KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KANDIRA SAHİLİNDEN TOPLANAN BEYAZ KUM MİDYESİNİN (*Chamelea gallina* L., 1753) FARKLI ISIL YÖNTEMLERLE KABUKLARININ AÇILMASI VE PİŞİRİLMESİNİN MİDYE ETİ VERİMİ VE KİMYASAL KOMPOZİSYONUNA ETKİLERİ

MERVE KAPLAN

KOCAELİ 2020

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KANDIRA SAHİLİNDEN TOPLANAN BEYAZ KUM MİDYESİNİN (*Chamelea gallina* L., 1753) FARKLI ISIL YÖNTEMLERLE KABUKLARININ AÇILMASI VE PİŞİRİLMESİNİN MİDYE ETİ VERİMİ VE KİMYASAL KOMPOZİSYONUNA ETKİLERİ

MERVE KAPLAN

Prof. Dr. Nil Pembe ÖZER		
Danışman,	**Kocaeli Üniv.**	**.....**
Dr. Öğr. Üyesi Nadide SEYHUN		
Jüri Üyesi,	**Kocaeli Üniv.**	**.....**
Dr. Öğr. Üyesi Suzan TİREKİ		
Jüri Üyesi,	**İstanbul Sabahattin Zaim Üniv.**	**.....**

Tezin Savunulduğu Tarih: 18.05.2020

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Çift kabuklu yumuşakçalara olan ilgi tüm dünyada gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemiz için sadece ihracat ürünü olup tüketimi yok denecek kadar az olan çift kabuklu yumuşakça türü beyaz kum midyesinin (*Chamelea gallina L., 1753)* kabuk açma ve pişirme işlemlerinde etin kabuktan bir bütün olarak ayrılmaması, bu işlem için çok zaman harcanması, tamamen insan emeğine dayalı olması ve pişmemiş ürün elde edilememesi gibi olumsuzluklar yaşanmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada konvansiyonel (kaynar suda) pişirme yöntemlerine alternatif diğer ısıl yöntemlerin uygulanmasıyla etin kabuktan daha hızlı ve bütün çıkarılması, çiğ ürün elde edilmesi, et verimine ve kimyasal kompozisyonuna olan etkinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Çalışmada bilgileri ve tecrübeleri ile bana yardımcı olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nil Pembe ÖZER'e,

Dr. Öğr. Üyesi Nadide SEYHUN'a tezimin laboratuvar çalışmalarında yazım ve istatistik analizlerinde verdiği destek için, Dr. Öğr. Üyesi Mutlu ÇELİK'e laboratuvar çalışmalarımdaki yardımları için, Dr. Öğr. Üyesi Arzu MORKOYUNLU YÜCE'ye samimiyeti, enerjisi ve yardımları için,

Doğduğum günden bu günüme bir an olsun elimi hiç bırakmayan, ebedi destekçim ve yardımcım benim canım annem Nurdan Deniz YILDIRIM ve her zaman bana destek veren sevgili babam Hasan YILDIRIM'a,

Bana farklı bakış açısı ve değerlendirme kabiliyeti kazandıran canım ağabeyim Doç. Dr. Durmuş Çağrı YILDIRIM, bana her zaman yardım eden canım yengem Doç. Dr. Seda YILDIRIM ve aramıza yeni katılan biricik yeğenim Ebrar Eda YILDIRIM'a,

Tanıdığım ilk andan itibaren her zaman "Sen yaparsın Merve" sözüyle beni hep cesaretlendiren, vazgeçme noktasındayken elimden tutup yoluma benimle birlikte devam eden, iyi ki var dediğim sevgili eşim Eriş KAPLAN'a,

sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs-2020 Merve KAPLAN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
TABLOLAR DİZİNİ v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vi
GİRİŞ 1
1.GENEL BİLGİLER 4
1.1.Beyaz Kum Midyesi (*Chamelea gallina* L., 1753)..... 4
1.1.1.Sistematiği 5
1.1.2.Morfolojisi 5
1.1.3.Üreme biyolojisi 6
1.1.4.Coğrafi dağılımı ve ekolojisi 6
1.1.5.Beyaz kum midyesi avcılığı 8
1.1.6.Beyaz kum midyesi ticareti ve piyasaya arzı 10
1.2.Beyaz Kum Midyesi İçin Kullanılan Kabuk Açma Yöntemleri..... 11
1.3.Beyaz Kum Midyesi Pişirmede Kullanılan Isıl İşlem Yöntemleri..... 13
1.3.1. Konvansiyonel (kaynar su) pişirme 13
1.3.2.Basınçlı buhar ile pişirme 14
1.3.3.Kızılötesi ile pişirme 14
1.3.4.Mikrodalga ile pişirme 15
1.3.5.Mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu ile pişirme 16
1.4. Midye Suyu (Brodo)..... 17
2.MALZEME VE YÖNTEM 19
2.1.Araştırma Malzemesi..... 19
2.2.Araştırma Alanı..... 19
2.3. Morfometrik Ölçümler ve Hesaplamalar..... 21
2.3.1. Boy ve ağırlık ölçümleri 21
2.3.2. Boy–ağırlık ilişkisi 21
2.3.3. Kondisyon faktörü 22
2.4. Kabuk Açma ve Pişirme İçin Kullanılan Yöntemler..... 22
2.4.1. Konvansiyonel (kaynar su) 24
2.4.2. Buhar/basınçlı buhar 24
2.4.3. Kızılötesi 24
2.4.4. Mikrodalga 25
2.4.5. Mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu 25
2.4.6. Ultrases 26
2.4.7. Otoklav 26
2.5. Et Verimi..... 27
2.6. Kimyasal Analizler..... 27
2.6.1. Nem analizi 27
2.6.2. Kül analizi 27
2.6.3. pH analizi 27
2.6.4. Protein analizi 28

2.6.5. Yağ analizi 28
2.7. Midye Suyu Eldesi..... 28
2.8. İstatistiksel Analizler..... 29
3.BULGULAR VE TARTIŞMA 30
3.1.Morfometrik Ölçümler ve Hesaplamalar..... 30
3.1.1. Boy ve ağırlık ölçümleri 30
3.1.2. Boy-ağırlık ilişkisi 30
3.1.3. Kondisyon faktörü 33
3.2. Kabuk Açma Yöntemlerinin Değerlendirilmesi..... 34
3.2.1. Kaynar su ile kabuk açma 35
3.2.2. Buhar ile kabuk açma 35
3.2.3. Kızılötesi ile kabuk açma 36
3.2.4. Mikrodalga ile kabuk açma 36
3.2.5. Mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu ile kabuk açma 37
3.2.6. Ultrases ile kabuk açma 38
3.3. Pişirme Yöntemlerinin Değerlendirilmesi..... 38
3.3.1. Kaynar su ile pişirme 39
3.3.2. Otoklav ile pişirme 40
3.3.3. Basınçlı buhar ile pişirme 40
3.3.4. Kızılötesi ile pişirme 41
3.3.5. Mikrodalga ile pişirme 42
3.3.6. Mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu ile pişirme 42
3.4. Et Verimi..... 43
3.5. Kimyasal Analizler..... 44
3.5.1. Nem, kül ve pH analizleri 44
3.5.2. Protein ve yağ analizleri 46
3.6. Midye suyu..... 47
4.SONUÇ VE ÖNERİLER 49
KAYNAKLAR 52
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER 57
ÖZGEÇMİŞ 58

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Clam grubu midyelerin iç organlarının detaylı görünümü 6
Şekil 1.2. Beyaz kum midyesinin dünyadaki dağılımı..... 7
Şekil 1.3. Beyaz kum midyesinin ülkemizdeki dağılımı..... 7
Şekil 1.4. 1 Ekim 2016 - 15 Nisan 2018 tarihleri arasında açık olan avcılık alanları..... 9
Şekil 1.5. 1 Ekim 2018 - 15 Nisan 2020 tarihleri arasında açık olan avcılık alanları..... 9
Şekil 1.6. Beyaz kum midyesi teknesi ve boylama eleği 10
Şekil 1.7. a) İstiridye kabuğu açma manivelası, b) ezme düzeneği ve c) makas 12
Şekil 1.8. Şişelenmiş midye suyu 17
Şekil 2.1. Beyaz kum midyesi (*Chamelea gallina L.*, 1753) 19
Şekil 2.2. Kocaeli Kandıra ilçesi 48 ve 49 No'lu beyaz kum midyesi örnekleme alanları..... 20
Şekil 2.3. Beyaz kum midyesi boy ölçümü..... 21
Şekil 2.4. a) Bıçak girecek kadar açılmış ve b) kabuğu tam açılmış beyaz kum midyesi..... 23
Şekil 2.5. Basınçlı buhar fırını 24
Şekil 2.6. Kızılötesi, mikrodalga, mikrodalga-kızılötesi kombinasyonlu fırın..... 25
Şekil 2.7. Ultrases cihazı..... 26
Şekil 2.8. Otoklav..... 26
Şekil 2.9. Midye suyu toplama işlemi..... 28
Şekil 3.1. 2019 yılının Ekim ayına ait beyaz kum midyesi örneklerinin boy-ağırlık ilişkisi..... 31
Şekil 3.2. 2019 yılının Kasım ayına ait beyaz kum midyesi örneklerinin boy-ağırlık ilişkisi..... 31
Şekil 3.3. 2019 yılının Aralık ayına ait beyaz kum midyesi örneklerinin boy-ağırlık ilişkisi..... 31
Şekil 3.4. 2020 yılının Ocak ayına ait beyaz kum midyesi örneklerinin boy-ağırlık ilişkisi..... 32
Şekil 3.5. 2020 yılının Şubat ayına ait beyaz kum midyesi örneklerinin boy-ağırlık ilişkisi..... 32
Şekil 3.6. Kaynar suda 4 dakikada pişirilmiş midyeler..... 39
Şekil 3.7. Otoklavda pişirilmiş midye eti..... 40
Şekil 3.8. Basınçlı buhar ile pişirilmiş midyeler..... 41
Şekil 3.9. Kızılötesi ile pişirilmiş midyeler..... 41
Şekil 3.10. Mikrodalga ile pişirilmiş midye eti..... 42
Şekil 3.11. Mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu ile pişirilmiş midye eti 43

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Türkiye'de avcılığı en çok yapılan balık dışındaki diğer deniz ürünleri üretim miktarları (ton) 4
Tablo 1.2. Canlı beyaz kum midyesi üretim alanları güncel listesi 8
Tablo 1.3. Patenti alınmış olan mekanik olmayan kabuk açma yöntemleri 11
Tablo 1.4. Patenti alınmış olan mekanik kabuk açma yöntemleri 11
Tablo 1.5. Güvenli minimum iç sıcaklık tablosu 13
Tablo 2.1. 48 ve 49 No'lu kum midyesi avlama istasyonları 19
Tablo 2.2. Kocaeli ili Kartepe ilçesi su analiz raporları 20
Tablo 3.1. Beyaz kum midyelerinin aylara göre boy ve ağırlık ölçümleri 30
Tablo 3.2. Beyaz kum midyesi örneklerinin aylara göre boy-ağırlık ilişkisi regresyon analizleri denklemleri 33
Tablo 3.3. Beyaz kum midyesi örneklerinin aylara göre kondisyon faktörü 33
Tablo 3.4. Beyaz kum midyelerinde farklı yöntemlerde kabuk açılma oranları 34
Tablo 3.5. Ultrases ile yapılan kabuk açma uygulamaları 38
Tablo 3.6. Farklı pişirme yöntemlerindeki sıcaklık, süre ve midye eti sıcaklığı 39
Tablo 3.7. Farklı pişirme yöntemlerinden elde edilen beyaz kum midyelerinin et verimi 43
Tablo 3.8. Farklı yöntemlerle pişirilmiş beyaz kum midyelerinin nem, kül ve pH değerleri 44
Tablo 3.9. Farklı yöntemlerle pişirilen beyaz kum midyelerinin ham protein ve ham yağ değerleri 46
Tablo 3.10. Midye suyu besin değerleri 48

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

BSGM : Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
FAO : Food and Agriculture Organization (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü)
PUFA : Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

KANDIRA SAHİLİNDEN TOPLANAN BEYAZ KUM MİDYESİNİN (*Chamelea gallina* L., 1753) FARKLI ISIL YÖNTEMLERLE KABUKLARININ AÇILMASI VE PİŞİRİLMESİNİN MİDYE ETİ VERİMİ VE KİMYASAL KOMPOZİSYONUNA ETKİLERİ

ÖZET

Türkiye beyaz kum midyesi (*Chamelea gallina* L., 1753) ihracatında dünyada ilk sırada yer almaktadır. Ürünler çiğ, yarı pişmiş ve pişmiş olarak ihraç edilirler. Beyaz kum midyelerinin kabuk açma ve pişirme işlemleri için geleneksel olarak kaynar su ve otoklav kullanılmaktadır. Fakat bu yöntemlerde işleme süresince yüksek oranda et kaybı olur. Bu tezde beyaz kum midyelerinde boy-ağırlık ilişkisi, kondisyon faktörü, konvansiyonel ve alternatif yöntemlerde kabuk açma ve pişirme uygulamaları yapılmıştır. Ekim 2019–Şubat 2020 tarihleri arasında boy ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Kabuk açma uygulamalarında alternatif olarak mikrodalga, kızılötesi, ultrases, buhar/basınçlı buhar ve mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu yöntemleri çalışılmıştır. En kısa zamanlı yöntemin mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu olduğu ve bütüne yakın et, kabuktan kolay ayırım ve ekipman ihtiyacı olmama yönlerinden en tercih edilebilir yöntemin de buhar olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada alternatif pişirme yöntemleri olarak mikrodalga, kızılötesi, basınçlı buhar ve mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu kullanılmıştır. Et verimi en yüksek su eklenmeden mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu pişirmede bulunmuştur. Ham protein ve ham yağ miktarları bakımından pişirme yöntemleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek ham protein ve ham yağ oranları basınçlı buhar ile pişirmede ölçülmüştür. Midye etinin bütün olarak, hızlı ve kolay çıkarılmasında en etkili yöntemde basınçlı buhar pişirme olmuştur. Kaynar su, su eklenmeden uygulanan otoklav ve basınçlı buhar ile pişirmeden elde edilen midye sularının protein miktarları arasında istatistiksel fark bulunmuştur ($p<0,05$). Analizlerde midye suyunda ham yağ tespit edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Basınçlı Buhar, Beyaz Kum Midyesi, Kabuk Açma, Kızılötesi, Mikrodalga.

EFFECTS OF SHUCKING AND COOKING OF STRIPED VENUS CLAM (*Chamelea gallina* L.,1753) COLLECTED FROM KANDIRA BEACH WITH DIFFERENT THERMAL METHODS ON MEAT YIELD CHEMICAL COMPOSITION

ABSTRACT

Turkey is the leading country in the export of striped venus clams (*Chamelea gallina* L., 1753). These products are exported in raw, semi-processed, and processed forms. Boiling water and autoclave are used as conventional shucking and cooking methods for the striped venus clams. However, these methods have high rates of weight loss during their processes. In this thesis, length-weight relationships, condition factor, conventional and alternative shucking and cooking methods were studied for the striped venus clam. Length and weight measurements were done between October 2019 and February 2020. Alternative methods used for shucking were microwave, infrared, ultrasound, steam/steam pressure and microwave-infrared combination. Microwave-infrared combination method was the shortest in terms of time. Steam was the most preferable method in terms of meat wholeness, easy separation and lack of necessity of tools. In this study microwave, infrared, steam pressure and microwave-infrared combination were used as the alternative cooking methods. The highest rate of meat yield was found in microwave-infrared combination cooking in microwave-infrared combination without water addition. Statistical differences were found between the cooking methods ($p<0.05$). The highest amount of crude protein and crude oil were found in steam pressure cooking. This was the most effective cooking method as the clam meat seperated easily and as a whole. Crude protein analysis was carried out on clam juice obtained from boiling water, autoclave and steam-pressure cooking without water addition. Statistical differences were found between these three methods ($p<0.05$). In the analysis, crude oil could not be determined in clam juice.

Keywords: Steam Pressure, Striped Venus, Shucking, Infrared, Microwave,

GİRİŞ

Su ürünleri, denizlerde ve iç sularda bulunan bitkiler ile hayvanlar ve bunların yumurtalarını kapsayan oldukça geniş ölçekli bir kavramdır. İnsanlık tarihi süresince su ürünleri önemli bir besin kaynağı olmuştur. Nüfus artışına paralel olarak artan gıda ihtiyacı da su ürünlerine olan talebi kaçınılmaz olarak arttırmıştır. Birleşmiş Milletler, dünya nüfusunun 2050'li yıllarda 12 – 13 milyara ulaşacağını ve insanların hayvansal protein gereksinimlerinin yaklaşık yüzde 20'sini su ürünlerinden karşılayacağını bildirmiştir (FAO, 2014). Bunun yanı sıra son yıllardaki dengeli beslenmeye ve alternatif protein kaynaklarına olan talep, ülkeleri denizlerden ve iç sulardan daha fazla yararlanma arayışına itmiştir. Yüksek besin değeri, kolay sindirilebilir olması ve diyetetik özellikleri nedeniyle günümüzde su ürünlerine olan ilgi artmaktadır (Alparslan, 2015).

2010 yılında dünya su ürünleri üretimi avcılık ve yetiştiricilik olmak üzere toplamda 148 milyon iken bu miktar 2017 yılında %17'lik bir artışla 173 milyon tona ulaşmıştır. 2010 yılında avcılık yoluyla elde edilen su ürünleri miktarı 89 milyon ton olurken 2017 yılında bu miktar 93 milyon tona çıkmıştır. Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü 2019 yılı verilerine göre ülkemizde avcılık yolu ile elde edilen su ürünleri üretim miktarı 2008 yılında 453.113 ton iken bu üretim 2018 yılında 283.955 tona düşmüştür. Bu üretim içerisinde balıklar %78'lik pay ile 222.024 ton olup diğer su ürünlerinin (akivades, beyaz kum midyesi, deniz salyangozu, tüm karides türleri, mürekkep balığı, kara ve kıllı midye) üretim miktarı %22'lik pay ile 61.931 tondur (URL-1).

Ülkemizde avlanılan su ürünleri içerisinde balıklar ilk sırayı alırken çift kabuklu yumuşakçalar ikinci sırada yer almaktadır ve denizlerimizde yaklaşık 167 tür çift kabuklu yumuşakça bulunmaktadır. Çift kabuklu yumuşakça üretiminin tamamı avcılık yoluyla sağlanmakta olup bu grubun en yaygın türü midyelerdir (URL-2).

Yumuşakça (Mollusks) filumunun Bivalvia sınıfı çift kabuklu yumuşakçalardır ve uluslararası terminolojide clam (akivades, kum midyesi vb.), oyster (istiridye), scallop (tarak vb.) ve mussel (kara midye, kıllı midye, vb.) olarak isimlendirilmektedirler. Clam grubu kabuklular ile midyeler arasında farklılıklar vardır. Bunlardan en önemlileri de clam grubu kabukluların kabuk şekilleri eşit boyutlarda ve üçgenimsi ovaldir, iki addüktor kasa sahiptirler, hareketlerini ayaklarıyla sağlarlar ve çiğ olarak tüketilebilirler. Midyelerde ise vücut şekli asimetrik, uçlara doğru uzayan oval şekillidir, bisus iplikleri mevcuttur, sesil (bir yere sabitlenerek) yaşam sürdürürler ve sadece pişirilerek tüketilirler (URL-3).

5000 yıldan daha öncesinde bile İskandinavya'nın kıyı kesimlerinde yaşayan insanların çift kabuklu yumuşakça tükettiklerini gösteren belgeler mevcuttur. Romalılar ve Yunanlılar çift kabuklu yetiştiriciliğine başlamadan çok önce Çin'de yapay istiridye yataklarının var olduğu bildirilmiştir. Çinliler, o dönemde istiridyelerini ham olarak tüketmek yerine kurutulmuş olarak tüketmeyi tercih etmişlerdir. Asıl çift kabuklu yumuşakça hayranlığı Romalılarla dikkat çekmeye başlamıştır. O zamandan beri çift kabuklu yumuşakçayı açmak oldukça zor olmuştur ve insanlar çift kabuklu yumuşakçaların kabuklarını açmanın en kolay yolunu bulmak için hep arayış içerisine girmişlerdir. 1800'lü yılların ortalarında çift kabuklu yumuşakça bıçağı icat edilmiş ve günümüze kadar çok çeşitli varyasyonları ve modifikasyonları geliştirilmiştir (Martin ve Hall, 2006).

Kabuklu su ürünlerinin etinin kabuklarından ayrılması için uygulanan geleneksel yöntem, kabuğuyla bir bütün halde pişirilmesidir. Isıl işlem dış iskeleti ete bağlayan bağlantıları denatüre eder ve böylece kabukların çıkarılması kolaylaştırır. Etin elle çıkarılması hem zaman alıcı hem de zahmetlidir. Bununla birlikte, sıcaklık uygulamasını takiben eti kabuktan ayırmak için bazı ek araçlar da kullanılmaktadır. Mekanik araçların kullanılması da etin bütünlüğünü bozarak dağılmasına neden olmaktadır. Kabuktan eti ayırmak için uygulanan ısıl işlemin dezavantajı ise işlem sırasında etin kaçınılmaz olarak pişmesidir. Bu durum da midye etinin çiğ olarak tüketilmesini ya da çiğ olarak kullanılmasını gerektiren tariflerde değerlendirilmesini engellemektedir. Sonuçta bu olumsuz durumların hepsi mevcut uygulamaları kısıtlamaktadır (Jabbour ve Hognason, 2011).

Dünyada kabuklu deniz canlılarından özellikle istiridyelerin kabuklarının açılmasına ilişkin çok çeşitli karmaşık düzenekler kurulmuş ve bu düzeneklere ait patentler yayınlanmıştır. Bu düzeneklerde çoğunlukla kızılötesi ve mikrodalga teknolojilerinden yararlanılmıştır. Ancak bu düzenekler oldukça büyük hacimli ve karmaşık olup pratikte kullanım alanı bulamamışlardır (Martin ve Hall, 2006).

Bu çalışmada, beyaz kum midyelerinin hem kabuk açma işleminde hem de pişirilmelerinde konvansiyonel yöntem olarak kullanılan kaynar suya alternatif olabilecek farklı ısıl yöntemler araştırılmıştır. Kabuk açma için basınçlı buhar, kızılötesi, mikrodalga, mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu ve ultrases yöntemleri kullanılmıştır. Bunlardan mikrodalga, kızılötesi, basınçlı buhar, mikrodalga-kızılötesi kombinasyonunda musluk suyu eklenmiş ve eklenmemiş olmak üzere iki farklı şekilde kabuk açma süreleri ve oranları araştırılmıştır. Böylelikle harcanan zamana karşı elde edilen midye etinin miktarının artırılması, insan emeğinin daha az kullanılarak kabuk açma işleminin gerçekleştirilmesi, bütüne yakın çiğ midye eti elde edilmesi ve et miktarı az olan beyaz kum midyesi etindeki kayıpların azaltılması amaçlanmıştır.

Beyaz kum midyesi etinin pişirilmesi için kaynar su, otoklav, basınçlı buhar, kızılötesi, mikrodalga ve mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu yöntemleri kullanılmıştır. Alternatif ısıl uygulama yöntemlerinde midye eti için pişme sıcaklığı olan 62,8°C'ye ulaşıldığı süreler ön denemelerle bulunarak bu süreler kullanılmıştır (URL-4). Bu yöntemlerle pişirilen midye etlerinin ham protein, ham yağ, kül, nem ve pH analizleri yapılmıştır. Ayrıca musluk suyu eklenmeden yapılan pişirme işlemi esnasında oluşan midye suyunun ham protein ve ham yağ analizleri de incelenmiştir.

Bu çalışmanın özgün yanı, literatürde şimdiye kadar beyaz kum midyelerinin kabuk açma ve midye eti pişirme işlemlerinde kullanılmamış olan basınçlı buhar, kızılötesi, mikrodalga, ultrases ve mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu yöntemlerinin kullanılması ve alternatif pişirme yöntemleriyle elde edilen midye etlerinin protein, yağ, nem, kül ve pH gibi kimyasal kompozisyon açısından birbiriyle ve geleneksel yöntemlerle karşılaştırılmasıdır.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Beyaz Kum Midyesi (*Chamelea gallina* L., 1753)

19. yüzyılda İtalya sahillerinde bolca avlanan beyaz kum midyesi, gelir düzeyi düşük olan sınıfların tükettiği bir gıda maddesi olmuştur. 20. yüzyılın başlarında ise Adriyatik kıyısında kurulan küçük bir fabrika aracılığıyla beyaz kum midyesi tüketimi ülkenin geneline yayılmıştır. 1970'li yıllarda hidrolik dreç kullanılarak avcılığının geliştirilmesi üzerine Adriyatik kıyılarında konserve fabrikalarının sayısı daha da çoğalmıştır. İtalya'da 1984 yılında beyaz kum midyesi avcılığı maksimum seviyeye ulaşmış olup, bundan sonra yapılan plansız ve aşırı avcılık stokları sömürmüştür. Bunun üzerine avcılığa yönelik yeni uygulamalar ve kota sınırlandırmaları gelmiştir (Dalgıç ve diğ., 2006). Hem stokların azalması hem de kotalar yüzünden beyaz kum midyesi üretiminin en fazla yapıldığı ülkelerde üretim şimdilerde çok azalmıştır. 2017 yılında dünya genelinde beyaz kum midyesi (*Chamelea gallina* L., 1753) üretimi 49.083 tondur (FAO, 2017). Ülkemizde avcılık yolu ile elde edilen balık dışındaki diğer deniz ürünleri grubunda beyaz kum midyesi ilk sırada yer almaktadır (Tablo 1.1). Avcılık yoluyla 2018 yılında elde edilen su ürünleri üretimi içerisinde beyaz kum midyesi 44.532 ton ile %15,68'lik bir paya sahiptir (FAO, 2018).

Tablo 1.1. Türkiye'de avcılığı en çok yapılan balık dışındaki diğer deniz ürünleri üretim miktarları (ton) (URL-2)

Yıl	Kum Midyesi	Deniz Salyangozu	Karidesler (Tüm Türler)	Midye (Kara ve Kıllı Midye)	Mürekkep Balığı
2014	21.836	7.004	4.416	204	697
2015	37.409	8.795	3.995	240	745
2016	20.937	10.354	4.501	78	925
2017	34.941	9.194	4.730	536	986
2018	44.533	9.672	4.536	604	1.042

1.1.1. Sistematiği

Beyaz kum midyesinin en yaygın ismi "*Chamelea gallina* L., 1753" olup, en çok kullanılan ikinci sinonim ismi "*Venus gallina* L., 1758"dir (Cebeci, 1992). Farklı dillerde farklı isimlerle anılan beyaz kum midyesine ülkemizde yerel halk "cikcik" derken; İtalyancada "vongola", İngilizce'de "striped venus", Fransızca'da "galínette ve poule", İspanyolca'da "chirla", Yunanca'da "kydóni" denilmektedir (URL-5).

Beyaz kum midyesinin sistematikteki yeri aşağıdaki gibidir (URL-6);

Alem: Animalia

Filum: Mollusca

Sınıf: Bivalvia

Takım: Veneroida

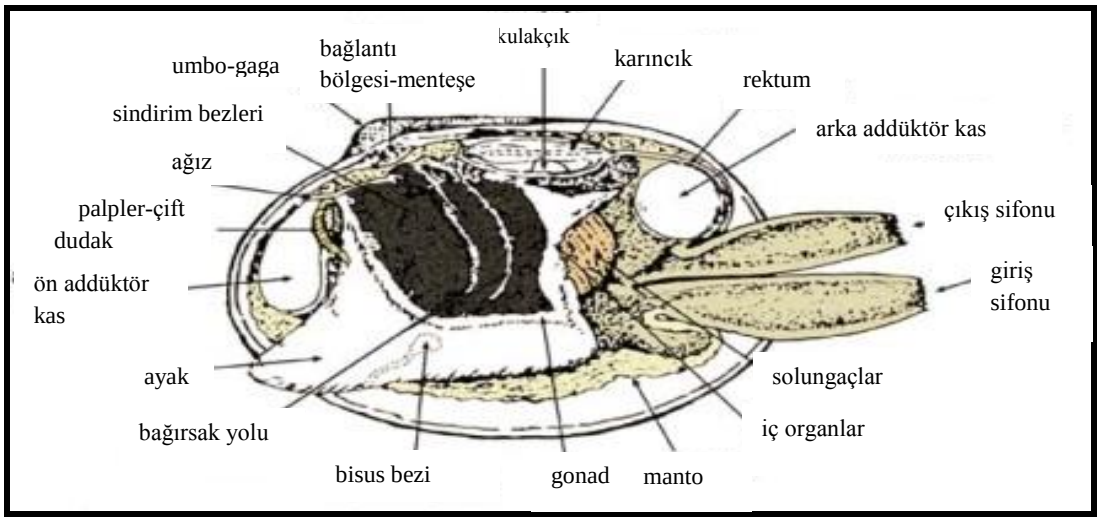
Aile: Veneridae

Cins: *Chamelea* Morch, 1853

Tür: *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758).

1.1.2. Morfolojisi

Çift kabukluların hepsinde görüldüğü gibi, beyaz kum midyesinin kalker kabuğu yumuşak vücudunu laterallerden kaplayan ve ismi valva olan iki parçadan oluşmaktadır. Kabuklarının şekli üçgenimsi ovaldir (Deval, 1995). İç kabukta beyaz veya sarımtırak, arkaya doğru mor renkler mevcuttur. Kabuklarının dış kısmında ise beyazdan açık gri ve menekşe rengine kadar renk dağılımı görülür. Tepe bölgesinden aşağıya kadar büyüyerek inen koyu renklerde bant veya zikzak ışınsal desenler vardır. Verenidae familyasına özgü kabuk menteşesinde ilk ikisi kısa ve güçlü, üçüncüsü ise uzamış ve dorsal kenara paralel üç adet kardinal diş bulunur (Hayta, 2010). Branchial sifon solunum ve beslenme için suyun alınmasını sağlarken anal sifon sindirim atıklarının vücuttan uzaklaştırılmasını sağlar (Şekil 1.1) (Demircan, 2007). Yaşadığı bölgeye göre kabuk boyu değişen beyaz kum midyesinin ortalama uzunluğu 30 mm kadar olabilmektedir (Artüz, 1990).



Şekil 1.1. Clam grubu midyelerin iç organlarının detaylı görünümü (URL-7)

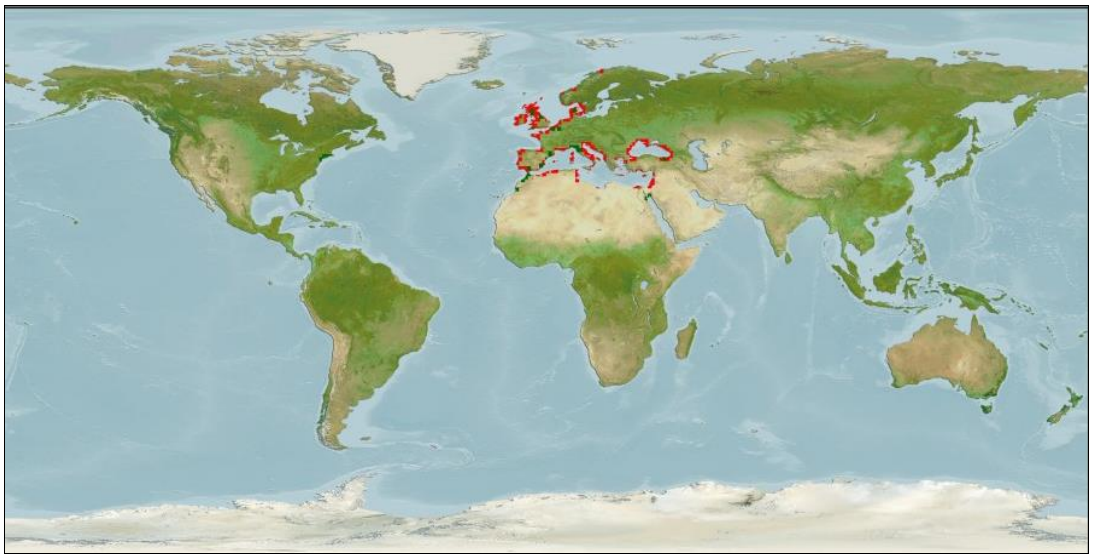
1.1.3. Üreme biyolojisi

Beyaz kum midyesi ayrı eşeylidir. Dişi ve erkek cinsiyet oranı 1:1'e yakındır. 10-11 mm boya ulaştıklarında olgun yumurtalı birey olarak kabul edilirler, ancak bu büyüklükteki bireylerin yumurta verimi oldukça düşüktür. 20 mm uzunluktan sonra ise yüksek yumurta verimine ulaşmaktadırlar (Deval, 1995).

Ortalama yumurta verimi her bir beyaz kum midyesi bireyi için 500.000 adet kadardır. Bu miktar yaşam alanına bağlı olarak değişim göstermektedir. Üreme sıcaklıkla doğru orantılıdır. Akdeniz bölgesindeki üreme periyodu Nisan-Haziran dönemine denk gelirken, Batı Karadeniz'de bu periyot Mayıs-Temmuz arası, Doğu Karadeniz'de ise Nisan-Haziran arasıdır. Beyaz kum midyelerinde et verimi yumurtlama sonrasında büyük bir oranda azalmaktadır. Et veriminin artışı yumurtlamayı takip eden birkaç hafta sonra gonadların yeniden gelişmesiyle başlamaktadır (Artüz, 1990).

1.1.4. Coğrafi dağılımı ve ekolojisi

Beyaz kum midyesi Doğu Atlantik Okyanusu kıyıları, Britanya Adaları, Norveç, Portekiz, Fas, Kanarya Adaları, Adriyatik Denizi, Karadeniz ve Akdeniz boyunca bulunmaktadır (Şekil 1.2). Ancak, en fazla Adriyatik'te bulunmaktadır (URL-5).



Şekil 1.2. Beyaz kum midyesinin dünyadaki dağılımı (URL- 8)

Ülkemizde ise Tekirdağ, Gelibolu, Çanakkale Boğazı, Gemlik Körfezi, Kefken, Karasu, Akçakoca, ve Samsun'da geniş popülasyonlar halinde yer almaktadırlar (Şekil 1.3) (Köseoğlu, 2005). Bu canlılar Marmara Denizi etrafında ve Karadeniz'de zemini kumlu ve derinliği 20 m'ye kadar olan birçok yerde geniş topluluklar şeklinde yer almaktadır (Dalgıç ve diğ., 2006).



Şekil 1.3. Beyaz kum midyesinin ülkemizdeki dağılımı (URL-9)

1.1.5. Beyaz kum midyesi avcılığı

Çift kabuklu yumuşakça üretim alanlarıyla ilgili uygulamalar Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayımlamış olan "Avcılık veya Yetiştiricilik Yolu ile Elde Edilen Çift Kabuklu Yumuşakça Üretim Alanlarının Belirlenmesi, Sınıflandırılması, Ürün Alımına Açılıp Kapatılması ve Numune Alımına İlişkin Uygulama Talimatı" çerçevesinde gerçekleştirilmektedir (URL-10). Bu kapsamda 02/04/2019 tarihli Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayımlanan Canlı Çift Kabuklu Yumuşakça Üretim Alanları Güncel Listesi'nde 24 adet üretim sahası yer almaktadır ve bunlardan 11 tanesi kum midyesi üretim alanıdır (Tablo 1.2).

Tablo 1.2. Canlı beyaz kum midyesi üretim alanları güncel listesi (URL-10)

İstasyon Kod Numarası	Adı	Şehir	Bölge	Ürün	Sınıfı
50	Şile	İstanbul	Batı Karadeniz	Kum Midyesi	B sınıfı
51	Şile	İstanbul	Batı Karadeniz	Kum Midyesi	B sınıfı
48	Cide-Kurucaşile	Kocaeli	Marmara	Beyaz kum midyesi	B sınıfı
49	Cide	Kocaeli	Marmara	Beyaz kum midyesi	B sınıfı
70-71-72	Cide	Kastamonu	Karadeniz	Beyaz kum midyesi	B sınıfı
91	Çatalzeytin	Kastamonu	Karadeniz	Beyaz kum midyesi	B sınıfı
92	Doğanyurt	Kastamonu	Karadeniz	Beyaz kum midyesi	B sınıfı
34	Melenağzı	Sakarya		Beyaz kum midyesi	B sınıfı
35	Denizköy	Sakarya		Beyaz kum midyesi	B sınıfı
36	Kefken	Sakarya		Beyaz kum midyesi	C sınıfı
47	Akçakoca	Düzce		Beyaz kum midyesi	C sınıfı

Beyaz kum midyesinin avcılığı ülkemizde özellikle güneybatı Karadeniz, batı Karadeniz ve Orta Karadeniz bölgelerinde yapılmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayımlanan 1380 Sayılı Su Ürünleri Kanunu kapsamında 2016 yılında çıkarılan "4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ (Tebliğ No: 2016/35) ile Marmara Denizi ile İstanbul ve Çanakkale Boğazlarında, Karadeniz'de Samsun-Ordu il sınırındaki Akçay'ın denize döküldüğü (41° 08.874' N - 37° 10.112' E) yer ve Gürcistan sınırı arasında kalan karasularımızda beyaz kum midyesi avcılığı tamamen yasaklanmıştır.

Aynı tebliğ ile avcılık sahaları ikişer yıllık süreci kapsayacak şekilde 5 bölgeye ayrılmıştır. Bu bölgelerden Şekil 1.4'te görülen alanlar, 1 Ekim 2016 - 15 Nisan 2018 tarihleri arasında avcılığa açık olup belirtilen tarihin bitiminde avcılığa

kapanmıştır. Şekil 1.5 ise 1 Ekim 2018 - 15 Nisan 2020 tarihleri arasındaki süreçte avcılığa açılan alanları göstermektedir. 15 Nisan - 30 Eylül tarihleri arasında bütün sahalarda avcılığı yasaktır.



Şekil 1.4. 1 Ekim 2016 - 15 Nisan 2018 tarihleri arasında açık olan avcılık alanları (4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ)



Şekil 1.5. 1 Ekim 2018 - 15 Nisan 2020 tarihleri arasında açık olan avcılık alanları (4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ)

Beyaz kum midyesi avcılığında kullanılan algarna ve dreçlerin; ağız açıklığı 80 cm'den, ağız derinliği 20 cm'den büyük, torba boy uzunluğu ise 200 cm'den fazla olamaz. Hidrolik dreçlerin ağız açıklıkları 350 cm'den, boyları 300 cm'den fazla olamaz (4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ). Avcılığa açık alanlarda ve tarihlerde avlanabilir asgari boy uzunluğu 1,7 cm olarak belirtilmiştir (Şekil 1.6). Beyaz kum midyesi avcılığı, her av dönemi için Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından belirlenen av kotası kapsamında yapılır. Belirlenen kotadan daha fazla miktarda beyaz kum midyesinin avlanması yasaktır. Buna göre Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2018-2019 sezonu için üretim kotası tekne başına en fazla 10 ton/gün, toplam av kotası ise 30.000 ton/yıl olarak belirlenmiştir.



Şekil 1.6. Beyaz kum midyesi teknesi ve boylama eleği

1.1.6. Beyaz kum midyesi ticareti ve piyasaya arzı

2018 yılının Mayıs ayına göre beyaz kum midyesinin global ortalama fiyatı %4,4 düşerken, bir önceki aya göre %7,1 artmıştır. 2019 yılı Mayıs ayı itibariyle bir kilogramının ortalama global fiyatı ise 7,53 dolardır (URL-11).

Ülkemizin 2017 yılı için toplam su ürünleri ihracatı 862 milyon dolar olup 5 milyon doları beyaz kum midyesine aittir. 2017 yılı için ülkemiz beyaz kum midyesi ihracatı 34.941 tondur. Toplam su ürünleri ihracatında beyaz kum midyesinin payı %0,6'dır. Ülkemizde avlanan beyaz kum midyesinin pazarlanma problemi yoktur. İşleme fabrikaları yasal sınırlamalara uyarak elde ettikleri ve işledikleri beyaz kum midyelerinin tamamını başta İtalya olmak üzere diğer AB ülkeleri ve Japonya'ya ihraç etmektedir. İhraç edilecek işlenmiş ürün ya direkt dondurulmakta, ya da ürüne konserve teknolojisi uygulanmaktadır. Ürünün talebe göre 1, 3, 5 veya 10 kg donmuş paket halinde veya 130, 145, 260, 580 cc'lik kavanozlarda konserve olarak ihraç edildiği bildirilmiştir (Dalgıç ve diğ., 2006). Başka bir çalışmada ise donmuş ve/veya konserve halinde beyaz kum midyesi işleyen fabrikalarda üretimin genellikle midyelerin elekten geçirilmesiyle başladığından ve sonrasında 2-5 atm basınç altında, 120°C sıcaklıkta 3-5 dakika pişirilerek kabuklarından ayrılma işlemi yapıldığından bahsedilmektedir. Bundan sonra ise kabuktan ayrılan beyaz kum midyesi etlerinin 5 kg'lık paketler halinde dondurularak (IQF ya da blok

dondurulmuş) veya 150 g'lık cam kavanozlara konserve yapılarak piyasaya sunulduğu bildirilmiştir (Çolakoğlu ve Çolakoğlu, 2014).

1.2. Beyaz Kum Midyesi İçin Kullanılan Kabuk Açma Yöntemleri

Çift kabuklu yumuşakçalarda kabuk açma işlemi, yıllardan beri kalifiye teknik personeller ya da işçiler tarafından bıçak yardımıyla açılarak yapılmaktadır. Bu uygulama esnasında kalifiye personeller dahi kendini yaralayabilmektedir. Ayrıca, her bir yumuşakçanın sağladığı et miktarı düşünülünce de harcanan zaman oldukça fazla olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı çift kabuklu yumuşakçaların daha kolay, daha hızlı ve daha güvenli şekillerde açılmasını sağlayacak yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur (Wise ve Tifton, 2014).

Bir çift kabuklu yumuşakça türü olan istiridyenin kabuk açma işlemlerinde mekanik ve mekanik olmayan yöntemler kullanılmıştır. Mekanik olmayan yöntemler arasında buhar, alevli ısıtma, kızılötesi, mikrodalga, lazer gibi termal yöntemler; yüksek basınç, düşük basınçlı buhar, kimyasal magnezyum kullanımı ve yüksek frekanslı elektrik sayılabilir (Tablo 1.3) (Martin ve Hall, 2006).

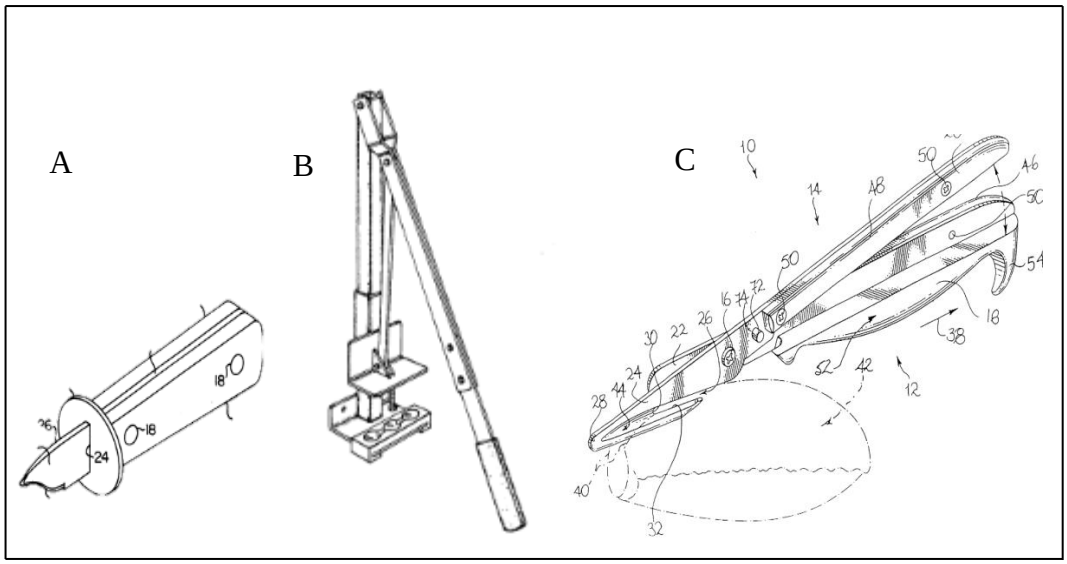
Tablo 1.3. Patenti alınmış olan mekanik olmayan kabuk açma yöntemleri (Martin ve Hall, 2006)

Yöntem	Buhar	Alevli ısıtma	Kızılötesi	Mikrodalga	Lazer	Yüksek Basınç	Düşük Basınçlı Buhar	Kimyasal Mg	Yüksek frekanslı elektrik
Patent Sayısı	12	8	1	2	1	14	1	1	1

Kabuk açma işleminde kullanılan mekanik yöntemler için alınan patentler manivela ile kabuğu aralama, makas ile açma, yarma ve bölme, kabuğa çentik atma, kas / kabuk ayırma, dondurma / şoklama, ve ezme gibi yöntemleri içermektedir (Tablo 1.4, Şekil 1.7).

Tablo 1.4. Patenti alınmış olan mekanik kabuk açma yöntemleri (Martin ve Hall, 2006)

Yöntem	Yarma ve bölme	Manivela	Makas	Kas/kabuk ayırma	Çentikleme	Dondurma/ şoklama	Ezme
Patent sayısı	94	32	30	26	8	6	4



Şekil 1.7. a) İstiridye kabuğu açma manivelası (URL-12), b) ezme düzeneği (URL-13) ve c) makas (URL-14)

Buhar uygulamasıyla ilk kabuk açma işlemi 1935 yılında istiridyelerde denenmiştir. Isı, adduktör kasın gevşemesine sebep olmuştur. 1960'lı yılların sonuna doğru mikrodalga ile istiridyelerin kabuk açma işleminin uygulanabilirliği pratikte araştırılmaya başlanmıştır. Kontrollü mikrodalga radyasyonuna maruz kalan kabuklularda pişme olmaksızın kabuklarının açıldığı görülmüştür. Mikrodalga uygulaması midyenin kabuğunu açmaktadır, fakat yine de addüktör kasın kabuktan ayrılması için elle müdahaleye ihtiyaç duyulmuştur. Bir başka mikrodalga ile istiridye kabuğu açma işleminde ise mikrodalga direkt olarak addüktör kasa verilmiştir. Böylece, kasın kabuktan ayrılması ve ham ürünün korunması sağlanmıştır. Kızılötesi uygulamalarda ise addüktör kasın ayrılması için kullanılan kızılötesi teknolojisi, kasın kollajen bağlantısının yok edilmesi için kullanılmıştır, ancak bu uygulamada istiridyenin kısmen piştiği belirlenmiştir (Martin ve Hall, 2006).

Çiğ olarak tüketilecek olan çift kabuklu yumuşakça türlerine kabuk açma işlemleri uygulanmak zorundadır. Çift kabuklu yumuşakçaların kabukları arasında boşluk oluşturabilmek için bilinen en iyi yöntem ise sıcaklık uygulamalarıdır. Bu sıcaklık uygulamalarıyla farklı sıcaklık, süre ve yöntemlerde "sıcak" olan ancak tamamen çiğ olan etlerden pişmiş etlere kadar uzanan çeşitli ürün yelpazesi meydana getirilebilmektedir (B.C. Ministry of Environment Marine Resources, 1983). Geleneksel elle kabuk açma yöntemine alternatif olan veya tamamen yeni birçok teknik denenmiş ve bu tekniklerin kullanıldığı karmaşık düzenekler için patentler

alınmıştır (Martin ve Hall, 2006). Ülkemizde ise midye kabuğu açma işlemi kaynar su uygulaması ile gerçekleştirilmektedir.

1.3. Beyaz Kum Midyesi Pişirmede Kullanılan Isıl İşlem Yöntemleri

Pişirme; yiyecekleri arzu edilebilir ve yenilebilir hale getirebilmek için ısı uygulanarak tatlarını, tekstürlerini, renklerini veya biçimlerini değiştirmek olarak tanımlanabilir (URL-15). USDA FSIS veri tabanına göre pişmiş balık ve kabukluların minimum iç sıcaklığının 62,8°C olması gereklidir (Tablo 1.5). Sektör çalışanları ise ısıl işlem sırasında iç sıcaklığı 60°C'nin altında kalan istiridyenin çiğ olarak kabul edilebileceğini bildirmişlerdir (B.C. Ministry of Environment Marine Resources, 1983).

Tablo 1.5. Güvenli minimum iç sıcaklık tablosu (URL-4)

Ürün	**Minimum iç sıcaklık(°C)**
Sığır eti, dana eti ve kuzu eti (biftek, pirzola, rostolar)	62,8°C
Kıyma	71,1°C
Jambon, taze veya tütsülenmiş (çiğ)	62,8°C
Tüm kümes hayvanları	73,9°C
Yumurtalar	71,1°C
Balık ve kabuklular	62,8°C

Bu çalışmada beyaz kum midyelerini pişirmek için kaynar su, otoklav, basınçlı buhar, mikrodalga, kızılötesi ve mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu yöntemleri kullanılmıştır.

1.3.1. Konvansiyonel (kaynar su) pişirme

Kaynatma ya da haşlama, yiyeceklerin su veya su miktarı yüksek bir sıvı içinde kaynama noktasına yakın bir sıcaklıkta pişirilmesi yöntemidir (URL-16). Haşlama gibi konvansiyonel ısıtma yöntemleri, gıdaların raf ömrünün uzatılmasını ve mikrobiyal açısından gıda güvenliği sağlamaktadır. Beyaz kum midyesi ve diğer midyeler konvansiyonel olarak kaynar suda 4-6 dakika haşlanarak pişirilmektedir. (Ölmez ve diğ., 2003, Tatlısu, 2002 ve Kaba ve Erkoyuncu, 2005).

Gıdaların bu yöntemle pişirilmesinde ürün kalitesini olumsuz etkileyen renk ve yapı bozulması gibi fiziksel ve kimyasal değişimler oluşmaktadır. Konvansiyonel pişirme

işleminde bir diğer dezavantaj ise ısı iletiminin yavaş olması, bu yüzden gıdanın işlenmesi uzun sürmesidir. Uzun süreli termal prosesler yüksek enerji sarfiyatına neden olmaktadır. Günümüzde ise tüketicilerin talepleri ve tercihleri güvenli ve besleyici özelliği korunan gıdalar yönünde olmaktadır. Bu artan talepler neticesinde konvansiyonel pişirme yöntemlerine alternatif teknolojiler arayışına girilmiştir. Mikrodalga pişirme, kızılötesi pişirme ve mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu ile pişirme yöntemleri geliştirilmiştir. Böylelikle hem gıda güvenliği, hem enerji tasarrufu, hem de duyusal ve fonksiyonel özelliklerin muhafazası sağlanmıştır (Candan ve Bağdatlı, 2018).

1.3.2. Basınçlı buhar ile pişirme

Basınçlı buhar ile pişirme, gıdaların deforme olmasına neden olmayacak şekilde suyun veya buharın havada hareket etmesi temeline dayanmaktadır. Buhar gıdaların hücre dokusuna zarar vermeden ve koku bileşimine etki etmeden narin bir şekilde gıdanın içerisine işleyerek tabakalara erişmekte ve besin değeri yüksek oranda korunmaktadır. Bu yöntemle pişirilen gıdaların vitamin ve mineral içerikleri korunmaktadır. Buhar sayesinde gıdaların kuruması engellenmektedir, böylelikle gıdalar nemli kalmaktadır, hızlı ve kolay pişirme sağlanmaktadır. Ayrıca, gıdaların kendine özgü tatları da korunmaktadır (İbicek, 2006).

Martin ve Hall (2006), istiridyeleri 20 dakika boyunca buhara maruz bırakmış ve kabuktan kolaylıkla ayrılan pişmiş istiridye eti elde etmişlerdir. Bu uygulama ile aynı anda birden fazla istiridye işleme alınmış ve elde edilen etin konserve işleme için hazır olduğunu tespit etmişlerdir.

1.3.3. Kızılötesi ile pişirme

Kızılötesinin gıda endüstrisinde ilk kullanımı 1950'li yıllarda kurutma işlemi ile başlamış, kurutma özelliği sebzelerde ve sıvı gıdalarda, çözündürme özelliği donmuş balık ezmesi ve diğer gıdalarda, ve pastörizasyon özelliği de paketlenmiş gıdalarda kullanılmıştır. Kızılötesi gıdaların kalitesine çok az zarar verir, enerji verimliliği yüksektir ve hızlı ısıtma sağlar. Kızılötesi ısıtmanın maliyeti düşüktür. Farklı gıdalarda enerji tüketimini %44 oranında düşürebilmektedir. Konvansiyonel pişirme fırınları yüksek hızda sıcak hava konveksiyonu kullandığı için ürün yüzeyinde bozulma, aşırı ısınma, oksidasyon, düşük verim, ve yüksek enerji maliyetine neden

olmaktadır. Kızılötesi fırınlarda ise sıcaklık daha kontrollü sağlanır, sıcaklığın tüm yüzey alanına uygulanması daha kolaydır, ve sıcaklık ürün yüzeyine yönlendirilebilmektedir. Et ve et ürünlerinin konvansiyonel pişirme yöntemlerine alternatif olarak geliştirilecek yöntemlerin araştırılmasındaki temel sebeplerden birisi de pişme esnasında oluşan lezzet kaybı ile tüketici beğenisinin azalmasını engellemektir. Kızılötesi sistemlerde yapılan pişirme işlemlerinde ise lezzet kaybının konvansiyonel yöntemlere göre daha az olduğu belirlenmiştir (Krishnamurthy ve diğ., 2008).

Kızılötesi ısı enerjisi öncelikle katı gıda yüzeyinde absorbe edilir ve penetrasyon kapasitesi çok sınırlıdır. Katı bir gıdanın kızılötesi ısıtmaya maruz kalması yüzeyde sıcaklık artışına neden olur ve yüzey sıcaklığı arttıkça ısı iletim yoluyla katı gıdanın merkezine transfer edilir. Yüksek sıcaklıkta bir kızılötesi kaynağı sosis gibi bir et ürününe uygulanırsa, yoğun ısı hızlı bir şekilde ısının artmasına yol açacak şekilde yüzey alanında yoğunlaşmaktadır. Hindi sosislerinin pastörizasyonunda kızılötesi uygulaması çalışılmıştır. Kızılötesi işleminden hemen sonra hindi sosislerinin yüzeylerinde daha koyu renk oluşmasına sebep olduğu ve yüzey pastörizasyon işleminin kızılötesi enerjisiyle daha kolay gerçekleştiğini tespit etmiştir (Huang, 2004).

Kor (2012) yarı pişmiş köfte örnekleri üzerinde sürekli sistem kızılötesi uygulamasını çalışmıştır. Bu çalışmada kızılötesi sistemde işlem gören köftenin içerdiği nem miktarında hammadde ile karşılaştırıldığında azalma olduğunu, uygulamayla azalan ağırlık miktarına bağlı olarak başlangıç yağ ve protein miktarında artış olduğunu, pH değerinde önemli bir değişiklik olmadığını ve kül miktarında ise azalan madde miktarına bağlı olarak normal bir artış olduğunu tespit etmiştir.

Kızılötesi ısıtma ve pişirme yönteminin beyaz kum midyesi üzerinde uygulanmasıyla ilgili çalışmaya rastlanmamıştır.

1.3.4. Mikrodalga ile pişirme

Mikrodalga ile pişirmede eşit olarak yayılan elektromanyetik alan sayesinde enerji besinin içerisine hızlı bir şekilde girmekte ve hacimsel bir pişirme sağlamaktadır.

Böylece ısının gıdalarda homojen dağılmasını sağlamaktadır (Candan ve Bağdatlı, 2018). Mikrodalga uygulamasında gıdaların pişme süresi daha kısadır, enerji verimliliği sağlanır, cihaz daha az yer kaplar, işlem daha kontrollüdür ve daha yüksek besin değerine sahip pişmiş gıda elde edilebilir. Bu sayılan özellikleri sayesinde konvansiyonel temelli pişirme işlemlerine kıyasla çok daha avantajlıdır. Ayrıca, mikrodalga ile pişirilen besinlerin protein içeriği ve vitamin içeriği konvansiyonel pişirme yöntemlerine göre daha fazladır (İbicek, 2006).

Ünüsan (1998) mikrodalga fırın ve elektrikli fırında pişirilen alabalıkların yağ asitleri üzerinde meydana gelen değişiklikleri karşılaştırmıştır. Mikrodalga fırında yapılan pişirmede alabalığın toplam protein, toplam yağ ve kül miktarlarının elektrikli fırında pişirilen alabalıktan daha yüksek olduğu görülmüştür. Yağ ve protein miktarlarına göre hesaplanan enerji değeri (cal/100 g) çiğ alabalıkta düşük, mikrodalga fırında pişirilen alabalıkta ise en yüksek bulunmuştur.

Türkken (2005) mikrodalga fırında pişirilen ve kızartılan levrek balığının (*Dicentrarchus Labrax*, Linnaeus, 1758) kimyasal kalitesi üzerine çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, nem ve protein oranın mikrodalga fırında pişirilen levrekte daha yüksek oranda bulunduğu tespit edilmiştir. Yağ oranı ise kızartılmış levrekte daha yüksek oranda bulunmuştur. Besinsel kompozisyon oranlarına bakıldığında, levrek balığının özellikle kızartma yerine mikrodalga fırında pişirilerek tüketilmesinin daha sağlıklı olacağını belirtilmiştir.

1.3.5. Mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu ile pişirme

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, mikrodalga uygulamalarının neden olduğu kalite kayıplarını azaltması ve zaman tasarrufu sağlaması açısından mikrodalga-kızılötesi uygulamasında geleneksel ısıtmayla elde edilen ürüne yakın kalitede ürün çıktığı belirlenmiştir. Mikrodalga-kızılötesi kombinasyonunda yapılan uygulama ile yaklaşık %50 oranında zaman tasarrufu sağlandığı gözlemlenmiştir (Özkoç, 2010).

Çelik ve diğerleri (2014) Atlantik somon (*Salmo salar*) balığının kızılötesi-mikrodalga kombinasyonlu fırında optimum pişirme koşulları üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada pişirme süresinin geleneksel pişirme yönteminden daha kısa olduğunu, balık yüzeyinde renk oluşumunun sağlandığını, ve mikrodalga-kızılötesi

kombinasyonunun balık ve diğer deniz ürünleri için potansiyeli yüksek bir alternatif pişirme yöntemi olduğunu belirlemişlerdir.

Çınar (2018) kızılötesi-mikrodalga kombinasyonlu fırında yer bademi unu içeren glütensiz bisküvi hamurlarının kalitesi üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada mikrodalga-kızılötesi kombinasyonlu fırında pişme süresinin konvansiyonel pişirme yöntemine göre %78 oranında azaldığı ve konvansiyonel olarak pişirilen bisküvilere yakın kalite özellikleri gösterdiğini belirlenmişlerdir. Ayrıca ağırlık kaybı mikrodalga-kızılötesi fırında daha fazla bulunmuştur.

Mikrodalga-kızılötesi kombinasyonlu pişirme yönteminin beyaz kum midyesi üzerinde kullanımıyla ilgili daha önce yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır.

1.4. Midye Suyu (Brodo)

Brodo olarak isimlendirilen midye suyu, esasında midyenin pişirilmesi sırasında kendiliğinden çıkan sudur. Pişen midyelerden çıkan bu su iştah açıcı, yoğun kıvamlı ve rengi berrak olmayan bir sıvıdır (Şekil 1.8). Yurt dışı kökenli bazı şirketler tuzlu suda buharla pişirilen taze clamlardan toplanan suyu filtreleyerek seri olarak üretmektedirler. Midye suyu, yurt dışında birçok yemek çeşidinde, çorbalarda ve kokteyllerde kullanılmaktadır (URL-17).



Şekil 1.8. Şişelenmiş midye suyu (URL- 18)

Midye suyu elde etmek için pişirme otoklavına alınan midyeler 3 atmosfer basınçta en az 3 dakika pişirilir. Bu esnada oluşan midye özsuyu bir pompa vasıtasıyla

toplama tankına aktarılır. Buraya alınan midye özsuyunun sıcaklığı 80°C'nin üzerinde olmalıdır. Midye suyu, toplama tankından stok tankına aktarılır ve soğutma eşanjörü ile soğutularak ilk önce 30°C'ye, daha sonra çift cidarlı soğutma tanklarına alınarak 0/+10°C'ye indirilir. Midye suları dondurulup poşetlenir. Poşetler şoklama tavalarına yerleştirilir ve -40°C'de şoklanır. En son ambalajlanarak -18°C'de muhafazası sağlanır (Su Ürünleri İşleme Tesisi Kapasite Artışı Projesi, 2017).

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Malzemesi

Bu çalışmada çift kabuklu yumuşakça türlerinden birisi olan beyaz kum midyesi (*Chamelea gallina* L., 1753) kullanılmıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Beyaz kum midyesi (Chamelea gallina L., 1753)

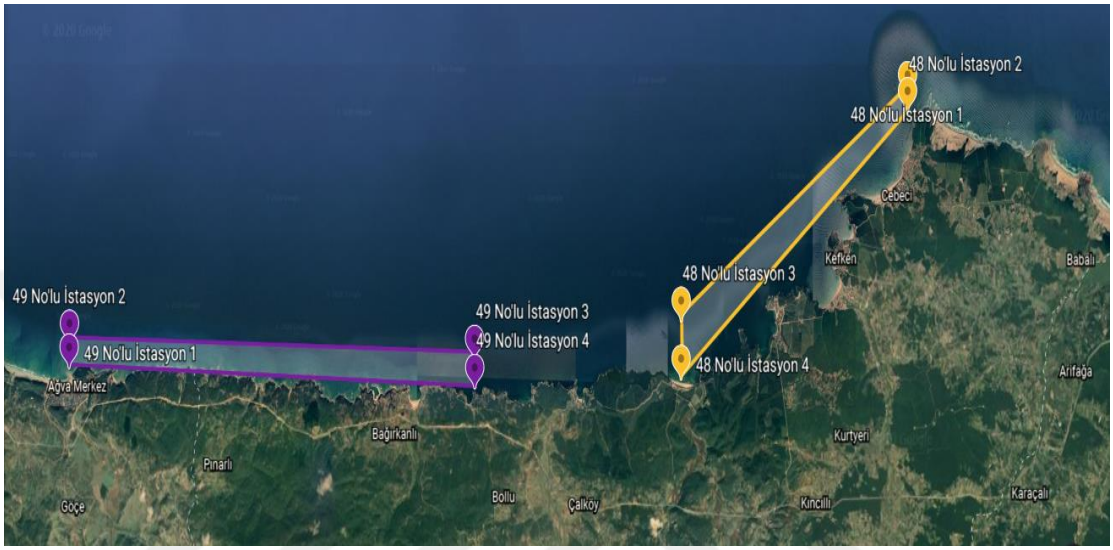
2.2. Araştırma Alanı

Örnekler, Kocaeli ili Kandıra ilçesi Ağva-Kefken Adası 48 ve 49 No'lu Kum Midyesi Avlama İstasyonlarından toplanmıştır (Tablo 2.1, Şekil 2.2).

Tablo 2.1. 48 ve 49 No'lu kum midyesi avlama istasyonları

48 No'lu İstasyon	41° 12.690' N	30° 15.630' E
	41° 12.443' N	30° 15.630' E
	41° 09.243' N	30° 09.000' E
	41° 08.355' N	30° 08.997' E
49 No'lu İstasyon	41° 08.519' N	29° 51.112' E
	41° 08.882' N	29° 51.115' E
	41° 08.661' N	30° 02.964' E
	41° 08.219' N	30° 02.970' E

Çalışmamızda kullanılan beyaz kum midyesi örnekleri ayda iki kez ve beşer kilogram olacak şekilde 48 ve 49 No'lu avlanma alanlarından temin edilmiş ve strafor kutular içerisinde canlı olarak Kocaeli Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalı Gıda Laboratuvarına getirilmiştir. Çalışma süresince ön denemeler dahil olmak üzere 22.000 adet örnek kullanılmıştır.



Şekil 2.2. Kocaeli Kandıra ilçesi 48 ve 49 No'lu beyaz kum midyesi örneklem alanları

Midyelerin kabuklarının açılması ve pişirilmesinde kullanılan su Kocaeli ili Kartepe ilçesinde Büyükşehir Belediyesi Kocaeli Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından verilen musluk suyu olup, kurum tarafından yapılan su analiz raporları Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Kocaeli ili Kartepe ilçesi su analiz raporları (URL-19)

Ay	pH	S. Klor	Bulanıklık	Al	Fe	Mn	NO_2	NH_4	Sertlik	Koliform	*E. coli*	Renk
Birim	-	mg/L Cl2	NTU	Al µg/L	Fe µg/	Mn µg/L	NO2 mg/L	NH4 mg/L	oF	kob/	kob/	mg/L Pt-Co
2019, Ekim	7,76	0,37	1,08	8,195	3,78	0,559	<0,03	<0,05	11,3	0	0	<1,321
2019, Kasım	7,67	0,34	0,16	5,565	5,476	0,617	<0,03	<0,05	12,2	0	0	<1,321
2019, Aralık	7,7	0,41	0,4	7,302	<2,99	<0,2	<0,03	<0,05	11,1	0	0	<1,321
2020, Ocak	7,61	0,4	0,21	3,365	<2,99	0,214	<0,03	<0,05	12,4	0	0	<1,321
2020, Şubat	7,9	0,41	0,21	4,574	<2,985	<0,203	<0,02	<0,057	10,7	0	0	<1,321

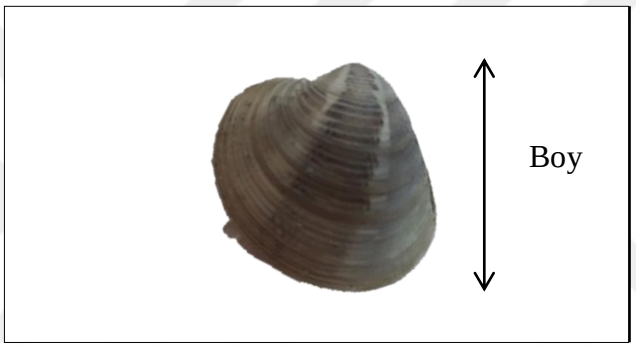
*Al:Alüminyum, Fe:Demir, Mn:Mangan, NO_2:Nitrit, NH_4: Amonyum

2.3. Morfometrik Ölçümler ve Hesaplamalar

2.3.1. Boy ve ağırlık ölçümleri

Beyaz kum midyesi örneklerinde boy ve ağırlık ölçümleri Ekim-Kasım-Aralık-Ocak ve Şubat aylarını kapsayacak şekilde aylık olarak ölçülerek kaydedilmiştir.

Ağırlık ölçümleri 0,01 g'lık hassas terazi (AND GX-600, Japonya) ile yapılmıştır. Boy ölçümlerinde 0,01 mm hassasiyetli dijital kumpas (Mitutoyo, Japonya) kullanılmıştır. Ölçümler, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan 4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ (Tebliğ No: 2016/35)'de tarif edildiği gibi Şekil 2.3'te gösterilen şekilde yapılmıştır.



Şekil 2.3. Beyaz kum midyesi boy ölçümü

2.3.2. Boy–ağırlık ilişkisi

Beyaz kum midyesinde biyometrik değişkenlerde meydana gelen bir değişimin diğer değişkenleri nasıl etkilediğini belirleyebilmek için Ricker (1975)'in eksponansiyel regresyon formülü olan $y=a.x^b$ şekline kolaylıkla dönüşebilen log Y = log a+ b log X logaritmik denklemi kullanılmıştır. Büyüme biçiminin belirlenebilmesi için boy ve ağırlık regresyon analizlerine tabi tutularak a ve b değerleri hesaplanmıştır. Bulunan "b" değeri ile büyümenin izometrik ya da allometrik olduğu tespit edilebilir (Çolakoğlu, 2011). Bu ilişkinin tanımlanması için;

$$W=a\ L^b \qquad (2.1)$$

eşitliği kullanılmaktadır (Ricker, 1975).

Bu eşitlikte;

W = Midye ağırlığı (g)

L = Midye boyu (mm)

a = regresyon sabiti (kesişim)

b = regresyon sabiti (eğim)

2.3.3. Kondisyon faktörü

Boy ve ağırlığı ilişkilendirmek için tanımlanan bir başka parametre de kondisyon faktörüdür. Kondisyon faktörü eşeye, gonad gelişimine, yaşa, büyümedeki mevsimsel değişimlere, avlanma yeri ve zamanına göre değişiklik göstermektedir. Midyelerde kondisyon faktörü, kabuk boşluğunun et ile doluluk oranı olarak ifade edilmektedir (Dalgıç, 2006). Ayrıca kondisyon faktörü, ürünün kalitesi ve miktarı hakkında da bilgi vermektedir. Bu kapsamda kondisyon faktörünün kabuklu ve yumuşakçalarda et veriminin ve sağlığının tahmin edilmesinde önemli bir teknik olduğu belirlenmiştir (Karayücel ve diğ., 2003). Aynı şekilde kondisyon faktörünün belirlenmesindeki en önemli amaç, midyelerin et bakımından hangi mevsimde en iyi durumda olduğunu tespit etmektir (Erdoğan, 2001). Midyelerde kondisyon faktörünün hesaplanması için,

$$K=\frac{W}{L^3}\times 100 \qquad (2.2)$$

formülü kullanılmıştır (Pauly, 1984).

Bu eşitlikte;

W= Midye ağırlığı (g)

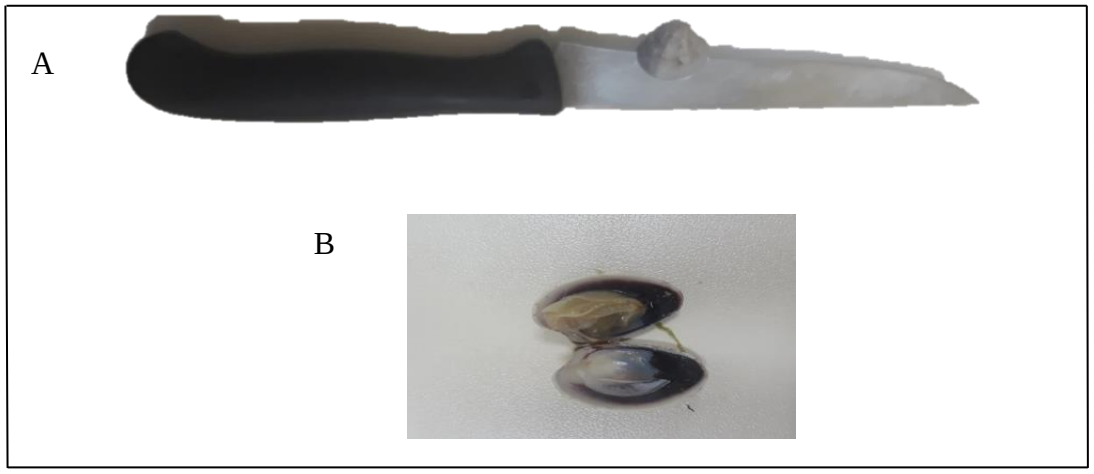
L= Midye boyu (cm)

2.4. Kabuk Açma ve Pişirme İçin Kullanılan Yöntemler

Her bir kabuk açma ve pişirme yönteminde rastgele seçilen 100 adet canlı birey kullanılmıştır. Midyelerin canlılık göstergesi olan kabukları birbirine bağlayan

addüktör kasın tam kenetlenmiş olmasıdır. Bunun için teker teker iki parmak arasında sıkıştırılarak kontrolleri yapılmış ve addüktör kası tam kapalı olan canlı bireyler seçilmiştir. İşlemler öncesinde beyaz kum midyeleri üzerinde bulunan kum, çamur vb. istenmeyen maddelerden arındırılması için 2 saat süreyle musluk suyunda bekletilmiş, bir süzgeç yardımıyla süzülmüş ve kağıt havlu ile kabuklarının kuruması sağlanmıştır. Kabuk açma ve pişirme uygulamalarının hepsi 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızda beyaz kum midyesi kabuk açma yöntemi olarak geleneksel açma yöntemi olan kaynar suya alternatif sayılabilecek kabuk açma yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler basınçlı buhar, kızılötesi, mikrodalga, mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu ve ultrasestir. Çalışılan her bir yönteme ait minimum süre ve güç ön denemeler sonrasında belirlenmiştir. Kaynar su, basınçlı buhar, kızılötesi, mikrodalga, mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu ve ultrases yöntemleriyle yapılan kabuk açma işlemlerinde kabul edilen kriter, bir bıçağın iki kabuk arasından zorlamadan rahatça girebildiği açıklıktır (Şekil 2.4) (Spracklin, 1971). Aynı şekilde iki yarım kabuğun arasında meydana gelen 1-2 mm boşluk açılmış olarak kabul edilir (Şekil 2.4) (Srikar, 1989).



Şekil 2.4. a) Bıçak girecek kadar açılmış ve b) kabuğu tam açılmış beyaz kum midyesi

2.4.1. Konvansiyonel (kaynar su)

Beyaz kum midyesinin kabuk açma ve pişirme işlemlerinde konvansiyonel yöntem olarak kaynar su kullanılmıştır. Kaynayan suda kabuk açma ve pişirme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Her uygulamada 2000 ml musluk suyu kullanılmıştır.

2.4.2. Buhar/basınçlı buhar

Basınçlı buhar fırını (Miele DG 4164, Almanya) kabuk açma ve pişirme işlemleri için kullanılmıştır (Şekil 2.5). Basınçlı buhar fırında sıcaklık derecelerine karşılık gelen güç seviyelerine göre farklı ısıtma ve pişirme fonksiyonları aktif hale gelmektedir. Güç 3 105°C ile 120°C arasındaki sıcaklığı ifade eden basınçlı buhar fonksiyonudur. Fırının güç 2 seviyesi ise 40°C ile 100°C sıcaklıkları arasındaki buharda pişirme fonksiyonunu ifade etmektedir.



Şekil 2.5. Basınçlı buhar fırını

Kabuk açma işleminde basınçlı buhar özelliğine sahip fırının basınç özelliği pasifken sadece buhar özelliği kullanılmıştır. Bu özellikteyken güç 2 seviyesinde buhar fonksiyonundan yararlanılmıştır. Beyaz kum midyelerinin pişirme işlemlerinde ise aynı fırının hem basınç özelliği hem de buhar özelliği aktiften uygulama yapılmıştır. Bu uygulama fırının güç 3'te olduğu basınçlı buhar fonksiyonudur. Kabuk açma işleminde ve pişirme işleminde 500 ml musluk suyu eklenmiş ve eklenmemiş olarak farklı kombinasyonları çalışılmıştır.

2.4.3. Kızılötesi

Beyaz kum midyesinin alternatif kabuk açma ve pişirme işlemlerinde kızılötesi, mikrodalga ve mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu fonksiyonlarına sahip bir fırın (Advantium OvenTM, General Electric Company, Louisville, KY, ABD) kullanılmıştır (Şekil 2.6). Bu fırında kızılötesi işlev için fırın boşluğunun üstünde iki

adet 1500 W halojen lamba ve tabanda ise bir adet 1500 W halojen lamba bulunmaktadır. Kızılötesi ısıtmada halojen lambaların güç seviyeleri %0'dan %100'e kadar ayarlanabilir özelliktedir.



Şekil 2.6. Mikrodalga-kızılötesi kombinasyonlu fırın

Kızılötesi uygulama için fırının sadece kızılötesi fonksiyonu aktif, diğer fonksiyonları pasifken kabuk açma ve pişirme işlemleri yapılmıştır. Fırının kızılötesi özelliği aktifken hem kabuk açma hem de pişirme işlemleri için alt ve üst kısımlarda bulunan halojen lambaların işlemler esnasında %100 aktif olduğu (U:10 (üst halojen lamba) ve L:10 (alt halojen lamba)) güç fonksiyonu kullanılmıştır. Her iki uygulamada da 500 ml musluk suyu eklenmiş ve eklenmemiş olmak üzere farklı uygulamaları çalışılmıştır.

2.4.4. Mikrodalga

Mikrodalga, kızılötesi ve mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu özelliklerine sahip fırının (Şekil 2.6) sadece mikrodalga fonksiyonu aktif, diğer fonksiyonları pasifken kabuk açma ve pişirme işlemleri yapılmıştır. Fırının mikrodalga özelliği aktifken hem kabuk açma hem de pişirme işlemleri için mikrodalga enerjisinin uygulama süresince %100 aktif olduğu güç olan 10 fonksiyonu kullanılmıştır. Hem kabuk açma hem de pişirmede 500 ml musluk suyu eklenmiş ve eklenmemiş olmak üzere uygulamalar çalışılmıştır.

2.4.5. Mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu

Mikrodalga, kızılötesi ve mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu özelliklerine sahip fırının (Şekil 2.6) kızılötesi ve mikrodalga ısıtma özellikleri aynı anda aktif hale getirilerek kombinasyonlu kabuk açma ve pişirme işlemleri yapılmıştır. Fırının kombinasyon özelliği aktifken hem kabuk açma hem de pişirme işlemleri için

mikrodalga enerjisinin güç 10 ve kızılötesi enerjisinin U:10 ve L:10 olduğu fonksiyonu kullanılmıştır. Her iki uygulamada da 500 ml musluk suyu eklenmiş ve eklenmemiş olmak üzere farklı uygulamaları çalışılmıştır.

2.4.6. Ultrases

Ultrases cihazı (A&E Lab (UK) Co. Ltd, JY92-IIDN, Çin) kabuk açma ve pişirme işlemi için kullanılmıştır (Şekil 2.7). Ultrases cihazı temel olarak iki ana bölümden meydana gelmektedir. Bunlar; ultrasonik jeneratör ve ultrasonik güç çeviricidir. 20-25 KHz frekans aralığına, 60-650 W güç aralığına ve 10-100 ml işlem kapasitesine sahiptir.



Şekil 2.7. Ultrases cihazı

Ultrases cihazında kabuk açma işlemi için midyelerin üstünü örtecek kadar musluk suyu eklenerek farklı sıcaklık ve güçler uygulanmıştır.

2.4.7. Otoklav

Otoklavda (Hırayama Hıclave HA-MIV Series, Japonya) sadece pişirme yapılmıştır (Şekil 2.8). Dikey tip otoklavın sıcaklık aralığı 15°C ile 126°C arasında değişmektedir. Maksimum basıncı 0,186 Mpa ve kapasitesi 20 litredir.



Şekil 2.8. Otoklav

Beyaz kum midyesinin pişirme işlemi için otoklav kullanılmıştır. 4 atm basınç altında otoklav kaplarında 600 ml'ye kadar musluk suyu eklenmiş ve eklenmemiş olarak uygulamalar yapılmıştır.

2.5. Et Verimi

10.000 adet bireyin canlı olarak kabuklu ağırlığı (g), yenilebilir et ağırlığı (g) ve et verimi (%) ölçümleri laboratuvarda bulunan 0,01 g'lık hassas terazi (AND GX-600, Japonya) ile yapılmıştır.

%Et verimi= [Yenilebilir et (g)/Canlı ağırlık (g)] x 100 (2.3)

şeklinde yenilebilir etin canlı ağırlığına oranından hesaplanmış ve (%) olacak şekilde belirtilmiştir (Ölmez ve diğ., 2003).

2.6. Kimyasal Analizler

2.6.1. Nem analizi

Farklı yöntemlerle pişirilen 5 gram ağırlığındaki beyaz kum midyesi etleri, BEKO (BKK2104) marka kahve öğütücüsü ile homojenize edilmiş, etüvde (Nüve FN-500, Türkiye) 105°C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Hassas terazide (Scaltec, SBA31) başlangıç ve son tartımlarda ölçülen ağırlıklar arasındaki fark ağırlıkça %su içeriğini vermiştir ve 3 tekrar yapılmıştır.

2.6.2. Kül analizi

Pişirme yöntemlerinin her birinin ayrı ayrı uygulanmasıyla elde edilen beyaz kum midyesi etlerine kül tayini yapılmıştır. Ham kül tayini, BEKO (BKK2104) marka kahve öğütücüsü ile homojenize edilmiş 1 gram örneğin 550°C'de kül fırınında (Nüve MF 120, Türkiye) yakılması sonucunda elde edilen külün örnek miktarına oranlanması ile yüzde kül miktarının hesaplanması esasına dayanmaktadır. Kül tayini 3 tekrarlı yapılmıştır.

2.6.3. pH analizi

Beyaz kum midyesinin temel kimyasal bileşiminin belirlenmesi amacıyla çalışmada denenmiş olan pişirme yöntemlerinin her birinin ayrı ayrı uygulanmasıyla elde edilen beyaz kum midyesi etleri BEKO (BKK2104) marka kahve öğütücüsü ile homojenize

edilerek 1 gram olacak şekilde 1:10 (w/v) oranında su ile karıştırılarak kalibre edilmiş dijital pH-metre (Extech Instruments, pH300) ile ölçümler 3 tekrar olacak şekilde yapılmıştır.

2.6.4. Protein analizi

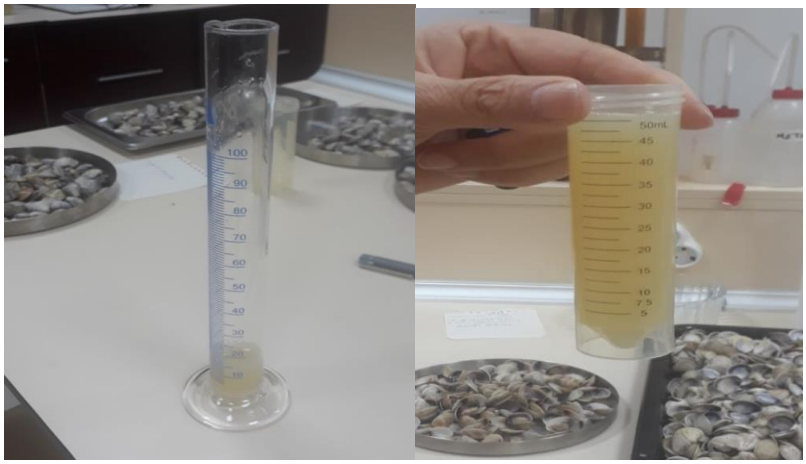
Ham protein analizleri için her bir pişirme yönteminden elde edilen 30-40 gram beyaz kum midyesi etleri ve midye suları (Şekil 2.9), özel bir akredite laboratuvara strafor kutular içinde buz kasetler yardımıyla soğuk zincirde götürülmüştür. Protein analizi için TS 1620, TS 1748, ISO 937, TS EN ISO 8968-1 yöntemi kullanılmıştır.

2.6.5. Yağ analizi

Ham yağ analizleri için her bir pişirme yönteminden elde edilen 30-40 gram beyaz kum midyesi etleri ve midye suları, özel bir akredite laboratuvara strafor kutular içinde buz kasetler yardımıyla soğuk zincirde götürülmüştür. Ham yağ analizi için de TS 7437, TS 1744, TS 6180 EN ISO 3947, TS 3190, TS 7800 analiz yöntemi kullanılmıştır.

2.7. Midye Suyu Eldesi

Kaynar su, otoklav ve basınçlı buhar yöntemlerinde musluk suyu eklenmemiş pişirme sonucunda midyelerden çıkan suların miktarları ölçülüp analiz için biriktirilmiştir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Midye suyu toplama işlem

2.8. İstatistiksel Analizler

Çalışma sonucu elde edilen verilerin analizlerinde Microsoft Excel 2010 programı kullanılmıştır. Veriler arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan istatistiksel analizler MINITAB 16 Statistical Software (Minitab Inc., State Collage, PA, USA) programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile yapılmıştır. Pişirme yöntemlerine ait veri ortalamaları arasındaki farklılıklar Tukey testi ile belirlenmiştir ($p<0,05$).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Morfometrik Ölçümler ve Hesaplamalar

3.1.1. Boy ve ağırlık ölçümleri

Çalışma alanından Ekim 2019 ve Şubat 2020 tarihleri arasında toplanan toplam 500 adet bireyin ait minimum ve maksimum boy ve ağırlık verileri Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Beyaz kum midyelerinin aylara göre boy ve ağırlık ölçümleri

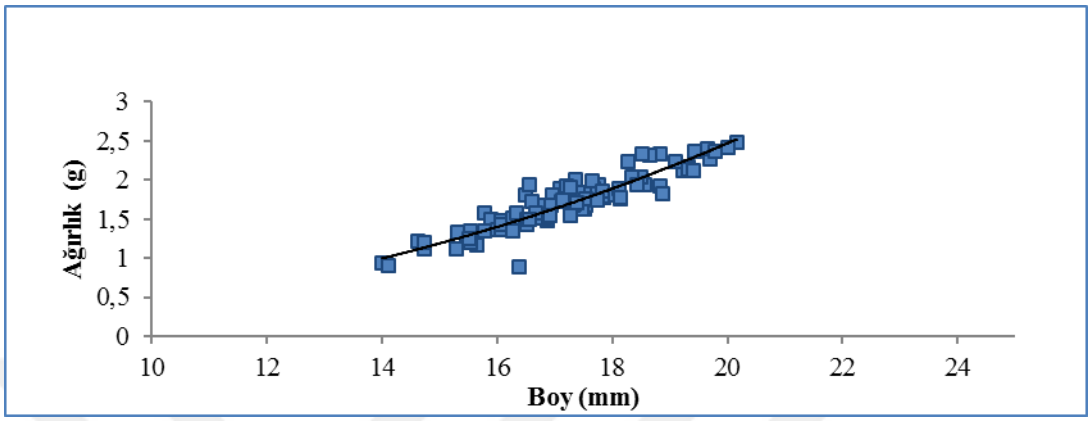
Ay	Örnek Sayısı (adet)	Minimum Boy (cm)	Maksimum Boy (cm)	Ortalama Boy (cm)	Minimum ağırlık (g)	Maksimum ağırlık (g)	Ortalama ağırlık (g)
Ekim	100	1,4	2,01	1,72±0,13	0,89	2,48	1,71±0,35
Kasım	100	1,3	2,32	1,70±0,19	0,7	4,95	1,72±0,63
Aralık	100	1,43	2,02	1,70±0,13	1,03	2,85	1,70±0,39
Ocak	100	1,66	2,41	2,00±0,16	1,6	4,92	2,76±0,68
Şubat	100	1,46	2,11	1,69±0,12	1,04	3,24	1,74±0,39

Kullanılan örnekler yasal avcılık şartlarında toplandığı halde, uzunluklarının yasal olarak avlanmasına izin verilen asgari boy sınırı 1,7 cm'nin altında olabildiği görülmüştür (Tablo 3.1). Bu çalışma süresi boyunca toplanan beyaz kum midyelerinde minimum boy 1,30 cm ve maksimum boy 1,66 cm olarak ölçülmüştür. Ortalama boy uzunluğu ise 2,00±0,16 cm olarak en yüksek Ocak ayında görülmüştür. Minimum ağırlık 0,70 g ve maksimum ağırlık 1,60 g ölçülmüştür. Ortalama ağırlık ise 2,76±0,68 g ile yine Ocak ayında tespit edilmiştir. Diğer aylarla kıyaslandığında boy ve ağırlık olarak en yüksek veriler Ocak ayında kaydedilmiştir.

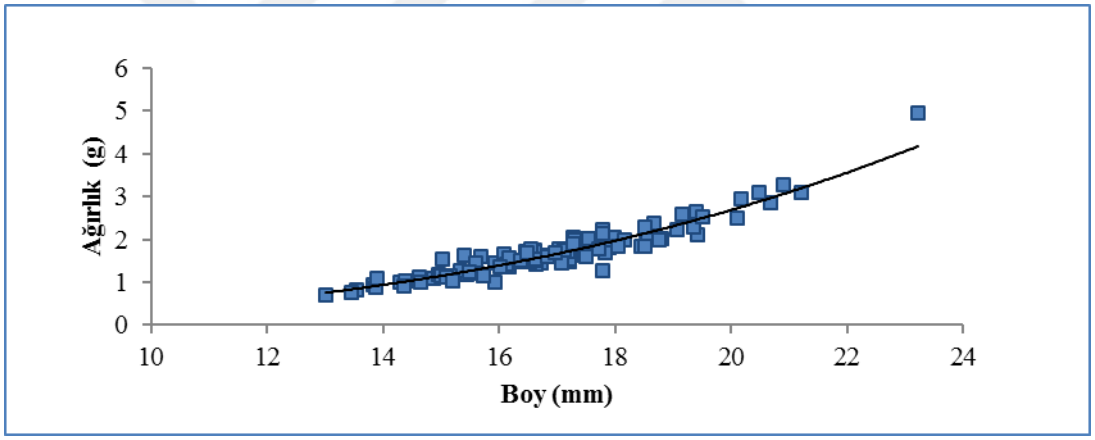
3.1.2. Boy-ağırlık ilişkisi

Boy-ağırlık ilişkisinin regresyon sabit değeri olan "b" değeri organizmanın allometrik ya da izometrik büyümesini ifade etmektedir. Allometrik büyümede "b" değeri 3'ten büyük ise pozitif allometrik büyüme, "b" değeri 3'ten küçük ise negatif allometrik büyümedir; izometrik büyümede ise "b" değeri 3'e eşittir (Köseoğlu,

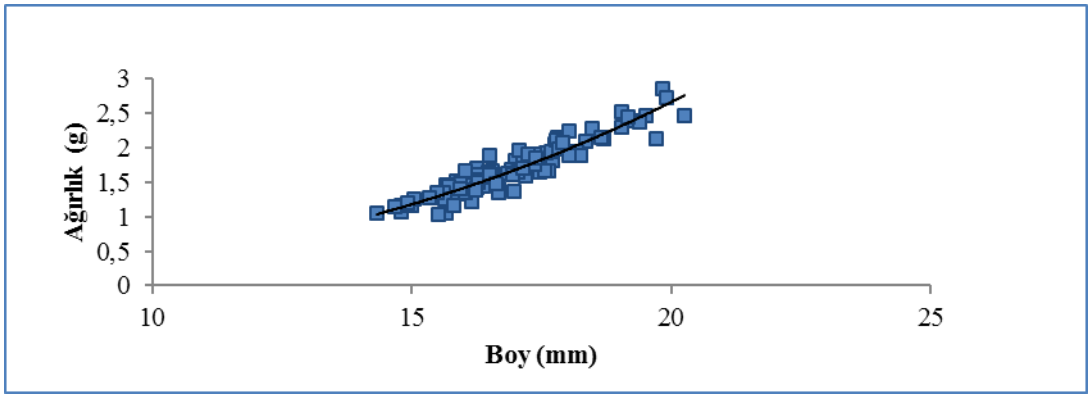
2005). Regresyon analizi yapılan değişkenlerin arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü tespit için korelasyon analizleri yapılmıştır. Örneklerin toplandığı 5 aya ait boy-ağırlık ilişkileri Şekil 3.1'den Şekil 3.5'e kadar olan grafiklerde verilmiştir.



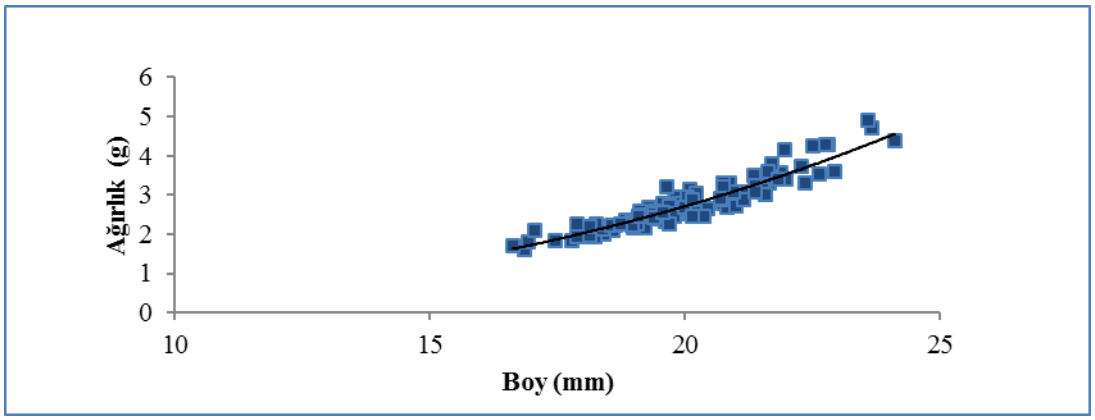
Şekil 3.1. 2019 yılının Ekim ayına ait beyaz kum midyesi örneklerinin boy-ağırlık ilişkisi



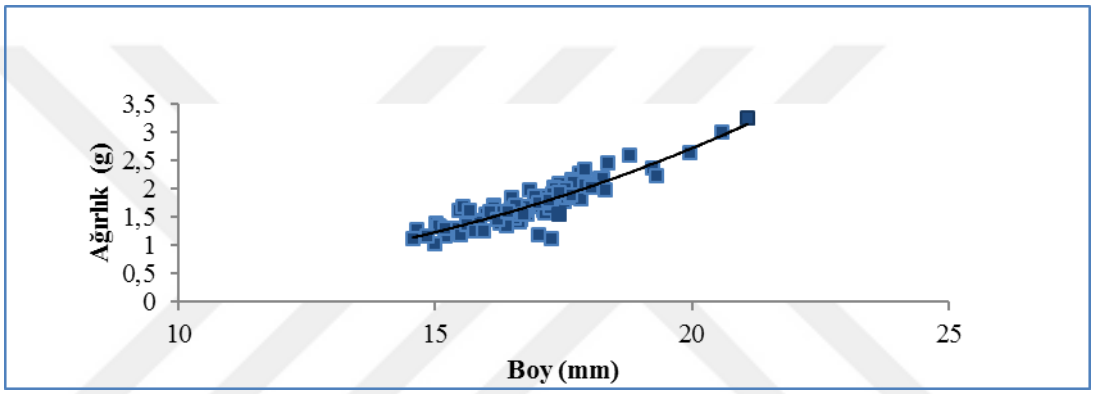
Şekil 3.2. 2019 yılının Kasım ayına ait beyaz kum midyesi örneklerinin boy-ağırlık ilişkisi



Şekil 3.3. 2019 yılının Aralık ayına ait beyaz kum midyesi örneklerinin boy-ağırlık ilişkisi



Şekil 3.4. 2020 yılının Ocak ayına ait beyaz kum midyesi örneklerinin boy-ağırlık ilişkisi



Şekil 3.5. 2020 yılının Şubat ayına ait beyaz kum midyesi örneklerinin boy-ağırlık ilişkisi

Çalışmamızda Kefken'den avlanılan bireylerden elde edilen veriler, çeşitli araştırmacılar tarafından önceden yapılan araştırmalarla benzerlik göstermektedir. Çalışma alanından avlanılan örneklerde büyüme durumunu gösteren "b" değeri Ekim, Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat ayları için sırasıyla 2,54-2,95-2,83-2,78 ve 2,75 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.2). Bu durumda beş ay için de negatif allometrik büyüme belirlenmiştir. Diğer bir deyişle, ağırlık boya göre daha az artmış, yani birey uzadıkça daha zayıflamıştır, incelmiştir.

Boy-ağırlık ilişkisi için bulunan "r^2" değerleri ne kadar büyükse beyaz kum midyesi örneklerinin boy-ağırlık ilişkileri o kadar güçlü demektir. Ekim-Şubat arasındaki aylara göre "r^2" değerlerine bakıldığında 0,76 ile 0,89 arasında değişim gösterdiği görülmüştür. Bu sonuçlar boy-ağırlık ilişkisinin istatistiksel olarak güçlü pozitif ilişkiler olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.2. Beyaz kum midyesi örneklerinin aylara göre boy-ağırlık ilişkisi regresyon analizleri denklemleri

Ay	$W=a L^b$	r^2	a	b	Büyüme durumu
Ekim 2019	$W= 12\times10^{-4} L^{2,5466}$	0,8267	12×10^{-4}	2,5466	Negatif allometrik
Kasım 2019	$W= 4\times10^{-4} L^{2,9502}$	0,8993	4×10^{-4}	2,9502	Negatif allometrik
Aralık 2019	$W= 5\times10^{-4} L^{2,8327}$	0,8720	5×10^{-4}	2,8327	Negatif allometrik
Ocak 2020	$W= 7\times10^{-4} L^{2,7784}$	0,8928	7×10^{-4}	2,7784	Negatif allometrik
Şubat 2020	$W = 7\times10^{-4} L^{2,7491}$	0,7635	7×10^{-4}	2,7491	Negatif allometrik

Kasapoğlu ve Düzgüneş tarafından 2013 yılında Karadeniz'de beş farklı av aracıyla elde edilen 628 adet *Chamelea gallina* bireyinde ortalama uzunluk 1,76±0,522 cm olarak, ortalama ağırlık 1,95±1,415 g olarak, "b" değeri 2,365 ve "r^2" değerini de 0,954 olarak bildirilmiştir. Dalgıç (2006) beyaz kum midyesi bireylerinin boy-ağırlık ilişkisi üzerine çalışmış ve "b" değerini Samsun bölgesinde 3,03, Sinop bölgesinde 2,91 ve Kastamonu bölgesinde 2,91 olarak belirlemiştir. Bu veriler ışığında Samsun bölgesinde büyümeyi izometrik, Sinop ve Kastamonu bölgelerinde ise büyümeyi negatif allometrik olarak bulmuştur. Köseoğlu (2005) tarafından Marmara Denizi'nin Gelibolu-Çankaya kıyılarından avlanan beyaz kum midyeleri üzerinde yapılan araştırmada 963 adet beyaz kum midyesi örneğinde çalışılmış olup $W=0,004\times L^{2,91}$ ($r^2=0,93$) şeklinde bir ilişki belirlenmiş ve b=2,91 olan negatif allometrik bir büyüme saptanmıştır.

3.1.3. Kondisyon faktörü

Çalışmamızda belirlenen kondisyon faktörü verileri Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.3. Beyaz kum midyesi örneklerinin aylara göre kondisyon faktörü

Ay	Örnek Sayısı	Minimum kondisyon faktörü	Maksimum kondisyon faktörü	Ortalama Kondisyon faktörü
Ekim, 2019	100	20,21	42,80	33,20±3,07
Kasım, 2019	100	22,56	45,45	34,08±3,66
Aralık, 2019	100	27,39	42,15	34,35±2,78
Ocak, 2020	100	29,18	42,44	34,02±2,70
Şubat, 2020	100	21,98	44,95	35,73±3,58

Kondisyon faktörü 33,20 ile 35,73 arasında bulunmuştur. Ekim ayında kondisyon faktörü 33,20 olurken Şubat ayında 35,73 olarak belirlenmiştir. Çolakoğlu (2011) tarafından Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı'ndan elde edilen beyaz kum midyesinin kondisyon faktörünün belirlenmesi için yapılan çalışmada, kondisyon faktörü Mart ayında 40,14±0,84 ve Mayıs ayında 40,32±0,42 olarak bildirilmiştir. Dalgıç (2006) tarafından Aralık 2002-Kasım 2003 tarihleri arasında Sinop, Samsun ve Kastamonu'dan avlanan beyaz kum midyelerinde yapılan kondisyon faktörü çalışmasında en yüksek veriler Haziran 2003'te 47,88±2,246 ve Eylül 2003'te 38,87±1,943 olarak belirlenmiştir.

3.2. Kabuk Açma Yöntemlerinin Değerlendirilmesi

Beyaz kum midyesi kabuk açma işlemleri için araştırma deseni oluşturulurken ülkemizde geleneksel yöntem olarak kullanılan kaynar suda 4 dakika haşlama yöntemi kontrol olarak belirlenmiştir. Alternatif kabuk açma yöntemleri olarak basınçlı buhar, kızılötesi, mikrodalga, mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu ve ultrases çalışılmıştır. Ultrases hariç her bir kabuk açma yöntemi için 4 dakikadan daha kısa ön denemeler yapılmıştır. Farklı sürelerde ve sıcaklıklarda yapılan bu ön denemelerde iki kabuk arasına kolaylıkla bıçak girebilen aralığın oluştuğu süreler tespit edilmiş ve bu aralığın oluştuğu süre değerler kabul edilmiştir (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. Beyaz kum midyelerinde farklı yöntemlerde kabuk açılma oranları

Yöntem	Musluk suyu	Sıcaklık (°C)	Güç	Süre (sn)	Açılan* (%)	Açılmayan (%)
Kaynar Su	-	100	-	600**+30	100	-
Buhar	Eklenmiş	60	2***	60	95	5
	Eklenmemiş	60	2	60	94	6
Kızılötesi	Eklenmiş	-	U:10/L:10	120	97	3
	Eklenmemiş	-	U:10/L:10	60	94	6
Mikrodalga	Eklenmiş	-	M:10	90	95	5
	Eklenmemiş	-	M:10	30	96	4
Kombinasyon	Eklenmiş	-	U:10/L:10	60	97	3
	Eklenmemiş	-	U:10/L:10	15	94	6
Ultrases	Eklenmiş	-	100	300	0	100

*bıçak girecek kadar açılan
**(kaynama noktasına ulaşıncaya kadar geçen süre)
***2: basınçlı buhar fırınının sadece buhar özelliğinin açık olduğunu ifade eder.

Kabuk açma yönteminde önemli olan ölçütler; kabuğun açılmasına kadar geçen süre, etin kabuktan ayrılması için harcanan çaba, çıkarılan etin bütünlüğü ve pişip-pişmeme durumudur.

3.2.1. Kaynar su ile kabuk açma

Konvansiyonel yani kaynar suda yapılan kabuk açma işleminde suyun kaynaması için geçen süreye (600 sn) suyun kaynayıp beyaz kum midyelerinin koyulmasından sonra kabuklarının açılmasına kadar geçen sürenin eklenmesiyle (30 sn) toplamda 630 saniyede kabuk açma işlemi gerçekleşmiştir. 100 adet bireyden ortalama 56 adetinin tam ve ortalama 44 adetinin bıçak girecek kadar olmak üzere; toplamda 100 adetinin de açıldığı tespit edilmiştir (Tablo 3.4). Ayrıca yapılan uygulamada et sıcaklığı minimum 48,2°C ve maksimum 53,8°C olarak ölçülmüştür.

Srikar ve Mishra'nın (1989) farklı clam türleriyle yapmış oldukları çalışmada 2 dakika ve 100°C sıcaklıkta veya 3 dakika 60°C sıcaklıkta %100 açılma; 2 dakika ve 60°C sıcaklıkta %94-98 oranında açılma olduğunu belirlemişlerdir.

Kaynar su ile kabuk açma yönteminde etin kabuktan ayrılması kolay ve bütün et elde edilmektedir. Fakat suyun kaynama noktasına ulaşılıncaya kadar geçen süre diğer yöntemlerle kıyaslandığında çok uzun sürmektedir. Kaynama süresi göz önünde bulundurulduğunda kaynar su ile kabuk açma işleminde geçen süre diğer yöntemlere göre daha fazla olmaktadır.

3.2.2. Buhar ile kabuk açma

Çalışmamızda oda sıcaklığındaki 500 ml musluk suyunun içine 100 adet beyaz kum midyesi koyulmuş, buhar fırınında 60°C sıcaklık, 2 buhar gücü ve 1 dakika süre ile işlem yapılmıştır. Kabuk açma işlemi sonucunda ortalama 95 adedinin kabuklarının bıçak girecek kadar açıldığı görülmüştür (Tablo 3.4). Bu işlem sırasında et sıcaklığı minimum 28,8°C ve maksimum 30,8°C olduğu tespit edilmiştir.

Aynı koşullar altında bu defa musluk suyu eklenmemiş olarak yapılan uygulamasında ortalama 94 adet örneğin açıldığı, et sıcaklığı minimum 50,7°C ve maksimum 52,4°C olduğu belirlenmiştir.

Geleneksel yöntem olan kaynar suda kabuk açma işlemi ile karşılaştırıldığında buhar yönteminde sürenin çok daha kısa olduğu (60 sn) tespit edilmiştir. Bu avantajının yanında bu yöntemde etin kabuktan ayrılma işleminin kaynar su yöntemine göre daha hızlı ve kolay olduğu, midye etinin de bütün olarak çıktığı görülmüştür.

3.2.3. Kızılötesi ile kabuk açma

Bu çalışma kapsamında kızılötesi işleminde alt ve üst halojen lamba gücünün %100 olduğu, 120 sn sürede 500 ml oda sıcaklığındaki musluk suyu eklenerek yapılan uygulamasında ortalama 97 adet örneğin pişmeden bıçak girecek kadar açıldığı belirlenmiştir (Tablo 3.4). Et sıcaklığı minimum 37,5°C ve maksimum 39,1°C olarak ölçülmüştür. Aynı kızılötesi lamba gücünde, 60 sn sürede ve su eklenmemiş olarak yapılan uygulamasında ortalama 94 adet örneğin pişmeden bıçak girecek kadar açılmış olduğu tespit edilmiştir. Susuz kızılötesi 60 sn uygulandığında, et sıcaklığı minimum 38,2°C ve maksimum 39,5°C olarak ölçülmüştür. Musluk suyu eklenmiş ve eklenmemiş olan uygulamaların ikisinde de kabuklar tam olarak açılmamıştır. Kabuklar arası açıklık, bıçak girecek kadar oluşmuştur. Musluk suyu eklenmiş kızılötesi uygulaması, alternatif yöntemler arasında 120 sn ile en uzun süreli kabuk açma yöntemi olmuştur.

Ouw ve Johnson'ın (1973) çalışmasında, çift kabuklu yumuşakça türlerinde kabuk ile addüktör kas arasındaki bağlantıyı zayıflatmak veya kesmek için kızılötesi ışınımların kullanıldığından bahsedilmektedir. İlgili çalışmayı kapsayan düzenekte 1000 watt güce sahip kızılötesi ampul 5-15 sn addüktör kas bağlantı bölgesine odaklanmasından sonra kabuklar arasına bir bıçak sokulacak kadar açıldığını ve etin de hala pişmediğini tespit etmişlerdir.

Etin kabuktan çıkarılması için harcanan süre ve işçilik, en fazla bu yöntemde olmuştur. İşlem sonucunda elde edilen ette addüktör kasın tam olarak denatüre olmaması sebebiyle kabukta kalan miktar fazla olmuştur. Bu duruma bağlı olarak ette dağılma görülmüş ve et miktarında fazlaca kayıp yaşanmıştır.

3.2.4. Mikrodalga ile kabuk açma

100 adet beyaz kum midyesi, 500 ml oda sıcaklığındaki musluk suyu içerisinde 90 sn. boyunca mikrodalgaya maruz bırakılmıştır. Bu işlem neticesinde ortalama 95 adet midyede bıçak girecek kadar açıklık oluştuğu belirlenmiştir (Tablo 3.4). İşlemler esnasında ölçülen et sıcaklığı minimum 27,3°C iken maksimum 32,1°C olarak ölçülmüştür. Bu yöntemde ise her tekrar 30 sn olacak şekilde çalışılmış olup ortalama 96 adet midyede kabuklarının arasından bıçak girecek kadar boşluk

oluşmuştur. Bu işlemde et sıcaklığı minimum 29,3°C ve maksimum et 42,6°C olarak ölçülmüştür.

Musluk suyu eklenmemiş mikrodalga uygulamasında kabuk açılıncaya kadar geçen süre buhar ve kaynar su uygulamalarına göre daha kısadır. Buna karşın, etin kabuktan ayrılması işlemi bu yöntemde daha fazla zaman alıcı olmuştur. Yine de kızılötesi uygulamaya göre gerek kabuktan ayırma için harcanan çaba gerekse de et bütünlüğünün korunması açısından daha avantajlıdır.

1971 yılında Spracklin tarafından oluşturulan düzenekte, seri üretime uygun ve piyasada bulunan 1,5 kW çıkış gücüne sahip 2.450 Mhz'lik bir mikrodalga fırında çift kabuklu yumuşakçalar için kabuk açma işlemi çalışılmıştır. Bu özelliklere sahip bir mikrodalga fırın, yumuşakçanın kabukları arasına bir bıçak girebilecek kadar açıklığın oluşması için yeterli olmuştur. Oluşturulan bu düzenekte 6 adet istiridye, uzaktan kontrol edilebilen, metal olmayan ve ısının eşit uygulanmasını sağlayan bir döner tabla üzerine yerleştirilmiştir. İki ayrı uygulama ile istiridye kabukları arasında meydana gelen açılma durumu gözlemlenmiştir. İki aşamalı olarak gerçekleştirilen uygulamanın birincisinde, periyotlar arası 2 dakika bekleme süresi olacak şekilde önce 20 sn ve sonra 15 sn boyunca mikrodalga ışınımına maruz bırakılmıştır. Böylece, büyük istiridyelerde açılmanın meydana geldiği görülmüştür. Tek aşamalı olarak gerçekleştirilen uygulamada ise mikrodalga ışınımları daha az süreli uygulanmış ve 6 adet büyük istiridyenin 30 sn'de açıldığı görülmüştür.

3.2.5. Mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu ile kabuk açma

Kızılötesi ve mikrodalga özelliği aktifken alt ve üst halojen lamba gücünün %100 olduğu kabuk açma işlemi, 500 ml oda sıcaklığındaki musluk suyu içerisinde 100 adet beyaz kum midyesine 60 sn boyunca uygulanmıştır. Bu işlem neticesinde ortalama 97 adet midyede bıçak girecek kadar açıklık oluştuğu belirlenmiştir (Tablo 3.4). İşlemler esnasında ölçülen et sıcaklığı minimum 33,0°C iken maksimum 39,7°C olarak ölçülmüştür. Aynı yöntemle musluk suyu eklenmeden 15 sn sürede çalışılmış olup ortalama 94 adet midyede kabuklarının arasından bıçak girecek kadar boşluk oluşmuştur. Bu işlemde et sıcaklığı minimum 30,6°C ve maksimum 32,8°C ölçülmüştür. Musluk suyu eklenmemiş kombinasyonla yapılan 90 sn kabuk açma işleminde et, iki kabuğa birden yapışmış durumdadır fakat musluk suyu eklenmiş

kızılötesi ile kabuk açma işlemine göre et kabuktan daha kolay ayrılmaktadır ve et bütünlüğü daha fazla korunmaktadır. Ayrıca, musluk suyu eklenmemiş kombinasyonla yapılan kabuk açma işleminde, tam olarak açılma meydana gelmemiştir. Bunlara rağmen en kısa kabuk açma işlemi, musluk suyu eklenmemiş kombinasyonlu uygulamada tespit edilmiştir. Enerji sarfiyatını azaltan bu durum etin çıkarılması için harcanan çabayı arttırmıştır.

3.2.6. Ultrases ile kabuk açma

Ultrases cihazı ile kabuk açma işleminde her deneme için 10 adet beyaz kum midyesi kullanılmış ve midyelerin üstünü örtecek kadar musluk suyu eklenmiştir. Beyaz kum midyesi örneklerine 30 ila 100 Watt arasında 5 dakikadan 30 dakikaya kadar değişen sürelerde ultrases uygulanmıştır (Tablo 3.5).

Tablo 3.5. Ultrases ile yapılan kabuk açma uygulamaları

Örnek sayısı (adet)	İşlem süresi (dk)	Program	Güç miktarı (W)
10	5	1	30
10	5	6	80
10	15	6	80
10	15	6	80
10	30	6	80
10	5	5	100

Ultrases ile kabuk açma işleminin hiçbir kombinasyonunun, midye kabuğunun açılmasına etkisi olmamıştır (Tablo 3.4). Ultrases cihazında yapılan uygulama ile midye kabuklarının üzerinde bulunan kum, çamur gibi dış kaynaklı istenmeyen maddelerin dipte biriktiği görülmüştür. Bu sonuçlardan sonra ultrases cihazının midye kabuk açma işleminde kullanılmasının uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

3.3. Pişirme Yöntemlerinin Değerlendirilmesi

Beyaz kum midyeleri kaynar su, otoklav, basınçlı buhar, kızılötesi, mikrodalga ve mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu yöntemleri ile pişirilmiştir. Kaynar su dışındaki tüm yöntemlerde musluk suyu eklenerek ve eklenmeden pişirme yapılmıştır (Tablo 3.6). 4 dakika kaynar suda yapılan pişirme yönteminden yola çıkılarak her pişirme yöntemi için 62,8°C et içi sıcaklığına ulaşan minimum pişirme süresi ve gücü belirlenmiştir.

Tablo 3.6. Farklı pişirme yöntemlerindeki sıcaklık, süre ve midye eti sıcaklığı

Yöntem	Musluk suyu	Örnek sayısı (adet)	Süre (sn)	Güç	Sıcaklık (°C)	Et sıcaklığı min (°C)	Et sıcaklığı max (°C)
Kaynar su	-	100	600* + 240	-	100	63,6	79,5
Kaynar su	-	100	600* + 360	-	100	65,0	78,7
Otoklav	eklenmiş	100	900**+240	-	115	65,3	74,0
Otoklav	eklenmemiş	100	900**+240	-	115	63,3	77,7
Basınçlı buhar	eklenmiş	100	240	3	120	64,2	72,6
Basınçlı buhar	eklenmemiş	100	240	3	120	64,8	67,9
Kızılötesi	eklenmiş	100	360	U:10/L:10	-	67,7	69,7
Kızılötesi	eklenmemiş	100	180	U:10/L:10	-	65,5	72,8
Mikrodalga	eklenmiş	100	420	M:10	-	42,0	52,0
Mikrodalga	eklenmemiş	100	240	M:10	-	-	50,0
Kombinasyon	eklenmiş	100	210	U:10/L:10	-	72,0	76,5
Kombinasyon	eklenmemiş	100	90	U:10/L:10	-	63,0	66,4

*kaynama noktasına ulaşıncaya kadar geçen süre
**ısınmaya kadar geçen süre

3.3.1. Kaynar su ile pişirme

Çalışmamızda kaynar su ile pişirme işlemi için 4 dk uygulama yapılmıştır. Ancak, suyun kaynama noktasına (100°C) ulaşması için yaklaşık 10 dakika süre geçmektedir. Diğer bir deyişle kaynar suda pişirme için geçen süre toplam 14 dakikadır. Bu sürede, et sıcaklığı minimum 63,6°C ve maksimum 79,5°C olarak ölçülmüştür. Kaynadıktan sonra 6 dakika süreyle yapılan pişirme işleminde, et sıcaklığı minimum 65,0°C olurken maksimum 78,7°C ölçülmüştür (Tablo 3.6). Kaynar su ile yapılan pişirme yönteminde midye etinin pişmesi için geçen toplam süre diğer yöntemlerle kıyaslandığında çok uzun olmaktadır. Bu durum enerji tüketimini arttırmaktadır. Bu olumsuzluğa karşın etin kabuktan ayrılması çok kolay olduğundan et bütünlüğü korunmuş, böylelikle et firesi azalmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Kaynar suda 4 dakikada pişirilmiş midyeler

Tatlısu (2002) tarafından kara midyeleri ile ilgili yapılan çalışmada kaynar suda ile uygulamada 6 dakika süre ile pişirme işleminin kullanıldığından bahsetmektedir.

3.3.2. Otoklav ile pişirme

Otoklavda yapılan pişirme işleminde otoklavın ısınması, pişirme işlemini gerçekleştirmesi ve kapağının açılabilir duruma gelebilmesi için toplamda yaklaşık olarak 90-120 dakika süre geçmektedir. Oda sıcaklığındaki 500 ml musluk suyu içerisine yerleştirildikten sonra yapılan pişirmede et sıcaklığı minimum 65,3°C ve maksimum 74,0°C olarak ölçülmüştür. Su eklenmemiş otoklavda pişirmede ise et sıcaklığı minimum 63,3°C ve maksimum 77,7°C olarak ölçülmüştür (Tablo 3.6). Otoklavda musluk suyu eklenmemiş olarak yapılan pişirme işleminde et bütünlüğü, musluk suyu eklenmiş olanına göre daha iyi korunmuştur. Otoklav ile kaynar su yöntemleri kıyaslanacak olursa, otoklavda et bütünlüğü kaynar su yönteminde olduğu kadar korunmamıştır ve etin kabuktan ayrılması işleminde daha fazla çabaya gereksinim duyulmuştur (Şekil 3.7).

Tatlısu (2002) tarafından yapılan çalışmada kara midyelerin otoklavda pişirilmesi için 115°C'de 0,74 kg/cm^2 basınçta buharla 4 dakika pişirme işlemi yapıldığından bahsedilmektedir.



Şekil 3.7. Otoklavda pişirilmiş midye etleri

3.3.3. Basınçlı buhar ile pişirme

Çalışmamızda basınçlı buhar uygulamasında 500 ml oda sıcaklığındaki musluk suyu içerisinde yapılan pişirme işlemi için 120°C'de basınçlı buhar ayarı güç 3 ve 4 dakika süre ile uygulanmıştır. Pişirme işlemlerinin hemen bitiminde termokupl ile yapılan ölçümlerde midye et sıcaklığı 64,2°C ile 72,6°C arasında ölçülmüştür.

Basınçlı buharda su eklenmeden yapılan çalışmada 120°C'de basınçlı buhar ayarı güç 3 ve 4 dakika süre ile uygulanmıştır. Bu uygulamada et sıcaklığı 64,8°C ile 67,9°C

arasında ölçülmüştür (Tablo 3.6). Midye etlerinin kabuklarından ayrılması, kaynar su ve otoklav ile pişirmeden daha kolay olmuştur. Kabuklarda tam açılma meydana geldiği için adduktör kas tam olarak ayrılmış ve et bir bütün halde kalmıştır. Bunların yanı sıra, pişmiş et elle çok kolaylıkla kabuktan alınmıştır ve ek bir alete gereksinim kalmamıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Basınçlı buhar ile pişirilmiş midyeler

3.3.4. Kızılötesi ile pişirme

Alt ve üst halojen lamba gücünün %100 olduğu kızılötesi uygulamada 500 ml oda sıcaklığındaki musluk suyu içerisinde 6 dk süreyle pişirme işlemi yapılmıştır. Bu işlemde midye eti sıcaklığı termokupl ile ölçülmüş ve 67,7°C ile 69,7°C arasında değerlere ulaşılmıştır. Aynı güç seviyelerine sahip ve musluk suyu eklenmemiş olarak yapılan uygulamada 180 sn süre kullanılmıştır. Bu sürede midye eti sıcaklığı 65,5°C ile 72,8°C arasında ölçülmüştür (Tablo 3.6). Bunun yanı sıra, kızılötesi pişirmede musluk suyu eklenmemiş işlemin musluk suyu eklenmiş işleme göre daha tercih edilir olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.9. Kızılötesi ile pişirilmiş midyeler

Musluk suyu eklenmemiş kızılötesi uygulamasında tam olarak açılan midyelerde etin tek kabukta olduğu ve kas bağlantısının musluk suyu eklenmiş uygulamayla kıyaslandığında daha gevşemiş olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla bütüne yakın et temini, musluk suyu eklenmemiş kızılötesi uygulamadan elde edilmiştir. Ancak diğer yöntemlere göre, etin kabuktan ayrılması için kullanılan ek aletlere ihtiyaç olması, fazla zaman harcanması, kasın kabuğa yapışık olması, et bütünlüğünün korunamaması ve et verimini azaltması nedeniyle midye etinin pişirilmesi için dezavantaj oluşturmaktadır (Şekil 3.9).

3.3.5. Mikrodalga ile pişirme

Mikrodalgada musluk suyu eklenmiş olarak yapılan uygulamada midye etinin pişmesi için gerekli olan iç sıcaklığa (62,8°C) 7 dakikada dahi ulaşılamamıştır. Bu süreçte midye etlerinin yandığı, tekstürlerinin bozulduğu ve pişirme kabına yapıştığı tespit edilmiştir (Şekil 3.10). Mikrodalgada musluk suyu eklenmeden yapılan pişirmede ise 4 dakikada yeterli iç sıcaklığa ulaşılamamış ve üründe yanmalar görülmüştür. Bu nedenlerden dolayı mikrodalga ile yapılan uzun süreli pişirme ve pişirme sırasında ette meydana gelen bozulmalar nedeniyle beyaz kum midyesi etinin pişirilmesi için uygun olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 3.10. Mikrodalga ile pişirilmiş midye eti

3.3.6. Mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu ile pişirme

Çalışmamızda kızılötesi ve mikrodalga özellik aktifken alt ve üst halojen lamba gücünün %100 olduğu kombinasyonlu pişirme, önce 500 ml oda sıcaklığındaki musluk suyu içerisinde yapılmıştır. Bu yöntemle pişirme için 3,5 dk yeterli olmuştur. Midye eti sıcaklığı 72,0°C ile 76,5°C ölçülmüştür. Su eklemeden yapılan çalışmada ise 90 sn yeterli olup et sıcaklığı 63,0°C ile 66,4°C ölçülmüştür (Tablo 3.6).

Alternatif pişirme yöntemleri arasında en kısa pişirme süresinin, musluk suyu eklenmemiş mikrodalga-kızılötesi kombinasyonda yapılan pişirmede gerçekleştiği tespit edilmiştir. Buna rağmen, kabuktan etin ayrılması, kızılötesi uygulamaya göre daha az süre fakat basınçlı buhar ve kaynar suya kıyasla daha fazla zaman gerektirmektedir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu ile pişirilmiş midye eti

Çıkan etin bütünlüğü göz önünde bulundurulduğunda kızılötesi uygulamaya göre daha bütün fakat diğer yöntemlere göre daha dağılmış et elde edilmiştir.

3.4. Et Verimi

Çalışma alanından elde edilen 10.000 adet beyaz kum midyesi örneğinde et verimi çalışılmıştır (Tablo 3.7).

Bu çalışmada, et verimi değerleri %7,26 ile %10,24 arasında tespit edilmiştir. Kaynar suda yani konvansiyonel pişirmede 4 dk süre ile yapılan pişirme neticesinde elde edilen et verimi %9,39±1,36 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.7. Farklı pişirme yöntemlerinden elde edilen beyaz kum midyelerinin et verimi

Pişirme Yöntemi	Adet	Et Verimi (%)
Kaynar su (4 dk)	1000	$9,39\pm1,36^{abc}$
Kaynar su (6 dk)	1000	$9,02\pm1,07^{abcd}$
Otoklav sulu	1000	$7,42\pm0,54^{cd}$
Otoklav susuz	1000	$7,66\pm0,64^{cd}$
Basınçlı buhar sulu	1000	$7,26\pm1,96^{d}$
Basınçlı buhar susuz	1000	$7,71\pm2,04^{cd}$
Kızılötesi sulu	1000	$9,69\pm0,75^{ab}$
Kızılötesi susuz	1000	$10,24\pm0,50^{a}$
Kombinasyon sulu	1000	$9,68\pm0,41^{ab}$
Kombinasyon susuz	1000	$7,38\pm2,52^{d}$

*Aynı sütunda farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır ($p<0,05$)

Et veriminin en düşük olduğu yöntem ise basınçlı buhar ile pişirmenin musluk suyu eklenmiş uygulamasıdır. Et verimi bakımında farklı pişirme yöntemleri istatistiksel

olarak birbirlerinden farklıdır ($p<0,05$). Musluk suyu eklenmiş ve eklenmemiş uygulamalar (mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu hariç) aralarında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$).

Ticari öneme sahip bazı balık ve kabuklu türlerinin et verimi ve besin değeri ile ilgili çalışmada beyaz kum midyesinin et oranı %18 olarak belirtilmiştir (FAO, 1989). Ülkemiz denizlerinde beyaz kum midyesi et verimi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. İzmir Körfezinden Nisan ayında toplanan kum midyeleriyle yapılan çalışmada, et verimliliği %14,5 olarak tespit edilmiştir. Samsun'dan temin edilen 100 adet beyaz kum midyesinin kaynar suda 4 dakika süreyle pişirilmesi sonucu et verimi %33,400±0,395 olarak tespit edilmiştir (Ölmez ve diğ., 2003). Demircan (2007) Batı Karadeniz (Kefken-Çatalzeytin)'den avlanan beyaz kum midyesi örneklerinde haşlanmış beyaz kum midyesi et verimi %11,01 oran ile en yüksek Nisan ayında belirlenmiş olup Ekim 2005- Nisan 2006 dönemi arasında %8,02-%11,01 oranlarında değişim göstermiştir. Çolakoğlu (2011)'nun Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazından elde edilen beyaz kum midyelerinin boy ve ağırlık değerleri üzerine yapışmış olduğu çalışmada, 3318 adet örneğin ortalama ağırlığını 4,85±0,06 g olarak belirlemiştir.

3.5. Kimyasal Analizler

3.5.1. Nem, kül ve pH analizleri

Konvansiyonel yöntemlerle (kaynar su ve otoklav) ve alternatif yöntemlerle (basınçlı buhar, kızılötesi, mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu) pişirilen beyaz kum midyelerinin nem, kül ve pH analizlerinin sonuçları Tablo 3.8'de verilmiştir.

Tablo 3.8. Farklı yöntemlerle pişirilmiş beyaz kum midyelerinin nem, kül ve pH değerleri

Yöntem	%nem	%kül	pH
Kaynar su (4 dk)	80,28 ± 0,34	2,36 ± 0,56	7,92 ± 0,04
Kaynar su (6 dk)	79,67 ± 0,36	2,28 ± 0,23	7,91 ± 0,02
Otoklav sulu	83,62 ± 0,76	1,20 ± 0,37	7,95 ± 0,03
Otoklav susuz	78,49 ± 0,38	3,10 ± 0,33	7,88 ± 0,00
Basınçlı buhar sulu	78,38 ± 3,83	1,53 ± 0,17	7,82 ± 0,09
Basınçlı buhar susuz	76,38 ± 0,14	2,66 ± 0,38	7,82 ± 0,02
Kızılötesi sulu	84,86 ± 0,32	1,67 ± 0,20	7,76 ± 0,03
Kızılötesi susuz	84,24 ± 0,34	2,73 ± 0,45	7,73 ± 0,03
Kombinasyon sulu	84,85 ± 0,82	1,53 ± 0,16	7,79 ± 0,03
Kombinasyon susuz	80,66 ± 0,25	2,19 ± 0,21	7,90 ± 0,01

Nem oranı ortalamaları en düşük %76,38 ile basınçlı buhar susuz pişirmede, en yüksek %84,86 ile kızılötesi sulu pişirme yönteminde tespit edilmiştir. Sulu ve susuz olarak yapılan pişirmelerin (kızılötesi hariç) hepsinde, susuz pişirmelerden sonra midye etlerindeki su miktarının daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun nedeni su içinde pişirilen midye etlerinin suyun bir kısmını tutmaları ya da susuz pişirme de örneklere su girişi olmadığı gibi mevcut suyunda bir kısmının midye etinden dışarı çıkması olabilir. Kül analizi sonuçlarında ise en düşük oranın %1,20 ile otoklav sulu pişirmede, en yüksek %3,10 ile otoklav susuz pişirmede bulunmuştur. Yine aynı şekilde kül miktarı da susuz pişirme uygulamalarında sulu pişirmeye göre daha yüksek çıkmıştır. Yaş ağırlık üzerinden analiz yapıldığı için içerdiği su/kuru maddeye bağlı olarak bu sonuçlar uyumlu çıkmıştır.

Kum midyelerinin temel besin öğelerinin incelendiği bir çalışmada nem oranının %84,10 olduğu bildirilmiştir (Erkan, 1996). Ölmez ve diğerleri 2003 yılında yapmış oldukları çalışmada, Samsun'dan temin edilen 100 adet beyaz kum midyesinin kaynar suda 4 dakika süreyle pişirilmesi sonucu nem oranı %85,76 ve ham kül oranı %2,27 olarak belirtilmiştir. Marmara Denizi'nin kuzeybatısındaki kum midyeleri ile yapılmış bir başka çalışmada ise çiğ örnekte nem ve kül oranları sırasıyla %82,70-86,57 ve %2,44-2,95 bulunmuştur (Özden ve diğ., 2009). Çolakoğlu ve diğerleri tarafından 2011 yılında Marmara Denizi'nin güneybatı kıyılarında bulunan çiğ beyaz kum midyesinin element kompozisyonu üzerine yapılan çalışmada su miktarı %67,00 ve kül içeriği %1,66 olarak tayin edilmiştir. Ülkemiz denizleri dışında Adriyatik'te beyaz kum midyeleri ile çalışan araştırmacılar, su miktarını 100 gram yaş ağırlıkta 77,40-83,10 ve kül miktarını 2,73-3,55 arasında bildirmiştir (Orban ve diğ., 2006).

Yukarıda bahsedildiği üzere gerek ülkemiz denizlerinde gerekse ülkemiz dışındaki denizlerdeki beyaz kum midyelerinin su ve kül miktarlarına ilişkin çalışmalardaki sonuçların bu çalışma ile benzer sonuçlar içerdiği görülmüştür.

Farklı yöntemlerle pişirilmiş beyaz kum midyelerinin pH değerleri 7,73-7,95 değiştiği tespit edilmiştir. Literatür incelendiğinde sadece Adriyatik denizinde Orban ve diğerleri tarafından 2006 yılında yapılan çalışmada pH'nın 6,36-6,48 arasında bulunduğu bildirilmiştir.

3.5.2. Protein ve yağ analizleri

Çalışmada kullanılan pişirme yöntemlerinin hepsinin uygulandığı beyaz kum midyesi etlerinin ortalama ham protein yüzdesi %11,89 ile %16,26 arasında bulunmuştur (Tablo 3.9). En yüksek ham protein miktarı basınçlı buhar yönteminde tespit edilmiştir. Basınçlı buhar sulu ve susuz yöntemlerle pişirilmiş midye etlerinin protein değerleri en yüksek olup diğer yöntemlerin hepsi ile aralarında istatistiksel olarak fark bulunmuştur. Kızıl ötesi sulu/susuz pişirmelerin kendi aralarında protein miktarı açısından fark yokken bütün yöntemlerle istatistiksel olarak farklıdır ($p<0,05$).

Otoklavdaki tüm pişirmeler (sulu/susuz) ile mikrodalga-kızılötesi tüm pişirmelerin (sulu/susuz) arasında protein miktarı için istatistiksel farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 3.9. Farklı yöntemlerle pişirilen beyaz kum midyelerinin ham protein ve ham yağ değerleri

Yöntem	Ham protein (%)	Ham yağ (%)
Kaynar su (4 dk)	$12,10 \pm 0,01^{d}$	$0,76 \pm 0,01^{de}$
Kaynar su (6 dk)	$11,90 \pm 0,02^{d}$	$0,71 \pm 0,01^{e}$
Otoklav sulu	$14,21 \pm 0.02^{b}$	$0,96 \pm 0,01^{c}$
Otoklav susuz	$14,22 \pm 0.54^{b}$	$0,94 \pm 0,01^{c}$
Basınçlı buhar sulu	$16,27 \pm 0,06^{a}$	$1,19 \pm 0,02^{a}$
Basınçlı buhar susuz	$16,01 \pm 0,10^{a}$	$1,10 \pm 0,04^{ab}$
Kızılötesi sulu	$13,52 \pm 0,24^{c}$	$0,75 \pm 0,04^{e}$
Kızılötesi susuz	$13,10 \pm 0,20^{c}$	$1,00 \pm 0,10^{bc}$
Kombinasyon sulu	$14,80 \pm 0,02^{b}$	$0,97 \pm 0,01^{bc}$
Kombinasyon susuz	$14,49 \pm 0,16^{b}$	$0,89 \pm 0,09^{cd}$

*Aynı sütunda farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır ($p<0,05$).

Kaynayan suda pişirmelerde en düşük protein değerleri bulunmuş olup bütün pişirme yöntemlerinden istatistiksel olarak farklıdır. Bu yöntemde protein yapılarının daha fazla bozulmasının nedeni, midye etlerinin yüksek sıcaklıkta ve daha uzun süreli pişirilmelerinden dolayı olabilir. Çünkü beyaz kum midyeleri kaynayan su ile pişirme yönteminde 100°C'ye kadar ısıtılmış kaynar suyun içine konulduktan sonra 4-6 dakika pişirilmiştir. Halbuki diğer yöntemlerde fırınlar başlangıçta soğuk olup midye etleri içine konulduktan sonra ısınma başlamaktadır. Bunun sonucunda midye etleri kademeli olarak sıcaklık artışına maruz kaldığı için protein bozulması daha az olabilir. Zaten en yüksek protein değerinin tespit edildiği basınçlı buhar fırınında da midyeler oda sıcaklığındaki fırına konulduktan sonraki 4 dakika sürede ısınmaya

devam eden fırında pişirilmişlerdir. Bu da pişirme sırasında yüksek sıcaklıkta daha kısa sürede kalmalarını sağlamıştır.

Ticari öneme sahip bazı balık ve kabuklu türlerinin et verimi ve besin değeri ile ilgili yapılan çalışmada, beyaz kum midyesinin protein oranı %10,8 olarak belirtilmiştir (FAO, 1989). Daha önce yapılan bir çalışmada 100 gram ette protein miktarı %11 olarak bulunmuştur (Erkan, 1996). Başka bir çalışmada kum midyelerinin protein miktarları ile ilgili yapılan çalışmalarda protein miktarını genellikle %10 civarında bulunmuştur (Ölmez ve diğ., 2003). Dalgıç (2006) Samsun, Kastamonu ve Sinop'tan temin edilen *C. gallina*'da kuru maddede ham protein miktarı %67,66±0,68 olarak tespit etmiştir. Marmara Denizi'nin kuzeybatısındaki kum midyeleri ile yapılmış bir başka çalışmada ise çiğ örnekte ham protein oranı %6,86-8,99 arasında bulunmuştur (Özden ve diğ., 2009). Çolakoğlu ve diğerleri tarafından 2011 yılında Marmara Denizi'nin güneybatı kıyılarında bulunan çiğ beyaz kum midyesinin element kompozisyonu üzerine yapılan çalışmada protein içeriği %10,12 olarak bulunmuştur. Adriyatik'te beyaz kum midyeleri ile yapılan araştırmada protein miktarı 100 gram yaş ağırlıkta 8,55-10,75 g arasında bildirilmiştir (Orban ve diğ., 2006).

Farklı pişirme yöntemlerinin hepsinden analize alınan beyaz kum midyesi etlerinin ham yağ oranı %0,71 ile %1,19 arasında değişmiştir. Ham yağ oranının en yüksek olduğu uygulamanın basınçlı buhar pişirme yöntemi, ham yağ oranının en düşük olduğu uygulamanın ise kaynar suda pişirme yöntemi olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatiksel analizler sonucu pişirme yöntemlerinin ortalama ham yağ miktarlarına etkisinin genel anlamda (kızılötesi susuz pişirme hariç) ham protein miktarına etkisi ile aynı çıkmıştır. Yani otoklav ve kombinasyon pişirmelerin arasında istatistiksel olarak fark yokken diğer tüm pişirme yöntemleri ham yağ miktarı yönünden istatistiksel farklılık göstermiştir.

3.6. Midye suyu

Musluk suyu eklenmeden otoklavda ve basınçlı buharda pişirilen midyelerden çıkan midye suyu karşılaştırılmıştır. Miktar olarak en fazla midye suyunun elde edildiği yöntem, musluk suyu eklenmemiş otoklavda yapılan pişirme yöntemi olmuştur. Otoklavda yapılan pişirmede kabuklu başlangıç ağırlığına göre elde edilen ortalama midye suyu oranı %21-22 arasında değişirken basınçlı buharda pişirmede elde edilen

ortalama midye suyu %15-17 arasında değişmektedir. Bu durumda, midye suyu eldesi için en uygun yöntemin otoklavda yapılan pişirmenin olduğu tespit edilmiştir.

Midye suyu örneklerinde ham yağ tespit edilememiş olup, ham protein (%) değerleri Tablo 3.10' da verilmiştir.

Tablo 3.10. Midye suyu ham protein (%) sonuçları

Yöntem	**Ham protein (%)**
Otoklav	$0,91\pm0,01^{a}$
Basınçlı buhar	$0,77\pm0,03^{b}$
Kaynar su (4 dakika)	$0,19\pm0,01^{c}$

*Aynı sütunda farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır ($p<0,05$).

Midye suyunda ortalama ham protein değeri %0,19 ile %0,91 arasında değişmektedir. Yöntemler birbirlerinden istatiksel olarak farklıdır. Midye suyunda ortalama protein miktarının kaynar su ile yapılan pişirmede en düşük olduğu tespit edilmiştir. Kaynar suda pişirmede ilave edilen 2 litre suyun midye suyundaki protein miktarını seyrelttiği düşünülmektedir. Otoklavda yapılan pişirme yönteminde ise midye suyu ortalama protein miktarı en fazla çıkmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında öncelikle Kocaeli ilinin Kandıra İlçesi Ağva-Kefken Adası hattı boyunca Ekim-Kasım-Aralık-Ocak-Şubat aylarında avlanılan beyaz kum midyesi örneklerine ait boy ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Çalışma boyunca 10.000 örnek üzerinde çalışılmıştır. Tespit edilen minimum boy 1,30 cm ve maksimum boy 2,41 cm olmuştur. Ortalama boy 1,69±0,12 cm ile 2,00±0,16 cm arasında değişim göstermiştir. Minimum ağırlık 0,70 g ve maksimum ağırlık 4,95 g olarak belirlenmiştir. Midyelerin ortalama ağırlıkları ise 1,70±0,39 g ile 2,76±0,68 g arasında ölçülmüştür. Ortalama ağırlık ve boy ölçümlerinin en yüksek olduğu ay, Ocak ayı olarak belirlenmiştir. Bu verilerle oluşturulan boy-ağırlık ilişkilerinin regresyon analizleri sonucu elde edilen verilere göre çalışma yapılan beş ayda negatif allometrik büyüme saptanmıştır.

Bu çalışma, beyaz kum midyeleri için alternatif kabuk açma ve pişirme yöntemleri geliştirmek amacıyla yapılmıştır. Kabuk açmada yaygın olarak kullanılan konvansiyonel yöntem kaynar suda haşlama olup, pişirme için kaynar su ve otoklavda pişirme konvansiyonel yöntemlerdir. Kabuk açma için alternatif olarak buhar, mikrodalga, kızılötesi, mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu ve ultrases yöntemleri kullanılmıştır. Pişirme yöntemlerinde de kaynar su ve otoklavda pişirme yöntemlerine ilaveten basınçlı buhar, kızılötesi, mikrodalga ve mikrodalga-kızılötesi kombinasyonu uygulanmıştır.

Kabuk açma işlemi için, kabuklar arasında bıçak girecek kadar ya da 1-2 mm açıklık olması yeterli kabul edilmektedir. Konvansiyonel yöntem ile tüm kabuklar 30 sn içinde açılmıştır. Ancak suyun kaynaması için geçen süre 10 dakika olduğu için toplam süre ve enerji sarfiyatı oldukça fazladır. Alternatif kabuk açma yöntemlerinde en kısa süre 15 sn ile susuz mikrodalga-kızılötesi uygulamada gerçekleşmiştir. Alternatif kabuk açma yöntemlerinde en uzun süre 120 sn olup tüm yöntemlerde kabuk açma işlemi konvansiyonel yöntemden çok daha kısa sürmüştür.

Alternatif pişirme yöntemlerinde yine en kısa pişirme süresi 90 sn ile susuz mikrodalga-kızılötesi uygulamasında olmuştur. Konvansiyonel pişirme yöntemlerinden kaynar suda pişirme işlemi suyun kaynama süresi ile birlikte 14-16 dakika, otoklav ile pişirmede ise otoklavın ısınıp pişirme süresinin ve soğumasının eklenmesiyle birlikte toplamda yaklaşık 2 saat sürmüştür. Kullanılan alternatif pişirme yöntemlerinde ise en uzun süre 6 dakika ile kızılötesi pişirmede gerçekleşmiştir. Beyaz kum midyesi eti yapısı itibariyle oldukça küçük olduğu için ticari olarak kabukta et kalması istenilmeyen bir durumdur. Konvansiyonel pişirme ile bu açıdan kıyaslandığında, %100 açılma ve tam et ayrımının basınçlı buhar pişirme işleminde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu pişirmede et tek kabukta kalmakta ve kabuktan el ile kolaylıkla ayrılmaktadır, böylelikle et kaybı da olmamaktadır.

Optimum koşulların seçildiği pişirme uygulamalarında pişmiş et temininin en zor olduğu pişirme yönteminin kızılötesi pişirme olduğu tespit edilmiştir. Kızılötesi pişirmede açılma, iki kabuk arasına bir bıçak girecek kadar gerçekleşmektedir. Bu durumda hem kabuk açma için zaman kaybı yaşanmakta hem de her iki kabuğa yapışmış etin kabuktan ayrımı sırasında et kaybı meydana gelmektedir. Et verimi yüksek olmasına rağmen yüksek oranda çabaya gereksinim duyulması bu pişirme yönteminin dezavantajını oluşturmaktadır. Bunların yanı sıra, mikrodalga-kızılötesi kombinasyonlu pişirme zaman, et bütünlüğü ve et veriminin yüksek olması açısından kızılötesi pişirmeye göre daha çok tercih edilebilir bir yöntemdir. Ancak aynı şekilde bu pişirme yönteminde de etin kabuktan ayrılması esnasında yaşanan zaman kaybı, olumsuz yönüdür.

Midye etinin ortalama ham protein yüzdesinin en fazla korunduğu pişirme yöntemi basınçlı buhar uygulamasıdır. Diğer pişirme yöntemleriyle arasında istatistiksel fark olduğu tespit edilmiştir. Su ürünleri tüketiminin en büyük avantajı, protein içeriğidir. Buradan yola çıkarak beyaz kum midyesi etinde ortalama protein miktarının %16-17 olarak korunması, basınçlı buhar pişirme yöntemini diğer pişirme yöntemlerine göre tercih edilebilir yapmaktadır.

Kaynar su, otoklav ve buharlı basınç yöntemleri arasında en fazla midye suyu eldesi, su eklenmemiş otoklavda yapılan pişirmede meydana gelmiştir. Aynı şekilde en

yüksek ortalama ham protein değeri de su eklenmemiş otoklavda yapılan pişirmede tespit edilmiştir. En düşük ham protein değeri ise, konvansiyonel yöntemle yapılan pişirme sonucunda elde edilen midye suyunda belirlenmiştir. Bunun sebebi, yüksek miktarda su eklenmesiyle yapılan pişirmenin protein miktarını seyreltmesi olarak düşünülmektedir. Midye suyu örneklerinde ham yağ oranı tespit edilememiştir.

Sonuç olarak, gerek kabuk açmada alternatif yöntemler ve gerekse alternatif pişirme yöntemi arasında konvansiyonel yönteme göre daha üstün olan yöntemin buhar ve basınçlı buhar yöntemi olduğu görülmüştür. Yöntemin avantajları daha kısa süre, daha az enerji, kolay ve bütün olarak çıkarılan et, protein kaybının az olması olarak sıralanabilir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, bir yıl boyunca beyaz kum midyelerinin örneklemesinin yapılıp aylara ve pişirme yöntemlerine bağlı olarak besin elementleri kompozisyonunun değişiminin araştırılması daha ayrıntılı sonuçların bulunmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ, Resmi Gazete Tarih: 13 Ağustos 2016, 2016/35, Ankara.

Alparslan Y., Soğukta Depolama Sırasında Farklı Sirkelerin Kültüre Edilmiş Midye (*Mytilus Galloprovincialis*) Etinin Mikrobiyolojik Kalitesine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2015,442734.

Artüz L. M., Denizlerimizde Cik-Cik (*Chamelea gallina* Linnaeus, 1758) Problemi, *Kerevitaş Gıda San. Ve Tic. A.Ş.*, 1990.

Candan T. Ve Bağdatlı A., Et Teknolojisinde Alternatif Isıtma Yöntemleri, *El-Cezeri Fen Ve Mühendislik Dergisi*, 2018, **5**(2), 656-670.

Cebeci M., Kuzey Marmara Denizi'nde *Chamelea gallina* L, 1758'nın Biyometrisi Ve Avcılığı, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1992.

Çelik Pilavtepe M., Özer N. P., Özkoç S. Ö., Seyhun N. ve Dede N., Infrared Assisted Microwave Cooking of Atlantic Salmon (*Salmo salar), Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2014, **14**, 659-665.

Çınar A. T., Kızılötesi-Mikrodalga Kombinasyonlu Fırında Pişirilmek Üzere Hazırlanan Yer Bademi Unu İçeren Glutensiz Bisküvi Hamurlarının Reolojik Özellikleri ve Bisküvilerin Kalite Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 2018, 493873

Çolakoğlu F. A., Ormancı H. B., Berik N., Kunili İ. E. ve Çolakoğlu S., Proximate and Elemental Composition Of *Chamelea gallina* From The Southern Coast of The Marmara Sea (Turkey), *Biological Trace Element Research*, 2011, **143**, 989-911.

Çolakoğlu S., Çanakkale Boğazı İle Batı Marmara'da Kum Midyesi (*Chamelea gallina* L., 1758) Ve Kum Şırlanının (*Donax trunculus*, L., 1758) Stok Tahmini, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2011.

Çolakoğlu S. ve Çolakoğlu F. A., Çift Kabuklu Yumuşakçaların Ekonomik Açıdan Durumu, *Gıda Dergisi*, 2013, 73-78.

Çolakoğlu S. ve Çolakoğlu F. A., Türkiye'de Çift Kabuklu Yumuşakça Sektöründe Uygulanan Prosedürler ve Durum Analizi, *Gıda Dergisi*, 2014, 78-81.

Dalgıç G., Karadeniz Kum Midyesi *Chamelea gallina* (L., 1758) Populasyonunun Üreme Periyodu ve Büyüme Performansının Belirlenmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2006.

Dalgıç G., Okumuş İ., Karayücel S., Türkiye'de Beyaz Kum Midyesi (*Chamelea gallina* L., 1753) İşleme Endüstrisinin Durumuna Bir Bakış, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 2006, **23**(1/3), 397-400.

Demircan A., Batı Karadeniz (Kefken-Çatalzeytin)' Den Avlanan Beyaz Kum Midyesi, *Chamelea gallina* (L.,1758)'nin Avcılığı Ve Büyüme Performanslarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 2007, 177843.

Deval M. C., Kuzey Marmara Denizi'nde *Chamelea gallina* Linneaus, 1758'nın Yaş Ve Kabuk Gelişimi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1995.

Erdoğan N., İstanbul Boğazı'ndaki Kara Midye (*Mytilus galloprpvincialis* Lamarck, 1819)'nin Avcılığı ve Biyometrisi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2001.

Erkan N., Pişirilmeye Hazır Midye (*Mytilus Galloprovincialis* LAMARCK, 1819)Ürünlerinin Dondurularak Saklanması ve Dayanma Süresinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1996.

FAO, Yield and Nutritional Value of The Commercially More Important Fish Species, FAO Fisheries Techinical Paper, Rome, 1989.

FAO, The State Of World Fisheries And Aquaculture Oppurtunities and Challenges, Roma, 2014.

FAO, The Fishery And Aquaculture Statistics Yearbook 2016, Roma, 2018.

FAO, The Fishery And Aquaculture Statistics Yearbook 2017, Roma, 2019.

Hayta H., Karadeniz'de Beyaz Kum Midyesi *Chamelea gallina* (Linneaus, 1758) Avcılığı, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.

Huang, L., Infrared Surface Pasteurization of Turkey Frankfurters, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, ABD, 2004, **5**, 345-351.

İbicek T., Alternatif Pişirme Yöntemlerinin Araştırılması ve Yeni Hibrid Yöntem Oluşturulması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006, 300034.

Jabbour T. ve Hognason G., Method For Shucking Lobster, Crab Or Shrimp, 2011, US Patent No: US 2011/0070353 A1, United States Patent Application Publication.

Kaba N. ve Erkoyuncu İ., Çeşitli Şekillerde İşlenen Midyelerin (Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819) Donmuş Depolanması Sırasında Duyusal ve Kimyasal Kalitelerinin Belirlenmesi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2005, **36**(2), 193-200.

Karayücel S., Kaya Y. ve Karayücel İ., Sinop Bölgesinde Akdeniz Midyesinin (Mytilus gallaprovincialis Lamarck, 1819) Kondisyon Faktörü ve Biyokimyasal Kompozisyonu Üzerine Çevresel Faktörlerin Etkisi, *Turkish Journal of Veterinary And Animal Sciences*, 2003, **27**, 1391-1396.

Kasapoğlu N. ve Düzgüneş E., Lenght-weight Relationships of Marine Species Caught By Five Gears From The Black Sea, *Short Communication, Mediterranean Marine Science*, DOI: 10.12681/mms.463.

Kor G., Sürekli Sistem Kızılötesi Yüzey Pişirme İşleminin Yarı Pişmiş Köfte Örneklerine Uygulanması, Performans Değerlendirmesi ve Matematiksel Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2012, 315647.

Köseoğlu M., Batı Marmara'da Kum Midyesinin (*Chamelea gallina,* Linnaeus, 1758) Büyümesi, Üremesi ve Stok Tahmini Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 2005.

Krishnamurthy, K., Khurana, H.K., Jun, S., Irudayaraj, J. and Demirci, A., Infrared Heating In Food Processing: An overview, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **7** (2-13), 2008.

Martin D. E. ve Hall S. G., Oyster Shucking Techologies: past and present, *International Journal Of Food Science And Technology*, 2006,**41** ,223-232.

Orban E., Di Lena G., Nevigato T., Casini I., Caproni R.,Santaroni G. ve Giulini G., Nutritional and Commercial Quality Of The Striped Venus Clam, *Chamelea Gallina*, From The Adriatic Sea, *Food Chemistry*, 2006, **101**, 1063-1070.

Ouw W. B. G ve Johnson A. L., Method For Opening Shell Fish, 1973, US Patent No: 3,755,855, United States Patent Application Publication.

Ölmez M., Atar H. H. ve Seçer S., Beyaz Kum Midyesinin (*Chamelea gallina* L., 1758) Et Verimi ve Besin Madde İçeriği Üzerine Bir Araştırma, *Gıda Dergisi*, 2003, **28**(2), 169-173.

Özden Ö., Erkan N. ve Deval M. C., Seasonal variations in the macronutrient mineral and proximate composition of two clams (*Chamelea gallina* and *Donax trunculus*), *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2009, **60** (5), 402-412.

Özkoç S. Ö., Kızılötesi ve Kızılötesi-Kombinasyon Isıtma Teknolojilerinin Gıda İşleme Uygulamalarında Kullanımı, *Gıda Dergisi*, 2010, **35**(3), 211-218.

Pauly D., Fish population dynamics in tropical waters: A Manual for Use With Programmable Calculators, International Center For Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, 1984.

Ricker, W.E., Computation and Interpreration of Biological Statistics of Fish Populations, *Bulletin of the Fisheries Research Board Canada*, 1975, **191**, 1–382.

Spracklin B. W., Microwave Process For Shucking Bivalve Mollusks, 1971, US Patent No: 3,585,676, United States Patent Application Publication.

Srikar L. N. Ve Mishra R., Technical Note: A Comparison of Methods For Shucking Clams, *International Journal of Food Science And Technology*, 1989, **24**, 659-663.

Su Ürünleri İşleme Tesisi Kapasite Artışı Projesi, *Perama Gıda Ür. San. Ve Tic. A. Ş.*, 46.38.04, 5-6, 2017.

Tatlısu N. U., İstanbul Piyasasında Satılmakta Olan Midye Dolmalarının Kalite Düzeylerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002, 121103.

Technological Aspects Of Oyster Processing, *B.C. Ministry of Environment Marine Resources Branch Parliament Buildings*, 9-02-141, 13, 1983.

Türkken A. U., Farklı Pişirme Yöntemleri Uygulanmış Ve Vakum Ambalajda +40c'de Depolanmış Levrek Balığının (*Dicentrarchus Labrax*, Linnaeus, 1758) Kimyasal Ve Duyusal Kalitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama Ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir , 2005, 169599.

URL-1: https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Belgeler/Icerikler/Su%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Veri%20ve%20D%C3%B6k%C3%BCmanlar%C4%B1/Su-%C3%9Cr%C3%BCnleri-%C4%B0statistikleri.pdf (Ziyaret Tarihi: 09 Nisan 2020)

URL-2:http://www.dunyagida.com.tr/haber/dunyada-ve-turkiyede-midye-yetistiriciligi-ve-tuketimi/3934 (Ziyaret Tarihi:17 Aralık 2018).

URL-3: https://pediaa.com/difference-between-clams-mussels-and-oysters/ (Ziyaret tarihi: 28 Mart 2020)

URL-4: https://www.fsis.usda.gov/safetempchart (Ziyaret Tarihi:28 Mart 2020)

URL-5: http://www.fao.org/fishery/species/2697/en (Ziyaret Tarihi:1 Aralık 2019).

URL-6: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=205649#null (Ziyaret Tarihi: 21 Mayıs 2020).

URL-7 : http://www.fao.org/3/y5720e/y5720e07.htm (Ziyaret Tarihi: 03 Ocak 2020).

URL-8:http://www.obis.org.au/cgibin/cs_map.pl (Ziyaret Tarihi: 20 Nisan 2020).

URL-9:http://www.fao.org/figis/geoserver/factsheets/species.html?species=SVE-m&prj=4326 (Ziyaret Tarihi: 06 Aralık 2019).

URL-10: https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Veteriner%20Hizmetleri/cift_kabuklu_yumusakca_uretim_alanlari.pdf (Ziyaret Tarihi: 9 Kasım 2019).

URL-11: https://www.tridge.com/intelligences/striped-venus/TR (Ziyaret Tarihi:11 Aralık 2019).

URL-12: https://patentimages.storage.googleapis.com/62/c9/87/e142c940015450/US5216812-drawings-page-2.png (Ziyaret Tarihi: 19 Nisan 2020)

URL-13:https://patents.google.com/patent/USD282076S/en?oq=D282%2c076 (Ziyaret Tarihi: 19 Nisan 2020)

URL-14: https://patentimages.storage.googleapis.com/95/0d/23/b67c83175732ae/US06503137-20030107-D00000.png (Ziyaret Tarihi: 19 Nisan 2020)

URL-15:http://www.istanbulsaglik.gov.tr/w/sb/per/belge/saglikli_pisirme.pdf (Ziyaret Tarihi: 31 Mayıs 2020)

URL-16:http://yemekhanede.blogspot.com/2011/10/haslama-teknolojisi.html (Ziyaret Tarihi: 23 Mayıs 2020)

URL-17: https://shopaip.com/crown-prince-clam-juice-8-oz/ (Ziyaret Tarihi: 18 Aralık 2019).

URL-18: https://en.wikipedia.org/wiki/Clam_juice (Ziyaret Tarihi: 12 Mart 2020).

URL-19: https://www.isu.gov.tr/suanalizraporlari/?CountyId=418 (Ziyaret Tarihi: 4 Şubat 2020).

Ünüsan N., Ev Tipi Mikrodalga Ve Elektrikli Fırında Pişirme İle Alabalıkta Bazı Yağ Asitleri Ve Amino Asitlerin Düzeyinde Olan Değişikliklerin Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü., Ankara, 1998, 176551.

Wise E. D. ve Tifton J., Shellfish Shucking Device, 2014, US Patent No: US 8,715,042 B1, United States Patent Application Publication.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Kaplan M., Su Ürünleri Ekonomisi, *Uluslararası Yönetim, Ekonomi ve Politika Kongresi,* İstanbul, Türkiye, 1-2 Aralık 2018.

Yıldırım S. ve **Kaplan M.,** Sürdürülebilir Kalkınma Kapsamında Türkiye'de Sualtı Yaşam Ve Denizler, *Uluslararası Yönetim, Ekonomi ve Politika Kongresi*, İstanbul, Türkiye, 20-21 Nisan 2019.

ÖZGEÇMİŞ

18/12/1986 yılında Yalova'da doğdu. İlkokul eğitimini Yalova'da, ortaokul eğitimini İstanbul'da, lise eğitimini Yalova'da tamamladı. 2011 yılında Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü'nden, 2017 yılında Anadolu Üniversitesi İnsan Kaynakları Yönetimi Bölümü'nden mezun oldu. Halen Anadolu Üniversitesi Adalet Önlisans Bölümü'nde eğitimine devam etmektedir. 2015 yılında TKDK Kars İl Koordinatörlüğü'nde işe başladı. 2016 yılı Haziran ayında Karamürsel İlçe Gıda, Tarım ve Orman Müdürlüğü'ne mühendis olarak atandı. Halen Kocaeli İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nde mühendis olarak görev yapmaktadır.