistematik açıdan yeri (Çizelge 2.2) *Holothuria polii* çoğunlukla Kuzey Ege Denizi'nde en yaygın türdür. Ege Denizi'nde yoğun olarak bulunan *H. Polii* çamurlu yumuşak zeminleri ve deniz çayırlarının bulunduğu yerleri yaşam alanı olarak tercih ederler. *H. tubulosa* türü ile ortak yaşam alanları paylaşırlar. Kahverengi veya siyah renkte olup ventral yüzeyinde çok sayıda tüp ayaklar (podia) mevcuttur ve büyük bireylerin uç kısımları beyazdır. Dorsal bölgesinde çıkıntılar yoktur (Şekil 2.6), (Şekil 2.6). Diğer türlere oranla etin içerisinde kalkerli yapıların çok olmasından dolayı ticari olarak az tercih edilirler. Ülkemizde bulunan ticari türler arasında boyutu en küçük olan türdür.

Çizelge 2.2. Deniz hıyarı (*Holothuria polii* Delle Chiaje, 1823)'nın sistematikteki yeri

Alem	Animalia
Şube	Echinodermata
Sınıf	Holothuroidea
Takım	Aspidochirotida
Familiya	Holothuriidae
Cins	Holothuria
Tür	<i>Holothuria polii</i>

**Şekil 2.5.** *Holothuria polii*, HPY: *Holothuria polii* Yaş (Taze) Örnek



Şekil 2.6. *Holothuria polii* 'nin doğal yaşam ortamı

(<https://www.google.com/search?q=holothuria+polii&tbm=isch&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjgu4Xih4TjAhXF4KYKHRtVAnQQsAR6BAgAEAE&biw=1366&bih=635#imgsrc=yU8R9dCb48jq6M:>)

2.4. *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii*'nin besinsel özellikleri

Deniz hıyarları besin bileşenleri açısından diğer su ürünlerine kıyasla düşük oranda protein (%8-14) ve yağ (%1) içeriğine sahip olduğu bildirilmektedir (Wen vd. 2010, Aydın vd. 2011). Ayrıca A, B1, B2, B3 vitaminleri ile kalsiyum, magnezyum, demir ve çinko gibi mineraller açısından da oldukça zengin olduğu tespit edilmiştir (Chen 2003, Ridzwan 2007), Deniz hıyarı proteininde kolajen oranı yüksek olduğundan yapısında glisin, majör amino asit olarak bulunur. Bu amino asidi glutamik asit, aspartik asit, alanin ile arjinin takip ettiği bildirilmiştir (Wen vd. 2010). Yağ asitleri bakımından çeşitliliğe sahip olan deniz hıyarlarının yaklaşık olarak içerdikleri %1 oranındaki yağın büyük çoğunluğunu (%50-60) çoklu doymamış yağ asitlerinin oluşturduğu ifade edilmiştir (Künili ve Çolakoğlu 2015). Bu çoklu doymamış yağ asitleri arasında en fazla araşidonik asit (C20:4n6), doymuş yağ asitleri arasında ise palmitik asit (C16:0) saptanmıştır (Aydın vd. 2011).

Besleyici özelliğinin yanı sıra günümüzde yapılan araştırmalarda deniz hıyarlarının farmakolojik ve biyoaktif özelliklere sahip bileşikler içerdiği bildirilmektedir. Bu nedenle gıda endüstrisi ve medikal şirketler deniz hıyarının fonksiyonel gıda, besin takviyesi ve ilaç üretiminde kullanılması ile ilgili oldukça yakından ilgilenmektedirler. Deniz hıyarının vücut duvarında, proteinin %70'i

kolajenden oluşmaktadır (Saito vd. 2002). Kolajen hayvanların deri, bağ doku ve kemiklerinde bulunan bir bağ doku olup (Liu vd. 2007), kozmetik biyomedikal, farmakoloji ve deri ve film endüstrisinde geniş kullanım alanlarına sahiptir. Deniz hıyarı kolajenlerinin diğer hayvansal kökenli kolajenlere göre daha kaliteli olduğu, antioksidan peptidleri yüksek oranda içerdiği belirtilmektedir (Zahou vd. 2012).

Türkiye’de Ege Denizi’nden yakalanan ekonomik öneme sahip üç tür *Holothuria tubulosa*, *Holothuria polii* ve *Holothuria mammata*’nın yağ asitleri profilleri ve kimyasal kompozisyonları üzerine yapılan çalışmada; türler ve avlandığı bölgeler arasında farklılıkların olduğu ve yağ asidi değerlerinin kurutma işlemi sonucu dikkate değer biçimde azaldığı saptanmıştır (Aydın vd. 2011). Türkiye denizlerinde bulunan ve ekonomik olarak değerlendirilemeyen deniz hıyarı (*Holothuria forskali* Delle Chiaje, 1823) türünün besin bileşenlerinin haşlama ve kurutma işlemlerinden önemli oranda etkilenmediği bildirilmiştir (Bilgin ve İzci 2016).

Denizlerimizde *Holothuria tubulosa*, *Holothuria polii*, *Holothuria mammata*, *Stichopus regalis* ve *Holothuria sanctori* ticari değeri olan, *Stereoderma kirschbergi*, *Leptosynapta makrankyra*, *Synaptula reciprocans* ticari değeri olmayan deniz hıyarı türlerindendir (Aydın 2008). Ülkemizde besin maddesi olarak tüketilmeyip, olta balıkçılığında yem olarak değerlendirilen bu türlerin tamamı ihraç ürünüdür (Aydın vd. 2011).

Deniz hıyarları, yüzyıllar boyunca beche-de-mer veya trepang adı verilen kurutulmuş formlarında alınıp satıldığı, uzun süre boyunca soğutma olmadan taşınabildiği, bir yıl veya daha fazla süre stoklanan bir ürün olduğu belirtilmektedir. Ayrıca deniz hıyarları, özellikle *Stichopus* cinsi olanlar geniş bir yelpazede yer alan Malayca konuşulan ülkelerde tercih edilen tonikler; deniz hıyarlarının sağlık, güzellik, gıda güvenliğini artıran ambalaj ve akıllı pazarlama ürünleri olduğu bildirilmektedir (Şekil 2.7, Şekil 2.8, Şekil 2.9, Şekil 2.10) (Purcell vd 2014).



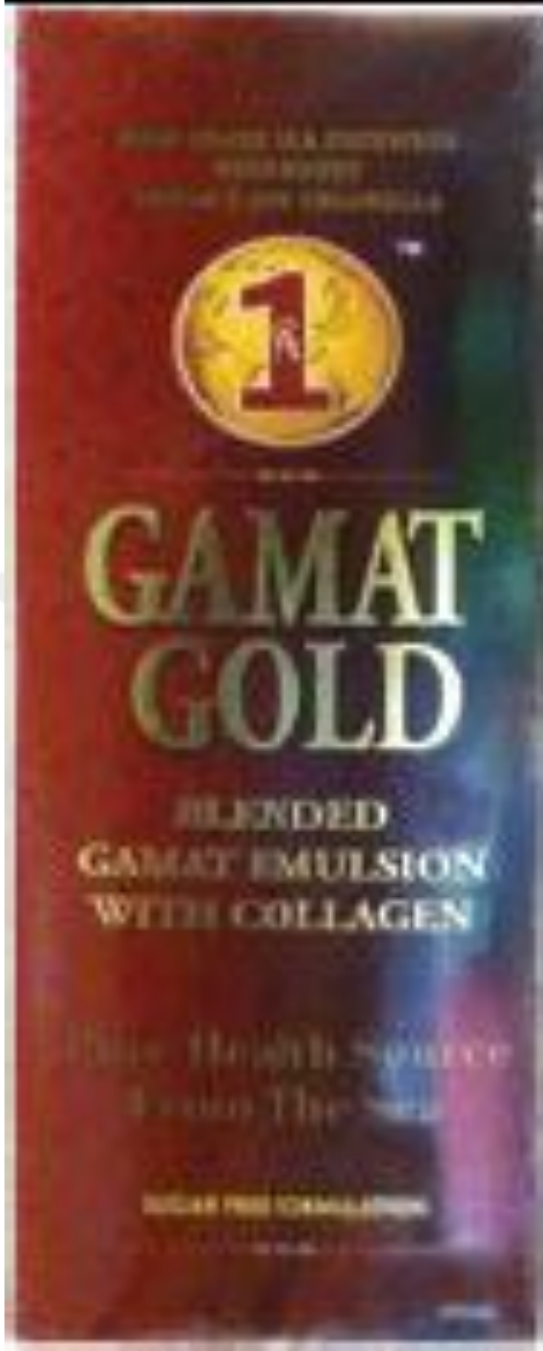
Şekil 2.7. Kurutulmuş *Stichopus naso* 350 g hediye kutuları içinde Chinatown, Sidney, Avustralya’da bir mağaza. Perakende satış fiyatı Kutu başına 88 AUD (80 USD) (Fotoğraf: S.W. Purcell) (Purcell vd. 2014)



Şekil 2.8. Dondurulmuş deniz mahsullerinde torbalarda deniz hıyarı (*Actinopyga spinea*) bir süpermarkette Guangzhou (Canton), Çin. Perakende satış fiyatı 400 g'lık bir torba için 188 Çin Yuanı (31 USD) (Purcell vd. 2014)



Şekil 2.9. Deniz hıyarı (gamat) sabunu (Fotoğraf: J. Akamine) Deniz hıyarı (*Stichopus herrmanni*) kullanılmış. Bu 70g sabunun fiyatı 15 MYR (4,5 USD),(Fotoğraf: J. Akamine)(Purcell vd. 2014)



Şekil 2.10. Deniz hıyarı emülsiyonu (Fotoğraf: P. Cho Cho)

İçerik: Deniz hıyarı (*Stichopus sp.*) özü, bal, omega 3 yağ asidi, L-arginin, D-alfa-tokoferol, L-glutamin, chlorella, B6 vitamini, B1 vitamini, betakaroten, kollajen bulunur. Faydaları, yara iyileşmesinde (mide dahil yaralar), hemoroid tedavisi, astım ve diyabet, düşük tansiyon, kan dolaşımını artırmak, cildi beslemek, eklem ve kemik ağrılarını azaltır. Fiyatı USD 33,500 ml. (Fotoğraf: P. Cho Cho) (Purcell vd 2014).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırma materyali *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii* türleri İzmir’de bulunan ve su ürünleri konusunda ticari faaliyet gösteren bir firma (Gökdeniz Balıkçılık)’dan satın alınma yoluyla temin edilmiştir. Türlerin dorsal kısmında çıkıntılı açık renkli olan canlılar *H. tubulosa*, dorsal kısmı çıkıntısız ve koyu renkli olan örnekler *H. polii* türleridir. Elde edilen deniz hıyarları Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma Laboratuvarına soğuk zincir uygulaması ile taze olarak taşındı (Şekil 3.1). Her bir tür için, yaklaşık 100 deniz hıyarı deneyler için kullanılmıştır.



Şekil 3.1. *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii* Örnekleri

3.2. Metot

Her iki deniz hıyarının biyometrik ölçümleri yapıldıktan sonra besin bileşenlerinin belirlenmesinde; su oranı Official Methods of Analysis (2002a)’a göre, ham protein oranı “Kjeldahl Metodu” Official Methods of Analysis (2002b), ham yağ oranı “Soxhlet Metodu” Official Methods of Analysis (2002c), ham kül oranı Official Methods of Analysis (2002d)’a göre yapıldı. Deniz hıyarlarından elde edilen dondurulmuş ve kurutulmuş ürünlerin kalite parametreleri; duyu, fiziksel, kimyasal ve histolojik yöntemlerle belirlendi.

Tuzlama, tekrarlanan kaynama ve güneş ışınlarına maruz kalmayı içeren geleneksel teknikler, birçok aktif bileşenin kaybına neden olan uzun işlemlerdir. Hava ile kurutma en basit yöntemdir, ancak ürünlerin kalitesinde önemli değişikliklere yol açar (Lovatelli 2004; Telahigue vd. 2014). Bu bakımdan, nihai ürünün bozulmasını önlemek için en belirleyici faktörler dondurma, kurutma formları ve bunların deniz hıyarlarının histolojik yapıları; *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii*. Bu nedenle, bu parametrelerin dondurulmuş ve kurutulmuş deniz hıyarı ürünlerinin daha iyi kalitede olması için optimize edilmesi gerekir. Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine getirilen her bir deniz hıyarının gövdesi anüsten oral eksen etrafında kesildi ve organları çıkarılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii*'nin iç organlarının çıkarılması

İç organları çıkarılan deniz hıyarları suyla yıkanarak (Şekil 3.3) tartılmış ve boyu ölçülmüştür. Bu işlemler Aydın vd. (2011)'nin yöntemine göre gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.3. *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii* örneklerinin yıkanması

3.3. Deniz Hıyarı Kurutma Yöntemi

Her iki tür su dolu kab içerisine alınmıştır. Ventral bölgeden oral eksen etrafında karnı kesilerek bağırsak ve kum dışarı çıkması sağlanmıştır. İç organları çıkarıldıktan sonra tekrar yıkanmıştır, suya konularak 30-40 dakika 100 °C haşlanmıştır, Haşlama işleminden sonra kalan kumlar varsa temizlenmesi için tekrar tatlı suda yıkanmıştır. Suyunun gitmesi için 15-20 dakika kasaya konularak dinlendirilmiştir ve ardından tuzlanarak (Şekil 3.4) daha sonra Antalya’da ortam sıcaklığında (72 saat boyunca +27 °C) kurutularak kurumanın daha iyi sağlanabilmesi için ızgaralara dizilerek açık havada kuruması sağlanmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.4. *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii* örneklerinin tuzlanması



Şekil 3.5. *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii*'nin ızgarada kurutulması işlemi

3.4. Deniz Hıyarı Dondurma Yöntemi

Kurutma yöntemin haşlama safhasına kadar aynı işlemler uygulanmıştır. Örneklerin suyunun gitmesi için 15-20 dakika dinlendirildikten sonra Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Soğuk Hava Deposuna konulmuştur (-18, -20 °C) (Şekil 3.6, 3.7, 3.8).



Şekil 3.6. Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Soğuk Hava Deposu



Şekil 3.7. Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Soğuk Hava Deposu



Şekil 3.8. Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Soğuk Hava Deposu



Şekil 3.9. Dondurulmuş *Holothuria polii* örnekleri



Şekil 3.10. Dondurulmuş *Holothuria tubulosa* örnekleri

3.5. Histolojik Tespitler

Alınan örneklerden her gruptan tesadüfi olarak seçilen 5'er adet örnek histolojik inceleme için alındı. Bu örnekler, önceden hazırlanan %10'luk nötral formaldehit fikzatif gibi tespit solüsyon içinde 24-48 saat bekletildikten sonra, rutin histolojik işlem basamaklarından geçirilerek parafin bloklara gömüldü (Balcı 2019). Bu bloklardan rotary mikrotom yardımıyla 5 mikron inceliğindeki kesitler amaca uygun olmak üzere genel *Haematoxylen-eosin* ile boyanıp, mikroskopta incelenerek ve fotoğrafları çekilmiştir (Luna 1982; Bancroft and Stevens 1996).

3.2.1. Fiziksel analizler

3.2.1.1. Biyometrik ölçümler

Toplamda 30'ar adet *Holothuria polii* (HP) ve *Holothuria tubulosa* (HT) 'nın ortalama boy ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır (Şekil 3.6). Ortalama ağırlıkları taze HP 77,53 g ve taze HT 81,88 g bulunmuştur. Ortalama boyları taze HP 18,83cm, taze HT 18,58 cm olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.11. *Holothuria polii* ve *Holothuria tubulosa*'nın biyometrik ölçümü

3.2.1.2. Verim hesaplaması

Holothuria tubulosa ve *Holothuria polii* türlerinin pazarlanabilir verimlerinin tespit edilebilmesi için, toplam ağırlıkları hassas terazi ile (0,0001 g hassasiyetli) tartılmıştır. Aşağıdaki formül kullanılarak pazarlanabilir verim hesaplanmıştır (Dikel ve Çelik 1998).

$$\text{Pazarlanabilir Verim (\%)} = \frac{\text{Yenilebilir Kısım (g)}}{\text{Toplam Ağırlık (g)}} \times 100$$

3.2.2. Kimyasal kompozisyon analizleri

3.2.2.1. Su analizi

Su analizi kurutma metodu (AOAC 2002a)'na tekniğine göre yapılmıştır. Su oranını belirlemek için kullanılan petriler 105±2°C'lik etüvde 1 saat kurutulup desikatör içerisinde 30 dakika bekletildikten sonra hassas terazide (0,0001 g hassasiyetli) tartılarak boş petrinin ağırlığı (W_1) bulunmuştur. Petriler sabit tartıma getirildikten sonra içerisine 2-3 g deniz hıyarı (W_2) eklenip hassas terazide tartılmıştır. Daha sonra etüvde 105±2°C'de, 8 saat kurutulduktan sonra 30 dakika desikatörde bekletilip soğuduktan sonra tartılmıştır (W_3). İşlem sabit tartım elde edilene dek tekrarı yapılmıştır. Kuru madde % nem miktarının 100'den çıkarılmasıyla sonuç elde edilmiştir.

$$\text{Su (\%)} = [(W_1 + W_2) - W_3] / W_2 \times 100$$

3.2.2.2. Ham protein analizi

Ham protein analizi Kjeldahl metodu (Nx6,25) (AOAC 2002b)'na göre yapılmıştır.

Dekompozisyon (Parçalanma): Kjeldahl tüplerinin içerisine 1 g kadar deniz hıyarı eti 0,0001 g hassasiyetli terazide tartılıp ilave edilmiştir. Katalizör olarak CuSO_4 (Bakır sülfat) ve K_2SO_4 (Potasyum sülfat) ($\text{CuSO}_4 : \text{K}_2\text{SO}_4 = 1:9$ oranında) kullanılmıştır. Daha sonra 20 ml derişik H_2SO_4 eklendikten sonra iyice karıştırılıp ardından ön yakma cihazında ısıtılmıştır. Isıtma işlemi sırasıyla 1 saat 150 °C'de, 1 saat 250 °C'de ve 2 saat 330 °C'de olmak üzere yavaş yavaş yakılması sağlanmıştır. Isıtılan tüp içindeki renk yeşil oluncaya kadar (yaklaşık 5-6 saat) ısıtma işlemine devam edilmiştir.

Amonyak distilasyonu: Erlen içerisine 30 ml 0,1 N H_2SO_4 konulduktan sonra protein distilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. Yakma cihazından çıkarılan tüplerin içine indikatör olarak birkaç damla brom krezol yeşili damlatılıp sonra, tüpler cihaza yerleştirilmiş ve distilasyon başlatılmıştır. Distilasyon bittikten sonra erlen kjeldahl cihazından çıkarılmış üzerine indikatör olarak birkaç damla fenol fitalein eklendikten sonra karışım 0,1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Yapılan bu analiz sonunda ham protein miktarı aşağıdaki formülden yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ham Protein (\%)} = [0,0014 \times (a - b) \times F] / \text{Örnek ağırlığı} \times 6,25 \times 100$$

- a : Boş (Blank test) çözelti için harcanan (örnek yerine saf su koyulup) NaOH miktarı (ml)
- b : Örnek için titrasyonda harcanan 0,1 N NaOH miktarı
- F : NaOH faktörü
- 6,25 : Proteinin %16'sı azottur. $100/16=6,25$ 'dir.
- 0,1 N NaOH : 0,0014 mili eş gram değeri

3.2.2.3. Ham yağ analizi

Ham yağ miktarı analizi Soxhlet metodu (AOAC 2002c)'na göre yapılmıştır. Yağ ölçmede kullanılan balonlar $105\pm 2^\circ\text{C}$ 'lik etüvde 1 saat kurutulup desikatör içerisinde 30 dakika bekletildikten sonra hassas terazide (0,0001 g hassasiyetli) tartılarak boş balonun ağırlığı (W_1) bulunmuştur. Hassas terazide yaklaşık 1-2 g ağırlıklar arasında alınan deniz hıyari eti tartılmış (W_2), yağ ihtiva etmeyen, gözenekli ve eterde çözünmeyen kartuşlar içine konulmuştur. İçinde et olan kartuşlar soxhlet cihazında ekstraktör balonu içine yerleştirilmiş ve üzerine eter eklenerek cihaz 50°C 'de çalıştırılmıştır. Isıtma işlemi 5-6 saat sürdürülmüştür. Eteri alınan balon soxhlet cihazından çıkarılmıştır. Eteri iyice uçurulan balon bir saat süreyle $105\pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki etüvde kurutulup desikatörde 30 dakika soğutulduktan sonra hassas terazide tartılmıştır (W_3).

$$\text{Ham yağ (\%)} = [(W_3 - W_1) / W_2] \times 100$$

3.2.2.4. Ham kül analizi

Ham kül; yakma metodu (AOAC 2002d)'na tekniğine göre yapılmıştır. Porselen krozelerin ağırlığı sabitlenene kadar kül fırınında ısıtılıp ardından desikatörde soğutulduktan sonra boş ağırlıklarını bulmak için 0,0001 g hassasiyetindeki terazide tartılmıştır (W_1). Sabit ağırlığı tespit edilen kroze içine 1-2 g kadar örnek (W_2) eklendikten sonra bunzen beki ile duman çıkmayınca kadar yakılmıştır. Daha sonra 550°C sıcaklıktaki kül fırınına konmuştur. Krozeler içindeki örneğin rengi gri-beyaz oluncaya kadar (2 saat) fırında bekletilmiştir. Ardından 30 dakika desikatörde soğutulduktan sonra tartılmış ve bu işlem, değer sabitlenene kadar devam ettirilmiştir.

$$\text{Ham kül (\%)} = [(W_1 + W_2) - W_3] / W_2 \times 100$$

3.2.3. Histolojik analizler

Histokimyasal tekniklere göre, deniz hıyarlarından alınan yaş, kuru ve dondurulmuş örneklerle ait dokular en az 24-48 saat boyunca %10 nötr formaldehit çözeltisinde tutulan dokular nötr formaldehitte tespit edilmiştir. Fiksiyatif sıvısının etkisini ortadan kaldırmak için bir saat boyunca yıkandılar. Tespit işleminden sonra belli bir süre farklı alkol konsantrasyonlarında tutulan dokular (Şekil 3.7), ksilol ve parafin banyolarına maruz bırakılarak bloke edilmiştir (Şekil 3.8). Daha sonra döner mikrotom ile kesmeye hazır hale getirilerek (Leica RM 2135, Almanya) (Şekil 3.9), Normal histoloji için bloke edilen dokular 5 µm kalınlığında kesilerek (Şekil 3.10)

ardından gece boyunca 40 °C'de bir etüvde tutulmuştur. Genel histolojik tanı için Harris'in hematoxilen-eozin (H+E) boyama prosedürüne göre boyanmışlardır. Boyanmış preparatlar Kanada balsamı ile kapatıldıktan sonra kurumaya bırakıldılar (Şekil 3.16). Hazırlanan preparatlar araştırma mikroskobu altında incelenip fotoğrafları çekilerek histolojik detayları belirlenmiştir (Luna 1982; Bancroft ve Stevens 1996; Presnell ve Schreibman 1997).



Şekil 3.12. *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii* dokularının farklı alkol konsantrasyonunda tutulan dokuları



Şekil 3.13. *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii* dokularının parafin banyo sunda tutulmaları



Şekil 3.14. *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii* dokularının bloklandıktan mikrotomla kesime hazır hale getirilmesi



Şekil 3.15. *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii* dokularının 5µm kalınlığında kesim işlemi



Şekil 3.16. Kesitleri alınarak kurumaya bırakılmış örnekler

3.2.3. İstatistiki analizler

Ortalamalar ve standart sapmalar Excel programı kullanılarak yapılmıştır. $P=0,05$ güven aralığının hesaplanmasında parametrik olmayan Mann Whitney-U test aralığı testi için IBM SPSS 21.0 istatistik programı kullanılmıştır (Özdamar 2001).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Fiziksel Analizler

Holothuria polii (HP) ve *Holothuria tubulosa* (HT) 'nın boy ve ağırlık ortalamaları ve standart sapmaları Çizelge (4.1) 'de verilmiştir. Taze HP 77,53 g ve taze HT 81,88 g ortalama ağırlıkları bulunmuştur. Aydın vd (2011) ortalama ağırlıkları taze HP 59,25 g ve taze HT 78,62 g olarak bildirmiştir. Özellikle bu türlerin taze ağırlıklarının benzer olduğu gözlenmiştir. Çalışmamızda ortalama ağırlıkları (taze deniz hıyarlarının iç organlarını alındıktan sonraki ortalamalar) HP 54,68 g ve HT 65,07 g bulunmuştur. Aydın vd (2011) göre ortalama HP 26,19 g ve HT 47,64 g ağırlıkları bulmuşlardır. Çalışmamızda, HP ve HT değerlerinin ortalama ağırlıkları çalışma sonuçlarından daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.1. *Holothuria polii* ve *Holothuria tubulosa* 'nın Biyometrik Değerleri

Örnek Tipi*	<i>Holothuria polii</i> (HP)		<i>Holothuria tubulosa</i> (HT)	
	Boy(cm)	Ağırlık (g)	Boy (cm)	Ağırlık (g)
Taze	18,83±1,82	77,53±12,22	18,58±3,09	81,88±20,38
Donmuş	6,90±0,51	11,73±2,38	6,83±0,60	11,33±2,46
Kurutulmuş	5,66±0,50	6,36±1,55	6,19±0,80	8,44±2,11
İç Organları Çıkarılmış	-	54,68±6,89	-	65,07±17,47

*Her bir örnek tipi için 30'ar örnek (n=30) kullanılmıştır.

4.2. Kimyasal Analizler

Çizelge 4.2, *Holothuria polii* (HP) ve *Holothuria tubulosa*'nın (HT) kimyasal kompozisyon değerlerini (%) göstermektedir. HPT ve HTT'nin nem, ham yağ ve ham kül değerleri önemli ölçüde değişmiştir ($P < 0,05$). Araştırmada en yüksek su (% 87,11) HTT, ham yağ (% 1,70) HTT, ham protein (% 66,32) HTK ve ham kül (% 8,10) HPT örneklerinde tespit edilmiştir. HPT ve HTT arasında protein içeriğinde anlamlı bir fark bulunmadı. Dondurma ve kurutma işlemlerinden sonra, örneklerin birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Donmuş ve kurutulmuş HP ve HT örneklerinin ham protein, ham yağ ve ham kül değerlerinin anlamlı olduğu ($P < 0,05$) saptanmıştır. En yüksek ham protein (% 19,17) HTD, (% 66,32) HTK ve ham yağ (% 6,31) HTK ve ham kül (% 7,78) HPD, (% 22,57) HPK değerleri tespit edilmiştir. Bu çalışmada, donmuş ve kurutulmuş HP, HT ve donmuş, HP, HT numunelerinin nem içeriği önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.2. *Holothuria polii* ve *Holothuria tubulosa*'nın Kimyasal Kompozisyon Değerleri (%)

Örnek Tipi	Su (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)
HPT	85,73±0,51 ^b	4,84±0,05	1,33±0,04 ^b	8,10±0,26 ^a
HTT	87,11±0,25 ^a	5,05±0,44	1,70±0,02 ^a	6,14±0,15 ^b
HPD	68,53±0,58	18,58±0,12 ^b	5,11±0,08	7,78±0,42 ^a
HTD	69,61±0,40	19,17±0,18 ^a	5,09±0,05	6,13±0,08 ^b
HPK	7,70±0,43	63,72±0,21 ^b	6,01±0,07 ^b	22,57±0,29 ^a
HTK	8,50±0,41	66,32±0,39 ^a	6,31±0,03 ^a	18,87±0,43 ^b

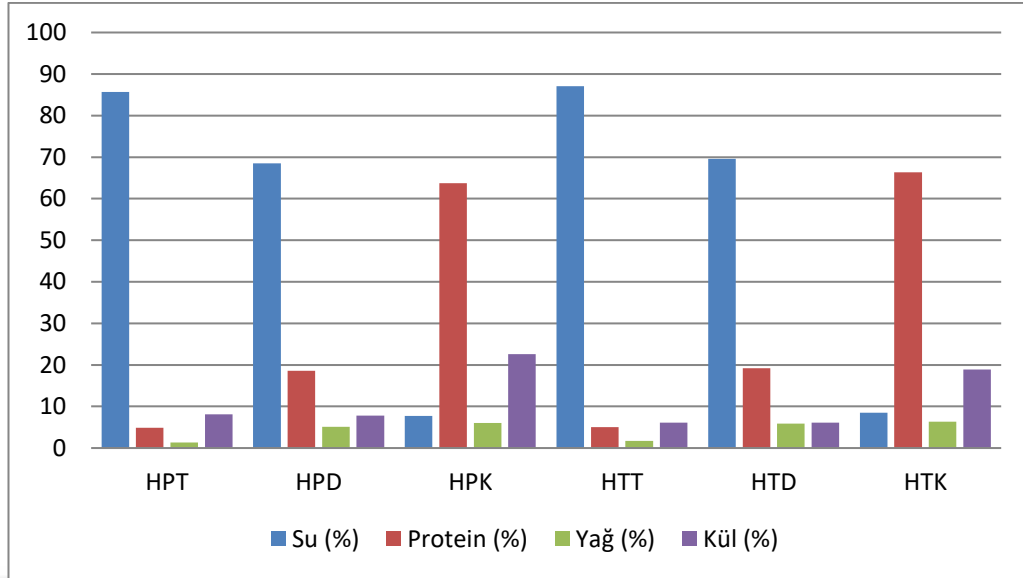
HP; *Holothuria polii*, HT; *Holothuria tubulosa*, T; Taze, D;Donmuş, K;Kurutulmuş

Değerler, iki bağımsız ve paralel deney için ortalama ± standart sapma ölçümleri olarak gösterilmiştir. Aynı sütundaki farklı üst yazı harfleri, örneklerin türleri arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir (P <0,05).

Aydın vd. (2011), türlerin nem, protein, yağ ve kül içeriklerinin %81,24 ile % 85,24, %7,88 ile % 8,82, %0,09 ile %0,18 ile %5,13 ile % 7,85 arasında değiştiğini ve bazı istisnalar dışında türlerin değişiminin önemli (P <0,05) olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda HPT ve HTT'nin su değerleri %85,73 ile %87,11, protein değerleri % 4,84 ile %5,05 yağ değerleri % 1,33 ile % 1,70, kül değerleri % 6,14 ile % 8,10 arasında değişmektedir. Ayrıca, HPT ve HTT'nin nem, yağ ve kül değerleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur (P <0,05). Çalışmamızda HPT ve HTT'nin protein içeriği düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlere mevsimsel değişimlerin neden olduğu düşünülmektedir (Wen vd. 2010; Sicuro vd. 2012), (Özer vd. 2004), taze deniz hıyarlarının su içeriğinin, kurutma işleminden sonra %85'ten %6,5'e düştüğünü bildirmişlerdir.

Sicuro vd. (2012) tarafından Güney Adriyatik Denizi'ndeki Akdeniz hıyarlarının *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii*'nin gıda kalitesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Kimyasal kompozisyonlarının her iki türde de benzer olduğunu gözlemlemişler ve buna göre: ham protein HT (% 44,58), HP (% 36,99) ve kül HT (% 46,43), HP (48,22) olarak tespit etmişlerdir. Diğer yandan, düşük yağ içeriği kurutulmuş numunelerde HT (% 0,71) ve HP (% 0,55) ile sonuçlanmıştır. Sonuçlarımız da biraz daha yüksek ham protein içeriği ve yağ içeriği ile ilgili türler için düşük kül içeriği düzeyi gözlenmiştir.

Telahigue vd. (2014)'ne göre; taze *H. forskali* vücut duvarının deniz hıyarlarının kimyasal besin bileşenlerinden yağların %0,4'ü geçmediğini saptamışlardır Sicuro vd. (2012), HP ve HT'nin yağ içeriğinin çok düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Wen vd. (2010), deniz hıyarlarının yüksek protein ve düşük yağ seviyelerine sahip deniz ürünleri olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek protein, düşük yağ ve antioksidan içeriğinin (Zhong vd. 2007) deniz hıyarlarını tüketiciler için potansiyel bir protein kaynağı yaptığı bilinmektedir. Sonuçlarımızın (Şekil 4.1)'de verildiği gibi diğer araştırmaların bahsi geçen çalışmalar ile benzer olduğu görülmektedir.



Şekil 4.1. *Holothuria polii* ve *Holothuria tubulosa*'nın Kimyasal Kompozisyon Değerleri (%)

HP; *Holothuria polii*. HT; *Holothuria tubulosa*. T;Taze, D;Donmuş, K;Kurutulmuş

4.3. Histolojik Analizler

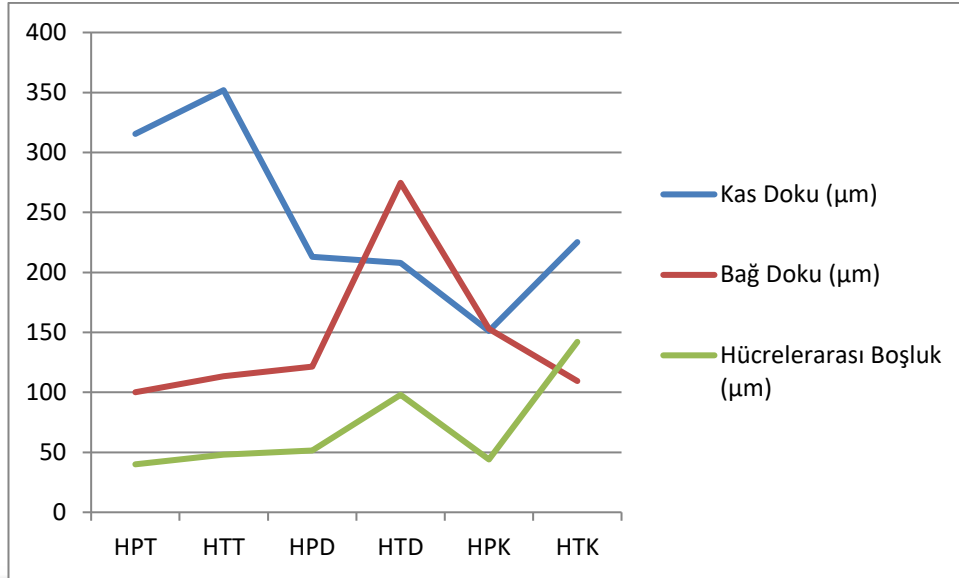
Çalışmamızda histolojik ölçümler arasında hücre içi boşlukların HTD örneklerinde (142,07 μ m) diğer örneklerle göre çok yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.2).

Çizelge 4.3. Taze, Kurutulmuş ve Donmuş *Holothuria polii* ve *Holothuria tubulosa* Örneklerinin Histolojik Ölçüm Değerleri

Örnek Tipi	Kas Doku (μ m)	Bağ Doku (μ m)	Hücrelerarası Boşluk (μ m)
HPT	315,56 $\pm$ 88,89 ^a	100,08 $\pm$ 47,13 ^b	39,99 $\pm$ 9,47 ^a
HTT	351,92 $\pm$ 106,74 ^a	113,51 $\pm$ 24,25 ^b	48,07 $\pm$ 15,09 ^a
HPD	213,01 $\pm$ 73,49 ^b	121,45 $\pm$ 50,91 ^{ab}	51,54 $\pm$ 25,13 ^b
HTD	207,84 $\pm$ 66,70 ^b	274,67 $\pm$ 163,61 ^a	98,00 $\pm$ 65,50 ^b
HPK	151,12 $\pm$ 55,79 ^b	153,01 $\pm$ 60,71 ^{ab}	44,00 $\pm$ 9,90 ^a
HTK	225,25 $\pm$ 50,22 ^b	109,49 $\pm$ 46,38 ^b	142,07 $\pm$ 66,86 ^b

HP; *Holothuria polii*. HT; *Holothuria tubulosa*. T;Taze, D;Donmuş, K;Kurutulmuş

Değerler, iki bağımsız ve paralel deney için ortalama $\pm$ standart sapma ölçümleri olarak gösterilmiştir. Aynı sütundaki farklı üst yazı harfleri, örneklerin türler arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir (P <0,05).

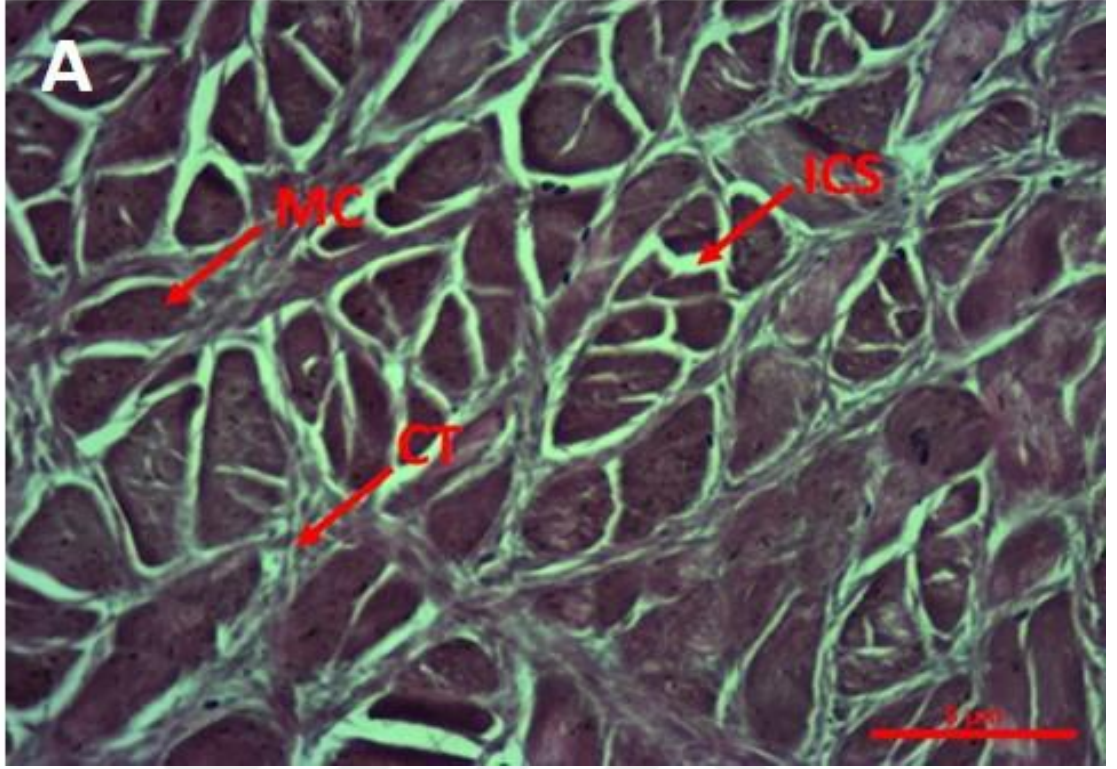


Şekil 4.2. Taze, Kurutulmuş ve Donmuş *Holothuria polii* ve *Holothuria tubulosa* Örneklerinin Histolojik Ölçüm Değerlerinin Grafiği

HP; *Holothuria polii*. HT; *Holothuria tubulosa*. T;Taze, D;Donmuş, K;Kurutulmuş

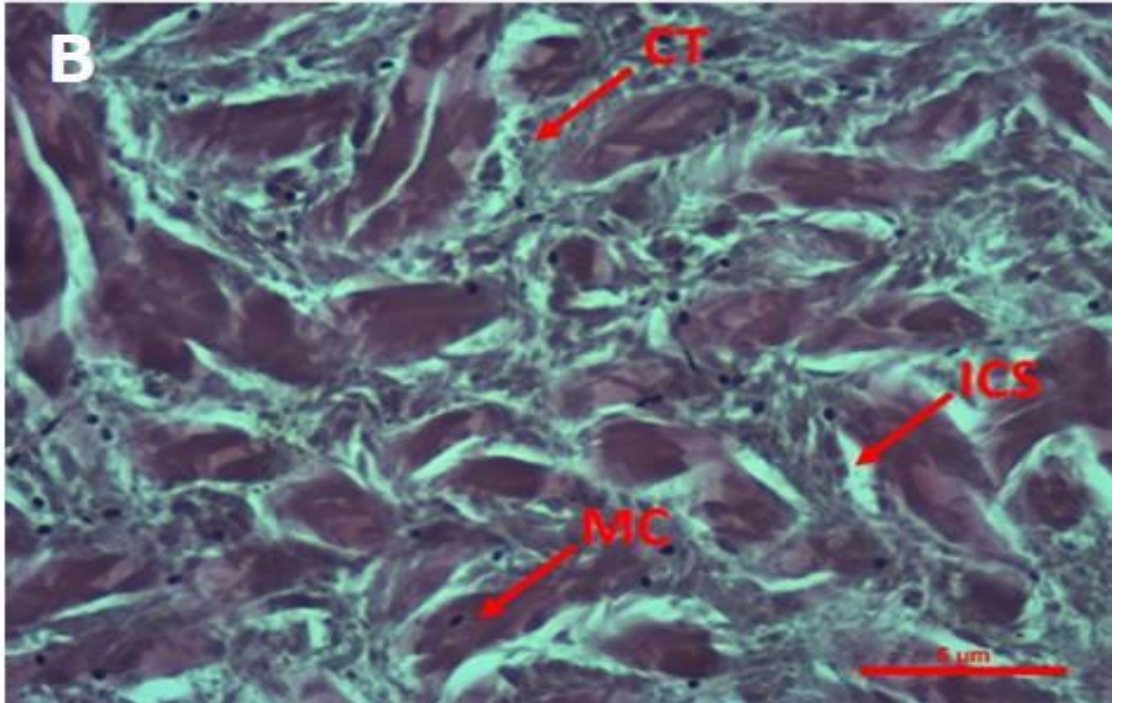
Araştırmada elde edilen bu bulgu, deniz hıyarlarının aşırı su kaybetmesi ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Değerlendirilen üç parametre 6 örnek grubu için karşılaştırılmış, kas hücresi göz önüne alındığında, bağ dokusu, hücreler arası boşluk (Çizelge 4.3), kas hücresi için HPT ve HTT'yi ve bağ dokusu için HPK ve HTK'yı ve hücreler arası boşluk için HPK ve HTK örnekleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0,05$).

Deniz hıyarlarından taze, kurutulmuş ve dondurulmuş örneklerden alınan dokular histokimyasal tekniklerle hazırlanmıştır. Taze HP ve HT doku örneklerine ait histolojik inceleme sonuçları (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4) 'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Taze *Holothuria polii*'nin Histolojik Yapısı (H+E)

A: Taze *H. polii* Doku Örneği, CT; Bağ Doku, MC; Kas Doku, ICS; Hücrelerarası Boşluk

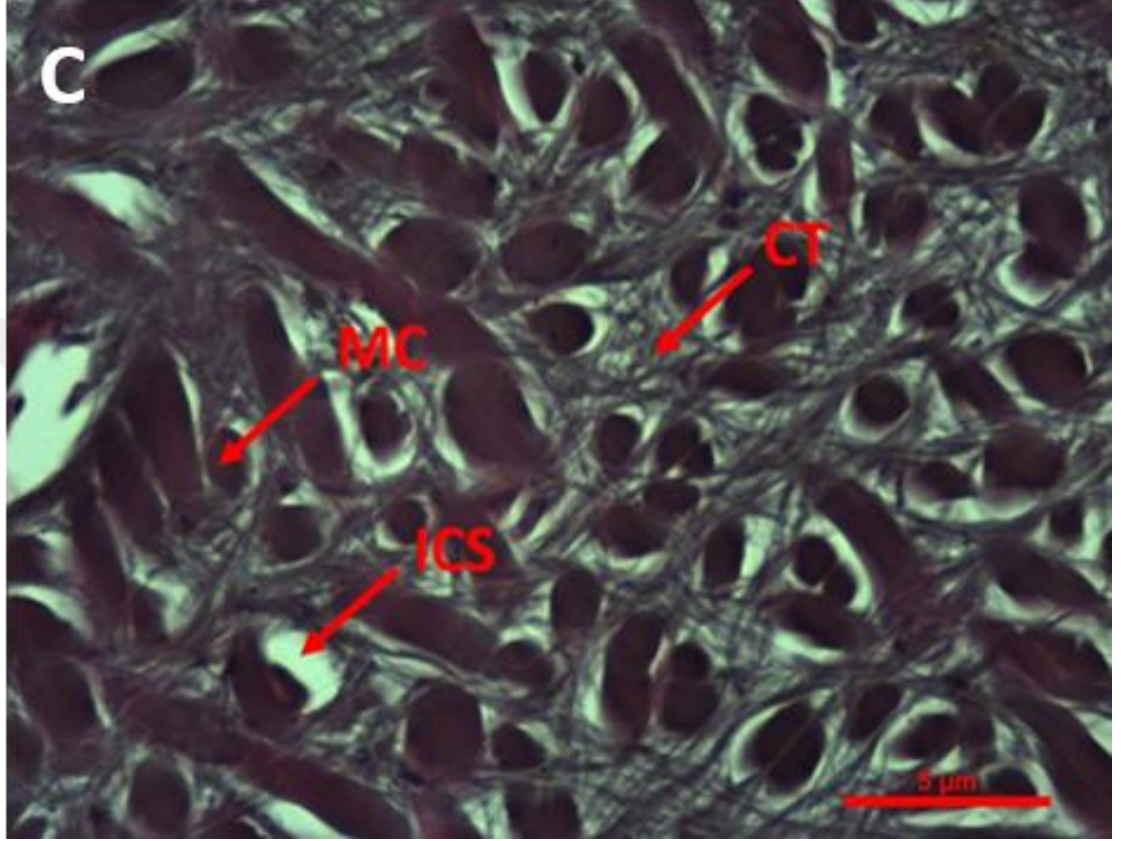


Şekil 4.4. Taze *Holothuria tubulosa*'nın Histolojik Yapısı (H+E)

B: Taze *H. tubulosa* Doku Örneği CT; Bağ Doku, MC; Kas Doku, ICS; Hücrelerarası boşluk

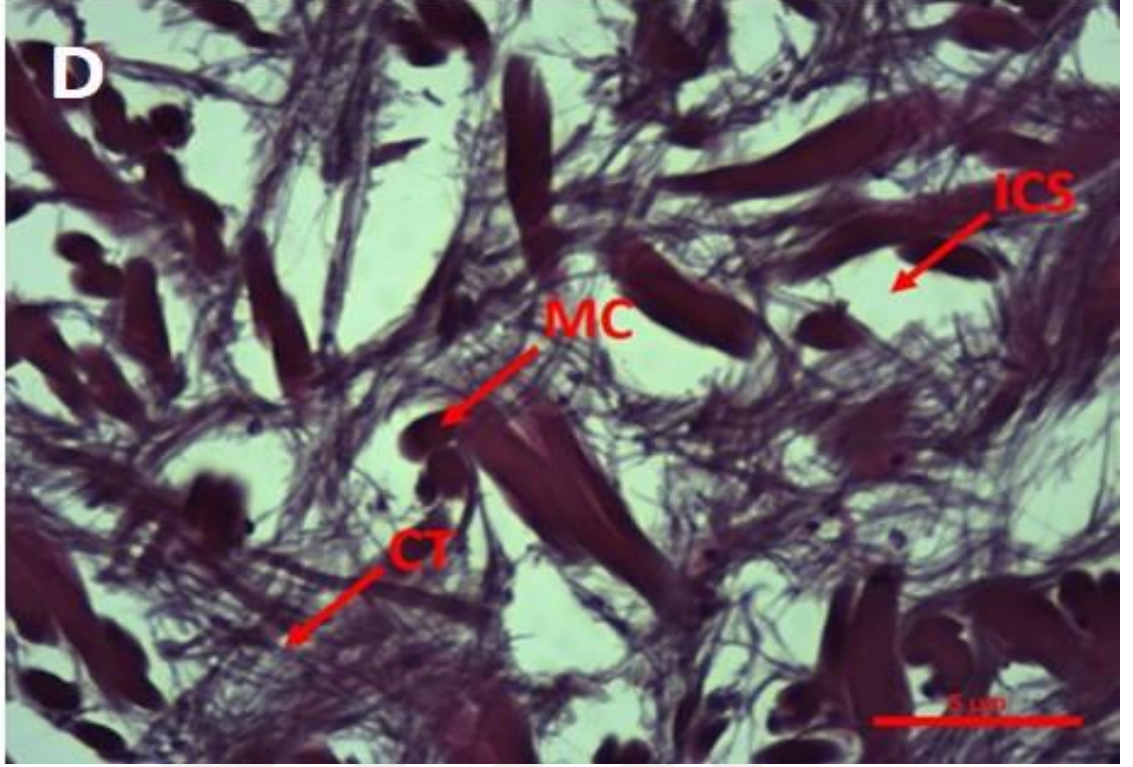
Bu çalışmada, HPT ile ilgili olarak kas hücre boyutları daha büyük, bağ dokusu

düzenli ve kompakt hücreler arası boşluk daha az bulunmuştur (Şekil 4.3). HTT’de bulgular benzer şekilde; kas hücre boyutları daha büyük, bağ dokusu düzenli ve kompakt hücreler arası boşluk da daha az bulunmuştur (Şekil 4.4). Çalışmada; donmuş HPD ve HTD örneklerine ilişkin Şekil 4.5 ve Şekil 4.6 ‘da her iki deniz türünün olduğu örnekleri verilmiştir.



Şekil 4.5. Donmuş *Holothuria polii* 'nin Histolojik Yapısı (H+E)

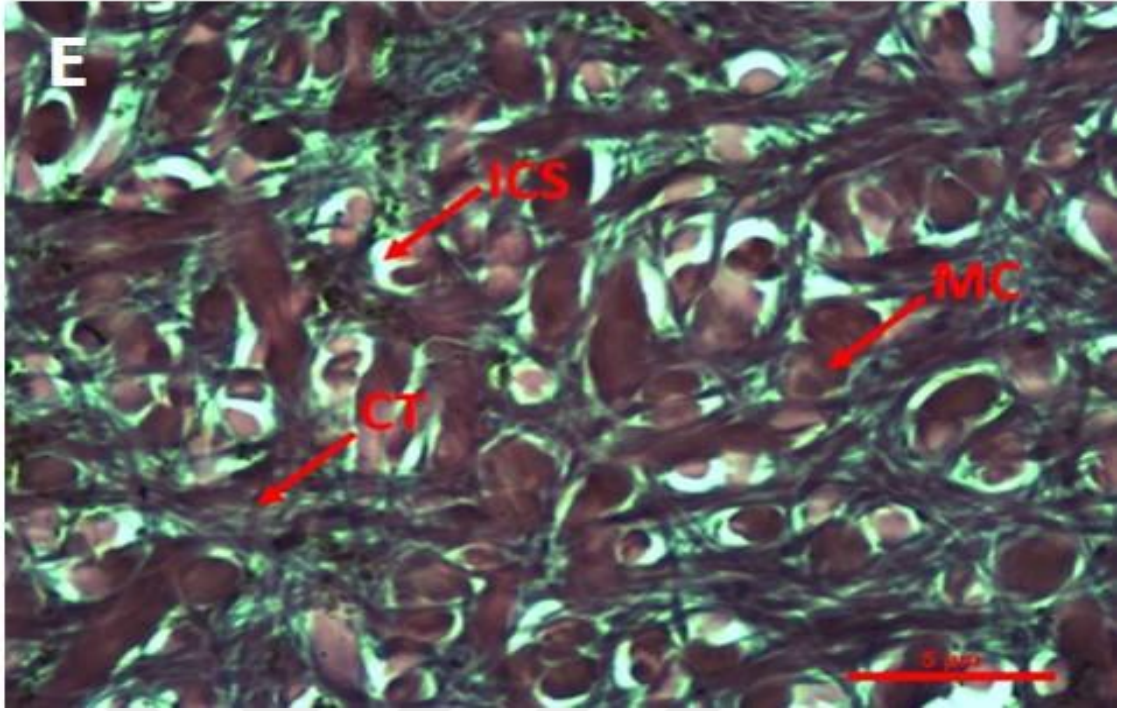
C: Donmuş *H. polii* Doku Örneği CT; Bağ Dokusu, MC; Kas Doku, ICS; Hücrelerarası Boşluk



Şekil 4.6. Donmuş *Holothuria tubulosa*'nın Histolojik Yapısı (H+E)

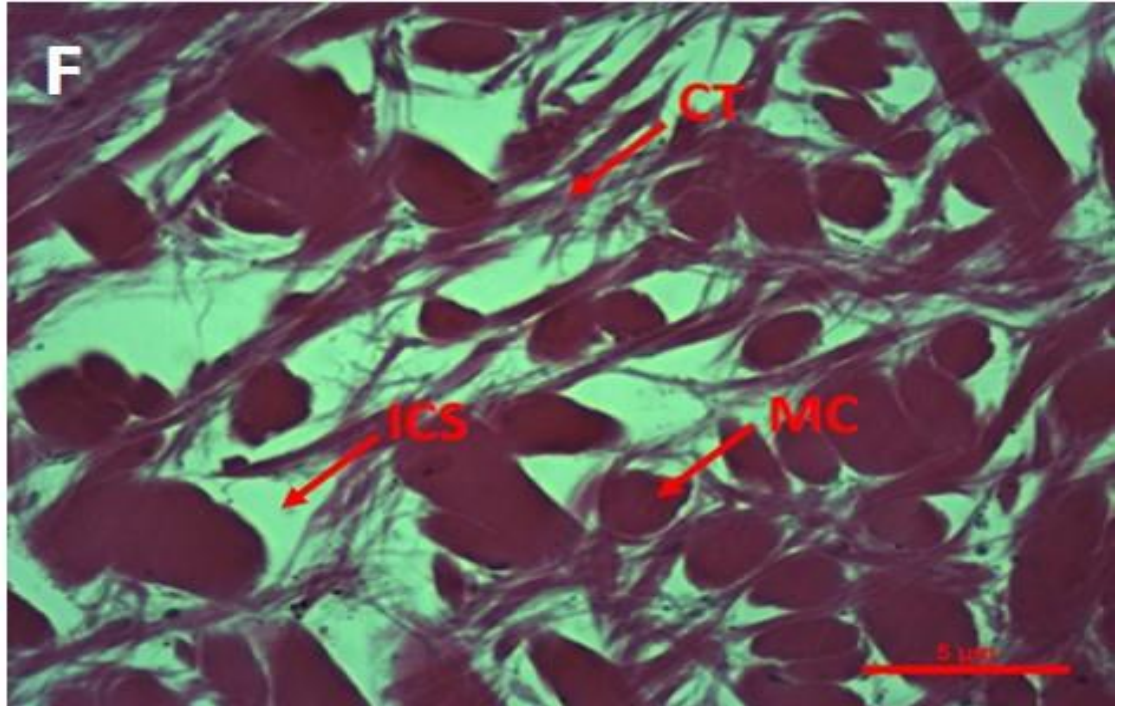
D: Donmuş *H. tubulosa* Doku Örneği, **CT;** Bağ Doku, **MC;** Kas Doku, **ICS;** Hücrelerarası Boşluk

HPD ile ilgili olarak; hücre boyutu taze numuneden daha küçük, kurutulmuş numuneden daha büyük, bağ dokusu düzensiz ve hücreler arası boşluk daha fazla bulunmuştur (Şekil 4.5). HTD'de bulgular ise; hücre boyutu daha küçük, bağ dokusu düzensiz ve hücreler arası boşluk da daha fazla bulunmuştur (Şekil 4.6). Araştırmada; kurutulmuş deniz hıyarı HPK ve HTK doku örnekleri (Şekil 4.7 ve Şekil 4.8)'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Kurutulmuş *Holothuria polii*'nin Histolojik Yapısı (H+E)

E: Kurutulmuş *Holothuria polii* doku örneği, CT; Bağ Doku, MC; Kas Doku, ICS; Hücrelerarası Boşluk



Şekil 4.8. Kurutulmuş *Holothuria tubulosa* 'nın Histolojik Yapısı (H+E)

F: Kurutulmuş *Holothuria tubulosa* doku örneği, CT; Bağ Doku, MC; Kas Doku, ICS; Hücrelerarası Boşluk

HPK ile ilgili olarak; kas hücre boyutu daha küçük, bağ dokusu düzensiz ve hücreler arası boşluklar daha fazla gözlendi (Şekil 4.7). HTK'de bulgular ise; kas hücre boyutları daha küçük, bağ dokusu düzensiz ve hücreler arası boşluk daha fazla bulunmuştur (Şekil 4.8).

Deniz hıyarları, diğer echinodermiler gibi mikroskobik kemikçiklerden yapılan iç endoskeleton varlığı ile karakterize edilir. Bu kemikler deniz hıyarı gövdesine gömülmüştür (Daprà vd. 2015). Osmotik dehidrasyon (OD), kurutulmuş gıdaların işlenmesinde en önemli tamamlayıcı tedavi ve gıda muhafaza tekniğinden biridir (Khan 2012). Kurutulmuş deniz hıyarının sadece kendi türüne bağlı olarak değeri değil, ürünün boyutu ve kurutma işlemi açısından sadece kalitesi değil aynı zamanda kurutma işleminden önce deniz hıyarlarının kurutulmasının da bir parçasıdır (Chong 2015).

Dondurularak kurutma tekniği, kurutulmuş deniz hıyarlarında en iyi kaliteyi sağlamanın yanısıra maliyeti artırdığı bilinmektedir. Hava ile kurutulmuş ürünlerin, dondurularak kurutulmuş ürünlere göre daha düşük kaliteli bir ürün olduğu bilinmektedir. Deniz hıyarlarının kurutulması işleminde; daha hızlı kuruma elde etmek için mikrodalga dondurma kurutma tekniğini geliştirilmiştir (Duan vd. 2010).

5. SONUÇLAR

Günümüz koşullarında deniz hıyarı alım-satımında söz sahibi ülkeler, deniz hıyarının hem gıda hem de medikal alanda kullanılmasının önünü açarak endüstriyel üretimlerini mümkün kılmış ve işleme teknolojisi açısından da farkındalık yaratmıştır. Ülkemiz açısından öncelikle sahip olduğumuz türler ve doğal kaynaklar ayrıntılı olarak belirlenmeli ve sürdürülebilir avcılık sağlanmalıdır. Bunun yanı sıra deniz hıyarı yetiştiriciliğine ait yatırım çalışmalarına önem verilerek doğal kaynaklara bağımlık azaltılarak, endüstriyel olarak deniz hıyarlarının işlenmesi konusundaki bilimsel araştırmalara ivme kazandırılmalıdır.

Bu yüksek lisans tezi çalışması ile; adı geçen deniz hıyarı türlerinin dondurma ve kurutma işlemini yapan ülkemiz su ürünleri tesislerine Ar-Ge kapsamında bazı yol gösterici öneriler sunabileceği düşüncesindeyiz. Ayrıca *Holothuria tubulosa* ve *Holothuria polii*'nin dondurma ve kurutma sonrası besin bileşenlerindeki değişimlerin yanı sıra histolojik olarak da değerlendirilmiş olmasında önemli olduğu kanısındayız. Histolojik açıdan bu türlerin incelenmesinin ülkemiz için bir ilk olma özelliği taşımaktadır.

Elde edilen sonuçlar dondurulmuş ve kurutulmuş deniz hıyarlarının tüm kimyasal bileşimlerinin ve histolojik değerlendirmelerinin deniz hıyarlarının işleme teknolojisi için değerli ve önemli olduğunu göstermiştir. Özellikle HTD numuneleri HPD numunelerinden daha iyi sonuçlardan oluştuğu görülmüştür. Bu nedenle HP ve HT gibi deniz hıyarları ticari olarak temin edilebilir. Deniz hıyarları, Doğu Asya dışındaki nüfusun çok küçük bir kesimi tarafından bir gıda olarak tüketildiğinden çoğu insan, faydalı bileşenlerine ulaşamadığı bilinmektedir. Çalışmamız, deniz hıyarlarının düşük maliyetli kaynak olarak gıda endüstrilerinin dondurulmuş ve kurutulmuş kullanımı için iyi bir temel oluşturduğu kanısındayız.

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar ışığında HP ve HT türlerine ait deniz hıyarlarının Su Ürünleri İşleme Teknolojisi açısından oldukça değerli oldukları söylenebilir.

6. KAYNAKLAR

- AOAC. 2002a. Method 950.46. Moisture content in meat. In Official Methods of Analysis, 17th Ed., Assoc. of Official Analytical Chemist, Gaithersburg, Maryland.
- AOAC. 2002b. Method 928.08. Protein content. In Official Methods of Analysis, 17th Ed., Assoc. of Official Analytical Chemist, Gaithersburg, Maryland.
- AOAC. 2002c. Method 960.39. Fat content. In Official Methods of Analysis, 17th Ed., Assoc. of Official Analytical Chemist, Gaithersburg, Maryland.
- AOAC. 2002d. Method 920.153. Ash content. In Official Methods of Analysis, 17th Ed., Assoc. of Official Analytical Chemist, Gaithersburg, Maryland.
- Aydın, M. 2008. The commercial sea cucumbers fishery in Turkey. *SPC Beche de Mer Information Bulletin*, 28, 40–43.
- Aydın, M., Sevgili, H., Tufan, B., Emre, Y., Köse, S. 2011. Proximate composition and fatty acid profile of three different fresh and dried commercial sea cucumbers from Turkey. *International Journal of Food Sciences&Tecnology*, 46, 500-508.
- Aydın, M. 2013. Deniz hıyarı *Holothuria (Platyperona) sanctori* Delle Chiaje, 1823 (Echinodermata: Holothuroidea) türünün bazı biyolojik özellikleri. *Biological Diversity and Conservation* 6(3): 153-159.
- Aydın, M. 2015. Türkiye Denizlerinde Dağılım Gösteren Deniz Hıyarı (Echinodermata: Holothuroidea) Türleri Hakkında Ön Araştırmalar. Ekoloji Sempozyumu, 6-9 Mayıs 2015, Sinop. Sayfa 483.
- Aydın, M. 2016. Türkiye Denizlerindeki Deniz Hıyarı (Holothuroidea) Türleri. Ordu Üniversitesi, *Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi*, 2(1) :49-53.
- Aydın, M., Sevgili, H., Tufan, B., Emre, Y. and Köse, S. 2011. Proximate composition and fatty acid profile of three different fresh and dried commercial sea cucumbers from Turkey. *Int. J. Food Sci. Tech.* 46: 500-508.
- Balcı, B.A. ve Aktop, Y. 2019. Yeme Çakşır Otu (*Ferula elaeochytris* K. 1947) İlavesinin Japon Balığının (*Carassius auratus* L. 1758) Büyüme ve Gonad Gelişimi Üzerine Etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1): 347-359. DOI: 10.21597/jist.431342
- Bancroft, J.D. and Stevens, A. 1996. Theory and Practice of Histological Techniques. 4th Edition, Churchill Livingstone, New York, p 436.
- Bilgin, Ş. ve İzci, L. 2016. The Effects of Drying & Boling Process On Nutritional Components of *Halothuria forskali* (Delle Chiaje, 1823) (In Turkish). *J of Food and Health Sci.* 2(1):1-8.

- Chen, J. 2003. Overview of sea cucumber farming and ranching practices in China. *Beche-de-mer Information Bulletin*, 18: 18-23.
- Chen, J.X. 2004. Present status and prospects of sea cucumber industry in China. *Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management (ASCAM)*. FAO, Rome, Italy, pp 25-38.
- Chong, N.V.W., Pindi, W., Chye, F.Y., Shaarani, S.M. and Lee, J.S. 2015. Effects of Drying Methods on the Quality of Dried Sea Cucumbers from Sabah – A Review. *Int. J. Novel Res. in Life Sci.*, 2 (4): 49-64.
- Choo, P. S. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Asia. In Toral- Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. (eds). *Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 516. Rome, 81-118.
- Conand, C. 1990. The Fishery Resources of Pacific Island Countries. Part2:Holothurians, FAO Fisheries Technical Paper
- Conand, C. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in the Indian Ocean. In: Toral-Granda V., Lovatelli, A., Vasconcellos, M. (eds). *Sea cucumbers: a global review on fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 516. Rome, 153–205.
- Conand, C. 2006. Harvest and trade: utilization of sea cucumbers; sea cucumber fisheries; current international trade; illegal, unreported and unregulated trade; bycatch; socio-economic characteristics of the trade in sea cucumbers. In: A. W. Bruckner (ed.). *Proceedings of the CITES workshop on the conservation of sea cucumbers in the families Holothuriidae and Stichopodidae*. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-34, USA, 51–73.
- Çaklı, Ş., Cadun, A., Kışla, D., Dinçer, T. 2004. Determination of Quality Characteristics of *Holothuria tubulosa*, (Gmelin, 1788) in Turkish Sea (Aegean Region) Depending on Sun Drying Process Used in Turkey *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 13(3): 69-78.
- Daprà, F., Sicuro, B., Cabiale, K., Falzone, M., Visentin, V. and Galloni, M. 2015. The histological evaluation of sea cucumber meal as a potential ingredient in Rainbow Trout diet. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* 15: 333-340.
- Delle Chiaje, S. 1823. *Memories sullastoria e notomia e gli animali senza vertebre del regno di Napoli*. 4 volumes. Fratelli Fernandes, Napoli.
- Dikel, S ve Çelik, M. 1998. Aşağı Seyhan Havzası'nda yakalanan tatlı su çipurası'nın (*Tilapia spp.*) yenilebilir ve yenilemez bölümlerinin ağırlık oranları ile bazı besinsel öğelerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal sciences*, 22:517-520.

- Duan, X., Zhang, M., Mujumdar, A.S. and Wang, S. 2010. Microwave freeze drying of sea cucumber (*Stichopus japonicus*), *Journal of Food Engineering*, 491-497.
- FAO (Food and Agriculture Organisation), 2015. Global Production Statistics. Online Query – Erişim 20 Şubat 2015, <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-production/query/en>
- Fischer, W., Schneider, M. Bauchot, M. L. 1987. Méditerranée et Mer Noire (Zone de Pêche 37). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Rev.1. (2 volumes).
- Fredalina, B.D., Ridzwan, B.H., Zainal-Abidin, A.A., Kaswandi, M.A., Zaiton, H., Zali, I., Kittakoo, P. ve Jais, A.M. 1999. Fatty acid compositions in local sea cucumber, *Stichopus chloronotus* for wound healing. *Gen. Pharmacol.* 33: 337–340.
- Gilliland, P.M. 1993. The skeletal morphology, systematics and evolutionary history of holothurians. *Special Papers in Palaeontology* 47: 1-147.
- Gmelin, J.F. 1790. *Linnaei Systema Naturae*. Ed. 13 Holmiae, 1(6): 3021–3910.
- González-Wangüemert, M., Aydın, M., Chantal, C. 2014. Assessment of sea cucumber populations from Aegean Sea (Turkey): First insights to sustainable management of new fisheries. *Ocean & Coastal Management* 92: 87- 94. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2014.02.014.
- González-Wangüemert, M., Valente, S., Aydın, M. 2015. Effects of fishery protection on biometry and genetic structure of two target sea cucumber species from the Mediterranean Sea. *Hydrobiologia* 743(1): 65-74. DOI: 10.1007/s10750-014-2006-2.
- Khan, M.R. 2012. Osmotic dehydration technique for fruits preservation-A review. *PAK. J. Food Sci.*, 22(2): 71-85.
- Kinch, J., Purcell, S., Uthicke, S., Friedman, K. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in the Western Pacific. In: Toral- Granda V., Lovatelli A., Vasconcellos M. (eds). Sea cucumbers: a global review on fisheries and trade. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, No. 516. Rome, 7–55.
- Künili, İ.E., Çolakoğlu, F.A. 2015. Deniz Diplerinin Değerli Kaynağı: Deniz Hıyarı. *Dünya Gıda Dergisi*, 45, 45-49
- Künili, İ.E., Çolakoğlu, F.A. 2018. Antioxidant and Antimicrobial Activity of Sea Cucumber (*Holothuria tubulosa*, Gmelin 1791) Extracts. *COMU J Mar Sci Fish*, 1(2): 66 – 71
- Liu, H.Y., Li, D. and Gue, S.D. 2007. Studies on collagen from the skin of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Food Chemistry*. 101: 621–625.

- Lovatelli, A. 2004. Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management. FAO Fisheries Technical Paper, (Com. / ed), Conand, C. et al. (eds). (Rome, Italy: FAO), p. 425.
- Luna, G.L. 1982. Manual of histologic staining methods. American Registry of Pathology, Mc Graw-Hill Co. NewYork, p 251.
- Özdamar, K. 2001. SPSS ile Bioistatistik, 4th ed., Eskişehir, 313-337.
- Özer, N.P., Mol, S. and Varlık, C. 2004. Effect of the handling procedures on the chemical composition of sea cucumber. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* 4, 71–74.
- Öztoprak, B., Doğan, A., Dağlı, E. 2014. Checklist of Echinodermata from the coasts of Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 38(6): 892- 900.
- Presnell, J.K and Schreibman, M.P. 1997. Humason's Animal Tissue Techniques, Fifth Edition. The Johns Hopkins University Press Baltimore-London, p 572.
- Purcell, S., Choo, P.S. 2014. Alternative product forms, consumer packaging and extracted derivatives of tropical sea cucumbers, *SPC Beche-de-mer Information Bulletin*, 34
- Purcell, S.W., Mercier, A., Conand, C., Hamel, J.F., Toral-Granda, M.V., Lovatelli, A. ve Uthicke, S. 2013. Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. *Fish and Fisheries*. 14: 34-59.
- Purcell, S.W., Samyn, Y. ve Conand, C. 2012. Commercially important sea cucumbers of the world, Roma, FAO Species Catalogue for Fishery Purposes Nb. 6, 233 p.(ISBN 978-92-5-106719-2).
- Ridzwan, B.H. 2007. Sea Cucumbers, A Malaysian Heritage, 1st ed.;Research Centre of International Islamic University Malaysia (IIUM): Kuala Lumpur Wilayah Persekutuan, Malaysia, pp. 1–15: 89–128.
- Saito, M., Kunisaki, N. ve Urano, N. 2002. Collagen as the major edible component of sea cucumber. *Journal of Food Science*. 67: 1319–1322.
- Sicuro B, Piccinno M, Gai F, Abeta MC, Danieli A, Dapra F, Mioletti S. and Vilella S 2012. Food quality and safety of Mediterranean Sea Cucumbers *Holothuria tubulosa* and *Holothuria polii* in Southern Adriatic Sea. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 7(9):851-859
- Telahigue, K., Hajji, T., Imen, R., Sahbi, O. and El Cafsi, M. 2014. Effects of drying methods on the chemical composition of the sea cucumber *Holothuria forskali*. *M. Open Food Sci. J* 8: 1-8.
- Toral-Granda, V., Lovatelli, A., Vasconcellos, M. 2008. Sea cucumbers: a global review on fisheries and trade. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, No. 516. Rome, 317 pp.

- Wen, J., Hua, C. and Fan, S. 2010. Chemical composition and nutritional quality of sea cucumbers. *J. Sci. Food Agric.* 90:2469-2474.
- Zhong, Y., Ahmad Khan, M. and Shahidi, F. 2007. Compositional characteristics and antioxidant properties of fresh and processed sea cucumber (*Cucumaria frondosa*). *J. Agric. Food Chem.* 55: 1188-1192.
- Zhou, X., Wang, C. ve Jiang, A. 2012. Antioxidant peptides isolated from sea cucumber. *European Food Research Technology.* 234: 441–447.



ÖZGEÇMİŞ

ALİ ÇAPAR

alicapar@hotmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2016-2019	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği, Antalya
Lisans 2003-2010	Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Tekniker 2016-Devam ediyor.	Antalya Büyükşehir Belediyesi – Kültür ve Sosyal İşler Dairesi Başkanlığı, Antalya
Tekniker 2013-2015	Akdeniz Üniversitesi, Sağlık, Kültür ve Spor Dairesi Başkanlığı, Antalya